



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

NÁGILA FERNANDA FURTADO TEIXEIRA

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO
AMBIENTAL EM ÁREA SUSCEPTÍVEL À DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO
CEARENSE

FORTALEZA

2023

NÁGILA FERNANDA FURTADO TEIXEIRA

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL
EM ÁREA SUSCEPTÍVEL À DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Tese de Doutorado apresentada ao PRODEMA- Programa Regional Em Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requerimentos para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

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

- T267a Teixeira, Nagila Fernanda Furtado.
Análise geoecológica como subsídio ao planejamento ambiental em área susceptível à desertificação no semiárido cearense / Nagila Fernanda Furtado Teixeira. – 2023.
198 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva.
1. Semiárido. 2. Planejamento. 3. Geoecologia. I. Título.

CDD 333.7

NÁGILA FERNANDA FURTADO TEIXEIRA

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL
EM ÁREA SUSCEPTÍVEL À DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Tese de Doutorado apresentada ao PRODEMA- Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requerimentos para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Aprovada em: 30/11/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Leonardo Silva Soares
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

Prof. Dr. Carlossandro Carvalho de Albuquerque
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Profª. Dra. Jacqueline Pires Gonçalves Lustosa
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Prof. Dr. Eduardo Silveira Bernardes
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB)

Profª. Dra. Iana Barbara Oliveira Viana Lima
Prefeitura Municipal de Paraipaba (PMP)

AGRADECIMENTOS

O trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus, pelo dom da vida.

À minha família, Fernando Teixeira de Souza, Vânia Maria Furtado Teixeira, Ingrid Sâmia Furtado Teixeira e Davi Furtado Teixeira pelo apoio incondicional.

Ao meu companheiro de vida, Pedro Edson Face Moura pela compreensão nos momentos mais difíceis da minha caminhada acadêmica, parceria nas pesquisas de campo e confecção de uma parte dos mapas que compõe o trabalho.

Ao meu orientador, Prof. Edson Vicente da Silva pela oportunidade da pesquisa, amizade e comprometimento na orientação da pesquisa.

Ao meu amigo Bruno Sales pelo apoio e ajuda durante o período final da tese.

Aos amigos e professores do Programa Regional em Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente-PRODEMA pelo convívio e aprendizagem.

Aos amigos, integrantes e professores do Laboratório de Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental-LAGEPLAN, pelas trocas de experiências e aprendizado.

À população de Pentecoste pela receptividade.

À Universidade Federal do Ceará-UFC por me proporcionar educação superior pública de qualidade.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O processo histórico de uso e ocupação do semiárido cearense se caracteriza pelo desenvolvimento de atividades econômicas, principalmente de práticas agropastoris que exploram ao máximo os recursos naturais. Nesse tocante, faz-se necessário estudos ambientais que visem analisar o quadro geoambiental e socioeconômico, identificar, delimitar e avaliar a degradação ambiental e propor ações de planejamento que permitam a mitigação dos impactos e promovam o desenvolvimento comunitário embasados nos preceitos da sustentabilidade. O presente trabalho objetiva realizar uma análise geoecológica como subsídio ao planejamento ambiental em área susceptível à desertificação no semiárido cearense, tendo como lócus investigativo, o município de Pentecoste que se localiza no setor centro-norte do estado do Ceará, compreende uma área de 1.378,3 km² que está dividida em quatro distritos: Pentecoste, Matias, Porfírio Sampaio e Sebastião de Abreu. Apoiada na fundamentação teórico-metodológica da Geoecologia das Paisagens, divide-se a pesquisa nas etapas: organização e inventário, análise, diagnóstico e propositiva que permitiu o detalhamento das características geoambientais: geologia, geomorfologia, solo, clima, hidrologia e vegetação; socioeconômicas: demografia, economia, educação, saúde, saneamento e cultura; delimitar, compartimentar e analisar o município em seis unidades geoecológicas: Depressão Sertaneja de Pentecoste; Planície Fluvial do Rio Curu; Planície Fluvial do Canindé; Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá; Conjunto de Pequenos Maciços da Serra Santa Luzia e Conjunto de Pequenos Maciços da Serrinha. Enfatizou-se a descrição das formas de usos, potencialidades, limitações e os cinco Indicadores Geobiofísico de Desertificação (IBGD): permoporosidade dos litotipos (IBGD 1); declividade (IBGD 2); espessura do solo (IBGD 3); erosão do solo (IBGD 4) e cobertura da vegetação (IBGD 5) para cada uma das seis unidades geoecológicas. Por fim, realizou-se uma proposta de zoneamento funcional-ambiental visando a conservação dos recursos naturais e o desenvolvimento comunitário do município, com a determinação das zonas: Preservação Permanente, Conservação Ambiental, Recuperação Ambiental e Uso Disciplinado. Conclui-se que o presente estudo contribui para a produção científica sobre o ambiente semiárido, ao integrar dados qualitativos, secundários e primários, às técnicas de geoprocessamento gerando dados de suporte à análise da dinâmica geoecológica e da desertificação d

Palavras-chave: semiárido; desertificação; análise geoecológica; planejamento.

ABSTRACT

The historical process of use and occupation of the semi-arid region of Ceará is characterized by the development of economic activities, mainly agricultural practices that exploit natural resources to the maximum. Therefore, it is necessary to conduct environmental studies aimed at analyzing the geo-environmental and socio-economic framework, identifying, delimiting, and assessing environmental degradation, and proposing planning actions that allow for the mitigation of impacts and promote community development based on sustainability principles. This work aims to conduct a geocological analysis to support environmental planning in an area susceptible to desertification in the semi-arid region of Ceará, with the investigative focus on the municipality of Pentecoste, located in the central-northern sector of the state of Ceará. The municipality covers an area of 1,378.3 km² and is divided into four districts: Pentecoste, Matias, Porfírio Sampaio, and Sebastião de Abreu. Supported by the theoretical and methodological foundation of Landscape Geocology, the research is divided into the following stages: organization and inventory, analysis, diagnosis, and proposal, which allowed for the detailed examination of geo-environmental characteristics such as geology, geomorphology, soil, climate, hydrology, and vegetation. Socioeconomic aspects including demographics, economy, education, health, sanitation, and culture were also considered. The municipality was delineated, compartmentalized, and analyzed into six geocological units: Pentecoste Sertaneja Depression, Curu River Floodplain, Canindé River Floodplain, Maracajá Mountain Range, Santa Luzia Mountain Range, and Serrinha Mountain Range. The study emphasized the description of land use, potentials, limitations, and the five Geobiophysical Desertification Indicators (IBGD): porosity of lithotypes (IBGD 1); slope (IBGD 2); soil thickness (IBGD 3); soil erosion (IBGD 4); and vegetation cover (IBGD 5) for each of the six geocological units. Finally, an environmental zoning proposal was developed to ensure the conservation of natural resources and the community development of the municipality, with the determination of zones: Permanent Preservation, Environmental Conservation, and Environmental Recovery. In conclusion, this study contributes to the scientific knowledge of the semi-arid environment by integrating qualitative, secondary, and primary data with geoprocessing techniques, generating data to support the analysis of the geocological dynamics and desertification in Pentecoste.

Keywords: semi-arid; desertification; geocological analysis; planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Foco da interdisciplinaridade na pesquisa.....	19
Figura 2 -	Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no Ceará.....	39
Figura 3 -	Fases do planejamento e gestão ambiental utilizados na pesquisa.....	40
Figura 4 -	Fluxograma metodológico da pesquisa	41
Figura 5 -	Modelado tridimensional do relevo de Pentecoste.....	59
Figura 6 -	Pecuária extensiva em área de Planossolos em Pentecoste.....	64
Figura 7 -	Luvisolos com pedregosidade e vegetação de caatinga arbustiva densa no município de Pentecoste.....	66
Figura 8 -	Formações vegetais do município de Pentecoste	75
Figura 9 -	Cisternas de placa na zona rural do município de Pentecoste.....	89
Figura 10 -	Forma de exploração das águas subterrâneas no município de Pentecoste.....	91
Figura 11 -	Dados demográficos do município de Pentecoste.....	94
Figura 12 -	Exposição de tor de granito no município de Pentecoste.....	123
Figura 13 -	Área de agricultura irrigada no Vale do Curu no município de Pentecoste.....	124
Figura 14 -	Fazendas localizadas no Vale do Curu no município de Pentecoste.....	130
Figura 15 -	Extrativismo da carnaúba no rio Curu, Pentecoste	131
Figura 16 -	Visão geral do açude Pereira de Miranda.....	133
Figura 17 -	Artesanato em barro e madeira na localidade de Ferrão, Pentecoste.....	142
Figura 18 -	Planossolos e Luvisolos em área de Depressão Sertaneja em Pentecoste.....	155
Figura 19 -	Erosão dos solos em Pentecoste	158
Figura 20 -	Extração de areia no entorno de reservatório de Pentecoste	160
Figura 21 -	Área fortemente degradada e compactada pela pecuária	162
Figura 22 -	Desmatamento da vegetação natural em Pentecoste	164
Figura 23 -	Produção de carvão artesanal em Pentecoste	166
Figura 24 -	Queimada na zona rural de Pentecoste.....	168
Figura 25 -	Unha do diabo sobre a vegetação de várzea no município de Pentecoste.....	169

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Volume dos açúdes do município de Pentecoste, CE (2004-2021).....	85
Gráfico 2 -	Estrutura fundiária de Pentecoste, CE	97
Gráfico 3 -	Índice de Desenvolvimento Municipal de Pentecoste, CE (2010-2018)	98
Gráfico 4 -	Produto Interno Bruto de Pentecoste, CE (2006-2013)	99
Gráfico 5 -	Evolução do rebanho de bovino e suínos de Pentecoste (2010-2019).....	103
Gráfico 6 -	Evolução do rebanho de caprino e ovino de Pentecoste (2010-2019).....	104
Gráfico 7 -	Evolução da extração de madeira de Pentecoste (2010-2019).....	106
Gráfico 8 -	Produção de tilápia do estado do Ceará (2015-2018)	108
Gráfico 9 -	Matrículas por nível e modalidades de ensino de Pentecoste	112
Gráfico 10-	Infraestruturas das escolas de Pentecoste	113
Gráfico 11-	Taxa de evasão escolar de Pentecoste (2007-2015).....	114
Gráfico 12-	Casos de COVID-19 em Pentecoste (Até 17/05/2021).....	116
Gráfico 13-	Abastecimento de água em Pentecoste	117
Gráfico 14-	Destinação do lixo em Pentecoste.....	118
Gráfico 15-	Agricultura de subsistência de Pentecoste (2019)	125
Gráfico 16-	Produção da agricultura irrigada de Pentecoste (2019)	129

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Evolução da Ciência da Paisagem como disciplina científica.....	22
Quadro 2 - Categorias analíticas da Geoecologia das Paisagens	27
Quadro 3 - Formas de interpretação e operacionalização do planejamento ambiental.....	30
Quadro 4 - Tipos de zoneamentos para estudos ambientais	33
Quadro 5 - Síntese dos objetivos da pesquisa e suas correlações	42
Quadro 6 - Instituições visitadas e os dados obtidos.....	45
Quadro 7- Indicadores Geobiofísicos de Desertificação utilizados na pesquisa.....	51
Quadro 8 - Síntese dos aspectos geológicos e geomorfológicos de Pentecoste, CE.....	61
Quadro 9 - Correlação taxonômica entre as classes de solos de Pentecoste, CE.....	63
Quadro 10 - Sistemas atmosféricos e mecanismos atuantes no NEB	78
Quadro 11 - Características técnicas dos principais açudes de Pentecoste, CE.....	84
Quadro 12 - Descrição do estado trófico dos açudes	87
Quadro 13 - Características da pesca e piscicultura de Pentecoste	138
Quadro 14- Características das unidades geológicas de Pentecoste.....	143

LISTRA DE MAPAS

Mapa 1 - Localização do município de Pentecoste, Ceará.....	17
Mapa 2 - Geologia do município de Pentecoste, Ceará	55
Mapa 3 - Geomorfologia do município de Pentecoste, Ceará	60
Mapa 4 - Altimetria do município de Pentecoste, Ceará	62
Mapa 5 - Solos do município de Pentecoste, Ceará.....	68
Mapa 6 - Vegetação do município de Pentecoste, Ceará.....	76
Mapa 7 - Compartimentação geocológica do município de Pentecoste, Ceará	121
Mapa 8 - Evolução espaço-temporal da cobertura vegetal através do NDVI do município de Pentecoste, Ceará	146
Mapa 9- Uso e ocupação do solo no município de Pentecoste, Ceará.....	150
Mapa 10- Declividade do município de Pentecoste, Ceará.....	154
Mapa 11- Proposta de zoneamento ambiental do município de Pentecoste, Ceará	172

LISTA DE PRANCHAS

Prancha 1 - Precipitação total e balanço hídrico do município de Pentecoste, Ceará.....	81
Prancha 2 - Estado trófico dos açudes do município de Pentecoste, Ceará	88
Prancha 3 - Arquitetura do município de Pentecoste, Ceará (1950-1960 e 2021).....	96
Prancha 4 - Produção agrícola, área colhida e valor da produção do município de Pentecoste, Ceará (2015-2018)	101
Prancha 5 - Atividades econômicas do município de Pentecoste, Ceará.....	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de susceptibilidade à desertificação	52
Tabela 2 - Balanço hídrico do município de Pentecoste (1991-2020), considerando a capacidade de armazenamento do solo (CAD) de 100 mm	80
Tabela 3 - Parâmetros do estrato trófico dos açudes do município de Pentecoste	87
Tabela 4 - Produção de gêneros da pecuária	105
Tabela 5 - Extração vegetal da carnaúba em Pentecoste	105
Tabela 6 - Características da pescaria do município de Pentecoste	107
Tabela 7 - Indústrias de transformação de Pentecoste.....	109
Tabela 8 - Número de empregos formais de Pentecoste	110
Tabela 9 - Profissionais ligados ao SUS em Pentecoste.....	115
Tabela 10 - Indicadores de saúde de Pentecoste	115
Tabela 11 - Esgotamento sanitário em Pentecoste	117
Tabela 12 - Indicadores Geobiofísicos de Desertificação do município de Pentecoste	152
Tabela 13 - Graus de susceptibilidades das unidades geocológicas de Pentecoste	169

LISTA DE SIGLAS

APP	Áreas de Preservação Permanente
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais
EJA	Educação de Jovens e Adultos
ENOS	El Niño-Oscilação Sul
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégias Econômica do Ceará
LAGEPLAN	Laboratório de Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental
LIS	Linhas de Instabilidade
MDE	Modelo Digital de Elevação
PAECE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PNM	Temperatura da Superfície do Mar
SEDUC	Secretaria de Educação do Ceará
SESA/CE	Secretaria de Saúde do Ceará
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNUC	Sistema Nacional de Unidade de Conservação
SUS	Sistema Único de Saúde
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFC	Universidade Federal do Ceará
USGS	Serviço Geológico dos Estado Unidos
VCANs	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO E PROCEDIMENTOS TÉCNICO	
	- METODOLÓGICOS DA PESQUISA	20
2.1	Referencial teórico	20
2.1.1	<i>A paisagem na ciência geográfica.....</i>	<i>20</i>
2.1.2	<i>Geoecologia das Paisagens para a análise ambiental: aspectos teórico-metodológicos.....</i>	<i>23</i>
2.1.3	<i>Planejamento e zoneamento ambiental: conceitos e definições</i>	<i>29</i>
2.1.4	<i>A problemática da degradação e desertificação no semiárido.....</i>	<i>34</i>
2.2	Procedimentos técnico-metodológicos da pesquisa.....	40
2.2.1	<i>Fase de organização e inventário.....</i>	<i>44</i>
2.2.2	<i>Fase de análise.....</i>	<i>45</i>
2.2.3	<i>Fase de diagnóstico.....</i>	<i>48</i>
2.2.4	<i>Fase propositiva.....</i>	<i>52</i>
3	CONTEXTO GEOAMBIENTAL E SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE.....	53
3.1	Contexto geoambiental.....	53
3.1.1	<i>Aspectos geológicos e geomorfológicos</i>	<i>53</i>
3.1.2	<i>Aspectos pedológicos e vegetacionais.....</i>	<i>63</i>
3.1.3	<i>Características climáticas e recursos hídricos.....</i>	<i>77</i>
3.2	Contexto socioeconômico	92
3.2.1	<i>Aspectos históricos e demográficos.....</i>	<i>92</i>
3.2.2	<i>Atividades produtivas.....</i>	<i>99</i>
3.2.3	<i>Educação e saúde.....</i>	<i>112</i>
4	COMPARTIMENTAÇÃO GEOECOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE.....	119
4.1	Unidades geológicas: formas de uso, limitações e potencialidades	119
4.1.1	<i>Depressão Sertaneja de Pentecoste</i>	<i>122</i>
4.1.2	<i>Planície Fluvial do rio Curu</i>	<i>127</i>
4.1.3	<i>Planície Fluvial do rio Canindé</i>	<i>132</i>

4.1.4	<i>Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá</i>	140
4.1.5	<i>Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia</i>	141
4.1.6	<i>Pequeno Maciço da Serrinha</i>	142
4.2	Evolução espaço-temporal da paisagem e análise da relação sociedade-natureza	145
5	SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE	151
5.1	Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) e degradação ambiental	151
5.1.1	<i>IGBD 1</i>	151
5.1.2	<i>IGBD 2</i>	153
5.1.3	<i>IGBD 3</i>	155
5.1.4	<i>IGBD 4</i>	156
5.1.5	<i>IGBD 5</i>	163
6	PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE	170
6.1	Proposta de zoneamento ambiental-funcional	171
6.1.1	<i>Zona de Preservação Permanente</i>	173
6.1.2	<i>Zona de Conservação Ambiental</i>	174
6.1.3	<i>Zona de Recuperação Ambiental</i>	175
6.1.4	<i>Zona de Uso Disciplinado</i>	176
6.2	Estratégias de gestão integrada para o desenvolvimento sustentável e comunitário	176
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	181
	REFERÊNCIAS	185

INTRODUÇÃO

O estado do Ceará apresenta cerca de 92% de seu território, ou seja, aproximadamente 136.328 Km² sob influência do clima semiárido, e parte dele sujeito a processos de desertificação. Dos 184 municípios que compõem o Ceará, 117 estão totalmente inseridos no domínio de semiaridez, marcado pela irregularidade climática, com período chuvoso curto, cerca de 3 a 5 meses e um período seco prolongado, 7 a 9 meses (Ceará, 2010; Souza, 2000).

O Ceará apresenta variada condição geológica, onde predominam terrenos pré-cambrianos de embasamento cristalino que constituem o Domínio Morfoestrutural da Depressão Sertaneja. As rochas cristalinas possuem baixa capacidade de acumulação subterrânea de água, influenciando a grande frequência de rios e riachos com escoamento intermitente sazonal. Os tipos de solos do estado são bastante variados, reflexos da geologia, de processos pedogênicos limitados pelo clima influenciando na configuração de diferentes paisagens. No sertão, os solos são pouco espessos, pedregosos e com frequentes afloramentos rochosos. Desse conjunto de condições naturais, surge a vegetação do Ceará, com predominância de formações de caatingas caducifólias com variados padrões fisionômicos e florísticos.

As populações sertanejas utilizam técnicas de manejo agropastoris rudimentares ao explorar os recursos naturais que podem ocasionar impactos negativos e desequilíbrios ecológicos no ambiente. Segundo Oliveira e Souza (2019a) os impactos e os problemas ambientais no semiárido registram os desequilíbrios gerados pela pressão decorrentes das atividades antrópicas praticadas, tais como os desmatamentos e as queimadas, decorrentes de uma ocupação desordenada, que resulta em usos incompatíveis com as capacidades naturais dos sistemas ambientais.

A forte influência antrópica sobre o ambiente, ocasiona a degradação ambiental que representa uma perda de sua capacidade de regeneração, levando a uma progressiva destruição dos recursos naturais renováveis e culminando no surgimento de processos erosivos irreversíveis e até fenômenos localizados de desertificação (Cunha; Guerra, 2011).

A desertificação é um problema ambiental que se origina nas limitações ambientais de um território, determinadas pelas condições particulares de clima, solo, vegetação, relações sociais de produção e diferentes modos de vida (Guerra; Souza; Lustosa, 2012;

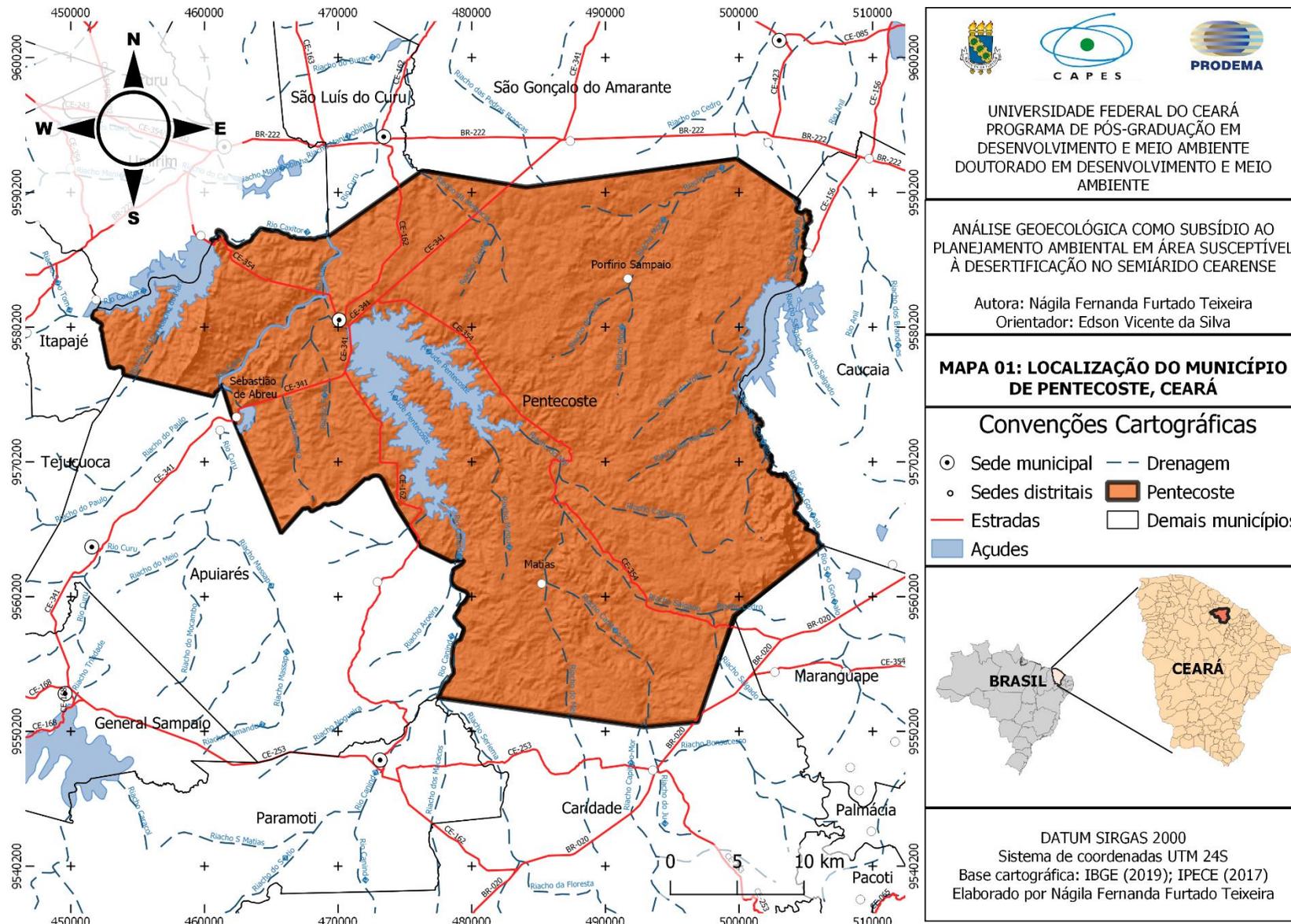
Brasil, 2004). Essas diferentes características geoambientais e as relações entre sociedade-natureza, representadas pelas formas de uso e ocupação dos recursos naturais provocam variações na paisagem, principalmente do sertão cearense.

A par dessas questões, o uso e ocupação indevidos dos espaços geográficos no semiárido, compromete a sustentabilidade ecológica em alguns setores, o que promove mudanças na dinâmica ambiental e a descaracterização da paisagem sertaneja. Nesse tocante, faz-se necessário estudos ambientais que visem analisar o quadro geoambiental e socioeconômico, identificar, delimitar e avaliar a degradação ambiental e propor ações de planejamento que permitam a mitigação dos impactos e promovam o desenvolvimento comunitário embasados nos preceitos da sustentabilidade.

No intuito de entender e avaliar as condições socioambientais e o fenômeno da degradação/desertificação no semiárido cearense é que se pretende desenvolver o presente estudo, tendo como lócus investigativo, o município de Pentecoste (Mapa 01) que se localiza no setor centro-norte do estado do Ceará, disposto entre as coordenadas 3° 47' 34" S e 39° 36' 13" W, compreende uma área de 1.378,3 km² que está dividida em quatro distritos: Pentecoste, Matias, Porfírio Sampaio e Sebastião de Abreu (IPECE, 2016).

Pentecoste faz limite municipal com Umirim, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Apuiarés, Tejuçuoca, Caridade, Maranguape, São Luís do Curu e Itapajé. Ademais, situa-se a 88 km de distância da capital do estado. O principal acesso rodoviário a sede municipal, a partir de Fortaleza, é feito através da BR-222 até Croatá, e pela CE-341 até Pentecoste. Dentro do município, as diversas localidades estão interligadas por estradas carroçáveis, transitáveis durante a maior parte do ano (IPECE, 2016; IBGE, 2010).

O município tem uma população de 37.813 habitantes, sendo 60,44% na zona urbana e 39,56% na zona rural, com 26,41% da população identificada como extremamente pobre, com renda média mensal *per capita* de até 70,00 reais. A economia de Pentecoste, baseia-se predominantemente no setor primário e secundário, com empregos formais na indústria de transformação, comércio e serviços na zona urbana, bem como na zona rural destaca-se a agricultura de subsistência, de baixa produtividade, a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal, animal e mineral (Ceará, 2009; IBGE, 2022).



Diante do exposto, a presente pesquisa tem como problema o seguinte questionamento: O quadro geoambiental e socioeconômico se refletem no grau de susceptibilidade à desertificação em Pentecoste, no Ceará?. Para responder a essa pergunta, tem-se como objetivo geral analisar as condições socioambientais e o grau de susceptibilidade à desertificação do município de Pentecoste. Para alcançar esse objetivo, elegeram-se os seguintes objetivos específicos:

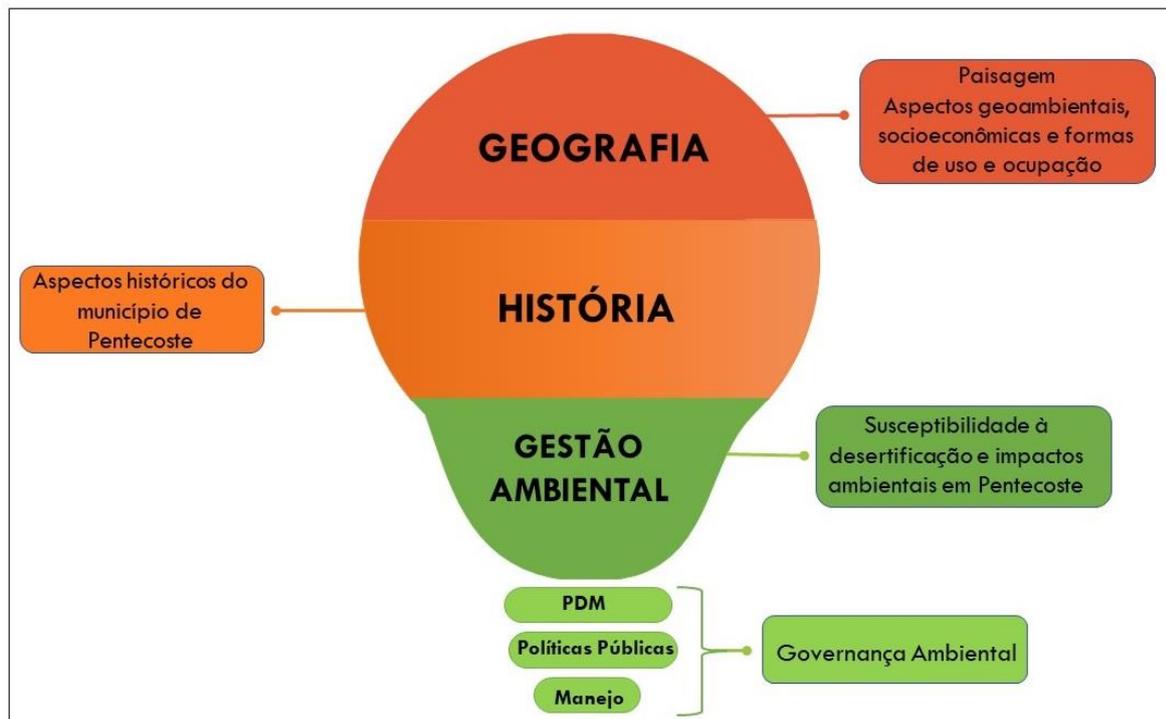
- Analisar de forma integrada os componentes e processos geoambientais e socioeconômicos do município de Pentecoste.
- Caracterizar as unidades geoecológicas do município com ênfase nas formas de uso e ocupação, potencialidades e problemas socioambientais.
- Avaliar o grau de susceptibilidade à desertificação de cada unidade geoecológica.
- Elaborar proposta de zoneamento funcional-ambiental do município de Pentecoste.

Neste ínterim, de modo a elucidar os objetivos citados, tem-se como hipótese básica da pesquisa: o grau de susceptibilidade à desertificação de Pentecoste é alto. Essa hipótese sustenta-se mediante as características geoambientais da área e os baixos indicadores sociais e econômicos da região. As hipóteses secundárias são: (i) a análise geoecológica permite um detalhamento socioambiental pertinente com a realidade do município e (ii) a análise geoecológica permite a proposição de subsídios e diretrizes para o planejamento ambiental eficaz no âmbito municipal.

Destaca-se o caráter interdisciplinar da pesquisa (Figura 1) ao integrar diferentes áreas do conhecimento como a Geografia, a História e a Gestão Ambiental. Tendo como base a Geografia será discutida o conceito de paisagem, analisada as condições geoambientais, socioeconômicas e as formas de uso e ocupação do território que impactam na paisagem. Aliada ao conhecimento geográfico, a História contribuirá para aprofundar o conhecimento sobre o processo de formação histórica do território cearense e do município de Pentecoste. A Gestão Ambiental, embora não seja responsabilidade e objetivo da presente pesquisa tendo em vista ser campo de conhecimento e ação dos gestores públicos, será utilizada, integrada as duas áreas anteriores, para avaliar do grau de susceptibilidade à desertificação e os impactos ambientais decorrentes da relação sociedade-natureza no

âmbito municipal. A interdisciplinaridade da pesquisa em questão oferece importante contribuição a governança ambiental ao realizar um diagnóstico socioeconômico e ambiental amplo de Pentecoste que poderá ser utilizado pelos gestores do município na elaboração do Plano Diretor Municipal, políticas públicas e manejo sustentável dos recursos da área de estudo.

Figura 1: Focos da interdisciplinaridade na pesquisa.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

CAPÍTULO 2:

REFERENCIAL TEÓRICO E PROCEDIMENTOS TÉCNICO-METODOLÓGICOS DA PESQUISA

A pesquisa é uma atividade intelectual que demanda a produção de conhecimento por meio de um planejamento, guiado por objetivos traçados e na busca por resultados. A pesquisa científica, em qualquer área do conhecimento, requer importantes ferramentas para alcançar os objetivos determinados, dentre os principais fundamentos da pesquisa, está à escolha dos procedimentos técnico-metodológicos para o estudo, bem como a fundamentação teórica que discorrerá sobre os principais temas da pesquisa e apresentará o esboço teórico e bibliográfico sobre a temática.

2.1 Referencial teórico

O presente trabalho, fundamenta-se na Geoecologia das Paisagens para analisar as condições socioambientais visando o planejamento ambiental em área susceptível à desertificação no semiárido cearense. Nesse capítulo, discute-se a Geoecologia das Paisagens como aporte teórico e metodológico da pesquisa, bem como os temas: paisagem, lugar, planejamento ambiental, zoneamento, degradação ambiental, desertificação e uma descrição detalhada das etapas e procedimentos para a realização do estudo.

2.1.1 A paisagem na ciência geográfica

A paisagem é um espaço físico resultante de processos naturais, antrópicos e antroponaturais ao longo do tempo. Assim, é tudo aquilo que é perceptível aos olhos, formado por um conjunto de elementos em uma porção qualquer do planeta (Mendonça, 1992). No imaginário coletivo, esse conceito relaciona-se a pintura e ao visível, sendo muito utilizada por diferentes áreas do conhecimento, biologia, arquitetura e a geografia.

Etimologicamente, o termo paisagem surgiu no século XVI relacionada a países, denotando o sentido de região, território e nação. Esse conceito pode ser caracterizado historicamente sob duas perspectivas: (i) estética-fenomenológica, em que a paisagem se relaciona com a aparência e representação como um arranjo dos objetos visíveis pelo sujeito e (ii) geopolítica, percebida como uma unidade territorial onde se desenvolve a vida em comunidades humanas (Vitte, 2007).

O conceito de paisagem foi tratado de maneira diferente pelas várias correntes da geografia, sofrendo influência dos estudiosos e do contexto histórico-cultural. As primeiras noções de paisagem foram elaboradas por Humboldt, denominada *Landschaft* que posteriormente foi ampliada por estudiosos como Dokuchaev, Passarge e Berg no final do século XIX e início do XX. A paisagem era entendida como a interação entre os elementos físicos naturais (clima, rocha, relevo, solo e vegetação) (Rodríguez; Silva, 2002).

No início do século XIX, Humboldt (1769-1859) estabeleceu o conceito de paisagem no sentido natural e estético, influenciado pela filosofia da natureza (conhecimento proveniente da simples observação da natureza, permitindo desvendá-la até a essência das coisas) e possuía a “necessidade de poetizar as ciências” (Gomes, 2000).

Ainda no século XIX, Dokoutchaev, ofereceu importante contribuição para a ciência da Paisagem. Ele denominou de complexo natural territorial, a interação de componentes bióticos e abióticos que se desenvolvem no interior de um complexo sistêmico (Cavalcanti, 2006). Ritter, baseado na noção de região, discutiu a relação sociedade-natureza, no qual o homem era o centro e o elemento essencial na modelagem dos sistemas terrestres. Suas ideias foram aperfeiçoadas por Paul Vidal de La Blache (Rodríguez; Silva, 2002).

A visão antropocêntrica de La Blache acentuou a separação entre os elementos físico-naturais e os elementos humano-sociais das paisagens ao considerar o ser humano como agente principal na modelagem do planeta Terra (Mendonça, 1993). A paisagem dentro da noção desenvolvida pelos alemães era entendida como o conjunto de elementos do meio natural e proveniente das ações humanas, dividida em paisagem natural e paisagem humanizada ou antrópica.

Geógrafos alemães, discutiam a paisagem, *landschaft*, com a incorporação de um elemento novo, a sociedade, assim, teceu a base ao surgimento do conceito de paisagem cultural (Mendonça, 1992). A paisagem apresenta a complexidade da análise integrada ao relacionar o meio natural à cultura. A noção de paisagem cultural foi desenvolvida por Carl Sauer nos anos 20 do século XX, em que existia a paisagem natural, original que não sofreu modificações antrópicas e a paisagem cultural formada pelas ações humanas. “A paisagem cultural é modelada a partir de uma paisagem natural por um grupo cultural em que a cultura é o agente, a área natural é o meio e a paisagem cultural o resultado” (Sauer, 1998, p. 59).

Na década de 1960, Sothava realizou estudos sistemáticos com o objetivo de aplicá-los ao planejamento territorial, baseado na Teoria dos Sistemas e considerando a *landschaft*, paisagem, como um sistema interligado e organizado com influência socioeconômica. A paisagem é uma categoria do geossistema, fruto das relações e integração dos elementos, relação homem-sociedade, biota-ambiente, dentre outras que formam esse sistema (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2013).

A paisagem é a porción del espacio geográfico que constituye a uma escala determinada, um conjunto o sistema formado por elementos interconexiónados tanto bióticos (incluyendo al hombre) que se encuentran em constante transformación y que se organizan como um sistema (geossistema) que puede ser limitado sobre la superficie terrestre de forma más o menos precisa (Jardí, 1990, p. 53).

A ciência da Paisagem como disciplina científica que estuda a paisagem percorreu algumas etapas (Quadro 1) até se configurar como um sistema de método, procedimento e técnica de investigação.

Quadro 1: Evolução da Ciência da Paisagem como disciplina científica

ETAPAS	DESCRIÇÃO
Gênese (1850-1920)	Surgem as primeiras ideias físico-geográficas sobre a interação dos fenômenos naturais e as primeiras formulações da paisagem como noção científica.
Desenvolvimento biogeomorfológico (1920-1930)	Influenciado por outras ciências, desenvolveu-se as noções de interação entre os componentes da paisagem.
Estabelecimento da concepção físico-geográfica (1930-1955)	São desenvolvidos os conceitos sobre a diferenciação em pequena escala da paisagem (zonalidade e regionalização)
Análise estrutural-morfológica (1955-1970)	Volta-se a atenção para a análise dos problemas de nível regional e local (taxonomia, classificação e cartografia)
Análise funcional- (1970- até hoje)	São introduzidos os métodos sistêmicos e quantitativos e desenvolvida a Ecologia da Paisagem
Integração geocológica (1985- até hoje)	Volta-se a atenção para a inter-relação dos aspectos estrutural-espacial e dinâmico-funcional das paisagens e a integração em uma mesma direção científica (Geocologia ou Ecogeografia) das concepções biológicas e geográficas sobre as paisagens

Fonte: Rodriguez; Silva; Cavalcanti (2013).

No Brasil, Ab'Saber em 1969 ofereceu a maior contribuição aos estudos sobre paisagens naturais promovendo uma renovação metodológica e instrumental nas pesquisas

geomorfológicas. Esse autor entendia a paisagem como sendo o resultado de uma relação entre os processos passados e os atuais (Vitte, 2007).

Cavalcanti (2006) salienta que a ciência da paisagem está direcionada a análise ambiental e como objeto de estudo geográfico oferece contribuição essencial ao conhecimento da base natural, entendido como meio global e propicia fundamentos metodológicos importantes para o planejamento ambiental. Ademais, a concepção de paisagem assume relevância na delimitação sistemas ambientais e setores, devido a característica homogênea, resultante da combinação dos componentes físicos, biológicos e antrópicos que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dessa paisagem um conjunto único e indissociável (Bertrand, 1969; Troppmair; Galina, 2006).

Para Guimarães (2011) a paisagem deve ser estudada a partir de uma perspectiva integrada e geoecológica, com a análise das condições atuais e a determinação de possíveis cenários, passados e futuros, sobre os recursos ambientais presentes na paisagem. Esse conceito faz-se imprescindível para o desenvolvimento da presente pesquisa, pois, aliado aos preceitos da Geoecologia das Paisagens, representa o ponto de análise do meio natural e socioeconômico, a partir da investigação da paisagem natural e antroponatural presente em Pentecoste, bem como a identificação das transformações antrópicas sobre a paisagem natural através do diagnóstico das limitações e da degradação ambiental.

A seguir, realiza-se uma discussão sobre os aspectos teóricos e metodológicos da Geoecologia das Paisagens para a análise ambiental.

2.1.2 Geoecologia das Paisagens para a análise ambiental: aspectos teórico-metodológicos

Os estudos de geografia física, na década de 1910, influenciados por Emmanuel de Martonne abordavam o quadro natural, dividido em sub-ramos específicos: geomorfologia, climatologia, biogeografia e hidrografia. Assim nesse período, a maioria dos geógrafos físicos não fazia inter-relações entre os elementos naturais das paisagens, reflexo do método positivista predominante na época. A partir dos anos de 1950, influenciados pela geografia nova, os estudos de geografia física são fortemente carregados pela teoria dos sistemas, viabilizando uma análise do ambiente pautado na visão sistêmica (Mendonça, 1993).

A Teoria Geral dos Sistemas, que influenciou a criação do conceito de geossistema, foi desenvolvida inicialmente nos Estados Unidos no final dos anos de 1920. Essa teoria forneceu a base para os estudos ambientais, como as propriedades, estruturas, tipos, conteúdo, hierarquia e função. Segundo Cavalcanti (2006), a visão sistêmica aproveita os estudos analíticos de cada componente e os integra dentro de um mesmo conjunto, onde são observadas as transformações, distribuição dos sistemas geográficos, dinâmica e conexões. Segundo Mendonça (1992, p. 41) “a análise de sistemas tem-se configurado como a melhor metodologia da produção de geografia física moderna e contemporânea”.

O enfoque sistêmico corresponde à abordagem interdisciplinar, uma concepção metodológica e um meio para o estudo de objetos integrados e das dependências e interações integrais (Rodríguez; Silva, 2013). Sistema corresponde ao conjunto de unidades organizadas e inter-relacionadas, que apresentam: elementos ou unidades, relações, atributos, entrada (*input*) e saída (*output*) (Christofolletti, 1979).

Nos anos 1960, com aplicação efetiva da geografia para fins de desenvolvimento do Estado Soviético, surge o conceito de geossistema, proposto por Sotchava (1978), classificado como um modelo teórico e conceitual destinado a identificar, interpretar e classificar a paisagem terrestre, vista como uma classe peculiar dos sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados.

Para Bertrand (2004), o geossistema é a expressão de fenômenos naturais, ou seja, potencial ecológico de determinado espaço no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial, porém, sem haver, frente aos processos dinâmicos, uma homogeneidade interna. “A proposição geossistêmica utiliza a análise integrada do complexo físico-geográfico, ou seja, a conexão da natureza com a sociedade humana” (Mendonça, 1992).

O geossistema foi construído, inspirado no conceito de ecossistema produzido pela ciência biológica, na busca pela utilização do método sistêmico no estudo da natureza. Ross (2009), baseado nos estudos de Sochava, destaca as diferenças entre ecossistema e geossistema em que o primeiro centra a atenção na vida animal e vegetal com a análise de ecossistema específico, enquanto o segundo considera a inter-relação dos elementos naturais. Segundo, Rodríguez, Silva e Cavalcanti (2013), o ecossistema é um conceito monocêntrico, corresponde a um sistema de componentes bióticos e abióticos do qual faz parte os organismos que estão relacionados por processos físicos, químicos e biológicos, já

o geossistema é policêntrico, um sistema com organização temporal e espacial complexa formada pela interação dos elementos físicos que podem ser transformados pela ação antrópica.

No Brasil, o conceito de geossistema foi difundido por Bertrand, baseado na construção do conhecimento sobre a ciência da paisagem e demonstrando que o estudo da paisagem deve basear-se no conceito e nos métodos de geossistema. A noção da “paisagem ecológica”, introduzida por Troll no final da década de 1930 e a ampliação do conceito de ecossistema de Tansley em 1935, constitui o suporte teórico do geossistema. A abordagem geográfica de “paisagem ecológica” e, como designada mais tarde, de Geoecologia corresponde ao estudo da paisagem sob o ponto de vista ecológico (Ross, 2009).

Bertrand em 1978, definiu geossistema como um sistema natural resultado da combinação de fatores físicos, biológicos e antrópicos, caracterizando-o quanto a morfologia, funcionamento e comportamento. Troll na primeira metade do século XX propôs os fundamentos da ciência da Geoecologia da Paisagem (termo utilizado a partir de 1966), antes denominada de Ecologia da Paisagem que se configurava em duas abordagens: a abordagem da paisagem, responsável pelo estudo da diferenciação espacial da superfície terrestre na interação entre os fenômenos naturais e a abordagem biológica-ecológica encarregada da análise das inter-relações funcionais dos fenômenos naturais e sistemas ecológicos (Rodríguez; Silva, Cavalcanti, 2013).

A visão reducionista e positivista compartimentou os estudos geográficos, mas a análise ambiental, a partir de uma visão sistêmica e integradora que inter-relacionam os diferentes elementos: naturais, sociais, econômicos e culturais, apresentam-se cada vez mais prósperos na geografia física, oferecendo importante contribuição aos estudos ambientais integrados e interdisciplinares. Nessa perspectiva, destaca-se a Geoecologia das Paisagens, metodologia eficaz para o desenvolvimento de pesquisas geográficas voltadas ao planejamento e gestão ambiental.

A Geoecologia das Paisagens foi influenciada por diferentes correntes filosóficas e escolas nacionais e regionais de pensamento, bem como enfoques de diferentes disciplinas como a Geografia e a Biologia. Um dos principais precursores foi o cientista russo, Dokuchaev, ao utilizar a abordagem ecológica da paisagem para analisar o uso da natureza tendo em vista o ser humano, além desse, Humboldt, Lomonosov e Troll ofereceram importantes contribuições para a formação dessa metodologia. Destaca-se também a

influência da concepção geossistêmica, método sistêmico e a Paisagem Cultural, de Sauer, no século XX (Rodriguez; Silva, 2013).

A Geoecologia das Paisagens é uma metodologia sistêmica que analisa a relação da sociedade com a natureza, a partir da investigação e interpretação das inter-relações e interações entre os elementos antroponaturais. Segundo Rodriguez e Silva (2013), essa metodologia propicia as bases teóricas e metodológicas para a análise ambiental, servindo como aporte conceitual e procedimental ao planejamento e gestão ambiental.

A Geoecologia das Paisagens é uma ciência ambiental, que oferece uma contribuição essencial no conhecimento da base natural do meio ambiente, entendido como o meio global. Propicia, ainda, fundamentos sólidos na elaboração das bases teóricas e metodológicas do planejamento e gestão ambiental e na construção de modelos teóricos para incorporar a sustentabilidade ao processo de desenvolvimento (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2013, p. 07).

A Geoecologia das Paisagens fundamenta-se em três momentos: (i) como se formou e se ordenou a natureza; (ii) como, a partir das atividades humanas, construíram-se sistemas de uso e de objetos que articulam e determinam a natureza de acordo com suas necessidades e (iii) como a sociedade entende a natureza e as transformações derivadas das atividades humanas (Rodriguez; Silva; Leal, 2011).

Apoiada na visão sistêmica, a Geoecologia das Paisagens oferece contribuição para a compreensão do quadro natural, socioeconômico e cultural, bem como as inter-relações desses elementos na transformação da paisagem. Segundo Rodriguez, Silva e Leal (2011) essa metodologia permite entender: (i) em que grau as sociedades humanas transformam a natureza e a veem no espaço; (ii) como a sociedade concebe a natureza, o natural e o espaço derivado da natureza e (iii) como a sociedade percebe a natureza, usa o espaço, a paisagem e o território.

Para compreender os itens listados, a Geoecologia das Paisagens utiliza categorias analíticas: espaço, paisagem e território (Quadro 2) que não são exercidas de maneira isolada, mas interagem entre si e formam à análise geocológica.

Quadro 2: Categorias analíticas da Geoecologia das Paisagens

CATEGORIAS ANALÍTICAS	DESCRIÇÃO
Espaço ou Paisagem Natural	Sistema espaço-temporal, uma organização espacial complexa e aberta, formada pela interação entre os componentes biofísicos que podem ser transformados pela atividade antrópica, corresponde ao meio natural de uma visão sistêmica.
Espaço Geográfico	Conjunto indissociável, solidário e contraditório de sistemas de objetos e de ações na superfície do globo terrestre. O espaço geográfico é formado por objetos naturais, fabricados, técnicos, mecânicos e cibernéticos submetidos à constituição da sociedade.
Paisagem Cultural	Fisionomia, morfologia e a expressão formal do espaço e dos territórios, situada no plano de contato entre os fatos naturais e os fenômenos da ocupação humana, entre os objetos e os sujeitos que os percebem e agem sobre eles.
Território	Conjunto de espaços, paisagens geográficas e sistemas naturais, econômicos, de habitat e sociais em uma determinada área delimitada pelo poder econômico e político, submetido a um determinado modelo e processo de gestão.

Fonte: Rodriguez; Silva; Leal (2011).

A Geoecologia das Paisagens realiza a análise das paisagens naturais e antropogênicas com o intuito de resolver os problemas de descaracterização da paisagem, promover o uso racional dos recursos naturais, a conservação da biodiversidade e a geodiversidade, os valores culturais, histórico e estético, pautados no desenvolvimento sustentável. Segundo Rodriguez e Silva (2013, p. 42):

A Geoecologia das Paisagens está voltada para o entendimento de como é a arquitetura da superfície do planeta, sua junção e relação com os sistemas humanos, partindo da modificação e transformação da própria natureza, ou seja, da epiderme do globo terrestre e através do uso das diferentes categorias analíticas, é que a Geoecologia pode ajudar a entender o complicado mosaico de áreas e partes que formam a superfície do planeta Terra.

A Geoecologia das Paisagens estabelece que os fatores geocológicos: geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos, edáficos e biológicos correspondem a componentes naturais que a partir da sua inter-relação dialética desempenham funções na composição substancial, estrutura, funcionamento, evolução e na dinâmica da paisagem (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2013). Nesse sentido, Tomaz (2015) salienta que a análise geocológica além de investigar, conhecer, classificar e diagnosticar a paisagem, também sugere alternativas para reverter quadros atuais de degradação ambiental, tendo como

finalidade a preservação e recuperação do ambiente e ainda trabalhar para sensibilização da população quanto ao uso racional dos recursos naturais.

A Geoecologia das Paisagens apoia-se em diferentes dimensões, pensamentos, que versam desde as categorias analíticas até a escolha de uma escala de análise que viabilizam a realização de estudos ambientais a partir de uma visão sistêmica, considerando os aspectos naturais, sociais e culturais (Farias, 2012). A par dos expostos, destaca-se que a ciência geocológica incorpora a visão sistêmica, a fim de analisar e compreender o conjunto de paisagens naturais e culturais, rompendo com o paradigma mecanicista pautado na fragmentação das disciplinas que diante dos fenômenos complexos atuais não deve mais ser aplicada aos estudos ambientais (Sousa, 2019).

De acordo com Farias (2015), os preceitos teóricos e metodológicos da Geoecologia das Paisagens estão sendo cada vez mais aplicados em diversas áreas, com diferentes temáticas e finalidades, o que demonstra a viabilidade dela para a elaboração de estudos ambientais integrados. Assim posto, essa metodologia volta-se a subsidiar o planejamento ambiental em diferentes escalas: local, municipal, regional e nacional, por meio do zoneamento ambiental para ordenar as zonas de acordo com as potencialidades, limitações e problemas ambientais diagnosticados (Teixeira; Silva, Farias, 2017).

Destaca-se que a Geoecologia das Paisagens tem assumido recentemente um papel científico fundamental como subsídio teórico-metodológico nos processos de planejamento e gestão ambiental de diferentes territórios e categorias de análise espacial. A partir do seu enfoque interdisciplinar e complexo, essa metodologia tem colaborado na execução de propostas de zoneamentos ambientais, que são de suma importância para a consolidação de processos de planejamento e gestão ambiental (Silva; Rodriguez, 2014; Rodriguez, Silva, Figueiró, 2019). Nessa perspectiva, percebe-se a relevância dessa metodologia para o desenvolvimento do presente trabalho, pois a partir dela será realizada uma análise detalhada das condições socioambientais do município, com a descrição das formas de uso e identificação dos impactos ambientais visando propostas de ações e diretrizes ao planejamento ambiental no âmbito municipal.

2.1.3 Planejamento e zoneamento ambiental: conceitos e definições

O termo planejamento apresenta diferentes definições, dependendo do tipo: governamental, ecológico e familiar e do campo de conhecimento que a utilize: arquitetura, direito, geografia. Dentre os diferentes tipos de planejamento destaca-se o ambiental que pressupõe estabelecer a organização funcional e espacial de determinadas áreas em dependência das características dos sistemas naturais, principalmente os ecos e os geossistemas (Silva; Rodriguez; Leal, 2011).

Em outras palavras, o planejamento ambiental é o estudo que visa à adequação do uso, controle e proteção ao ambiente, com ênfase também no campo social e humano (Santos, 2004). De acordo com Rodriguez e Silva (2013, p. 133).

O planejamento ambiental é um processo intelectual no qual são projetados os instrumentos de controle baseados em uma base técnico-científica, instrumental e participativa, o que deve facilitar a implementação de um conjunto de ações e processos de gestão e de desempenho.

O planejamento ambiental é considerado como: i) um instrumento da política ambiental em concordância com o modelo de desenvolvimento adotado; ii) um suporte articulado ao processo de tomada de decisão; iii) um exercício técnico-intelectual voltado para traçar as diretrizes e programar o uso do território, espaços, paisagens e características da gestão ambiental; iv) um rumo para inter-relacionar as ações dos agentes econômicos e os sistemas naturais (Silva; Rodriguez; Leal, 2011).

Na perspectiva do planejamento econômico e ambiental do território, em escala municipal, estadual e federal é necessário que as intervenções antrópicas sejam planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, baseados nas potencialidades dos recursos naturais e humanos e as fragilidades dos ambientes naturais, valorizando a conservação da natureza para o desenvolvimento sustentável (Ross, 2009).

Para o planejamento ambiental ser eficaz é necessário conhecer e entender as limitações, por meio de diagnósticos, potencialidades naturais do território, características físicas, naturais e as intervenções humanas nesse ambiente, a fim de propor a organização das atividades de acordo com a capacidade de suporte da natureza e que promova o desenvolvimento sustentável e comunitário.

O planejamento ambiental fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente. Tem o papel de estabelecer as relações entre os sistemas ecológicos e os processos da sociedade, das necessidades socioculturais a atividades e interesses econômicos, a fim de manter a máxima integridade

possível dos seus elementos componentes. O planejador que trabalha sob esse prisma, de forma geral, tem uma visão sistêmica e holística, mas tende primeiro a compartimentar o espaço, para depois integrá-lo (Santos, 2004, p. 96).

Segundo Ross (2009), para o planejamento ambiental é preciso conhecer adequadamente o meio natural e a sociedade sob a perspectiva de que tanto a natureza quanto a sociedade apresentam uma funcionalidade específica. Assim, é preciso uma compreensão integrada da realidade socioeconômica, pela dinâmica dos processos de ocupação e das relações econômicas e sociais.

O planejamento ambiental está diretamente relacionado aos conceitos de desenvolvimento sustentável e multidisciplinaridade que exigem uma abordagem holística de análise dos elementos biológicos, físicos e socioeconômicos que possibilitem ações eficazes na solução dos problemas. Assim, permeia todos os níveis das relações sociais e econômicas das sociedades humanas e dos vínculos que estas estabelecem com a natureza (Ross, 2009; Santos, 2004).

Segundo Farias (2012) o planejamento ambiental configura-se como uma ferramenta essencial para o desenvolvimento sustentável, pois conduz as ações de intervenção e utilização dos recursos naturais compatíveis com a capacidade de suporte, bem como subsidia a ocupação do território. Diante do exposto, o planejamento ambiental deve ser referenciado por um diagnóstico preciso do quadro atual, visando à elaboração de prognósticos que possam estabelecer cenários tendenciais e desejados (Santos, 2016).

Para executar o processo de planejamento ambiental consideram-se, no mínimo, seis grandes enfoques (Quadro 3).

Quadro 3: Formas de interpretação e operacionalização do planejamento ambiental.

INTERPRETAÇÃO	MÉTODOS E FORMAS DE OPERACIONALIZAÇÃO
Geral	Análise integrada das dimensões e os problemas. Método Delfos-FOFA
Ecossistêmica	Análise dos recursos bióticos e da biodiversidade
Fatorial	Análise de componentes ambientais
Manejo de unidades de conservação	Análise das unidades de vegetação, do relevo, dos critérios e requisitos das diferentes unidades de conservação
Pesquisa-participação	Investigação dos desejos e pontos de vista da população local
Geoecológicos	Análise dos potenciais e do estado das unidades geoecológicas

Fonte: Rodriguez; Silva; Leal (2011).

A presente pesquisa utiliza a interpretação geocológica com o estudo das potencialidades, limitações e degradação ambiental das unidades geocológicas para o planejamento ambiental de Pentecoste a fim de propor usos e ações voltadas ao desenvolvimento do município.

Para potencializar o planejamento ambiental faz-se necessário realizar o zoneamento ambiental, que de acordo com Farias (2012, p. 46) se configura “em um instrumento de apoio e orientação à gestão ambiental, capaz de fornecer direcionamentos programáticos e normas gerais para o disciplinamento dos usos dos recursos ambientais e da ocupação do solo”.

O planejamento e o zoneamento ambiental são indissociáveis, pois o planejamento ambiental tem um enfoque essencialmente ligado à conservação dos elementos naturais e a qualidade de vida do homem e o zoneamento, por outro lado, é usado como instrumento legal para implementar normas de uso e ocupação do território, seguindo suas características ambientais (Zacharias, 2010).

O zoneamento ambiental é um suporte para o planejamento ambiental, estabelecido pela Lei nº 6.938 de 1981, como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente, o termo, posteriormente evoluiu para Zoneamento Ecológico-Econômico, incorporando as questões sociais e econômicas à ambiental. O zoneamento é a compartimentação de uma região em porções territoriais, delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme. As zonas representam as potencialidades, vocações, fragilidades e suscetibilidade do território (Santos, 2004).

O zoneamento ambiental coleta e organiza dados sobre o território, propondo alternativas de uso para as unidades geocológicas de acordo com a capacidade de suporte e tendência vocacional. Relaciona-se a definição de setores ou zonas a fim de proporcionar os meios para alcançar a conservação da natureza e a sustentabilidade do uso dos recursos naturais, servindo como prática fundamental ao desenvolvimento sustentável (Souza; Oliveira, 2011).

O zoneamento ambiental fundamenta-se na sustentabilidade, na medida em que procura identificar as potencialidades e limitações ambientais e socioeconômicas, apoiando-se em diversos parâmetros, dentre eles: a satisfação das necessidades e demandas sociais; a eficiência econômica com a maximização dos benefícios derivados do uso dos recursos naturais para toda a sociedade e a manutenção da estrutura e das funções dos

sistemas ambientais, garantindo sua conservação para a atual e futura gerações (Oliveira; Souza, 2019b; Brasil, 2003).

O zoneamento ambiental é um instrumento técnico e político que visa o planejamento para utilização do espaço físico e dos recursos naturais, com base em critérios ecológicos e econômicos. Esse instrumento realiza um diagnóstico integrado das potencialidades e das vulnerabilidades naturais, sociais e culturais (Brito; Câmara, 2002; Aquino; Mota, 2019). Segundo Zacharias (2010) o zoneamento é uma das etapas do planejamento e trata-se de uma técnica, com estratégias metodológicas, que define espaços a partir de critérios de agrupamentos preestabelecidos, com a determinação das vocações, restrições, fragilidades, sustentabilidades e conflitos de um território.

De acordo com Vidal (2014) o zoneamento ambiental se propõe a determinar a função ambiental que deve cumprir cada unidade geoecológica, com vista a assegurar a implantação do zoneamento funcional no qual se manifesta no conjunto de medidas que deverão ser implementadas de acordo com a situação geoambiental e as características e processos inerentes de cada unidade e feição geoecológica.

Brito e Câmara (2002) apresentam que o zoneamento ambiental tem como objetivos: (i) proporcionar o planejamento e a gestão de áreas protegidas; (ii) promover a gestão dos recursos ambientais, envolvendo a relação sociedade-natureza; (iii) definir zonas de sistemas ambientais, por meio do mapeamento dos componentes naturais, socioeconômicos e de base jurídico-institucional; (iv) analisar a legislação de interesse ambiental, objetivando verificar divergências e convergências entre os aspectos naturais, sociais e econômicos de cada sistema ambiental e (v) analisar problemas ambientais.

Sob o ponto de vista metodológico, Santos (2004) apresenta alguns tipos de zoneamentos para estudos ambientais (Quadro 4).

Quadro 4: Tipos de zoneamentos para estudos ambientais.

TIPO DE ZONEAMENTO	CARACTERÍSTICAS
Zoneamento ecológico	Desenvolvido com base no conceito de unidades homogêneas da paisagem.
Zoneamento agropedoclimático	Utiliza a abordagem integrada entre as variáveis climáticas, pedológicas e de manutenção da biodiversidade e o agroecológico.
Zoneamento de localização de empreendimentos	Define as zonas de acordo com a viabilidade técnica, econômica e ambiental de obras civis.
Unidades de Conservação (Lei nº 9.9985 de 18 de julho de 2000)	Define as unidades ambientais em relação aos atributos físicos e da biodiversidade, sempre com vistas a preservação ou conservação ambiental.
Zoneamento ecológico-econômico	Adotado pelo governo brasileiro como instrumento de planejamento. Possui visão sistêmica que permite relacionar os subsistemas físicos, biótico, social e econômico.
Zoneamento Ambiental (Lei nº6.938 de 31 de agosto de 1981)	Prevê a preservação, reabilitação e recuperação da qualidade ambiental. Trabalha com indicadores ambientais, que destacam suas potencialidades, fragilidades e vocações do meio natural.

Fonte: Adaptado de Santos, 2004; Sousa, 2019.

A presente pesquisa utiliza o zoneamento ambiental que segue princípios norteadores do Programa do Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil PZEE, bem como apresenta quatro requisitos: (i) compreensão do território, para que se distribuam as atividades conforme as potencialidades e os limites das unidades geoambientais; (ii) sustentabilidade ambiental para a maximização dos benefícios derivados dos usos dos recursos naturais, conservação ambiental; (iii) abordagem sistêmica de caráter interdisciplinar para a delimitação dos sistemas ambientais e as zonas e (iv) elaboração de cenários para vislumbrar respostas adequadas à escolha de soluções aos problemas (Brasil, 2003).

No Brasil, o zoneamento é muito usado pelo poder público como instrumento para implementar normas de uso do território nacional. Ressalta-se também, os estudos realizados nas universidades e outras instituições que visam o planejamento ambiental e propostas de zoneamentos em diferentes escalas, ampliando o leque de conhecimento sobre o país, as regiões e localidades, bem como servindo como suporte de relevância científica. Dentre esses estudos, destacam-se os realizados por Souza (2006, 2007), Vidal (2014), Farias (2012, 2015), Tomaz (2015), Freire (2017), Teixeira (2018) e Sousa (2019) que

influenciaram o desenvolvimento da presente pesquisa. Assim, esta realiza uma proposta de zoneamento ambiental do município de Pentecoste a partir da análise geoecológica e considerando-se as vocações das zonas e dos ambientes, bem como as características socioeconômicas, componentes geoambientais, formas de uso e ocupação, degradação ambiental e potencialidades identificadas.

2.1.4 A problemática da degradação e desertificação no semiárido

A região semiárida apresenta vocação agropastoril que aliada a características climáticas desfavoráveis e uso e ocupação inadequados aceleram e agravam a degradação ambiental, provocando descaracterização nas paisagens e graves consequências socioambientais. Nesse sentido, a degradação ambiental corresponde à redução dos potenciais recursos naturais renováveis por uma combinação de processos naturais e antrópicos que agem sobre a Terra, podendo englobar a deterioração de vários componentes: atmosfera, vegetação, solo, geologia e hidrologia (Araújo; Almeida; Guerra, 2010).

Segundo Nascimento (2013), os problemas ambientais como a redução da biodiversidade, a erosão dos solos, a diminuição espaço-temporal e quali-quantitativa das águas, bem como dos recursos do solo e da cobertura vegetal em uma determinada área demonstram sinais de profunda degradação ambiental que podem culminar com a desertificação. Nessa perspectiva, destaca-se que no contexto da problemática ambiental, as paisagens semiáridas merecem atenção especial, pois apresentam um quadro geoambiental vulnerável e um contingente populacional expressivo, o que pode se refletir em condições de degradação ambiental extremas e na desertificação (Sousa, 2016).

Guerra e Guerra (2008, p. 184) apresentam que:

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

A intensificação dos processos de degradação do solo conduz a desertificação que passa a ser discutida mundialmente a partir do registro do *dust bowl* (nuvens de poeira) nos Estados Unidos, durante os anos 30 do século XX. No entanto, a problemática da desertificação, assumiu relevância no âmbito mundial após a Segunda Guerra com o

aumento da discussão ambiental e os movimentos ambientalistas. Em 1977, em Nairobi, houve a realização da primeira reunião para discutir o tema, sendo organizada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente-PNUMA (Nascimento, 2013; Guerra; Souza; Lustosa, 2012).

Na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, ECO-92, realizada no Rio de Janeiro, volta-se a discutir a desertificação e a definição oficial desse fenômeno aparece no capítulo 12.2 da Agenda 21: “a desertificação é a degradação do solo em áreas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variações climáticas e de atividades humanas” (Brasil, 2004b, p. 15).

Ab’Saber (1977) discutiu a desertificação no Nordeste brasileiro, apontando que esse fenômeno ocorria como forma de degradações radicais e irreversíveis nos domínios das caatingas e do cerrado como resultado dos quadros geoambiental vulnerável e interferência antrópica. Vale destacar que nos estudos sobre a problemática da desertificação, ocorre uma expressiva discussão sobre as causas desse fenômeno. De acordo com Nascimento (2013), essas causas podem ser relacionadas aos efeitos climáticos como a precipitações; condições socioeconômicas voltadas ao padrão de vida; ação antrópicas sobre o solo; nível de desenvolvimento dos países e suas políticas de preservação do meio ambiente. Segundo o CNRBC (2004), os principais motivos da desertificação em áreas não irrigadas são o extrativismo vegetal e mineral, o sobrepastoreio de pastagens nativas ou cultivadas e o uso agrícola.

Para Pernambuco (2001), as causas da desertificação associam-se a dois tipos de problemas: I) agropecuária tradicional com baixo nível tecnológico e descapitalizada e II) agricultura irrigada intensa em capital, mas mal planejada. Ainda sobre essa temática, Boluda, Carroasco e Oliveira (2005, p. 113) indicam que “à erosão hídrica e o desmatamento são considerados um dos mecanismos mais graves que favorecem à desertificação nas terras áridas e semiáridas”.

Corroborando com as afirmações dos autores citados, Souza (2006) destaca que a degradação ambiental e a desertificação pode ser evidenciadas a partir da perda da biodiversidade; da diminuição da disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos; do assoreamento dos vales e reservatórios às custas de horizontes superficiais de solos que são removidos; da ablação e do empobrecimento químico dos solos em face

da pressão provocada pela agricultura de subsistência praticada com técnicas muito rudimentares.

Conti (2002) destaca os fatores climáticos que indicam os ambientes favoráveis à desertificação: o índice de aridez; a diminuição de água nos sistemas naturais; a elevação da temperatura média; a redução das precipitações; o agravamento do déficit hídrico dos solos; a maior torrencialidade do escoamento; a intensificação da erosão eólica, dentre outros. Destaca-se também, a influência do prolongamento do período seco e diminuição das precipitações ao longo do estudo de séries históricas pluviométricas (Cezário, 2019).

A discussão sobre a degradação e a desertificação no semiárido é bem extensa, voltadas principalmente as causas, consequências, mitigações e forma de convivência, incluindo também o debate sobre as secas e a questão da escassez hídrica nesse ambiente. Segundo Brasil (2004a, p. 5) “As causas e, ao mesmo tempo, as consequências da degradação e da desertificação são, frequentemente, a pobreza e a insegurança alimentar combinadas com as variações severas do ciclo hidrológico, como secas e enchentes”.

O processo de desertificação é acentuado pelas variações climáticas, a frequência, a magnitude e a intensidade das secas, que se manifestam como fenômenos intensificadores da desertificação, principalmente nos territórios fragilizados pelas intervenções humanas inadequadas (López Bermúdez, 1995). Segundo Conti (2008), as secas são definidas como a prolongada falta de chuvas, que poderia se estender por dois ou três anos. O autor utiliza como critério de avaliação da seca: a quantidade de precipitações em relação à temperatura e ao balanço hídrico do solo.

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

De acordo com o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca-PAE/CE, a desertificação gera problemas ambientais evidenciados pela degradação da biodiversidade, diminuição e disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, assoreamento de vales e reservatórios, perda física e de fertilidade dos solos. Esse fenômeno, afeta também o campo social traduzido pelas

mudanças na diminuição da capacidade produtiva dos grupos familiares, principalmente rurais (Ceará, 2010).

Nessa perspectiva, a desertificação é um problema ambiental que se agrava através de fatores socioeconômicos nas áreas semiáridas, como o sistema de propriedade da terra, a racionalidades dos atores e agentes sociais envolvidos, a intensa pressão sobre os recursos naturais, a tecnologia inadequada, a carência de infraestrutura ambiental e social e a insuficiente integração regional (Nascimento, 2013).

O quadro socioeconômico do semiárido se caracteriza pelo desenvolvimento tardio, que não se adaptou as condições ambientais locais e promove mais as limitações do que as potencialidades, ocasionando graves desequilíbrios e problemas ambientais (Farias; Silva; Nascimento, 2015). Segundo Santos, Silva e Srinivasan (2007) a ocupação do semiárido brasileiro sempre se fundamentou na exploração excessiva, levando inclusive a exaustão de parte dos recursos naturais, bem como estando associada a uma estrutura social concentradora de renda e de poder, responsável pela relativa estagnação dos baixos índices socioeconômicos presentes na região.

No Brasil, o problema da desertificação atinge 1.482 municípios, onde vivem 31.663.671 pessoas, em uma superfície de 1.338.076 km². Os estados da Paraíba, Bahia e Ceará são os mais afetados pela problemática da desertificação. O Ceará concentra 136.328 km² de áreas suscetíveis à desertificação, estando delimitada mais expressivamente em três núcleos: Irauçuba com 9.706,42 km², no Sertão Norte; Jaguaribe, no Sertão do Médio Jaguaribe, com 8.422,77 km² e Tauá, no Sertão dos Inhamuns, com 8.303,46 km² (Brasil, 2004a; Ceará, 2010).

Os núcleos de desertificação, foram denominadas assim pelo estudioso Vasconcelos Sobrinho, publicado no artigo intitulado “O deserto brasileiro” e representa as áreas comprometidas pela degradação acentuada dos recursos naturais no semiárido brasileiro (Sales, 2003). Posteriormente, o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN Brasil delimitou as áreas susceptíveis à desertificação – ASD, concentradas na região Nordeste do país, incluindo as terras dos climas semiáridos e subúmidos secos (Brasil, 2004b).

São consideradas ASD, além das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, as áreas dos seus entornos. Destaca-se que algumas áreas podem não se encaixar no padrão climático, mas apresentam características comuns às áreas semiáridas e subúmidas secas,

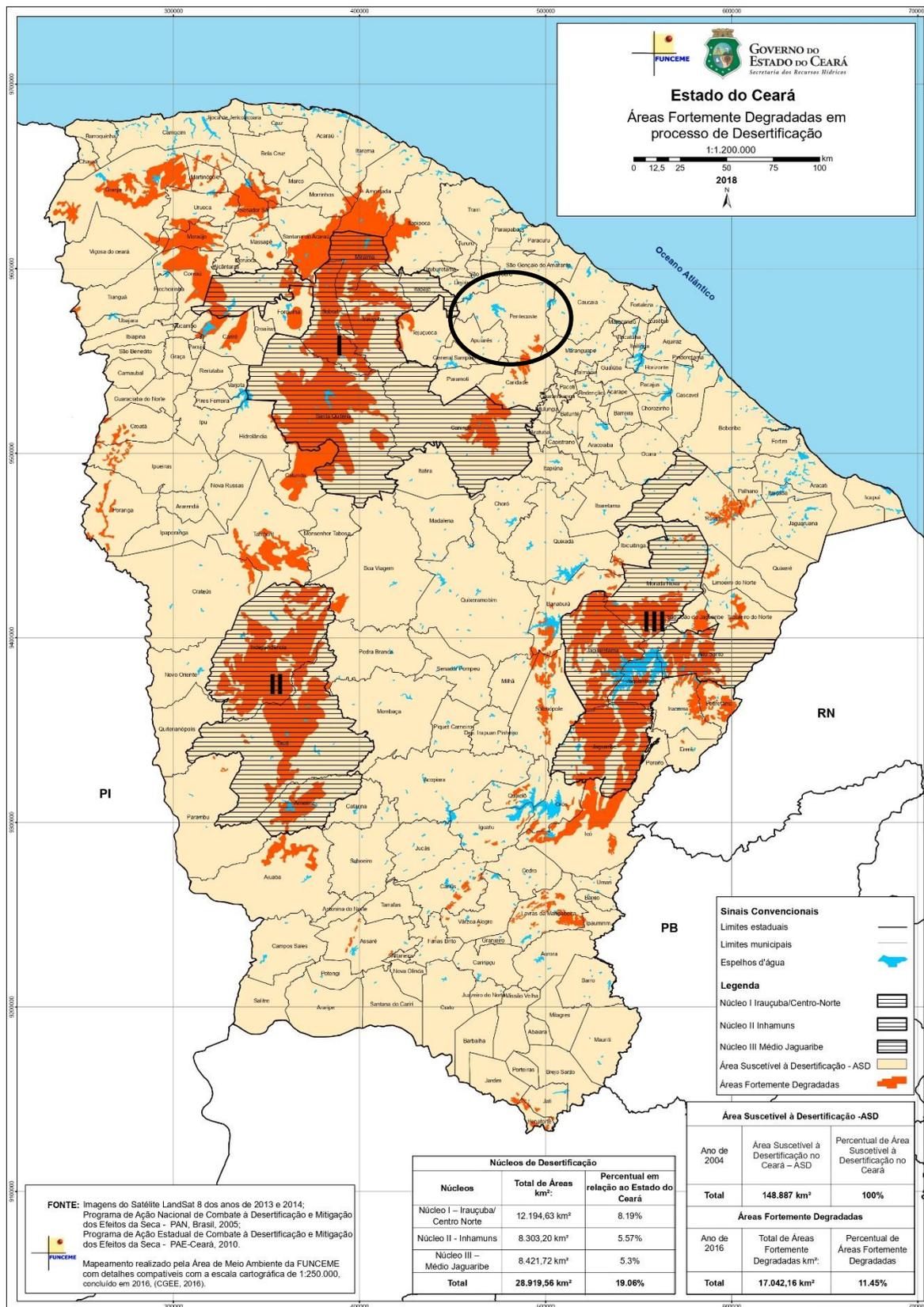
com a ocorrência de secas e vegetação da caatinga (CGEE, 2016). Portanto, as ASD incluem o semiárido e as áreas do entorno, assim, segundo esse critério, mais de 90% do território do Ceará são susceptíveis à desertificação.

Segundo a FUNCEME (2016) que cartografou as ASD e as áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no Ceará (Figura 2), o município de Pentecoste, área de estudo da presente pesquisa, situa-se na área de entorno do Núcleo de Desertificação de Irauçuba/Centro Norte, é um município susceptível a desertificação e apresenta, na porção sul, áreas fortemente degradadas em processo de desertificação.

Impulsionados pelos problemas socioambientais provenientes da concepção humana de domínio e controle da natureza, pautada nas intervenções no meio natural e, de maneira particular, nas áreas semiáridas. Autores como Sales (2002); Souza (2006); Queiroz (2007); Nóbrega Filho (2009); Guerra (2009); Sá (2010); Oliveira (2011, 2012); Nascimento (2013); Abraham, Matallo e Lima (2014); Almeida (2015); Oliveira e Sales (2015) e Silva (2018) salientam a importância de estudos sobre planejamento do uso e gestão ambiental em área degradadas e susceptíveis à desertificação.

Nesse ínterim, destaca-se a necessidade de se conhecer adequadamente o meio ambiente e a dinâmica ambiental do semiárido a partir de um prisma mais próximo, o lócus investigativo, a fim de determinar os problemas e propor soluções compatíveis com a realidade e resiliência de cada ambiente, voltadas à convivência com o semiárido e o desenvolvimento sustentável.

Figura 2: Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no Ceará.



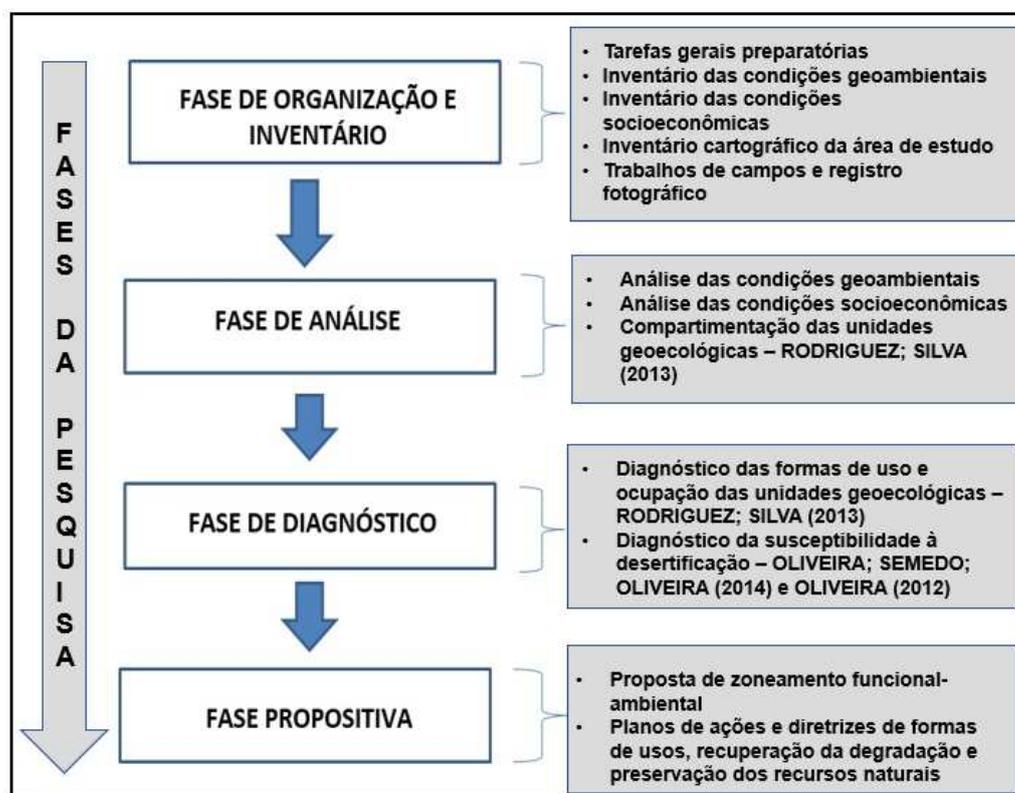
Fonte: FUNCEME (2016).

2.2 Procedimentos técnico-metodológicos da pesquisa

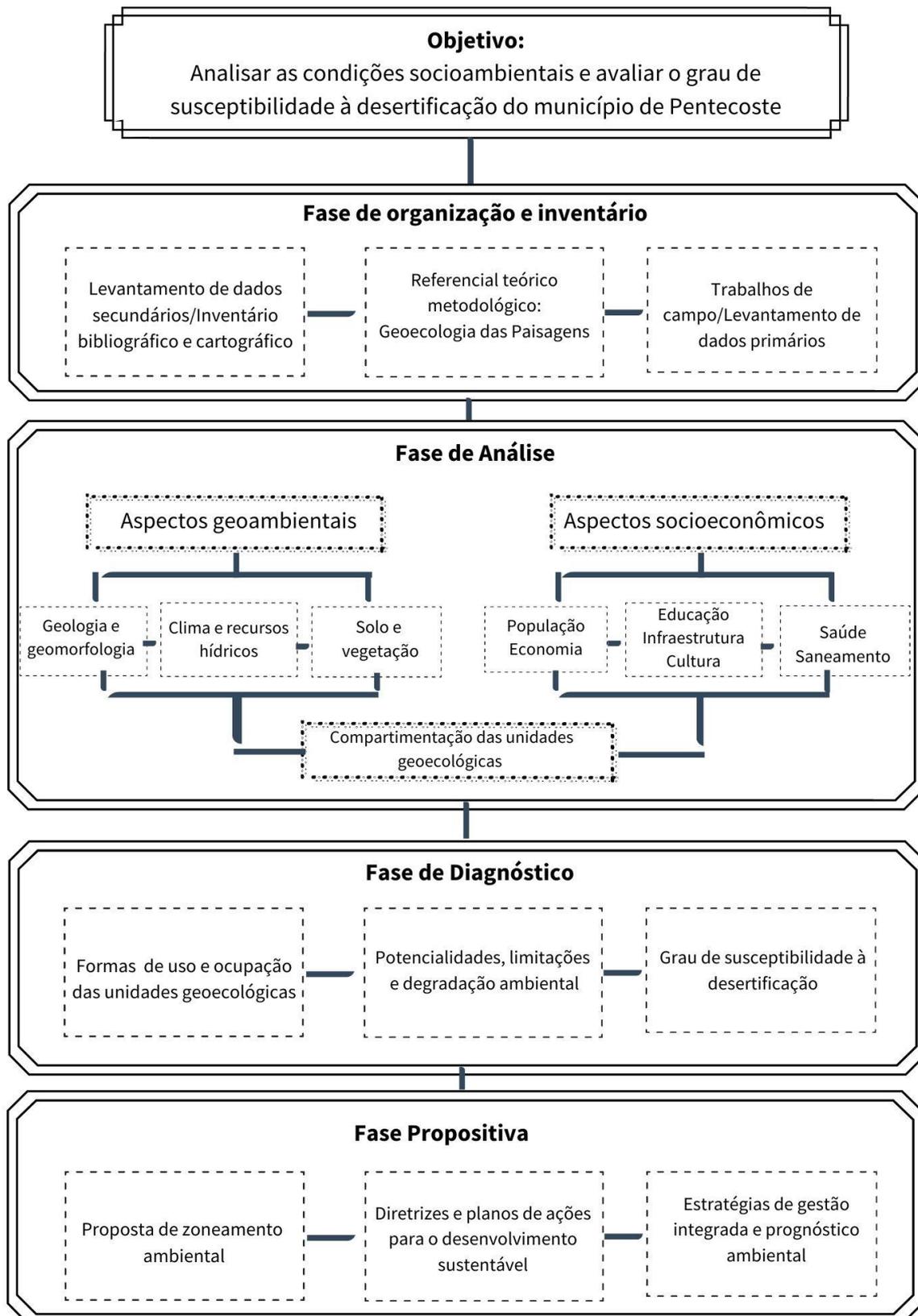
Metodologia corresponde ao conjunto de regras e norteamentos estabelecidos para realizar uma pesquisa, bem como é composto de técnicas e procedimentos com o intuito de alcançar os objetivos estabelecidos no projeto de pesquisa. Segundo Oliveira e Souza (2019b) é imprescindível a adoção de procedimentos metodológicos capazes de apreender, de modo integral e simultâneo, o contexto ambiental e as relações da natureza com a sociedade.

A presente pesquisa utiliza como preceito teórico e metodológico a Geoecologia das Paisagens que permite uma visão sistêmica e integrada dos elementos físico-naturais e socioeconômicos da área de estudo que será dividida em unidades diferentes feições geoecológicas. Baseada na proposta de Rodriguez e Silva (2013) que apresenta fases para o planejamento e gestão ambiental, a pesquisa foi compartimentada em quatro fases: organização e inventário; análise; diagnóstico e propositiva (Figura 3). A figura 4 apresenta o fluxograma metodológico e o quadro 5 demonstra a síntese da pesquisa.

Figura 3: Fases do planejamento e gestão ambiental utilizados na pesquisa



Fonte: Adaptado de Rodriguez; Silva (2013).
 Figura 4: Fluxograma metodológico da pesquisa.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Quadro 5: Síntese dos objetivos da pesquisa e suas correlações.

OBJETIVOS DA PESQUISA	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/AUTORES	INTERDISCIPLINARIDADE	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	RESULTADOS/PRODUTOS ESPERADOS
<p>Objetivos Específicos</p> <p>-Analisar de forma integrada os componentes e processos geoambientais e socioeconômicos que compõem o espaço geográfico do município de Pentecoste.</p> <p>-Caracterizar e cartografar as unidades e feições geoecológicas do município com ênfase nas formas no uso e ocupação, potencialidades, problemas e limitações socioambientais.</p> <p>-Avaliar o grau de susceptibilidade à desertificação de cada unidade geoecológica.</p> <p>- Elaborar proposta de zoneamento ambiental e diretrizes para o uso racional e conservação dos recursos naturais, recuperação da degradação</p>	<p><i>- A paisagem na ciência geográfica</i> MENDONÇA (1992, 1993) VITTE (2007) RODRIGUEZ; SILVA (2002) GOMES (2000) CAVALCANTI (2006) SAUER (1998) RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, (2013) JARDÍ (1990)</p> <p><i>- Geoecologia das Paisagens: aspectos teórico-metodológicos para a análise ambiental</i> RODRIGUEZ; SILVA (2013) CHRISTOFOLETTI (1979) SOTCHAVA (1978) MENDONÇA (1992, 1993) RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI (2013) CAVALCANTI (2006) RODRIGUEZ; SILVA; LEAL (2011) ROSS (2009) TOMAZ (2015) FARIAS (2012, 2015) SOUSA (2019) SILVA; RODRIGUEZ (2014) RODRIGUEZ; SILVA; FIGUEIRÓ (2019) TEIXEIRA; SILVA; FARIAS (2017)</p>	<p>Para o desenvolvimento da presente pesquisa de doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente é imprescindível envolver outras áreas do conhecimento, destacam-se:</p> <p>História; Geografia e Gestão Ambiental</p> <p>História- breve aprofundamento sobre o processo de formação histórica do município de Pentecoste</p> <p>Geografia é a base conceitual da presente pesquisa, pois será discutida o conceito de paisagem, bem como será a base para a realização da análise geoecológica a partir do entendimento das condições geoambientais, socioeconômicas e as formas de uso e ocupação do espaço e que impactam na paisagem.</p> <p>Gestão Ambiental – Avaliação do grau de susceptibilidade à desertificação e os impactos</p>	<p>A presente pesquisa utiliza como preceito teórico e metodológico a Geoecologia das Paisagens e será dividida em quatro fases:</p> <p><i>- Fase de organização e inventário:</i> levantamento de dados secundários do tema da pesquisa e da área de estudo, através de revisão bibliográfica e cartográfica. Também serão realizadas visitas a órgãos públicos como o IBGE e a prefeitura de Pentecoste. Realizam-se também os trabalhos de campo, a fim de coletar dados primários da área de estudo e registro fotográfico.</p> <p><i>- Fase de análise:</i> ocorrerá a compilação dos dados primários e secundários para a interpretação, descrição e detalhamento das condições geoambientais: geologia, geomorfologia, associações de solos, clima e o balanço hídrico, recursos hídricos superficiais e subterrâneos e vegetação de Pentecoste. Também serão analisados os aspectos socioeconômicos do município, com a descrição das localidades, demografia, infraestrutura, atividades econômicas e as pluriatividades agrícolas e não-agrícolas desenvolvidas nas localidades, bem como educação, saúde, saneamento básico e cultura.</p>	<p>- I) Análise detalhada das condições geoambientais do município de Pentecoste.</p> <p>- II) Caracterização histórica e socioeconômica da área de estudo.</p> <p>-III) Compartimentação geoecológica.</p> <p>-IV) Diagnóstico da degradação ambiental e do grau de susceptibilidade à desertificação</p> <p>-V) Propostas de zoneamento ambiental, diretrizes de ações, estratégias de gestão integrada e prognóstico ambiental</p> <p>-VI) Confecção os mapas dos aspectos geoambientais: geologia, geomorfologia, hipsometria, declividade, classes de solos predominantes e vegetação, bem como mapas das unidades geoecológicas, uso da terra, grau de susceptibilidade à desertificação, carta imagem dos impactos ambientais e mapa</p>

<p>e melhoria da qualidade de vida da população de Pentecoste.</p>	<p>- Planejamento e zoneamento ambiental: conceitos e definições SILVA; RODRIGUEZ; LEAL (2011) RODRIGUEZ; SILVA (2013) ROSS (2009) FARIAS (2012) ZACHARIAS (2010) BRITO; CÂMARA (2002) BRASIL (2003) AQUINO; MOTA (2019) SANTOS (2004) SOUZA; OLIVEIRA (2011) VIDAL (2014)</p> <p>- A problemática da degradação e desertificação no semiárido ARAUJO; ALMEIDA; GUERRA (2010) NASCIMENTO (2013) BRASIL (2004a, 2004b) SOUSA (2016) SOUZA (2000, 2006) CEARÁ (2010) CNRBC (2004) PERNAMBUCO (2001) BOLUDA, CARROSCO E OLIVEIRA (2005) FARIAS; SILVA; NASCIMENTO (2015)</p>	<p>ambientais decorrentes da relação sociedade-natureza no âmbito municipal</p>	<p>Ademais, a área de estudo será compartimentada em unidades geoecológicas</p> <p>-Fase de diagnóstico: serão identificados às formas de uso e ocupação, bem como as limitações e potencialidades dos recursos naturais e das unidades geoecológicas. Ademais, será feita o diagnóstico do grau de susceptibilidade à desertificação a partir dos Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) com base na metodologia de Oliveira, Semedo e Oliveira (2014) e Oliveira (2012)</p> <p>.</p> <p>- Fase propositiva: será elaborada proposta de zoneamento ambiental para o município com a determinação das zonas compatíveis com a capacidade de suporte, conservação dos recursos naturais e necessidade de recuperação de áreas degradadas.</p>	<p>de proposta de zoneamento ambiental de Pentecoste</p>
--	--	---	--	--

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

2.2.1 Fase de Organização e Inventário

Nessa primeira fase da pesquisa realizou-se um inventário com dados secundários provenientes de levantamentos bibliográficos e cartográficos sobre os diversos temas discutidos na pesquisa e a área de estudo. Foi construído um banco de informações com teses, dissertações, artigos, livros, censos, relatórios, notícias de jornais eletrônicos, mapas básicos e temáticos, documentos governamentais dentre outros.

Os levantamentos ocorreram nas bibliotecas e nas plataformas digitais, repositório institucional e portal de periódicos da Universidade Federal do Ceará (UFC); Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) além de pesquisas no Laboratório de Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental (LAGEPLAN-UFC). Realizou-se também busca nas plataformas digitais do Instituto de Pesquisa e Estratégias do Ceará (IPECE) para obtenção de dados cartográficos e socioeconômicos de Pentecoste, bem como na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) em que se obtiveram informações meteorológicas e ambientais da área e Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM) para dados de geologia.

Para construção do inventário socioeconômico se visitou a plataforma digital da Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC) para buscas de informações sobre educação; do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) com dados sobre o censo educacional; do Sistema Único de Saúde (SUS) e da Secretaria de Saúde do Ceará (SESA-CE) com dados do caderno de informação em saúde; do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para dados sobre a produção agrícola municipal no período (2015-2018) e a produção da pecuária municipal no período (2010-2019) .

A prefeitura do município de Pentecoste também foi visitada para coleta de dados socioeconômicos, mais precisamente sobre demografia, saúde, educação, economia e infraestrutura. Destacam-se também as informações coletadas por meio de conversas informais com os moradores antigos de algumas localidades do município. O quadro 5 traz as instituições visitadas e os dados secundários obtidos para o desenvolvimento da pesquisa.

Quadro 6: Instituições visitadas e os dados obtidos.

INSTITUIÇÕES	TIPOS DE DADOS
Universidade Federal do Ceará (UFC) Universidade Estadual do Ceará (UECE)	Teses, dissertações, artigos e livros
Instituto de Pesquisa e Estratégias do Ceará (IPECE)	Dados ambientais e socioeconômicos
Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)	Dados meteorológicos e ambientais
Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM)	Dados cartográficos e ambientais
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	Dados ambientais e socioeconômicos
Prefeitura de Pentecoste	Socioeconômicos: demografia, saúde, educação, economia e turismo

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Após a coleta de dados secundários, houve os trabalhos de campos, em que se percorreu um número satisfatório de estradas e caminhos carroçais a fim de obter dados primários, principalmente, referente às formas de usos atuais e a identificação da degradação ambiental, bem como verificar a veracidade das informações do inventário, as formas de relevo, classes de solos predominantes, tipos de vegetação e formas de uso e ocupação. Realizaram-se quatro campos: dezembro de 2020; agosto e dezembro de 2021 e julho de 2022 com o auxílio de caderneta de campo, GPS *Garmin* 12 referenciado em coordenadas UTM, datum WGS 1984 e câmera fotográfica profissional Nikon.

2.2.2 Fase de Análise

Nessa fase ocorreu a compilação dos dados primários e secundários para a análise, descrição e detalhamento das condições geoambientais e socioeconômicas que deram suporte a divisão e análise das unidades geológicas e suas diferentes feições. Primeiramente, houve a análise do material bibliográfico com a produção dos primeiros capítulos da dissertação que consistem na discussão e revisão bibliográfica sobre os temas, os conceitos e a metodologia da pesquisa.

O tratamento dos dados geográficos da área de estudo para a confecção dos mapas foi realizado através de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que possibilitam a integração de informações espaciais em ambiente computacional. Para a construção dos mapas foi utilizado o *software* Qgis 3.10. O mapa de localização foi confeccionado na

escala de 1:150.000 a partir da base de dados cartográficos do IBGE (2019) e IPECE (2017).

O mapa de geologia foi confeccionado na escala de 1:150.000 a partir do Mapa Geológico do Estado do Ceará, escala 1:500.000, da CPRM (2003). O mapa de geomorfologia foi confeccionado na escala de 1:150.000 com a utilização da imagem multiespectral do satélite Landsat 8 (sensor OLI) georreferenciada em agosto de 2020 com resolução espacial de 30 metros disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) e um Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido através de levantamento com Radar, denominado SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) folha SA-24-Y-D disponibilizada pela EMBRAPA.

Os mapas de altimetria e declividade foram confeccionados na escala de 1:150.000 a partir do MDE obtido através de levantamento com Radar, denominado SRTM folha SA-24-Y-D disponibilizada pela EMBRAPA. O mapa de classes de solos de Pentecoste foi confeccionado na escala de 1:150.000 e baseou-se no Mapa de Recobrimento Exploratório - Reconhecimento dos solos do Ceará na escala 1:600.000 (Jacomine; Almeida; Medeiros, 1973). A taxonomia das classes de solos, considerou as associações de solos descritas pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos da EMBRAPA (2013). O mapa de vegetação foi confeccionado na escala de 1:150.000 com a base cartográfica do IPECE (2015), baseado nas unidades fitoecológicas de Figueredo (1986).

O mapa de compartimentação geocológica do município seguiu critérios geomorfológicos e a mesma base de dados do mapa de geomorfologia, confeccionado na escala de 1:150.000. Nesse mapa, realizou-se uma composição de bandas R-5, G-4, B-3, que realça a faixa do infravermelho destacando a vegetação nas áreas das planícies fluviais, facilitando a delimitação desta unidade. Também foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) obtido através de levantamento com Radar, denominado *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) folha SA-24-Y-D, utilizado como base para a divisão das demais unidades geocológicas através de critérios morfométricos, como geometria e altimetria das feições.

O mapa de uso e ocupação foi baseado no manual de uso da Terra (IBGE, 2013) e confeccionado na escala de 1:150.000. Utilizou-se a base de dados: imagem de satélite Sentinel 2A Sensor MSI de 2020, baixada gratuitamente no site do Serviço Geológico Americano (USGS) e as bases vetoriais do IPECE e IBGE de 2019. A classificação dos

usos e ocupação foi realizado pelo método de verossimilhança. A organização, correção, configuração e a edição das camadas vetoriais foram feitas nos softwares: Qgis 3.10.13 versão LTR e ArGis 10.6.

A utilização dos índices de vegetação tem se tornado uma importante ferramenta para o sensoriamento remoto, sendo empregados na busca de relacionar as informações captadas pelos sensores com a vegetação presente na área analisada. Esse índice gera informações sobre quantidade de biomassa verde e dos parâmetros de crescimento e desenvolvimento da vegetação (Firmino, 2009). O mapa de Evolução espaço-temporal da vegetação com Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi confeccionado a partir das imagens de satélites: Landsat 4 e 5 TM C1 Level -1 e 2 com bandas 3-Red e 4-Infravermelho de 30 metros de resolução espacial; Landsat 7 ETM+ C1 Level -1 e 2 com bandas 3-Red e 4-Infravermelho de 30 metros de resolução e Landsat 8 sensor OLI, com bandas 4-Red e 5-Infravermelho apresentando uma resolução espacial de 30 metros.

As imagens de satélites utilizadas são do segundo semestre, meses de agosto e setembro que corresponde ao período seco, dos anos de 1985, 2000, 2011 e 2020, baixadas gratuitamente no site do Serviço Geológico Americano (USGS). O processamento digital das imagens, a organização, a correção e a composição das bandas espectrais para a geração do cálculo do NDVI foram feitas nos softwares: Qgis 3.10.13 versão LTR, ArGis 10.6 e Envi 5.2. O NDVI é a razão entre a diferença pela soma das bandas do infravermelho e vermelho. Para o cálculo do NDVI seguiu-se a seguinte equação:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Os cálculos foram feitos nas ferramentas do *Arctoolbox: Spatial Analyst Tool*, ferramenta *Raster Calculator*, que proporciona operações algébricas entre as bandas (Oliveira, 2019).

Os dados de precipitação foram coletados da FUNCEME a partir do posto pluviométrico instalado em Pentecoste, nas coordenadas latitude 3° 45' 4" S e longitude 39° 15' 39" W, instalada na Fazenda Experimental Vale do Curu. Analisou-se uma série histórica de 30 anos, período de 1991 a 2020, para analisar o balanço hídrico do município, a partir do programa denominado Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite e Mather (1955), elaborado por Glauco e Sentelhas (1999) onde são colocados os dados referentes às coordenadas do posto pluviométrico, latitude, dados de temperatura e precipitação.

Para a determinação da evapotranspiração potencial (ETP) foi utilizada as considerações de Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002):

$$ETP = 16 \left(10 \frac{Tn}{i} \right) a \quad \text{Quando: } 0 < Tn < 26,5^\circ\text{C} \quad (1)$$

$$ETP = -415,85 + 32,24Tn - 0,42Tn^2 \quad \text{Quando: } Tn \geq 26,5^\circ\text{C} \quad (2)$$

$$I = 12(0,2Ta)^{1,514} \quad (3)$$

Em que Ta é a temperatura média anual normal. O expoente “a” sendo uma função de I , também é um índice térmico regional e é acclulado pela expressão:

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10 I^2 + 1,72 \times 10^2 I + 0,49 \quad (4)$$

Para a determinação das temperaturas de Pentecoste, utilizou-se o Programa Celina 1.0 - Estimativa de Temperaturas para o Estado do Ceará, desenvolvido por Costa (2007) através das coordenadas e atitude do posto pluviométrico. Os dados sobre volume e estado trófico dos reservatórios foram retirados do Portal Hidrológico do Ceará da Secretaria de Recursos Hídricos do estado que divulga as informações sobre os açudes monitorados pela COGERH. Sobre o tema foi analisado o volume de armazenamento de água dos açudes: Pereira de Miranda, Sítios Novos e Caxitoré para a série (2004-2021), bem como o estado trófico desses reservatórios para a série (2008 a 2020).

As pranchas e cartas-imagem foram produzidas no Qgis com dados das pesquisas de campo e informações divulgadas pelos órgãos competentes. Para a construção das cartas-imagem de fisionomia da vegetação de caatinga da porção norte e das capelas do município foram utilizadas a imagem de satélite Landsat 8 OLI do mês de agosto de 2020, com uma resolução espacial de 30 metros e as fotos retiradas nas pesquisas de campo, com a marcação dos seus respectivos pontos no GPS e com o auxílio dos aplicativos *Avenza Maps* e *Surveycam*.

2.2.3 Fase de Diagnóstico

A fase de diagnóstico objetiva esclarecer o estado ambiental em que se encontram as unidades geocológicas, como resultado da utilização e exploração dos seus recursos e serviços ambientais (Rodriguez; Silva, 2013). Nessa fase elencaram-se as formas de uso, limitações, potencialidades e a degradação ambiental do município de Pentecoste.

O levantamento das informações foi realizado por meio da consulta as bibliográficas, realizadas nas fases anteriores e dos trabalhos de campo através de

observação direta e conversas com os moradores das localidades, detalhados com o registro fotográfico e marcação de pontos no GPS. Cada uma das unidades e feições geológicas foi descrita quanto às características geoambientais; as formas de uso do solo, através das atividades econômicas e pluriatividades não agrícolas desenvolvidas e que diferenciam uma determinada feição das demais; as limitações ambientais e potencialidades naturais e culturais.

Para o diagnóstico da degradação ambiental e avaliação da susceptibilidade à desertificação utilizou-se os Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) baseados na metodologia de Oliveira, Semedo e Oliveira (2014) e Oliveira (2011). A aplicação dos indicadores geobiofísicos objetiva analisar o processo de desertificação em uma perspectiva ambiental, ou seja, a inter-relação entre componentes naturais da paisagem, podendo auxiliar na identificação dos processos de perdas de capacidade produtiva da terra (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014).

Essa metodologia é muito utilizada nas pesquisas desenvolvidas em áreas semiáridas cearense, com destaque para os trabalhos de Costa (2014), Barreto (2015), Sousa (2016), Silva (2018) e Cezário (2019). Para esta pesquisa foram realizadas adaptações levando em consideração as características das unidades geológicas do município de Pentecoste e a disponibilidade de dados primários e secundários, assim foi selecionado os seguintes indicadores: permoporosidade dos litotipos; declividade; espessura do solo; erosão e cobertura da vegetação.

A avaliação de cada indicador foi executada segundo parâmetro qualitativo, subdividido em cinco classes, escalonadas em valores de referência de 1 a 5. Os valores mais próximos a 5 correspondem às melhores condições de conservação ambiental, enquanto os valores próximos a 1 apresentam condições de degradação dos recursos naturais (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014; Oliveira, 2011).

O indicador permoporosidade dos litotipos analisará a composição geológica presente na área de estudo e a capacidade de permeabilidade que favorece o armazenamento de água (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014). Esse indicador será investigado a partir dos dados bibliográficos com consulta detalhada das obras de Sousa (2000), CPRM (2003), Vasconcelos e Gomes (2003), Hasui et al. (2012) e Brandão e Freitas (2014) e o mapa de geologia de Pentecoste (Mapa 02), com a investigação das características das unidades geológicas presentes na área de estudo.

O indicador declividade do terreno impõe limitações a algumas atividades humanas, assim como pode interferir também nos processos de formação dos solos e no escoamento superficial (Silva, 2016). A declividade será avaliada pelos atributos das diferentes classes de declividade do município de Pentecoste, aspecto de topografia disponíveis na EMBRAPA (2013), mapa de declividade (Mapa 10) e características do modelado do relevo presente em Pentecoste.

Os indicadores espessura e erosão analisam as características dos solos do município e determinaram os fatores limitantes dos diferentes usos desse recurso, principalmente quanto à susceptibilidade a erosão e o estado atual de uso do solo (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014). Esses indicadores foram investigados a partir dos dados bibliográficos acerca das classes de solo predominantes no município, com a consulta detalhada das obras de Jacomine, Almeida e Medeiros (1973), IBGE (2007), Pereira e Silva (2007) e EMBRAPA (2013), bem como o mapa de solo da área de estudo (Mapa 05) e os dados coletados nas pesquisas de campo em Pentecoste, com a análise dos perfis de solo e marcas de erosão identificadas a partir da observação direta e registro fotográfico da ocorrência de processos erosivos como presença de sulcos e ravinas.

O indicador cobertura da vegetação investiga os aspectos fisionômicos das formações vegetacionais presentes na área de estudo e o seu recobrimento natural ou introduzido que demonstrará o atual estado de conservação da vegetação e o panorama da pressão das atividades antrópicas sobre esse recurso (Oliveira; Semedo; Oliveira, 2014; Oliveira, 2011). A avaliação da cobertura da vegetação foi realizada através da verificação dos dados bibliográficos, com a consulta detalhada das obras de mapa de vegetação (Mapa 06), mapa de uso e ocupação (Mapa 09) e observação nos trabalhos de campo.

A descrição dos indicadores, parâmetros e valores utilizados na pesquisa estão presentes no quadro 7.

Quadro 7: Indicadores Geobiofísicos de Desertificação utilizados na pesquisa.

IGBD 1 - PERMOPOROSIDADE DOS LITOTIPOS		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Cobertura não coesas	-	5
Depósitos sedimentares aluviais/coluviais	-	4
Rochas sedimentares	-	3
Rochas metamórficas (Níveis distintos)	-	2
Rochas ígneas, granitos e granitos migmatizados	-	1
IGBD 2 - DECLIVIDADE		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Plano	0 – 3%	5
Suave ondulado	3 – 8%	4
Ondulado	8 – 15%	3
Forte ondulado	15 – 20%	2
Escarpado/montanhoso	>20%	1
IGBD 3 – ESPESSURA DO SOLO		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Muito profundo	>200 cm	5
Profundo	100 – 200 cm	4
Moderadamente raso	50 – 100 cm	3
Raso	25 – 50 cm	2
Muito raso e com afloramentos	Sem solo < 25 cm	1
IGBD 4 – EROÇÃO DO SOLO		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Susceptibilidade baixa	-	5
Sulcos	Profundidade > 60 cm	4
Ravinas	Profundidade 60 - 100 cm	3
Ravinas profundas	Profundidade entre 100 - 200 cm	2
Voçorocas	> 200 cm	1
IGBD 5 – COBERTURA DA VEGETAÇÃO		
CARACTERÍSTICA	PARÂMETRO	VALOR
Alta	> 75%	5
Média-Alta	54 – 75%	4
Média	32 – 53%	3
Média-Baixa	10 – 31%	2
Baixa	< 10%	1

Fonte: Adaptado de Oliveira; Semedo; Oliveira (2014); Oliveira (2011).

Para tabulação dos dados, cálculos da média e desvio padrão para cada uma das 6 unidades geológicas do município, utilizou-se o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 21. O grau de susceptibilidade à desertificação será verificado pela comparação dos índices de cada unidade geológica aos intervalos de susceptibilidade à desertificação elaborados por Oliveira (2011) classificados em 4 graus (Tabela 1).

Tabela 1: Índice de susceptibilidade à desertificação.

SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO	INTERVALO
Muito Baixo	> 3,50
Baixo	3,01 – 3,50
Moderado	2,64 – 3,00
Alto	2,39 – 2,63

Fonte: Adaptado de Oliveira, Semedo e Oliveira (2014).

2.2.4 Fase Propositiva

Esta etapa da pesquisa, produziu os últimos resultados da tese como fruto da compilação das informações e produtos das etapas anteriores. Refere-se à proposta de zoneamento funcional-ambiental e as estratégias de gestão integrada com a orientação de diretrizes e planos de ações para o desenvolvimento sustentável de Pentecoste.

A proposta de zoneamento ambiental para o município de Pentecoste baseou-se e seguiu os procedimentos teórico-metodológico utilizados em estudos elaborados por Vidal (2014), Farias (2015) e Sousa (2019) que aplicaram a Geoecologia da Paisagens nos estudos ambientais em diferentes escalas e pautada na abordagem sistêmica da paisagem. A definição das zonas realizou-se a partir da compreensão das formas de uso e ocupação, problemas ambientais, condições geoambientais, potencialidades e limitações das unidades geológicas do município.

Destaca-se ainda que a análise dos mapas temáticos aliados aos trabalhos de campo e interpretação das informações obtidas nas etapas anteriores da pesquisa serviram de base para a elaboração do mapa de zoneamento ambiental. As estratégias de gestão integrada com propostas de ações para o desenvolvimento sustentável e comunitário do município foram baseadas nos estudos e trabalhos publicados por diferentes órgãos e autores, bem como na realidade diagnosticada na área de estudo.

CAPÍTULO 3:

CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICAS DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE

Para a efetivação do diagnóstico ambiental da área de estudo como elemento imprescindível ao planejamento ambiental é necessário conhecer as características ambientais, realizadas no sentido da integração dos componentes da natureza e os componentes socioeconômicos do território analisado.

3.1 Contexto geoambiental do município

O conhecimento e a análise dos sistemas naturais são essenciais para o planejamento ambiental visando o desenvolvimento integrado e sustentável em longo prazo. Portanto, “a utilização racional do meio ambiente maximiza os impactos positivos oriundos de um meio organizado e minimiza a ação dos impactos negativos sobre os geossistemas” (Souza, 2000, p. 7). Nesse contexto, para entender a inter-relação entre os diferentes componentes naturais, o funcionamento do todo, é necessário compreender cada um dos componentes em relação aos outros. Assim, o presente tópico, apresentará as características geoambientais: geologia, geomorfologia, solos, recursos hídricos e vegetação que interligados formam a paisagem de Pentecoste

3.1.1 Aspectos geológicos e geomorfológicos

O conhecimento das condições geológicas é importante, pois influenciam diretamente os outros componentes físico-geográficos, como a geomorfologia, a hidrologia e a pedologia interligados por características tectônicas e hidrológicas similares. De acordo com Brandão e Freitas (2014), a diversidade litológica e estrutural do Ceará reflete-se nas formas de relevo, na disponibilidade de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, na potencialidade de recursos minerais e na variedade de solos.

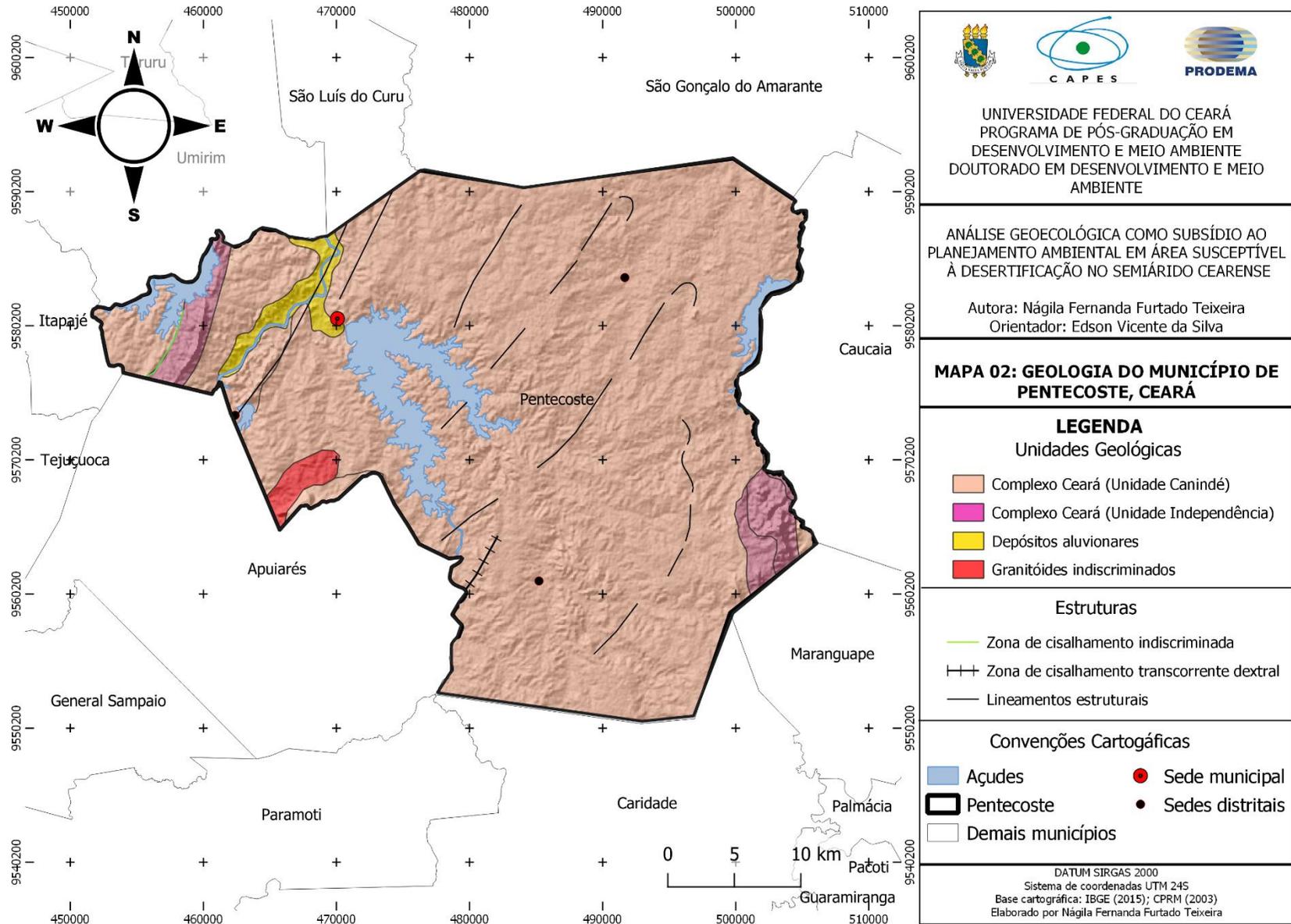
Souza (2000) apresenta que as características geotectônicas e geocronológicas justificam a ocorrência de determinados conjuntos morfoestruturais, provenientes da presença de relevos típicos de núcleos cratônicos e de áreas com coberturas sedimentares. No Complexo Nordeste que constitui a base litológica do sertão cearense, as diferentes unidades litológicas apresentam-se deformadas e fraturadas pela ação de antigos episódios

tectônicos plásticos e processos de rupturas posteriores, que geraram um denso quadro de falhas orientadas na direção NE-SO e ONE-SSO (Oliveira, 2002).

O município de Pentecoste, como indica o Mapa 03, apresenta zonas de cisalhamentos que são acompanhadas por lineamentos estruturais ao longo de sua extensão, principalmente no sentido NE-SW. Segundo Maia e Bezerra (2014) as zonas de cisalhamento são geralmente marcadas por corpos graníticos que são mais resistentes à erosão, originando assim, sobressaltos topográficos, configuradas em faixas paralelas direcionadas segundo as falhas e fraturas que condicionam os processos erosivos que passam a expressar no relevo as direções da foliação metamórfica e dos trends estruturais. Os lineamentos representam variações na elevação dos terrenos, alinhamentos de cristas e trechos de drenagem que refletem as principais linhas de fraqueza regionais importantes para verificar a influência estrutural e tectônica na evolução do relevo (Souza, 2000; Maia; Bezerra, 2014).

A compartimentação tectônica de Pentecoste está situada no Setor Setentrional do Sistema Orogênico da Borborema, no Subdomínio Ceará Central. Quanto às unidades litoestratigráficas, o município apresenta o Complexo Ceará: Unidade Independência e Canindé; Depósitos Aluvionares e Granitoides. O Complexo Ceará- Unidade Canindé, ocupa a maior parte do município, sendo composta por uma sequência de rochas metassedimentares depositadas em ambiente de margem passiva afetadas pelo metamorfismo de alto grau, composta de migmatitos, gnaisses, xistos, quartzitos e metacalcários, e por uma sequência metaplutônica de composição tonalítica e granodiorítica, com idades em torno de 2,10 bilhões de anos (Hasui *et al*, 2012; Vasconcelos; Gomes, 2003; Brandão; Freitas, 2014).

O Complexo Ceará- Unidade Independência é composta por gnaisses com baixa taxa de fusão, xistos, quartzitos, rochas calciossilicáticas, metacalcários e raros corpos de rochas metabásicas de idade Criogeniana datadas entre 740 e 634 milhões de anos (Brandão; Freitas, 2014). Os granitóides ocupam a menor área do município e são formados por granitóides cinzentos e rosados de granulação variável até termos profiríticos. Os depósitos aluvionares são representados por sedimentos areno-argilosos recentes, sedimentos cenozóicos inconsolidados ou pouco inconsolidados, formados por areia, cascalho, argila e silte, típicos dos ambientes de depósitos fluviais (CPRM, 2003). O mapa 2 apresenta os aspectos geológicos de Pentecoste.



Quanto à geomorfologia, Souza (2000) elaborou a mais completa classificação morfoestrutural do Ceará, dividindo em três domínios geomorfológicos: domínio dos depósitos cenozóicos (planícies fluviais, formas litorâneas e tabuleiros); domínio das bacias sedimentares paleo-mesozóicas (Chapadas do Araripe e Apodi e Planalto da Ibiapaba) e domínio dos escudos e maciços antigos (Depressão Sertaneja e Planaltos Residuais). Baseado nos estudos e classificação desse autor, Pentecoste apresenta as seguintes unidades geomorfológicas: depressão sertaneja; pequenos maciços residuais; cristas e planícies fluviais (Mapa 03).

A depressão sertaneja se distribui nas áreas interioranas na forma de extensa superfície aplainada interrompida por relevo isolado. Nessa unidade de relevo predominam os processos de dissecação sobre os de agradação gerando a exposição contínua do embasamento. A topografia varia de plana a suave ondulada compondo superfícies situadas entre 50 e 300m de altitude que partem das bordas dos planaltos residuais na forma de depressões periféricas (Maia; Bezerra, 2014).

Segundo Freitas e Brandão (2014) o predomínio de vastas superfícies aplainadas da Depressão Sertaneja corresponde a um longo período de estabilidade tectônica, ou seja, sem grandes variações de nível de base. Ainda de acordo com Maia e Bezerra (2014) a depressão sertaneja apresenta variada complexidade litológica, mas é fácil detectar a predominância de um substrato metamórfico variado, onde a mineralogia das rochas resultantes do metamorfismo que ocorreu no pré-cambriano controla a erosão diferencial que ocorre no Cenozóico.

Corroborando com esse pensamento, Ab'Saber (2003) apresenta que as depressões interplanálticas semiáridas do Nordeste se constitui em verdadeiras planícies de erosão, devido à grande extensão dos pediplanos, resultados do processo de pediplanação sertaneja, dita moderna. Assim, destaca-se o trabalho da erosão diferencial, destacando rochas mais resistentes, rebaixando os setores de litologias tenras e evidenciando os inselbergs, as cristas quartizíticas e os maciços sertanejos (Souza, 2000).

A depressão sertaneja em Pentecoste ocupa a maior parte do município, com altitudes de até 200 metros (Figura 5) com relevo plano suave ondulado e discontinuidades topográficas, caracterizada pela presença de pequenos maciços sertanejos, alinhamentos de cristas residuais e inselbergs. Segundo Nobrega Filho (2009), as áreas da depressão sertaneja apresentam problemas ambientais relacionados as condições de solo e vegetação,

decorrentes de sucessivos desmatamentos e queimadas para a introdução de atividades agropecuárias e exploração de madeira.

Os maciços residuais, encontram-se dispersos na depressão sertaneja contribuindo para a diversidade fisiográfica e paisagística do sertão. Souza (2000) salienta que os maciços são constituídos de rochas cristalinas, muitas vezes por litologias metamórficas, dissecadas em feições convexas e aguçadas com presença de solos litólicos e drenagem com padrões dendríticos e subdendrítico, representando as serras e serrotes.

Segundo Maia e Bezerra (2014) os maciços estruturais correspondem a importantes registros da evolução morfotectônica e morfoclimática em que sua evolução geomorfológica é comandada por processos de erosão diferencial em virtude de sua constituição geológica derivar principalmente de rochas intrusivas plutônicas ou parametamórficas no caso das cristas quartizíticas. Assim, por serem mais resistentes aos processos erosivos, permanecem na topografia como cristas alongadas nas direções dos trends estruturais ou na forma de picos.

Souza (2000) configura os pequenos maciços sertanejos como uma compartimentação dos maciços residuais a fim de caracterizá-los de maneira mais detalhada. A altimetria dessa unidade não supera a cota de 600 m, os topos de alguns residuais são aplainados e outros exibem uma dissecação incipiente com algumas formas aguçadas, destacando-se sobre os níveis dos platôs. Em Pentecoste, os relevos residuais ocupam 20% da área e apresentam-se agrupados em pequenos maciços sertanejos (Figura 5), alinhamento de cristas residuais quartizíticas e isolados na forma de inselbergs.

O alinhamento de cristas residuais quartizíticas e de micaxistos estão diretamente relacionadas às zonas de cisalhamento do município. A configuração litológica dessas zonas dispostas em faixas paralelas direcionadas segundo os sistemas de falhas e fraturas influenciam os processos erosivos nas direções da foliação metamórfica e dos trends estruturais. Assim, o alinhamento de cristas residuais é modelado pela erosão diferencial que por serem mais resistentes a denudação geoquímica ou física, favorecem a erosão das faixas menos tenras, mantendo os corpos intrusivos no relevo (Maia; Bezerra, 2014).

Em relação aos inselbergs, a rocha se apresenta geralmente nua e os solos são ausentes, pouco desenvolvidos ou são restritos a rachaduras e concavidades da rocha. Têm fortes limitações ao uso agrícola e a ocupação, bem como geralmente não apresentam

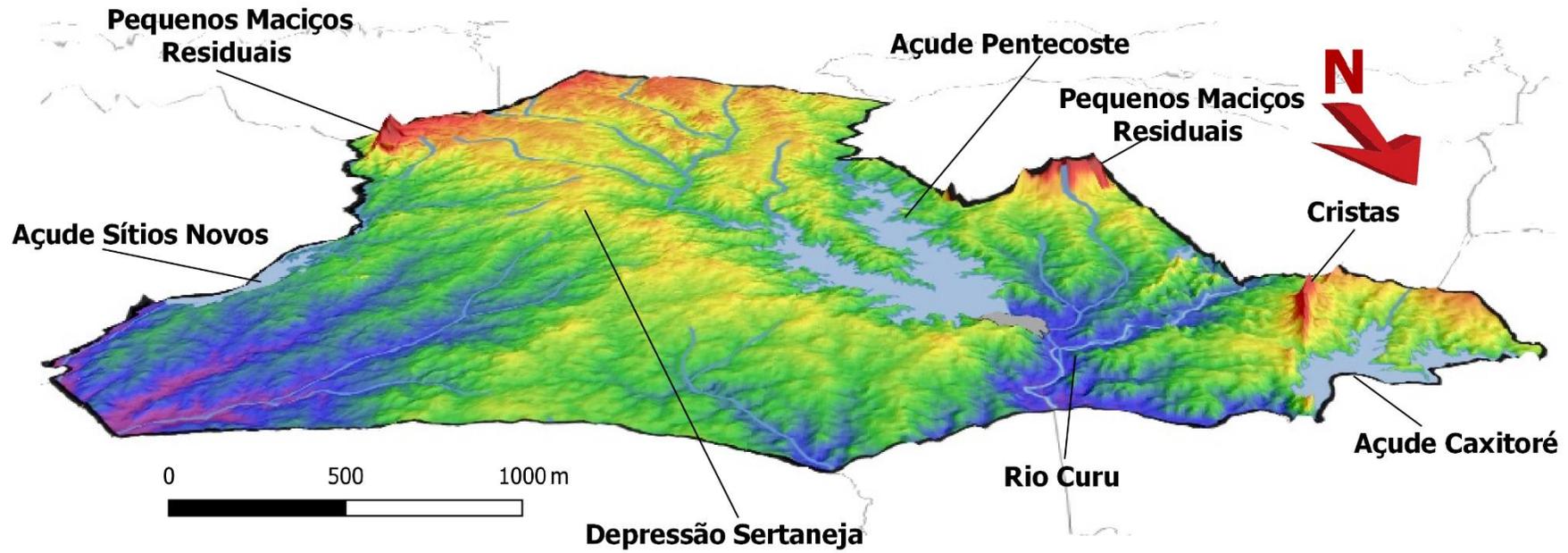
cobertura vegetal e, quando as apresentam, é uma vegetação de porte arbustivo e/ou cactáceas (Souza, 2000; Lima, 2004; Moro *et al*, 2015).

Em relação às planícies fluviais, representam os segmentos mais baixos das bacias hidrográficas, constituindo-se nas zonas de sedimentação, várzea. Composta por sedimentos aluvionares e destacam-se em meio à depressão sertaneja como ambientes de exceção por apresentarem melhores condições de solo e disponibilidade hídrica (Gorayeb, 2004).

Segundo Souza (2000) as planícies fluviais correspondem a feições morfológicas características da acumulação de produto da ação fluvial e bordejam com larguras diferentes os cursos dos principais coletores de drenagem regional. As áreas baixas e deprimidas das planícies fluviais, estão sujeitos a inundações e influência do lençol freático, apresentando fortes limitações quando ao excesso de umidade, no entanto devido aos fortes teores de minerais primários facilmente intemperizáveis essas áreas apresentam grande potencial agrícola (Brandão; Freitas, 2014).

Em Pentecoste essa unidade geomorfológica (Figura 5) ocupa 5,8% sendo utilizada principalmente para a agricultura de subsistência: milho, feijão, batata. Devido as melhores condições de recursos naturais, as planícies fluviais tendem a ser densamente povoadas e possibilitam a intensificação da vida agrária. As pequenas propriedades se instalam perpendicularmente aos rios, onde se pratica a atividade de subsistência, mesmo durante a estiagem prolongada. Destaca-se também o extrativismo da carnaúba (Oliveira, 2006). A figura 5 apresenta as unidades geomorfológicas de Pentecoste.

Figura 5: Unidades geomorfológicas de Pentecoste.



Depressão Sertaneja



Cristas

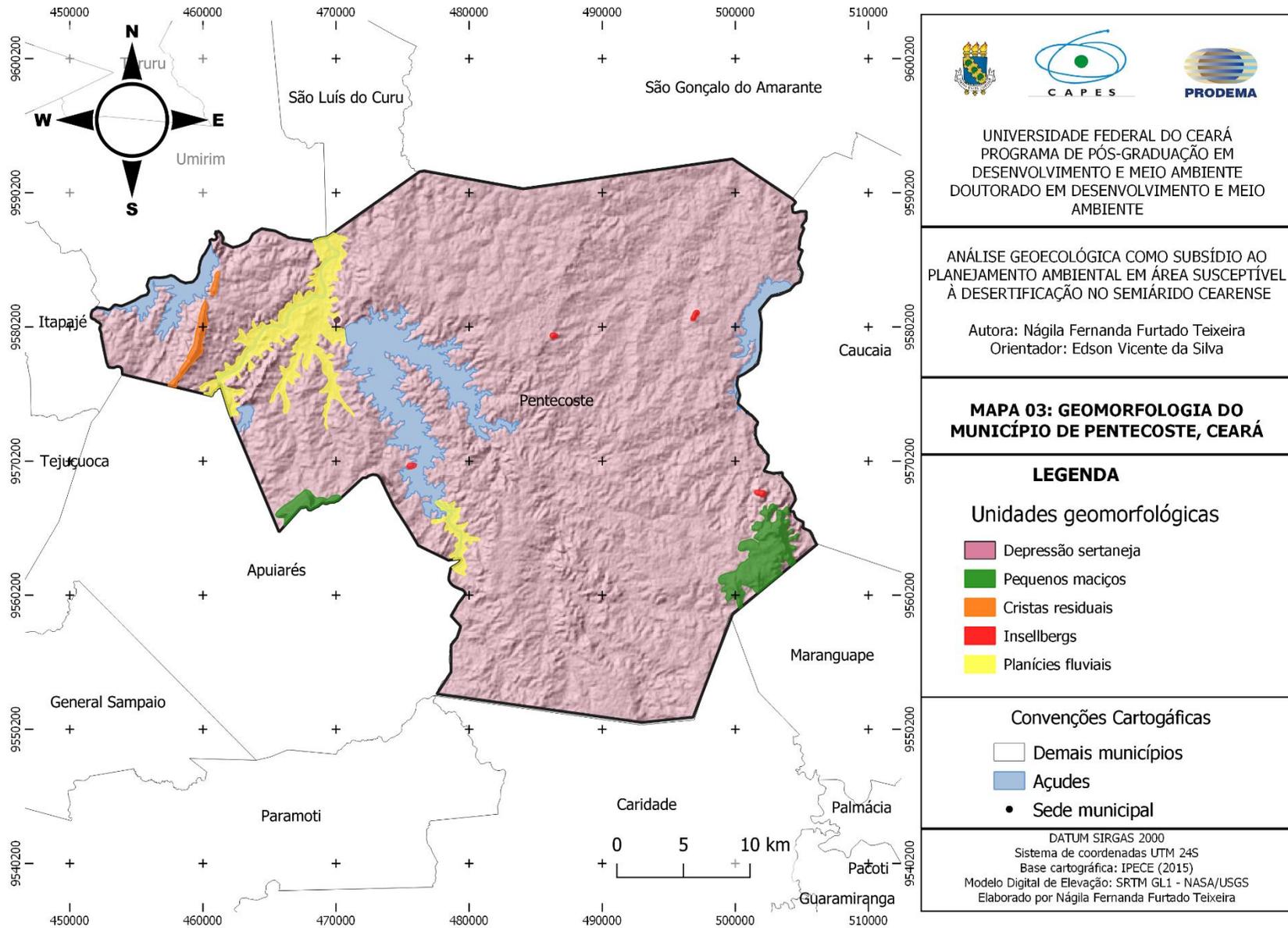


Pequenos Maciços Residuais



Planície Fluvial do Rio Curu

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).



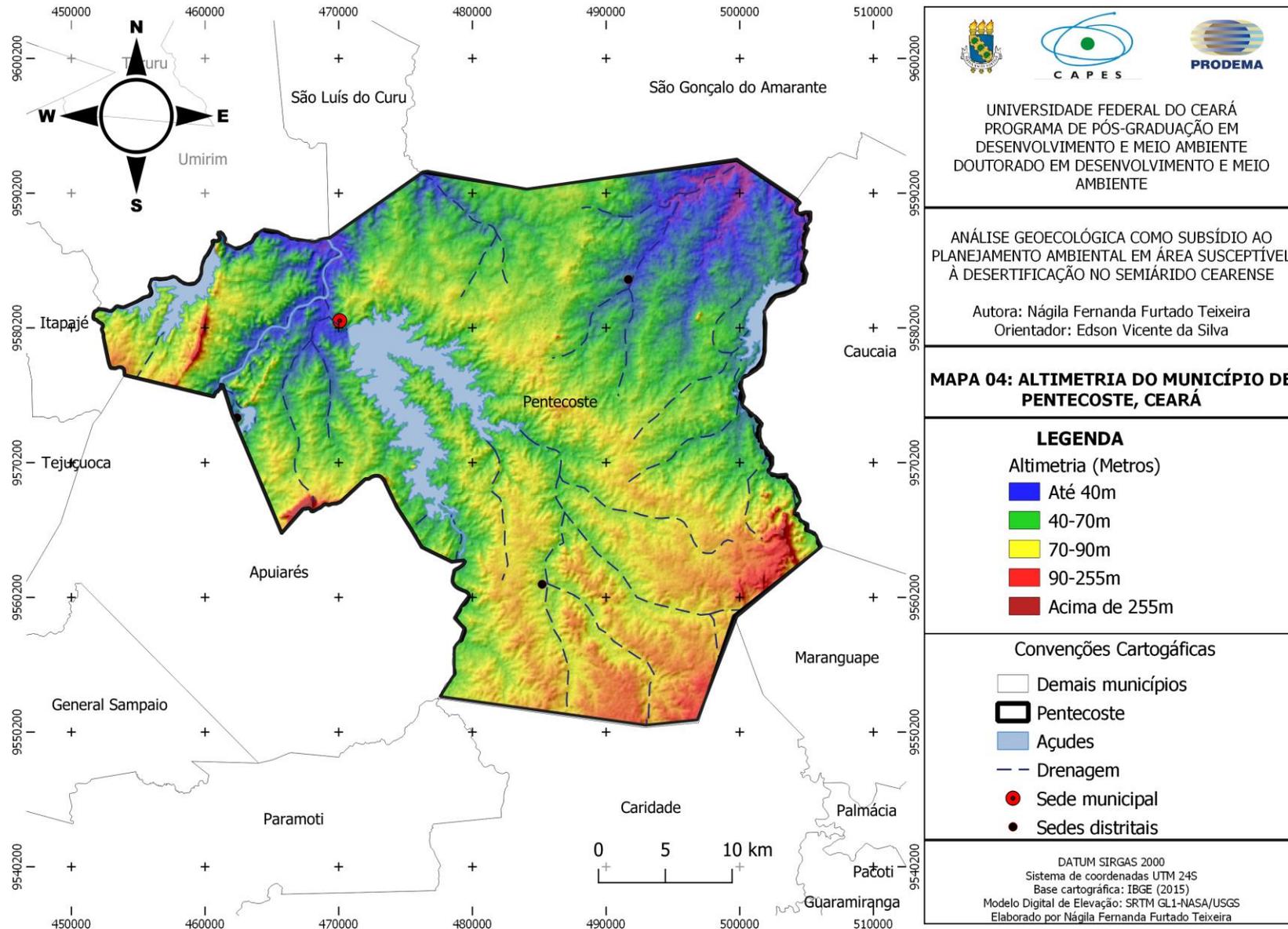
O Modelo Digital de Elevação, demonstrou as diferentes altitudes da superfície do município (Mapa 4). Destacam-se as baixas altitudes das feições geomorfológicas de Pentecoste, com predominância de superfícies mais aplainadas e suave onduladas, com predominância de cotas que atingem até 255 metros.

O quadro 8 representa a síntese dos aspectos geológicos e geomorfológicos de Pentecoste.

Quadro 8: Síntese dos aspectos geológicos e geomorfológicos de Pentecoste, CE.

GEOLOGIA		GEOMORFOLOGIA
GEOCRONOLOGIA	UNIDADE LITOESTRATIGRÁFICA	COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA
Paleoproterozóico	Complexo Ceará: Unidade Canindé	Depressão Sertaneja
Paleoproterozóico	Complexo Ceará: Unidade Independência	Pequenos Maciços Residuais e Cristas
Neoproterozóico	Granitóides	Pequenos Maciços Residuais
Quaternário	Depósitos aluvionares	Planícies fluviais

Fonte: Brandão; Freitas (2014); CPRM (2003); Souza (2000).



3.1.2 Aspectos pedológicos e vegetacionais

O solo é um importante elemento para a conservação do ecossistema, pois nele ocorrem às relações entre os diferentes organismos e através dele a base desses organismos, os consumidores primários, retiram nutrientes que darão início a cadeia alimentar. Representa um importante substrato para a vida não só dos animais, mas também do homem, pois representa a segurança alimentar e relaciona-se à qualidade da água e habitação. O solo se configura como um importante elemento da paisagem.

No sertão semiárido do Nordeste, os solos são em sua maioria, ricos em elementos nutritivos para as plantas, mas apresentam sérias limitações para a agricultura, como a pouca espessura dos solos e o regime incerto e escasso das chuvas. Nas partes mais baixas e planas ocorrem problemas com o excesso de sais, salinização do solo (Lepsch, 2010). Segundo Pereira e Silva (2007) os solos do Ceará apresentam evolução mais fraca, solos jovens e pouco evoluídos, com boa fertilidade natural, predominantemente raros, menor que 50cm de profundidade, pouco profundos, de 50 a 100cm e muitas vezes com afloramentos de rochas e chão pedregosos.

É nesse contexto que estão inseridos as classes de solos predominantes de Pentecoste, sendo classificadas de acordo com Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SiBCs da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA (2013), a partir do levantamento exploratório e mapeamento dos solos do Estado do Ceará realizado por Jacomine, Almeida e Medeiros (1973). As classes de solos predominantes no município são: Argissolos Vermelho-Amarelos; Planossolos Háplicos; Neossolos Litólicos; Luvisolos Crômicos e Neossolos Flúvicos. O quadro 9 traz a correlação taxonômica entre as classes de solos de Pentecoste.

Quadro 9: Correlação Taxonômica entre as Classes de Solos de Pentecoste, CE.

SIBCS (2013)	JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS (1973)
Argissolos Vermelho-Amarelos	Podzólicos Vermelho-Amarelos
Planossolos	Planossolos Solódicos
Neossolos Litólicos	Solos Litólicos
Luvisolos Crômicos	Brunos Não Cálcicos
Neossolos Flúvicos	Solos Aluviais

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2013) e Jacomine, Almeida e Medeiros (1973).

Os Planossolos Háplicos ocupam 21,8% da área, se caracterizam por serem solos rasos e poucos profundos, possuem perfis com horizontes A e E, ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt. O material de origem é a decomposição de gnaisse, migmatito e micaxisto, apresentando normalmente cobertura de material pedimentar. Destaca-se também que são solos com horizonte B textural, em geral, com argila de atividade alta, com saturação de sódio entre 6 e 15% nos horizontes Bt e/ou C. Em razão da drenagem imperfeita, apresentam encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento, fendilhamento no período seco (Jacomine, Almeida; Medeiros, 1973).

Podem apresentar horizonte superficial com cores claras e textura mais leve contrastando abruptamente com o horizonte B mais argiloso, adensado e pouco permeável, tendo cores de redução, acinzentado e com mosqueados em decorrência da deficiência de drenagem desses solos (Brandão; Freitas, 2014). Devido as características físicas e químicas desfavoráveis e a deficiência de água, os Planossolos apresentam fortes limitações para o uso agrícola, sendo mais aproveitado para o uso na pecuária e pastagem (Figura 6) (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2013).

Figura 6: Pecuária extensiva em área de Planossolos em Pentecoste, CE.



Fonte: Nágila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocupam 20,6% do município, são quimicamente ácidos e possuem sequências de horizontes A, Bt e C em que A apresenta teor de argila bem menores do que em B ocasionado a diferença de textura entre eles. A

principal característica desse solo é o incremento de argila no horizonte subsuperficial, muitas vezes caracterizado pela diferença textural do horizonte subsuperficial com o horizonte suprajacente. Este fato provoca um diferencial de infiltração de água no solo, que quando abrupto os torna muito suscetíveis à erosão (Brandão; Freitas, 2014; Pereira; Silva, 2007).

Essa classe de solo, em geral, é fortemente ácida e de baixa fertilidade natural, apresentam perfis profundos, com textura média a argilosa pode conter baixa ou média fertilidade. Encontram-se ao abrigo de grande variedade de formações vegetais e são utilizados para a agricultura de subsistência com plantação de mandioca, milho, feijão e pequenos plantios de algodão herbáceo e pecuária extensiva (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2013; Jacomine; Almeida; Medeiros, 1973).

Os Neossolos Litólicos são solos de fraca evolução pedológica, rasos de textura arenosa ou média com drenagem moderada à acentuada. Esses solos são rasos com profundidades iguais ou inferiores a 50cm. Apresenta um horizonte A existente diretamente sobre a rocha- R, ou sobre a camada de alteração desta, horizonte C repleto de materiais primários e blocos e rocha semi-intemperizadas de tamanhos diversos, sobre a rocha subjacente ainda pouco intemperizada ou compacta (R) (IBGE, 2007; EMBRAPA, 2013).

São solos que apresentam, de modo geral, a sequência dos horizontes destes solos é A-C-R, raramente com início da formação de horizonte B incipiente. Estes solos podem ser eutróficos e distróficos, bem como variam de fortemente ácido a praticamente neutro (Jacomine, Almeida; Medeiros, 1973). Os Neossolos Litólicos têm pouca abrangência na área de estudo, sendo encontrado comumente associados à afloramentos rochosos e pedregosidade na superfície.

Os Luvissolos Crômicos, são a classe mais abrangente do município, 47,3%, apresentam perfis bem diferenciados com sequências de horizontes A, Bt e C de cores vermelhas ou avermelhadas e textura argilosa e média. Solos com forte presença de minerais primários na sua constituição que servem como fonte de nutriente para as plantas. Outra característica dessa classe é a presença de fendilamentos no período seco, ocasionado pela argila do tipo montmorillonita que tem a propriedade de contrair-se neste período e expandir-se nas épocas úmidas. Essa classe possui limitação decorrente da forte deficiência hídrica, pouca profundidade, presença de pedregosidade e susceptibilidade a erosão (Pereira; Silva, 2007).

Os Luvisolos (Figura 7) são semelhantes aos Argissolos, diferindo-se deles por apresentar argila de atividade alta e elevada fertilidade. Nos casos em que o gradiente é abrupto e estão associados às argilas expansivas, os solos são muito suscetíveis à erosão, levando-se em conta o regime concentrado de chuvas no clima semiárido. É comum, nesses solos, ocorrer pedregosidade em superfície em face da sua grande suscetibilidade à erosão. (Brandão; Freitas, 2014).

Figura 7: Luvisolos com pedregosidade e vegetação de caatinga arbustiva densa no município de Pentecoste, CE.



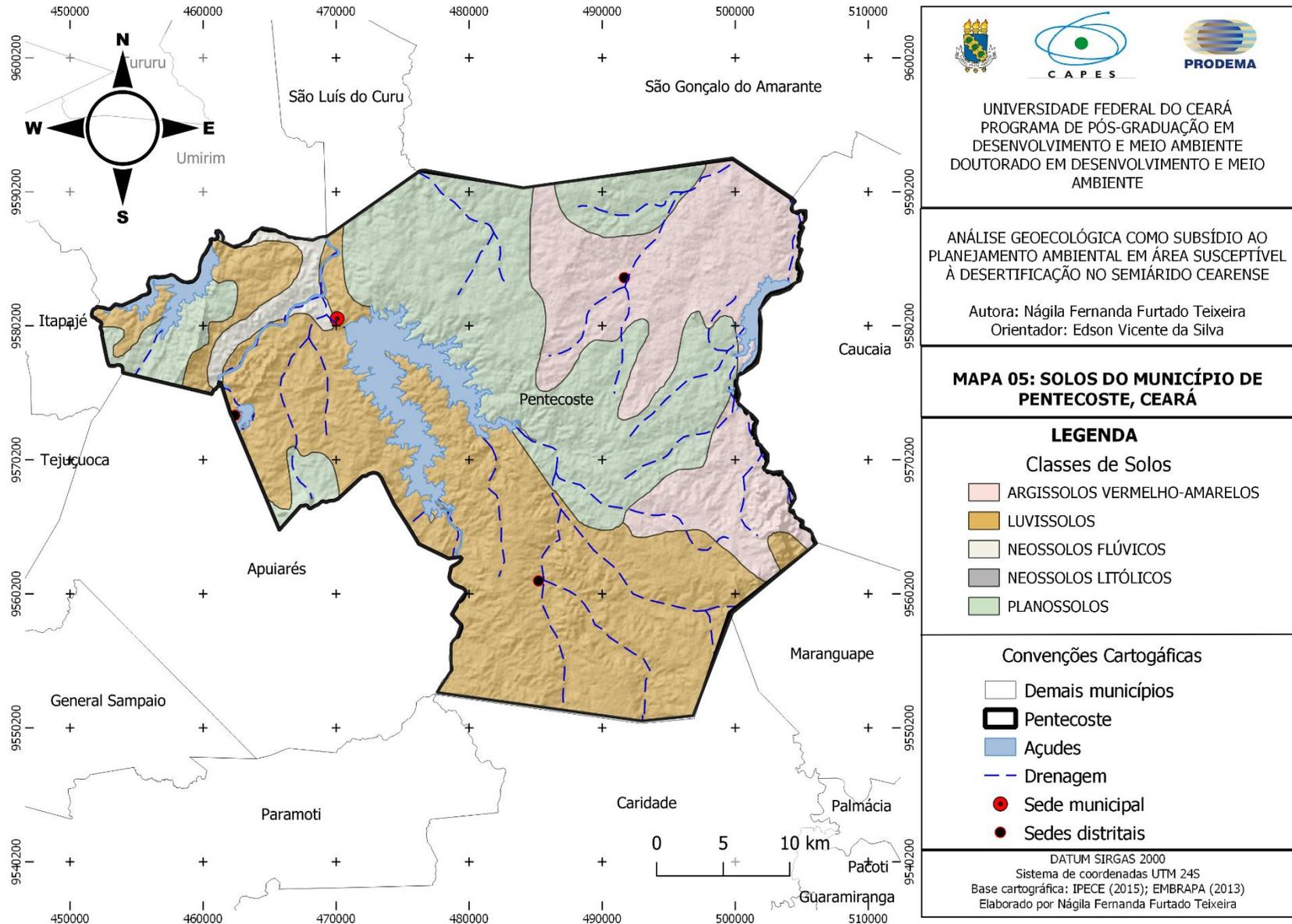
Fonte: Nágila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Destaca-se a ocorrência de Neossolos Flúvicos em Pentecoste, ao longo dos principais cursos d'água seguindo os leitos dos rios Curu, Caxitoré e Canindé. Os Neossolos Flúvicos são pouco evoluídos e apresentam horizonte A sobreposto a um C geralmente com várias camadas diferenciadas. São formados por sedimentos não consolidados, argilosos, siltosos e arenosos oriundos de depósitos fluviais quaternárias. Possuem alta fertilidade ocorrendo principalmente em áreas de várzea as margens dos cursos de água (Pereira; Silva 2007).

Os Neossolos Flúvicos são constituídos por sucessão de camadas de natureza aluvionar, sem relação pedogenética entre si. Estes solos variam de moderadamente profundos a muito profundos, de texturas diversas, drenagem comumente imperfeita ou

moderada. Em geral, são solos de grande potencialidade agrícola (IBGE, 2007; Jacomine, Almeida; Medeiros, 1973).

O manejo inadequado do solo, através do desmatamento, queimadas, poluição dentre outras podem provocar a degradação do solo e consequências prejudiciais ao ambiente. Conforme salienta Boluda, Carrasco e Oliveira (2005), as alterações nas propriedades do solo com a perda das suas funções ecológicas básicas causadas pela atividade antrópica refletem a degradação, a perda da qualidade ambiental e conseqüentemente a desertificação, principalmente em áreas semiáridas. O mapa 05 apresenta as classes de solos predominantes de Pentecoste.



A vegetação apresenta-se na paisagem como reflexo da interação entre os demais componentes naturais, clima, geologia, geomorfologia, solos e recursos hídricos. Condicionados pela semiaridez, a vegetação do Ceará apresenta um caráter fisionômico caracterizado pela perda de folhas durante o período seco e outras adaptações morfológicas e fisiológicas da seca (Pereira; Silva, 2007; Moro *et al*, 2015). Nessa perspectiva, a vegetação funciona como um manto protetor dos recursos naturais, assim analisar as características e sua distribuição permite detalhar o estado de conservação do ambiente.

Na década de 1980, a geógrafa Maria Figueiredo realizou o levantamento das unidades fitoecológicas do estado, publicado no Atlas do Ceará. Esse material cartográfico foi posteriormente atualizado pelo IPECE, sendo utilizada até hoje como base de dado para mapeamento de vegetação do Ceará. Assim, de acordo IPECE, baseado nas unidades fitoecológicas de Figueiredo (1986), identificam-se no município três tipos vegetacionais: o complexo vegetacional da zona litorânea, a caatinga arbustiva densa e a vegetação de várzea (Mapa 06).

A partir das características de geologia, geomorfologia e solos de Pentecoste, tem-se uma inconsistência desses aspectos geoambientais com a vegetação englobada no complexo vegetacional da zona litorânea. Essa unidade fitoecológicas é característica de áreas sedimentares da Formação Barreira, formado durante o Terciário-Quaternário pelos sedimentos derivados da erosão do continente, típicas da feição geomorfológica de Tabuleiros Costeiros.

Destaca-se que nessa porção do território cearense, a unidade geomorfológica de tabuleiro costeiro se estende para o interior e termina no encontro com a depressão sertaneja no município de São Gonçalo do Amarante. Enquanto, em Pentecoste encontram-se as unidades: depressão sertaneja de modelado cristalino do pré-cambriano e planícies fluviais de modelado sedimentar de idade quaternária.

O complexo vegetacional da zona litorânea engloba as formações vegetais submetido a condições ecológicas bastante diferenciadas: de manguezais a matas de tabuleiro, passando por cerrados costeiros e campos praianos (Moro *et al*, 2015; Castro *et al*, 2012).

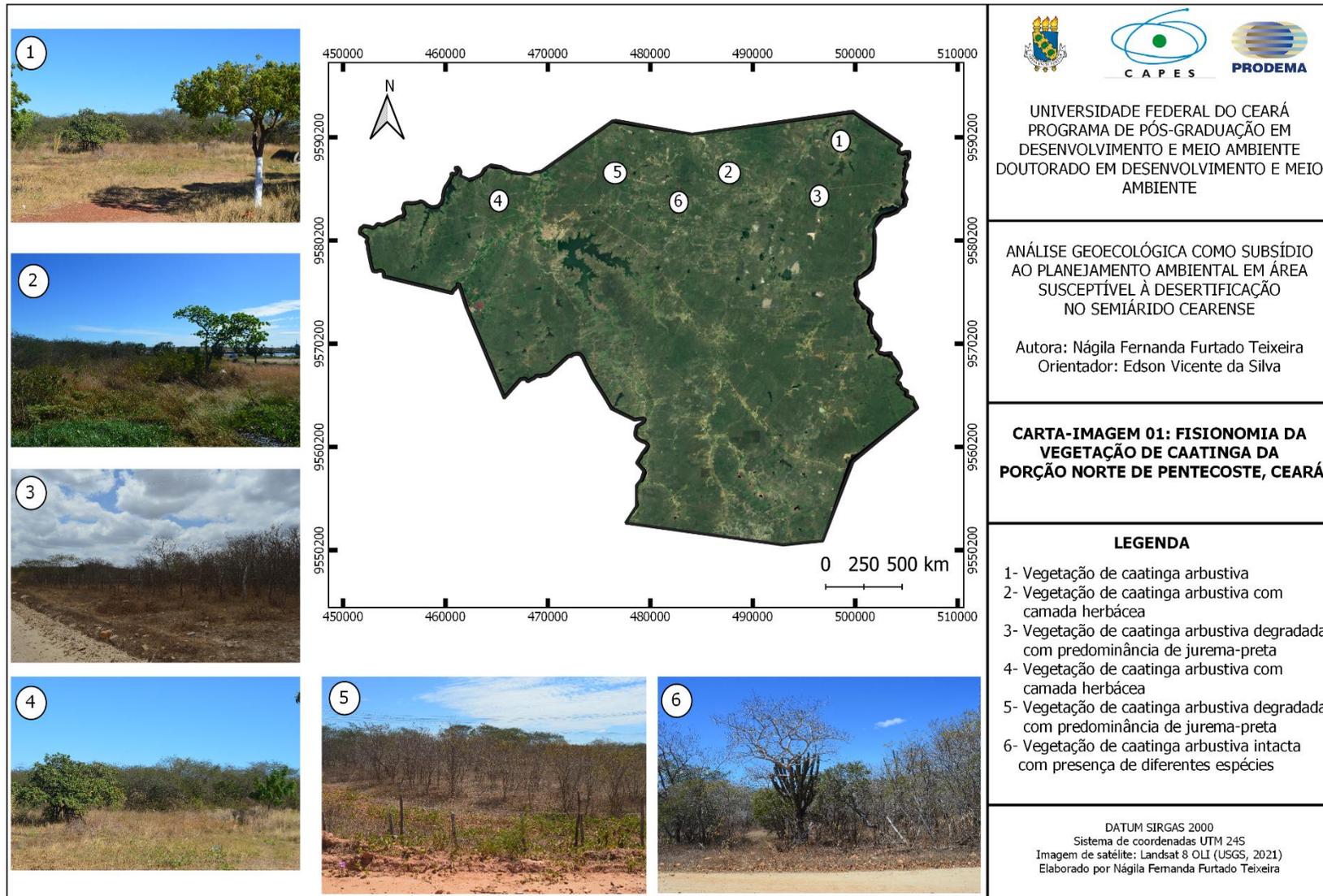
Embora, segundo Moro *et al* (2015), na mata de tabuleiro e nos cerrados costeiros, formações vegetais típicas da Formação Barreiras, ocorrem espécies dos domínios fitogeográficos circundantes como caatinga e cerrado, é importante destacar que o complexo vegetacional da zona litorânea de Pentecoste, de acordo com as unidades

fitoecológicas do IPECE, ocupa uma área extensa, 35,2%, sobre a depressão sertaneja de substrato cristalino, características geológica-geomorfologia que não condizem com a presença da unidade fitoecológica em questão. Quanto aos aspectos pedológicos, o complexo vegetacional da zona litorânea no município de Pentecoste, ocupa áreas de ocorrência de Argissolos, Planossolos e Luvisolos. Segundo Pereira e Silva (2007), os Planossolos e os Luvisolos ocupam as áreas de relevo plano e suave onduladas da depressão sertaneja, provenientes principalmente de rochas dos tipos gnaisses e migmatitos, pré-cambriana, relacionadas à cobertura vegetal de caatinga arbustiva e arbórea.

Quanto aos aspectos climáticos, Castro *et al* (2012) ao estudarem a unidade fitoecológica complexo vegetacional da zona litorânea da porção norte do município de São Gonçalo do Amarante, destacam que as áreas de ocorrência desse complexo vegetacional apresentam, devido a influência da umidade oceânica, precipitação média até duas vezes maior, 1.026,4 mm, que as áreas de depressão sertaneja com vegetação de caatinga. Em Pentecoste, a precipitação média é de 747 mm com pouca influência direta da umidade oceânica e elevadas temperaturas durante todo o ano.

Após a discussão sobre as inconsistências entre as características geoambientais e a ocorrência do complexo vegetacional costeiro em Pentecoste, realizou-se pesquisas de campo com o objetivo principal de verificar os padrões fisionômicos da cobertura vegetal. Afirma-se que não foi encontrado vegetação de litoral, apenas fisionomia de caatinga arbustiva densa e vegetação de várzea no município.

A vegetação que ocupa a área, no mapa denominada de complexo vegetacional da zona litorânea, apresenta fisionomia de caatinga arbustiva densa com predominância de espécies com porte até 5 metros, lenhosa e espinhenta. Visualiza-se uma prevalência de jurema preta (*Mimosa tenuifolia*) que indica a perda na variedade de espécies da caatinga pela pressão antrópica sobre o recurso florestal no sertão. Na pesquisa de campo encontrou-se as seguintes espécies de caatinga arbustiva: oiticica (*Licania rígida*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), angico (*Anadenanthera macrocarpa*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), xiquexique (*Ploceurus gounelli*) e mandacaru (*Cereus jamacaru*). A carta-imagem 01 apresenta a fisionomia de caatinga arbustiva densa encontrada na porção norte do município de Pentecoste, que no *shape* do IPECE é classificada erroneamente como complexo vegetacional da zona litorânea.



Segundo Nóbrega Filho (2009), a fisionomia da caatinga aparece em variações combinadas com predominância arbórea, arbustiva ou mista, podendo ser densa ou aberta dependendo principalmente do local de ocorrência, da composição do solo, do regime de chuvas e ação antrópica. Destaca-se em Pentecoste, a presença de vegetação da caatinga com fisionomia arbustiva densa que ocupa a maior parte do município e caracteriza a paisagem típica de sertão.

A caatinga arbustiva, vegetação que domina os sertões cearenses, se caracteriza por apresentar-se garranchenta e espinhosa, composta estruturalmente pelos estratos arbustivo, com indivíduos de 3-5 m de altura, raros exemplares arbóreos, e um estrato herbáceo, com componentes naturais de curta duração, anuais ou efêmeros. A caatinga arbustiva ainda é representada por dois padrões: um denso, que é mais comum e outro aberto (Fernandes, 2000). De acordo com a classificação de vegetação proposta pelo IBGE (2012) a caatinga arbustiva densa, denomina-se savana-estépica arborizada que se caracteriza por ser estruturada em dois estratos, um, arbustivo-arbóreo superior, esparsos e outro, inferior gramíneo-lenhoso.

A caatinga arbustiva densa em Pentecoste, apresenta as seguintes espécies: *Caparis flexuosa* bravo (feijão), *Croton sonderianus* (marmeleiro), *Mimosa tenuifolia* (jurema preta), *Dipteryx odorata* (cumaru), *Violaceae* (violeta), *Malus sylvestris* (pereiro) e *Solanum paniculatum* (jurubeba), *Caesalpinia bracteosa* (catingueira), *Jatropha molissima* (pinhão bravo), *Ploceurus gounelli* (xiquexique), *Licania rígida* (oiticica), *Croton sonderianus* (marmeleiro preto), *Croton sp* (velame), *Acácia farnesiana* (coronha), *Caesalpinia férrea* (jucá), *Cereus jamacaru* (mandacaru), *Piptadenia stipulacea* (jurema branca), *Pilocereus squamosus* (facheiro), *Jathopha mutabilis* (pinhão miúdo), (Pereira; Silva, 2007).

Destaca-se que Moro *et al* (2015), ao revisar e propor atualizações nas unidades fitoecológicas do Ceará, apresenta que os diferentes padrões fisionômicos da caatinga refletem variações no porte e no estado de conservação de uma única unidade fitoecológica, possuidora de flora coesa denominada de caatinga do cristalino. Esses autores, defendem que a vegetação típica dos ambientes de depressão sertaneja formada por rochas predominante metamórficas do embasamento cristalino seja reconhecida como caatinga do cristalino, ao invés de três unidades distintas: caatinga arbórea, caatinga arbustiva densa e caatinga arbustiva aberta.

Ainda segundo Moro *et al* (2015), em uma mesma área classificada como caatinga arbustiva pode-se encontrar fisionomias arbóreas e vice-versa, sendo difícil atribuir uma delimitação cartográfica separada para cada variação fisionômica da caatinga. Os autores concluem sua tese ao acrescentar que “é difícil determinar se as diferenças entre os padrões fisionômicos da caatinga do cristalino são ocasionadas por fatores naturais (diferenças na profundidade dos solos ou na precipitação) ou resultados dos impactos antrópicos” (Moro *et al*, p. 720, 2015).

O uso dos recursos naturais da caatinga condiciona as atividades no semiárido nordestino, principalmente a agropecuária e a utilização energética dos produtos florestais (Sá *et al*, 2009). A exploração excessiva da vegetação de caatinga pode ocasionar problemas ambientais, de acordo com Araújo, Bronstert e Guntner (2005) cerca de 30% da área do bioma caatinga já foi modificado irreversivelmente pela ação antrópica e projeta-se rápida perda de espécies únicas, eliminação de processos-chave nos sistemas ecológicos e formação de extensos núcleos de desertificação em vários setores do semiárido brasileiro.

A vegetação de várzea representa 6,7% do território, são encontradas ao longo dos cursos d'água e nas planícies fluviais do rio Curu e Canindé por apresentarem melhores condições de solo e disponibilidade hídrica. Na vegetação de várzea há o predomínio de um estrato mais elevado ocupado por carnaúbas, acompanhadas por árvores e arbustos. No estrato arbustivo-arbóreo encontram-se outras espécies (Pereira; Silva, 2007). De acordo com a classificação de vegetação proposta pelo IBGE (2012) a vegetação de várzea é denominada de floresta estacional semidecídua aluvial composta por microfanerófitos, plantas lenhosas ou herbáceas com 5 a 20 metros de altura que recobrem solos areníticos distróficos.

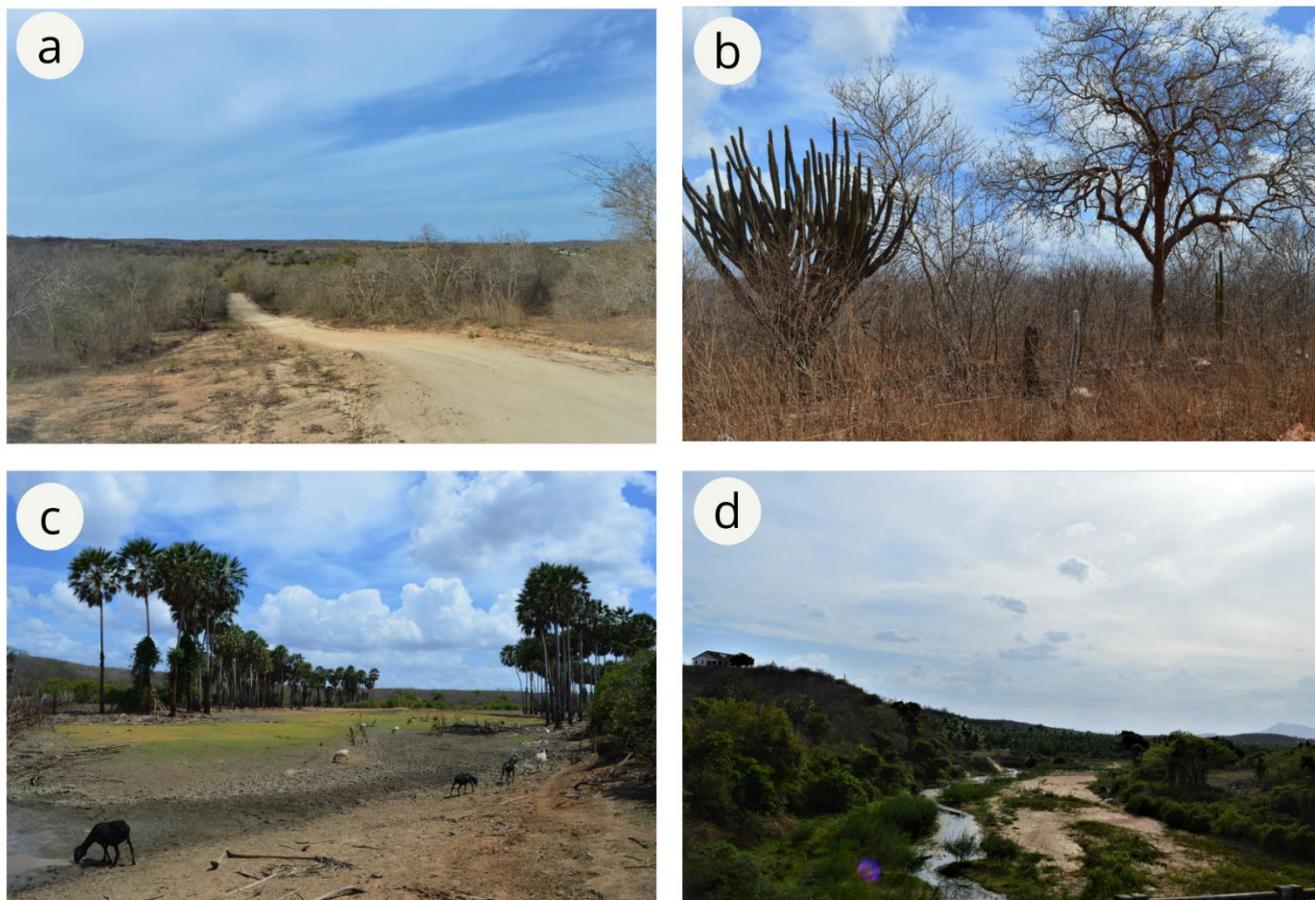
Segundo Sousa (2009) a vegetação de várzea apresenta espécies, com relativa diversidade florística, adaptadas aos solos férteis formados por sedimentos carregados pelas correntes fluviais nos períodos de maior precipitação. Destaca-se nessa vegetação do município de Pentecoste, a presença de carnaúbas.

A carnaúba é um exemplo da rica ecologia do Nordeste brasileiro. Palmeira nativa admirável adaptada às condições climáticas do trópico semiárido, é extraordinária a sua resistência, tanto às estiagens mais severas, quanto às inundações, duas constantes determinadas pelo regime de chuvas da Região. Em seu processo de adaptação ao clima, a carnaúba desenvolveu uma característica particular, a secreção de cera em grandes quantidades como forma de reduzir a transpiração foliar (D'ávila, p. 33, 2004).

As principais espécies da vegetação de várzea presentes em Pentecoste são: *Copernicia prunifera* (carnaúba), *Erythrina velutina* (mulungu), *Geoffroea spinosa* (umari), *Coccoloba latifolia* (coaçu), *Licania rígida* (oiticica), *Lonchocarpus sericeus* (ingazeira), *Ziziphus joazeiro* (juazeiro), *Auxemma oncocalyx* (pau-branco), *Combretum leprosum* (mofungo), *Corton sondertanus* (marmeleiro preto) (Souza, 2000; Fernandes, 2000).

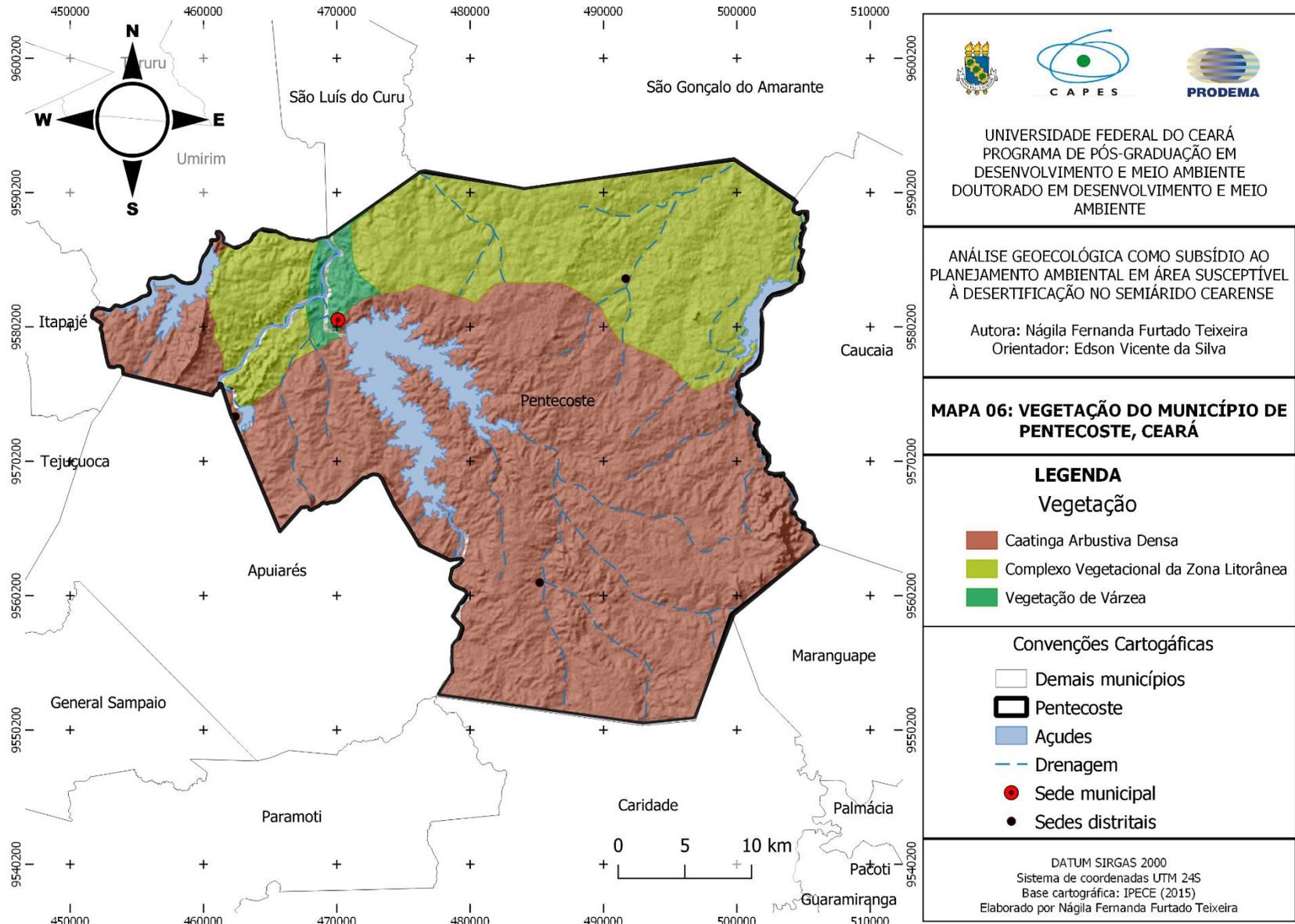
A figura 8 e o mapa 06 apresentam as formações vegetais de Pentecoste.

Figura 8: Formações vegetais de Pentecoste, CE.



Legenda: a - Caatinga arbustiva densa no período seco em Pentecoste, CE; b - Espécies de caatinga arbustiva: Xiquexique (*Ploceurus gounelli*) e Jurema Preta (*Mimosa tenuifolia*) em Pentecoste, CE; c - Carnaubal com caprinocultura em Pentecoste, CE; d - Vegetação de várzea do rio Curu em Pentecoste, CE.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).



3.1.3 Características climáticas e recursos hídricos

O clima é determinado predominantemente pela circulação geral da atmosfera, resultante do aquecimento diferencial do globo pela radiação solar, da distribuição assimétrica de oceanos e continentes, bem como das características topográficas sobre os continentes (Ferreira; Mello, 2005). O clima do Nordeste Brasileiro (NEB) é resultado da atuação de diversos mecanismos físicos e dos sistemas atmosféricos atuantes nessa região que interagem e são responsáveis pela distribuição das chuvas (Kayano, Andreoli, 2009).

Destaca-se que a localização do Ceará, próximo à linha do Equador, permite uma intensa insolação no Estado durante o ano todo, o que caracteriza uma área típica de climas quentes, sendo que a atuação dos sistemas atmosféricos influencia na sazonalidade e variabilidade da precipitação, além de outros fatores como a altitude, a disposição do relevo e a proximidade ou distância dos oceanos que proporcionam as diferenciações locais dos climas no estado (Lourenço, 2013; Zanella, 2007).

Segundo Moro *et al* (2015), o estado do Ceará encontra-se sob a influência de um macroclima semiárido, no entanto, os gradientes de chuva, temperatura e umidade variam consideravelmente do litoral para o interior, condicionando a diversidade de paisagens do estado. Esse clima é caracterizado pelas altas temperaturas médias anuais e oposição entre o período seco e úmido com prolongados período de estiagem no inverno e chuvas irregulares e concentradas no verão (Ab'Saber, 2008)

Segundo Oliveira (2009) o sertão das regiões semiáridas cearenses apresenta as seguintes características climáticas: índices de nebulosidade baixos, forte insolação, elevadas temperaturas e taxas de evaporação e escassez de chuvas, marcadas anualmente pela irregularidade no tempo e espaço; o que caracteriza fortes interrupções nos cursos hídricos e deficitário balanço hídrico.

Os principais sistemas atmosféricos e mecanismos que governam o regime das chuvas no NEB são: i) Zona Convergência Intertropical (ZCIT); ii) El Niño-Oscilação Sul (ENOS); iii) Temperatura da Superfície do Mar (TSM) do Atlântico Tropical, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); iv) Frentes Frias; v) Linhas de Instabilidade (LIs); vi) Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) ; vii) Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) e viii) brisas marítima e terrestre (Ferreira; Mello, 2005; Kayano; Andreoli, 2009). O quadro 10 contém a descrição de cada sistema e mecanismo que influencia a ocorrência de chuvas no NEB.

Quadro 10: Sistemas atmosféricos e mecanismos atuantes no NEB

SISTEMAS ATMOSFÉRICOS/ MECANISMOS	DESCRIÇÃO
Zona Convergência Intertropical (ZCIT)	No Atlântico está na região de convergência dos alísios de nordeste e sudeste, apresentando movimentos ascendentes, baixas pressões, nebulosidade e chuvas abundantes e segue as regiões onde a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) é mais elevada (KAYANO, ANDREOLI, 2009). A ZCIT é o fator mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do NEB (Ferreira; Mello, 2005).
El Niño-Oscilação Sul (ENOS)	É um dos principais fenômenos responsáveis pelas variações interanuais de precipitação. A componente atmosférica do ENOS, uma onda quase estacionária na Pressão ao Nível do Mar (PNM) de escala global com centros de ação situados sobre a Indonésia e o Pacífico Sudeste, é acompanhada por um aquecimento, El Niño, anômalo das águas superficiais no Pacífico Central e Leste. As condições secas sobre o NEB em anos de ocorrência de El Niño são explicadas pela componente leste-oeste do ENOS, refletidas em alterações da circulação de Walker deslocada para leste, com seu ramo ascendente sobre as águas quentes no Pacífico Equatorial Leste e ramo descendente sobre o Atlântico e o NEB (Kayano, Andreoli, 2009).
Temperatura da Superfície do Mar (TSM)	A variabilidade de TSM do Atlântico Tropical é determinante das anomalias de precipitação no NEB, e o ENOS, em certas ocasiões, pode reforçá-las e em outras enfraquecê-las (Kayano, Andreoli, 2009).
Frentes Frias	São bandas de nuvens organizadas que se formam na região de confluência entre uma massa de ar frio (mais densa) com uma massa de ar quente (menos densa). A massa de ar frio penetra por baixo do quente, como uma cunha, e faz com que o ar quente e úmido suba, forme as nuvens e, ocorra a precipitação entre os meses de novembro e janeiro (Ferreira; Mello, 2005).
Linhas de Instabilidades (LIs)	São bandas de nuvens causadoras de chuva, organizadas em forma de linha. Sua formação se dá pela grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região tropical ocorrendo o desenvolvimento das nuvens cumulus que atingem um número maior à tarde e início da noite, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas (Ferreira; Mello, 2005).
Ondas de leste ou distúrbios ondulatórios de leste	São ondas que se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical do globo terrestre, na área de influência dos ventos alísios, e se deslocam de oeste para leste, desde a costa da África até o litoral leste do Brasil. Ele provoca chuvas na Zona da Mata, mas quando as condições oceânicas e atmosféricas estão favoráveis, as Ondas de Leste também provocam chuvas no estado do Ceará nos meses de junho, julho e agosto (Ferreira; Mello, 2005).
Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs)	São sistemas meteorológicos caracterizados por centros de pressão relativamente baixa que se originam na alta troposfera. Apresentam um centro relativamente frio, convergência de massa, movimentos verticais subsidentes no centro e ascendente na periferia e nebulosidade mais intensa principalmente na direção de deslocamento (Ferreira, Ramirez; Gan, 2009).
Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM)	São fenômenos que atuam na escala meso, podendo ser considerados agrupamentos de cúmulos-nimbos cujas bigornas formam uma cobertura contínua que dá o aspecto típico visto numa imagem de satélite. Nota-se uma maior ocorrência nos meses de primavera e no verão e a preferência pela faixa latitudinal entre 15 e 30°S (Dias; Rozante; Machado, 2009).
Brisas marítima e terrestre	A brisa terrestre ocorre durante a noite, quando a terra se resfria mais rapidamente do que o oceano. Este, por ter capacidade calorífica maior que a da terra, e por permitir misturas verticais demora mais do que a superfície terrestre tanto a se aquecer como a resfriar. Assim, durante a noite, o ar sobre a terra fica mais frio que o ar sobre o mar, isso gera uma diferença de pressão e o ar sopra da terra para o mar. Durante o dia ocorre o inverso e a brisa marítima sopra do mar para a terra (Dias; Silva, 2009).

A partir da proposta de classificação climática de Köppen, discutidas por Lima (2004) e Maia Júnior e Caracristi (2012) estabelece-se que os tipos climáticos do Ceará são: A (climas quentes) e B (climas áridos), estando estes subdivididos em: Aw' (clima tropical chuvoso, com estação seca se atrasando para o outono - Região Litorânea); Amw' (clima tropical chuvoso de monção, com estação chuvosa se atrasando para o outono - Região das Serras Úmidas); BSw'h' (clima quente e semiárido, com estação chuvosa se atrasando para o outono e temperatura superior a 18 °C no mês mais frio - Região do Sertão).

O clima de Pentecoste é BSw'h' - quente e semiárido caracterizado por chuvas irregulares, com 7 a 8 meses secos, temperaturas médias altas oscilando entre 26° a 28°C e elevadas taxas de evapotranspiração. Os dados da série histórica (1991-2020) de precipitação do posto pluviométrico do município, demonstram que a média de chuvas para esse período foi de 747mm. O ano de 2009 se destacou como o mais chuvoso, foram 1460,5 mm com maiores precipitações nos meses de março, abril e maio com 375,6mm, 345,6mm e 224,4mm, respectivamente. O ano de 2012, apresentou menor precipitação com um total de 176mm.

Sobre os anos de precipitações abaixo da média para a série histórica (1991-2020), sobressaem os anos de 1992 com 642mm, 1993 com 212,5mm, 1997 com 421,9mm, 1998 com 417mm, 1999 com 593,9mm, 2001 com 630,4mm, 2005 com 536,5mm, 2007 com 654,5mm, 2010 com 418,2mm, 2012 com 176mm, 2013 com 558,5mm, 2014 com 483,5mm, 2015 com 579mm, 2016 com 508,8mm e 2017 com 728,8mm. Percebe-se que dos 30 anos da série histórica, 15 anos foram com precipitações abaixo da média e 15 com chuvas acima da média (Prancha 1).

Nos últimos três anos da série histórica, a precipitação foi acima da média, 2018 com 1135,9mm, 2019 com 890,7mm e 2020 com 1005,4mm, demonstrando o fim do período de seca e a diminuição da estiagem que atingiu o estado do Ceará de 2010 a 2017. Essa elevação nos valores da precipitação melhora a oferta hídrica e a qualidade de vida dos agricultores que habitam e retiram seu sustento dos recursos naturais do semiárido.

Realizou-se o balanço hídrico de Pentecoste, a fim de avaliar mais detalhadamente as condições climáticas do município, pois a partir desta análise pode-se entender o comportamento do regime hídrico de Pentecoste. A partir dos dados de precipitação e temperatura foi possível definir a evapotranspiração real (ETR), a evapotranspiração potencial (ETP), o armazenamento de água no solo (ARM), a deficiência hídrica (DEF) e o

excedente hídrico (EXC). A tabela 2 mostra os resultados do balanço hídrico do município com série histórica de 1991 a 2020.

Tabela 2- Balanço hídrico do município de Pentecoste (1991-2020), considerando a capacidade de armazenamento do solo (CAD) de 100 mm.

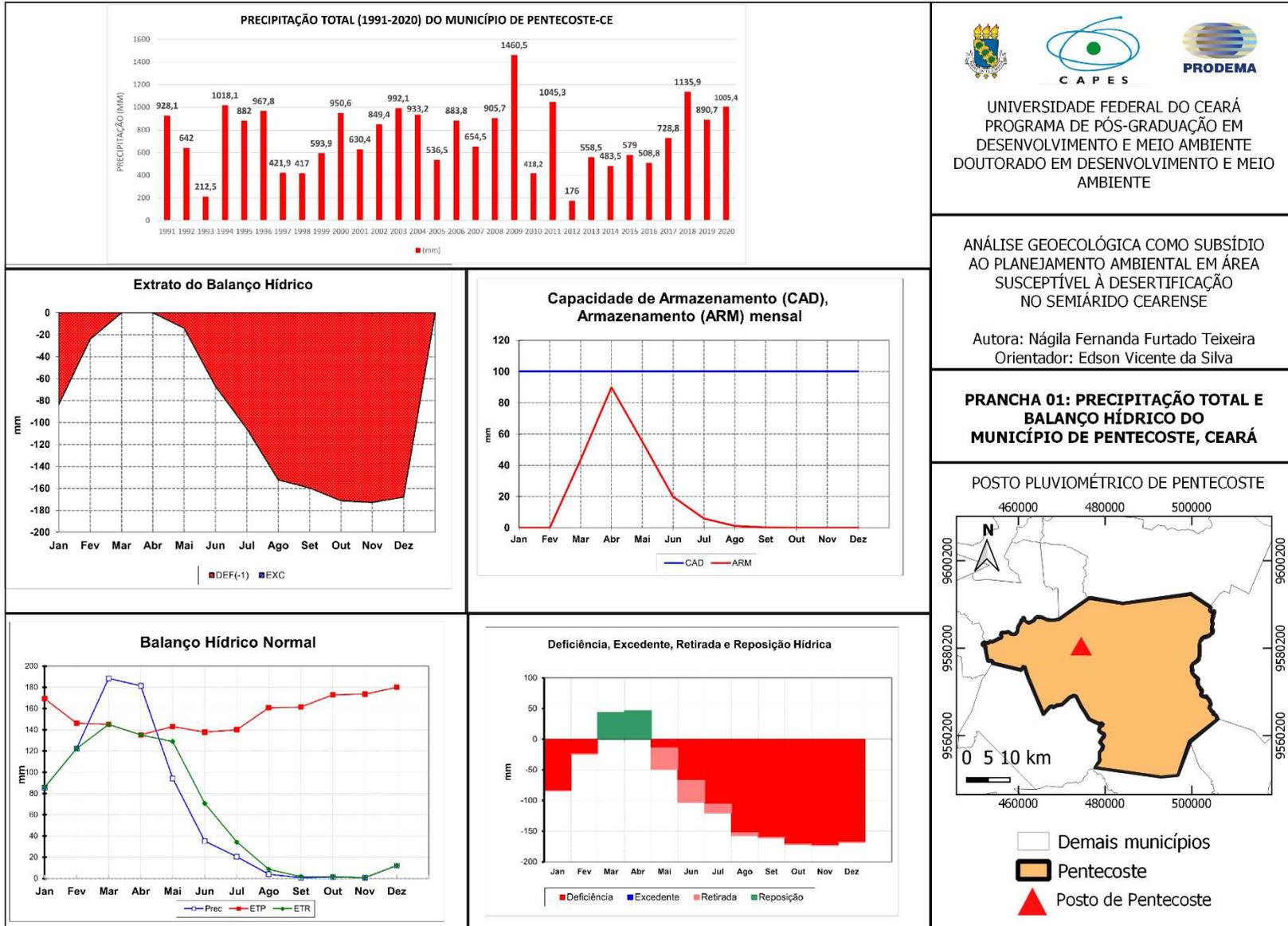
Meses	T (°C)	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	EXC (mm)	DEF (mm)
Jan	28,1	85,71	169,39	-83,7	0,0	0,0	85,7	0,0	83,7
Fev	27,6	122,35	146,38	-24,0	0,0	0,0	122,4	0,0	24,0
Mar	26,9	188,57	145,04	43,5	43,5	43,5	145,0	0,0	0,0
Abr	26,7	181,46	135,15	46,3	89,8	46,3	135,2	0,0	0,0
Mai	26,9	94,35	143,05	-48,7	55,2	-34,6	129,0	0,0	14,1
Jun	26,9	35,25	137,76	-102,5	19,8	-35,4	70,6	0,0	67,1
Jul	26,8	20,47	140,05	-119,6	6,0	-13,8	34,3	0,0	105,8
Ago	27,7	3,87	160,91	-157,0	1,2	-4,7	8,6	0,0	152,3
Set	27,9	0,72	161,38	-160,7	0,2	-1,0	1,7	0,0	159,7
Out	28,1	1,46	172,93	-171,5	0,0	-0,2	1,7	0,0	171,3
Nov	28,3	0,63	173,46	-172,8	0,0	0,0	0,7	0,0	172,8
Dez	28,3	12,12	180,05	-167,9	0,0	0,0	12,1	0,0	167,9
Total	330,2	747,0	1865,5	-1118,6	-----	0,0	747,0	0,0	1118,6
Média	28	62	155	-----	-----	±90	62	0,0	93

Fonte: Thornthwaite; Mather, 1955; Funceme, 2020.

Legenda: (T)-Temperatura; (P)-Precipitação; (ETP)-Evapotranspiração potencial; (ARM)- Armazenamento de água no solo; (ALT)-Variação do armazenamento; (ETR)- Evapotranspiração real; (EXC)- Excedente hídrico; (DEF)-Deficiência hídrica.

De acordo com a tabela 1 e a plancha 1 percebe-se que as maiores precipitações da série histórica se concentram nos meses de fevereiro, março e abril, com respectivamente 122,35mm, 188,57mm e 181,46mm. Já a evapotranspiração potencial atinge o seu ápice no mês de dezembro com 180,05mm, a maior temperatura do ano, 28,3°C, ocorreu nos meses de novembro e dezembro e a menor foi de 26,7°C no mês de abril. A Evapotranspiração real atingiu o maior nível no mês de março com 145mm.

Com relação à deficiência hídrica do município de Pentecoste, observa-se na plancha 1 que 10 meses do ano são de deficiência hídrica, com exceção apenas de março e abril, marcados como de reposição, sendo estes também os meses mais chuvosos. O período de retirada concentra-se nos meses de maio a agosto.



ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO
AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM ÁREA
SUSCEPTÍVEL À DESERTIFICAÇÃO
NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Autora: Nágila Fernanda Furtado Teixeira
Orientador: Edson Vicente da Silva

**PRANCHA 01: PRECIPITAÇÃO TOTAL E
BALANÇO HÍDRICO DO
MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ**

Recursos hídricos superficiais

Nos sertões do semiárido com predominância de substrato cristalino, há grande ocorrência de rios e riachos com escoamento intermitente sazonal com drenagem exorréica. Zanella (2007) salienta que a irregularidade pluviométrica, o caráter intermitente dos rios e as características litológicas repercutem na disponibilidade dos recursos hídricos no semiárido.

Os rios do NEB, em determinadas épocas do ano, chegam ao mar, característica original dos sistemas hidrográficos e hidrológicos regionais, diferente de outras regiões semiáridas do mundo, em que as drenagens convergem para depressões fechadas, os rios dessa região vão para o oceano Atlântico (Nascimento, 2011).

Os principais cursos hídricos superficiais do município de Pentecoste são os riachos Croatá, Mocó, Cedro, Cachoeira, Volta, Salgado, Mel e Capitão Mór e, os rios Curu, e Canindé, este último é importante afluente da margem direita da bacia hidrográfica do rio Curu. Esta bacia compõe o conjunto de 12 bacias do Ceará, juntamente com a do rio Jaguaribe, dividida em Alto, Médio e Baixo, do rio Banabuiú, do rio Acaraú, do rio Coreaú, do rio Salgado, Metropolitana, do Litoral, da Serra de Ibiapaba e do Sertão de Crateús (Ceará, 2016).

A bacia do Curu possui uma área de 8.750,75 Km², equivalente a 6% do território cearense e drena além de Pentecoste mais 14 municípios: Itatira, Canindé, Caridade, Paramoti (no alto Curu); General Sampaio, Apuiarés, Tejuçuoca, Itapajé, Irauçuba, Umirim, São Luís do Curu (no médio Curu); e São Gonçalo do Amarante, Paraipaba e Paracuru (no baixo Curu) (Ceará, 2009).

O rio Curu apresenta uma área total estimada em 8.600 km², com suas nascentes nas serras do Céu, da Imburana e do Lucas, no município de Canindé. Sua foz localiza-se na divisa dos municípios de Paracuru e Paraipaba (Brandão; Freitas, 2014). O rio Canindé tem suas nascentes no Maciço de Baturité e assume papel relevante no contexto da bacia hidrográfica do Curu, pois é o principal afluente da sua margem direita.

Segundo Soares (2006), a paisagem da bacia hidrográfica do Curu foi transformada a partir da intervenção antrópica por meio da retirada da vegetação natural e substituição pela agricultura de subsistência e perenização de trechos dos rios, através da construção de reservatórios de água superficial.

Os reservatórios de água desempenham importante papel no controle de inundações e na crescente demanda de água potável para seres humanos, para animais de criação,

aquacultura e agricultura (Gunkel, 2019b). A bacia hidrográfica do rio Curu caracteriza-se pelo alto nível de açudagem, possuindo 818 reservatórios. Os açudes Pentecoste e General Sampaio são responsáveis por aproximadamente 70% do volume de acumulação dessa bacia (Ceará, 2009).

Assim como na maioria dos municípios do Ceará, a limitação da disponibilidade hídrica é um problema recorrente em Pentecoste, agravada pela seca iniciada em 2011. Como medida de mitigação da seca está à construção de açudes e perfuração de poços. Segundo Dantas e Rodrigues (2015) o processo de açudagem tem a intensão de proporcionar o desenvolvimento da região nordeste através da disponibilidade hídrica para as atividades agrícolas, industriais e serviços, além do abastecimento humano.

Os açudes do Ceará são divididos em pequeno, médio, grande e macro, sendo construídos pelo governo, por particulares e em regimes de cooperação. A COGERH (2008) estabelece uma classificação para os açudes de acordo com a capacidade volumétrica em: macro porte ($>$ que $750.000.000\text{m}^3$), grande porte (de $75.000.000$ a $750.000.000\text{m}^3$), médio porte (de $7.5000.000$ a $75.000.000\text{m}^3$) e pequeno porte (de $0,5$ a $7.5000.000\text{m}^3$). Os açudes de pequeno porte são geralmente construídos para abastecer a população rural dos municípios cearenses, principalmente para o uso consumo humano e dessedentação animal.

Em Pentecoste, resalta-se três açudes de grande porte, Pereira de Miranda, Caxitoré e Sítios Novos. O açude Pereira de Miranda, denominado por alguns órgãos de Pentecoste, é o único totalmente inserido no município, foi construído pelo DNOCS em 1957 apresenta 2.840 km^2 de área de drenagem e a bacia hidráulica possui 5.700 ha com capacidade de armazenamento de $360.000.000\text{ m}^3$ (COGERH, 2021).

O açude Caxitoré encontra-se parcialmente inseridos em Pentecoste, apresenta uma área de drenagem de 1.430 km^2 e a bacia hidráulica possui 4.574 ha com capacidade de armazenamento de $202.000.000\text{ m}^3$. O açude Sítios Novos também se encontra parcialmente inseridos em Pentecoste, apresenta uma área de drenagem de 446 km^2 e a bacia hidráulica possui 2.010 ha com capacidade de armazenamento de $126.000.000\text{ m}^3$ (COGERH, 2021). O quadro 11 especifica as características técnicas dos três açudes de grande porte do município de Pentecoste.

Quadro 11: Características técnicas dos principais açudes de Pentecoste, CE.

AÇUDE	MUNICÍPIO	CAPACIDADE	SISTEMA	RIO BARRADO
Pentecoste	Pentecoste	360.000.000 m ³	Curu	Rio Canindé
Caxitoré	Umirim-Pentecoste	202.000.000 m ³	Curu	Rio Caxitoré
Sítios Novos	Caucaia-Pentecoste	126.000.000 m ³	Metropolitana	Rio São Gonçalo

Fonte: COGERH (2021).

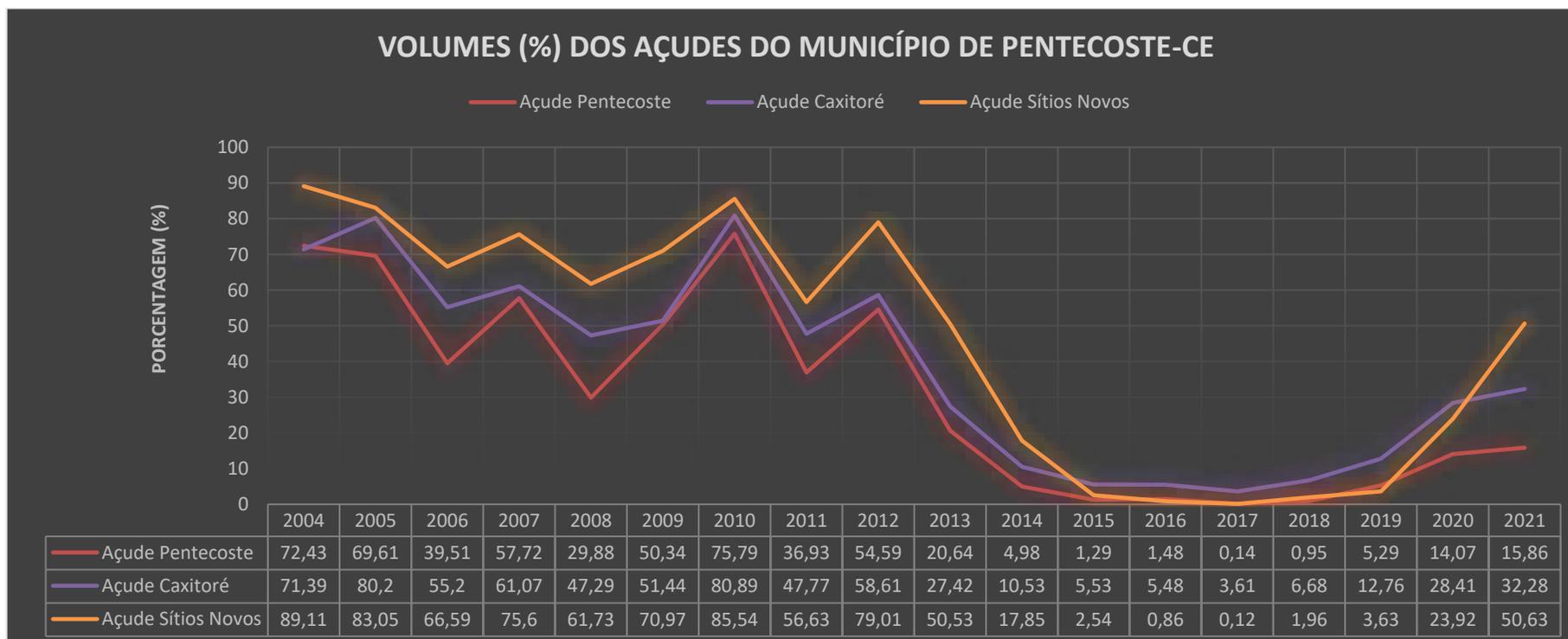
O açude Pentecoste é o principal reservatório de grande porte do município por ser o único totalmente inserido em Pentecoste, e tratar-se da principal fonte de oferta hídrica para as diversas atividades econômicas e consumo humano e dessedentação animal. Segundo Oliveira (2009) o açude Pentecoste é responsável pelo controle das cheias do rio Canindé e riacho Capitão-Mor, auxiliando na perenização do rio Curu pela irrigação das terras à jusante, bem como propicia o desenvolvimento da piscicultura e o aproveitamento das culturas à montante.

Em função da grande variação do escoamento fluvial e do longo período de ausência de lâmina d'água, a construção de açudes surge como uma alternativa para acumular água e garantir o suprimento hídrico nos longos períodos de estiagens (Farias, 2015).

Na última década, a escassez hídrica tem afetado significativamente as atividades desenvolvidas nos mais diferentes setores econômicos da região semiárida brasileira. O baixo índice pluviométrico registrado e, conseqüentemente, a baixa recarga dos reservatórios, causaram, por exemplo, suspensão do fornecimento de água para irrigação, redução da disponibilidade hídrica para abastecimento humano e dessedentação animal (Lopes, 2016, p. 69).

A oferta hídrica dos reservatórios do Ceará tem diminuído bastante com o período de seca iniciado em 2011. No período de 2004 a 2021 (Gráfico 1), o açude Pentecoste diminuiu consideravelmente seu volume, em 2010 obteve o maior armazenamento, 75,79%. No período de 2014 a 2019 apresentou os menores valores, com destaque para o ano de 2017 que obteve o menor volume, 0,14%. O açude Caxitoré em 2010 obteve o maior volume de armazenamento, 80,89% e, de 2015 a 2018, diminuiu drasticamente com valores de 5,53%, 5,48%, 3,61% e 6,68%, respectivamente. O açude Sítios Novos, em 2014, apresentou 89,11% do volume armazenado, maior valor para a série analisada. De 2015 a 2019 obteve os menores valores, com destaque para o ano de 2017 com 0,12% da capacidade de armazenamento. A redução dos volumes dos açudes do município de Pentecoste tem agravado a situação da qualidade da água desses corpos hídricos.

Gráfico 1: Volume dos açudes do município de Pentecoste, CE (2004-2021).



Fonte: GGERH (2021). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

A água utilizada para o abastecimento de Pentecoste advém principalmente do açude Pereira de Miranda, numa demanda de 65 L/s, sendo distribuída na zona urbana do município pela empresa CAGECE (ANA, 2018). Na zona rural do município prevalece, para o consumo humano, a água de cisternas, poços e caminhões-pipa que são distribuídos para a população local.

Tendo em vista, os usos múltiplos da água e a importância desse recurso para a segurança hídrica e vida das populações, a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) realiza o monitoramento da qualidade da água dos reservatórios do Ceará e lançou um estudo com o resultado desse acompanhamento nos últimos 12 anos (2008 a 2020), através de análises de amostras de água coletadas nos açudes Pentecoste, Caxitoré e Sítios Novos. Os dados disponibilizados pela COGERH (Prancha 2) demonstram um processo de eutrofização dos açudes que compromete a qualidade da água e demanda estratégias de melhoria e recuperação desses recursos.

A eutrofização é ocasionada pela carga de nutrientes destinada aos açudes do NEB, especialmente de nitrogênio (N) e fósforo (P). As principais fontes de poluidoras que causam a eutrofização dos reservatórios do Ceará são: a) as descargas de esgotos domésticos e industriais; b) afluência de partículas de solos contendo nutrientes, em decorrência de erosão hídrica; c) presença de gado, principalmente no entorno do reservatório; e d) exploração de piscicultura intensiva no espelho d'água do açude (Paulino; Oliveira; Avelino, 2013; COGERH, 2021).

Os efluentes domésticos contêm altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, favorecendo o processo de eutrofização quando lançados “in natura” nos ecossistemas aquáticos (Jarvie; Whitton; Neal, 1998). A eutrofização é um processo dinâmico que ocorre geralmente em ambientes lênticos, ou seja, que apresentam águas paradas ou com movimento lento ou estagnado. Esse processo altera a qualidade da água e provoca uma série de prejuízos a biodiversidade aquática e aos seus usos múltiplos (Lima; Monteiro, 2015).

A COGERH analisou os parâmetros Nitrogênio, Fósforo, Clorofila, Cianobactérias e Transparência dos três açudes de grande porte de Pentecoste e classificou os reservatórios em quatro classes: oligotrófica, mesotrófica, eutrófica e hipereutrófica (Quadro 12). Essa classificação, refere-se ao estado trófico que corresponde ao enriquecimento por nutrientes das águas e seu efeito, relacionado ao crescimento excessivo das algas ou infestação de macrófitas aquáticas (Ceará, 2009; COGERH, 2021).

Quadro 12: Descrição do estado trófico dos açudes.

ESTADO TRÓFICO	DESCRIÇÃO
Oligotrófico	Possuem águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes
Mesotrófico	São águas com profundidade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	São os corpos de água com alta produtividade, com redução da transferência em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferência nos usos múltiplos
Hipereutrófico	Águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

Fonte: COGERH (2021).

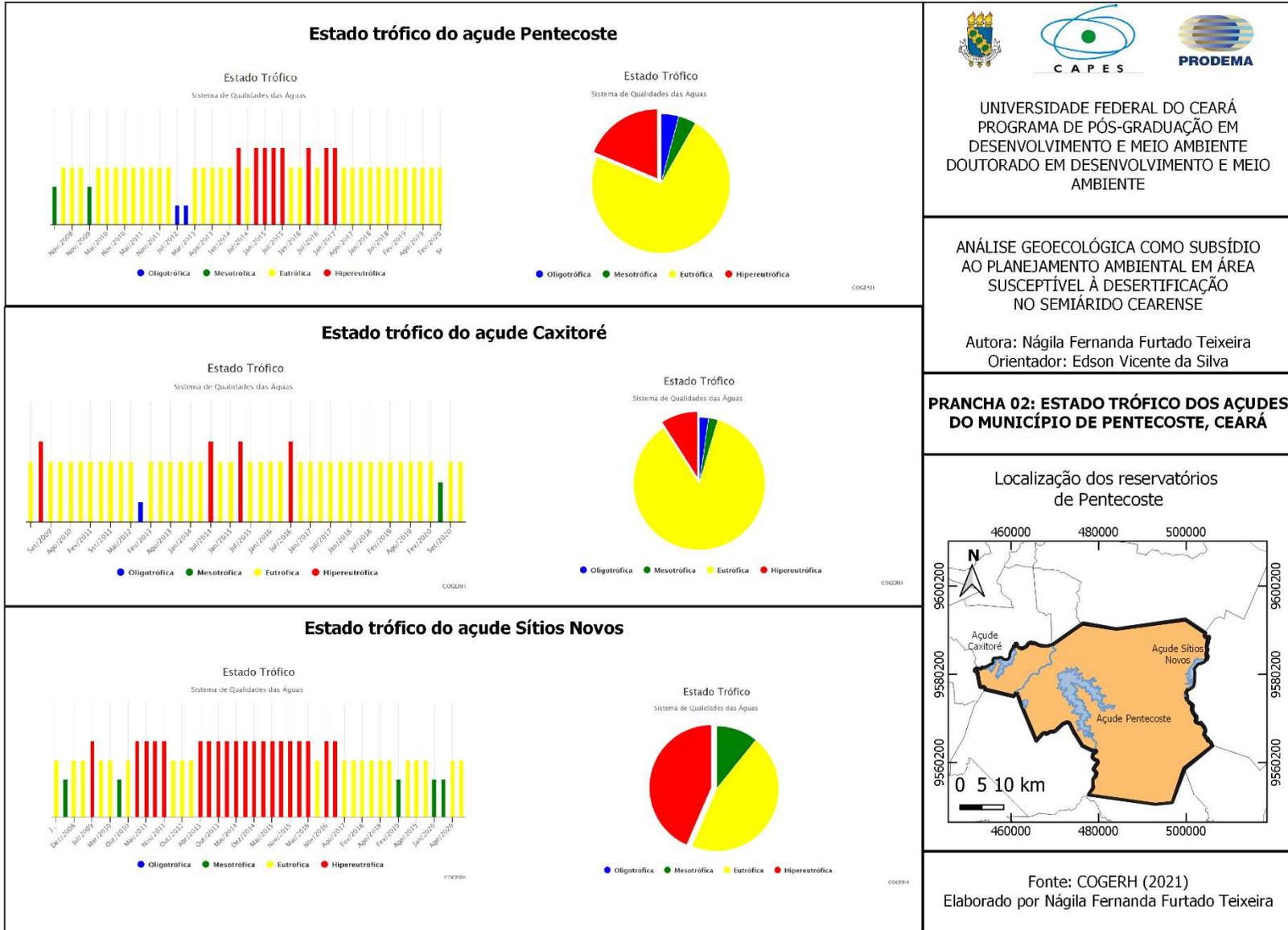
Se compararmos os valores dos parâmetros cianobactérias, clorofila e fósforo total (Tabela 3), com a resolução do CONAMA 357/05 que estabelece as condições e os padrões de qualidade das águas, concluiremos que as concentrações desses indicadores estão acima do permitido e classificados como normal para os três açudes do município.

Tabela 3: Parâmetros do estrato trófico dos açudes do município de Pentecoste, CE.

PARÂMETROS						
Açudes	Data	N Total (mg N/L)	P Total (mg P/L)	Clorofila (Mg/L)	Cianobactérias (Células/mL)	Transparência (m)
Pentecoste	09/12/20	1,263	0,068	48,00	573,404	0,82
Caxitoré	03/12/20	1,050	0,033	24,00	152,553	1,16
Sítios Novos	04/11/20	0,875	0,033	19,59	170,782	0,80

Fonte: COGERH (2021).

Ao analisar os dados de estado trófico dos três açudes de Pentecoste (Prancha 2) na série histórica (2008-2020) percebe-se que o estado mais crítico ocorre no açude Sítios Novos, enquadrado como hipertrófico. Os açudes Pentecoste e Caxitoré estão classificados como eutróficos. Destaca-se que essas duas classes representam açudes em processo de eutrofização, ou seja, apresentam águas com elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes que compromete a qualidade do recurso hídrico para os usos múltiplos, principalmente o consumo humano e animal, e que pode provocar a mortandade das espécies de peixes, prejudicando a piscicultura, importante atividade econômica do município de Pentecoste.



Quanto à salinidade dos açudes do município de Pentecoste, Ceará (2009) destaca que os reservatórios pertencentes a bacia hidrográfica do rio Curu apresentam concentrações de cloretos inferiores a 250 mg/l, valor dentro do tolerado pelo Ministério da Saúde para consumo humano, com exceção dos açudes Caracas e Salão. Levando-se em consideração as características de salinidade para irrigação, as águas dos reservatórios se classificam de salinidade alta.

Outra importante forma de abastecimento de água nos sertões do NEB é o uso das cisternas de placas construídas através do Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido: 1 Milhão de Cisternas Rurais-P1MC coordenado pela Articulação no Semiárido-ASA. Em Pentecoste as cisternas fazem parte da paisagem na zona rural, atualmente totalizam-se 1.350 cisternas de placa (Figura 9) com capacidade de armazenar 16 mil litros de água, cada uma, que permite o abastecimento doméstico da população (ASA, 2021).

Figura 9: Cisternas de placa na zona rural de Pentecoste, CE.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2020).

A construção de cisternas de placa no NEB para o armazenamento de água da chuva para consumo humano é uma ferramenta de políticas de convivência com a seca através de uma tecnologia simples e barata que melhoram a qualidade de vida dos sertanejos.

Recursos hídricos subterrâneos

Os recursos hídricos subterrâneos dependem do substrato geológico e das condições climáticas que alimentam os aquíferos através da precipitação. Em Pentecoste o sistema hidrogeológico é do tipo fissural, também denominado de cristalino, com características hidrogeológicas que dependem dos fatores tectônicos dúcteis e/ou rúpteis, predominando o rúptil, provocando o surgimento de fraturas e/ou falhas responsáveis pelo armazenamento e circulação das águas subterrâneas e, a partir daí, sua expressão como aquífero. Apresenta porosidade intersticial e permeabilidade primárias são consideradas praticamente nulas, impossibilitando um comportamento aquífero deste meio. É tido como um aquífero livre somente nas zonas fraturadas, que são potencialmente capazes de terem armazenamento e circulação de água, com porosidade e permeabilidade ditas secundárias por faturamento (Ceará, 2010; Brandão; Freitas, 2014).

O embasamento cristalino apresenta rochas com pouca capacidade de impermeabilidade contribuindo para a pouca possibilidade de captação de água dos seus aquíferos. As reservas mais significativas, relacionam-se a ocorrência de falhas e fraturas, que em muitos casos dispõem de águas impróprias ao consumo devido à grande concentração de sais, principalmente o sódio, presente em quantidade elevada na constituição mineralógica das rochas cristalinas (Zanella, 2007).

O aquífero em rocha cristalina, também chamado de fissural estão em áreas de rochas metamórficas, sendo as zonas de fraturas, os únicos condicionantes da ocorrência de água nestas rochas. Destaca-se que a recarga destas fraturas ocorre através dos rios e riachos que estão encaixados nestas estruturas, o que ocorre somente no período chuvoso (FUNCEME, 2015).

A escassez hídrica do sertão, fruto das características climáticas do NEB, demandam estratégias para garantir a disponibilidade de água, como a utilização das águas subterrâneas através da perfuração de poços. No sertão do NEB, a utilização de águas subterrâneas de poços tubulares é uma alternativa ao abastecimento d'água, porém, há uma grande limitação na utilização desses poços para enfrentamento da escassez hídrica, que é o elevado teor de sais dissolvidos (Silva *et al*, 2007; Fernandes *et al*, 2010; Santos *et al*, 2011).

A exploração das águas subterrâneas é importante para complementar o abastecimento em Pentecoste por meio de poços tubulares (Figura 10a). Segundo dados do

Plano Estadual de Recursos Hídricos-PLANERH, encontram-se 157 poços tubulares no município que possibilita a oferta hídrica a maioria das comunidades rurais (Ceará, 2009).

Pentecoste participa do Programa Água Doce desenvolvido pela SRH do Ceará que atende 8 comunidades: Rancho dos Moços; Bandeira/Inchú; Lagoa do Cedro/Riacho dos Marfins; Boa Vista; Sítio do Meio; Salgado do Cosmo Chagas; Lagoa de dentro e Jurema/Aroeiras com sistemas de dessalinização permitindo o acesso à água de boa qualidade para consumo humano (Figura 10b).

Figura 10: Forma de exploração das águas subterrâneas em Pentecoste, CE.



Legenda: a - Poço na zona rural de Pentecoste, CE; b - Projeto dessalinizador do Programa Água Doce na zona rural de Pentecoste, CE.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2020).

Neves (2017), ao realizar uma pesquisa sobre a qualidade da água dessalinizadas dos poços tabulares de Pentecoste, destaca que o rejeito produzido pelos dessalinizadores apresentam elevadas concentrações de sódio que são despejadas no solo ou em lagoas próximas as localidades com o equipamento. Esse descarte indiscriminado do rejeito no ambiente pode provocar a salinização do solo e recursos hídricos e gerar problemas ambientais no município.

É importante destacar que o sódio é altamente solúvel e ao ser carregado pelas chuvas podem se acumular nos açudes e riachos. No período seco, as altas taxas de evaporação concentram o sódio e outros sais nesses reservatórios, podendo tornar a água, em casos mais extremos, impróprias ao uso humano, animal e na produção de culturas de subsistência e para comercialização.

3.2 Contexto socioeconômico

O diagnóstico ambiental eficaz ao planejamento, perpassa pelo detalhamento das condições socioeconômicas da área de estudo, com a descrição análise aspectos demográficos, atividades econômicas, condições de educação, saúde e saneamento básico. Destaca-se também, a importância de compreender o processo histórico de ocupação do município para viabilizar ordenamento das condições de uso favoráveis e que não causem danos ao ambiente e a população local.

Nessa perspectiva, o presente capítulo realiza uma caracterização histórica e socioeconômica de Pentecoste a partir dos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Secretaria de Educação do Ceará (SEDUC), Secretaria de Saúde do Ceará (SESA/CE), Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), informações coletadas junto às secretarias municipais de Pentecoste, artigos, livros, dissertações e teses sobre a área de estudo.

3.2.1 Aspectos históricos e demográficos

A formação territorial dos sertões nordestinos foi impulsionada por fatores econômicos, voltadas, principalmente ao binômio gado e algodão, assim surgiram os primeiros núcleos rurais e urbanos, deixando graves sequelas, dentre elas o extermínio das comunidades indígenas, a servidão dos “escravos livres” e depauperamento dos recursos naturais, sobretudo solos e vegetação (Guerra; Souza; Lustosa, 2009).

Segundo Queiroz e Queiroz (2012), os primeiros núcleos de população no sertão do Ceará se deram através da expansão das fazendas de criação de animais que vinham desde a Bahia. Soma-se a esse grupo, os colonos do litoral que obtiveram cartas sesmarias e deram continuidade a ocupação rumo ao interior. Sobre esse tema, Pinheiro (2015) apresenta que essa expansão para o sertão ocorreu no final do século XVII, tendo como um dos principais objetivos, expulsar os povos nativos e ampliar a atividade pecuária.

O processo de colonização do Ceará está diretamente relacionado aos ciclos econômicos da pecuária e cultivo de algodão. As áreas escolhidas, inicialmente, para as plantações e pecuária eram próximas aos rios, devido a maior disponibilidade hídrica. O desenvolvimento dessas atividades está relacionado com as condições naturais semiáridas e de solos, o que favoreceu o aumento das pastagens de gado, e as secas constantes contribuíram para o avanço da cotonicultura (Cezário, 2019).

As planícies fluviais foram os principais atributos naturais para o processo de formação territorial dos sertões. Em virtude do declínio da zona açucareira, vão brotando correntes migratórias para os sertões, seguindo as pastagens naturais e o caminho das águas, pois eram os elementos essenciais para o desenvolvimento da pecuária, que foi naquele período (por volta do século XVIII), no curso da ocupação inicial e formação do território, a principal atividade econômica dos sertões do Nordeste (Andrade, 1986).

Segundo Guerra, Sousa e Lustosa (2012) impulsionada pela pecuária surgiram os primeiros aglomerados populacionais, chamados de vilas e com o desenvolvimento da agricultura e em alguns casos a cotonicultura transformaram-se as vilas em cidades. Essas atividades econômicas iniciaram as transformações na paisagem natural do sertão através, principalmente, do desmatamento da caatinga.

De acordo com Soares (2006), a fixação da população na Bacia do rio Curu ocorreu através das fazendas e vilas com predominância de atividade agro-pastoril. Destaca-se que a pecuária foi primordial para o povoamento do território nordestino a partir do século XVIII, período histórico da colonização, e se perpetua até os dias atuais como uma das principais atividades econômicas desenvolvidas no semiárido cearense e no município de Pentecoste, objeto de estudo da presente pesquisa.

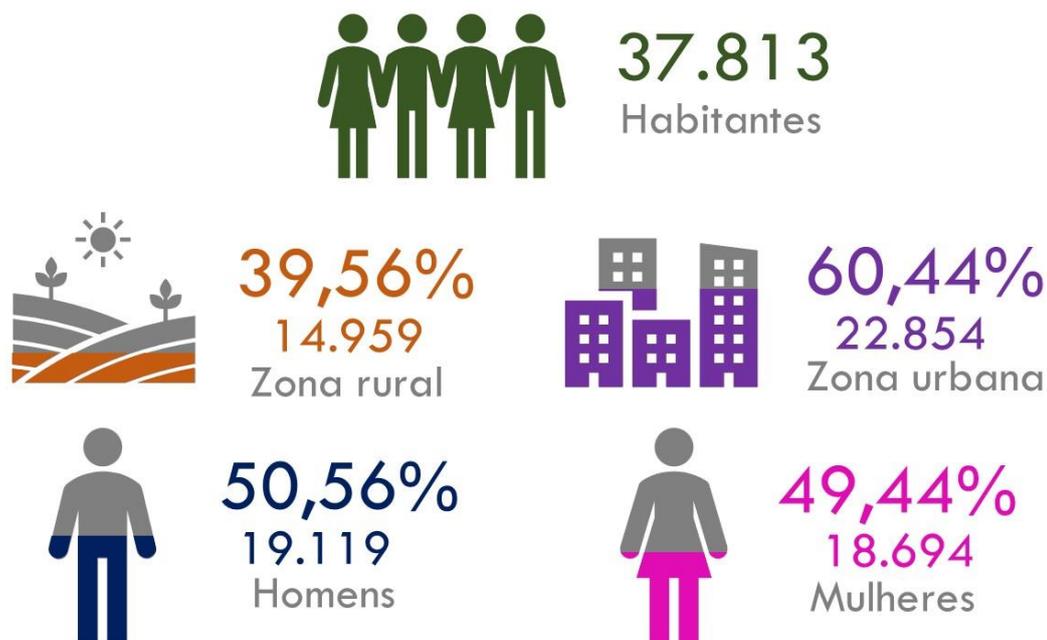
Pentecoste, conhecido como terra do peixe, teve sua ocupação iniciada a partir da instalação de fazendas para criação de gado no século XIX, as primeiras propriedades se localizavam próximo aos rios Curu e Canindé devido as melhores condições de solo e disponibilidade hídrica para o desenvolvimento das atividades primárias. Os moradores das fazendas juntamente com Bernardino Gomes Bezerra construíram uma capela dedicada à Nossa Senhora da Conceição, que posteriormente tornou-se padroeira do município, e no ano de 1864, no domingo de Pentecoste realizou-se a primeira missa na capela (IBGE, 2021).

Com o povoamento e desenvolvimento de atividades agrícolas e a pecuária, transformou-se em vila em 1873 e passou a se chamar Pentecoste em referência a data da realização da primeira missa. Em 1938, por meio do decreto nº. 448 de 20 de dezembro, torna-se município com quatro distritos entre eles General Sampaio e Apuiarés que em 1956 se desmembram de Pentecoste para se tornarem municípios independentes. No ano de 1963, inclui-se mais dois distritos e a partir de 1968 Pentecoste passa a apresentar a configuração atual com quatro distritos: Pentecoste (sede), Matias, Porfírio Sampaio e Sebastião de Abreu (IBGE, 2021).

Aspectos demográficos

O município apresenta 35.400 habitantes (Figura 11), 21.394 como população urbana e 14.006 como população rural. Destes, 17.899 são homens e 17.501 são mulheres, em meio a uma densidade demográfica de 25,68 hab/km² (IBGE, 2022). Esse dado representa um aumento de 6,06% em comparação com o Censo de 2010, que era 35.400 habitantes.

Figura 11: Dados demográficos de Pentecoste.



Fonte: IBGE (2022). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

De acordo com Costa (2014) as zonas urbanas são atrativos para a concentração populacional devido à oferta de serviços e empregos em detrimento do campo, que por falta de investimento e políticas públicas para convivência com o semiárido, tende a ser o local de migração. Nessa perspectiva, fica evidente o êxodo rural dentro do município de Pentecoste, em que muitos habitantes dos distritos migram para a sede municipal em busca de melhores condições de vida, oportunidades e acesso a ofertas de empregos, estudos e infraestruturas que as localidades rurais do município não dispõem.

Destaca-se que a sede do município de Pentecoste concentra os equipamentos urbanos e de serviços: posto de saúde, escolas, delegacia, restaurantes, fábricas de calçados, lojas, supermercados, bancos, fórum, Igreja matriz de Nossa Senhora da Conceição, mercado e áreas de lazer como praças e ginásio. Na sede, encontra-se o Centro de Pesquisas Ictiológicas Rodolpho Von Ihering, inaugurado em 1985 que produz alevinos utilizados em projetos de peixamento nos reservatórios do NEB, desenvolvidos pelo

DNOCS. Segundo Borghetti (2003 apud Sá, 2013) Rodolpho Von Ihering foi um biólogo brasileiro, considerado o pai da piscicultura porque desenvolveu uma técnica para induzir a desova dos peixes criados em viveiros. Na década de 1930, iniciou-se o povoamento dos açudes públicos do NEB, que passaram a armazenar água e servir para a pesca pelas populações ribeirinhas.

Os demais distritos: Matias, Sebastião de Abreu e Porfírio Sampaio representam a zona rural do município e possuem limitada oferta de infraestrutura, equipamentos e serviços, sendo, muitas vezes, difícil o acesso a alguns setores destes distritos devido as estradas carroçais no período chuvoso. No distrito de Matias, destaca-se a Fazenda Experimental Vale do Curu da Universidade Federal do Ceará, com 823 hectares, destinada ao ensino e à pesquisa do curso de agronomia da UFC, contando com a presença de setores de horticultura, bovinocultura, ovinocaprino cultura e fruticultura.

A arquitetura de Pentecoste mudou com o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico da região Vale do Curu, principalmente a sede municipal que abriga a maioria da população e as melhores condições de infraestrutura, fruto da indústria de calçados Paquetá, instalada no início dos anos 2000. Embora tenha havido transformações no estilo das construções e reformas nos prédios históricos de Pentecoste, muitos ainda guardam semelhanças e retratam os períodos pretéritos típicos de cidade do interior do Ceará. Na prancha 3, podemos observar a arquitetura de Pentecoste nas décadas de 1950-1960 e compará-la a configuração atual.

Açude Pereira de Miranda (1959 e 2021)



Centro comercial - mercado municipal (1962 e 2021)



Igreja Nossa Senhora da Conceição (1958 e 2021)



Fórum de Pentecoste (1960 e 2021)



Hospital de Pentecoste - Hospital e Maternidade Regional Vale do Curu (1959 e 2021)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM ÁREA SUSCEPTÍVEL
 À DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Autora: Nágila Fernanda Furtado Teixeira
 Orientador: Edson Vicente da Silva

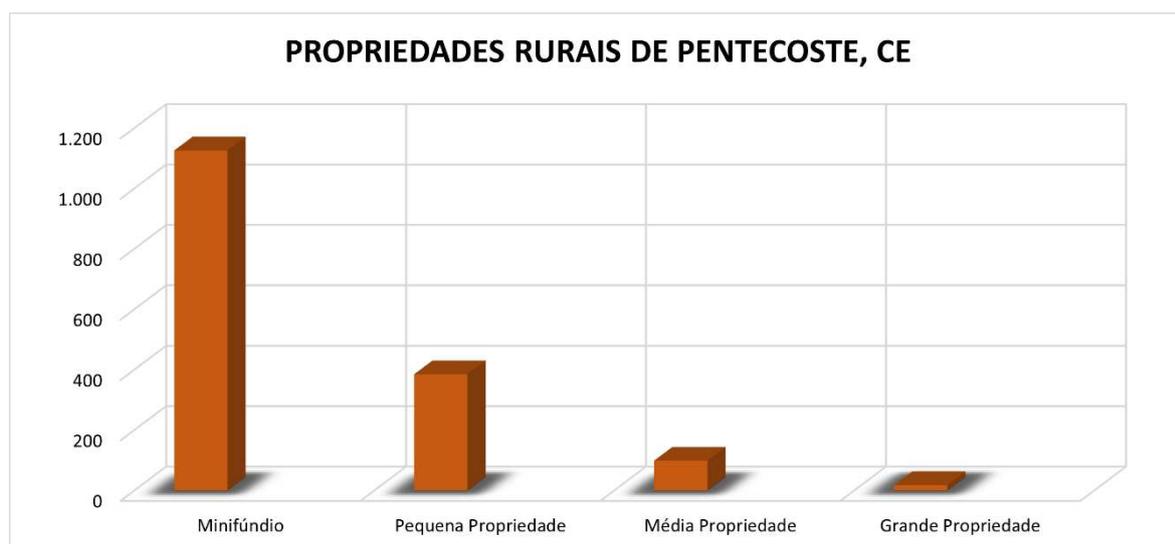
PRANCHA 03: ARQUITETURA DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ
(1950-1960 e 2021)

Fonte: Fotos antigas foram obtidas do IBGE e fotos atuais obtidas em trabalho de campo.
 Elaborado por Nágila Fernanda Furtado Teixeira

De acordo com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária-INCRA (2016), Pentecoste possui três assentamentos rurais federais: Erva Moura, criado em 28 de dezembro de 1995, atualmente contém 199 famílias em uma área de 7369.4672 hectares; Barra do Leme, criado em 18 de novembro de 1996, possui 88 famílias que ocupam 3348.762 hectares e Lagoa Grande, criado em 30 de dezembro de 1997 com 38 famílias atualmente em uma área de 1609.4525 hectares.

Segundo Oliveira (2019), a forma de distribuição e acesso à terra no Brasil foi desigual desde o período colonial, tornando como marca da estrutura fundiária brasileira, a concentração de terra. O quadro fundiário de Pentecoste é formado por 1.628 propriedades rurais (Gráfico 2), a grande maioria, 1.126 estabelecimentos, são minifúndios; 385 enquadram-se como pequenas propriedades; 99 são médias propriedades e 18 são grandes propriedades que ocupam extensas áreas do município (INCRA, 2018).

Gráfico 2: Estrutura fundiária de Pentecoste, CE.



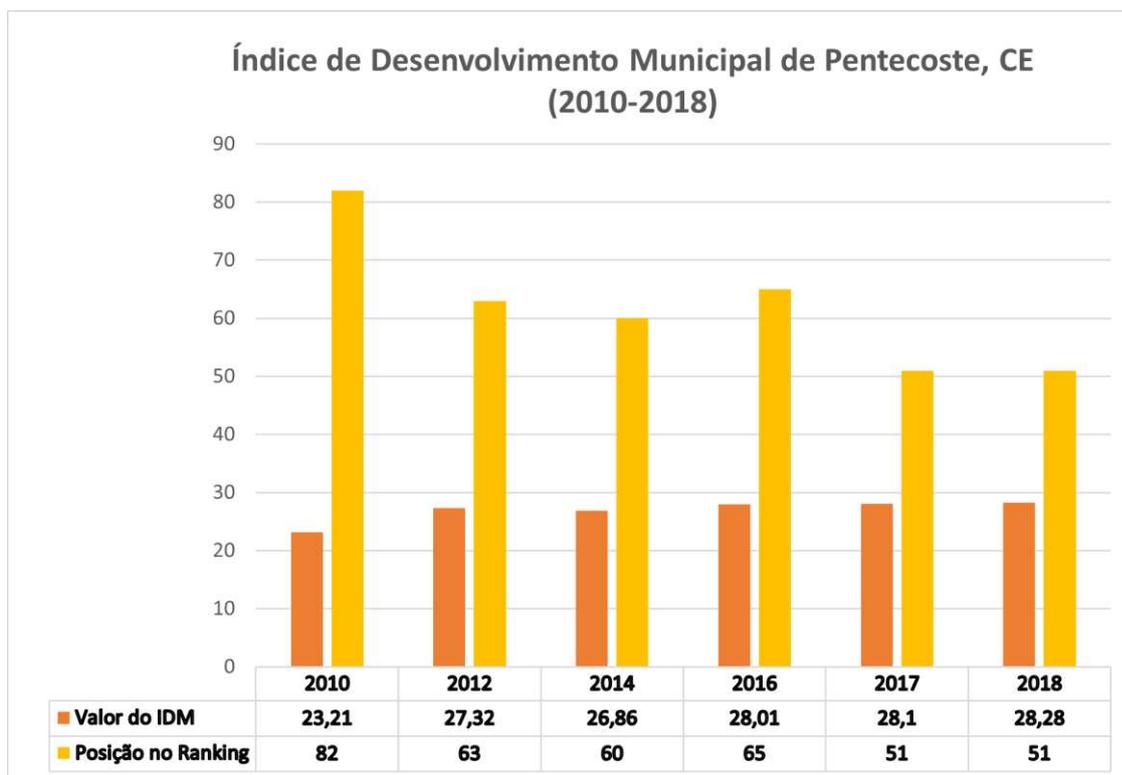
Fonte: INCRA (2018). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Salienta-se que embora a maioria das propriedades rurais, 1.126, sejam de agricultores familiares que desenvolvem atividades primárias em minifúndios, esses ocupam 17.802.709 hectares, enquanto as 18 grandes propriedades rurais totalizam 33.209.402 hectares, fato esse que demonstra o caráter concentrador da propriedade à terra no município de Pentecoste.

Outro indicador importante para entendermos as características socioeconômicas de Pentecoste é o Índice de Desenvolvimento Municipal-IDM. Esse informativo é medido pelo IPECE e mensura os níveis de desenvolvimento alcançados pelos municípios

cearenses, utilizando um conjunto de trinta indicadores abrangendo quatro grupos: fisiográficos, fundiários e agrícolas; demográficos e econômicos; infraestrutura de apoio; e sociais (Ceará, 2009). Analisando os dados de 2010 a 2018 (Gráfico 3) percebe-se que o IDM de Pentecoste melhorou, evidenciando um salto positivo nos indicadores usados para mensurar o valor final do índice. Em 2010, Pentecoste apresentou valor de 23,21, ocupando a 82ª posição dentre os 184 municípios do Ceará. Em 2012, foi para a 63ª posição no ranking, com 27,32 e em 2018 está na 51ª posição com 28,28 (IPECE, 2019).

Gráfico 3: Índice de Desenvolvimento Municipal-IDM de Pentecoste, CE (2010-2018)



Fonte: IPECE (2019). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Segundo dados do Censo Demográfico do IBGE (2010), Pentecoste apresenta 26,41% da população identificada como extremamente pobre, com renda média mensal *per capita* de até 70,00 reais. A maior parte desses habitantes encontra-se na zona rural do município e necessita de auxílios do Governo Federal para garantir a renda e a sobrevivência como o Bolsa Família e Seguro Safra.

Segundo o IDACE (2019) 4.365 beneficiários recebem o Bolsa Família no município. Esse programa destina-se as famílias em situação de pobreza e extrema pobreza, compostas por crianças com idade entre zero e quinze anos e/ou gestantes. Considera-se pobre ou extremamente pobre a unidade familiar cuja renda per capita mensal

seja igual ou inferior a R\$ 120,00 e R\$ 60,00, respectivamente. O benefício varia de acordo com a renda e a composição familiar (Tavares, 2010).

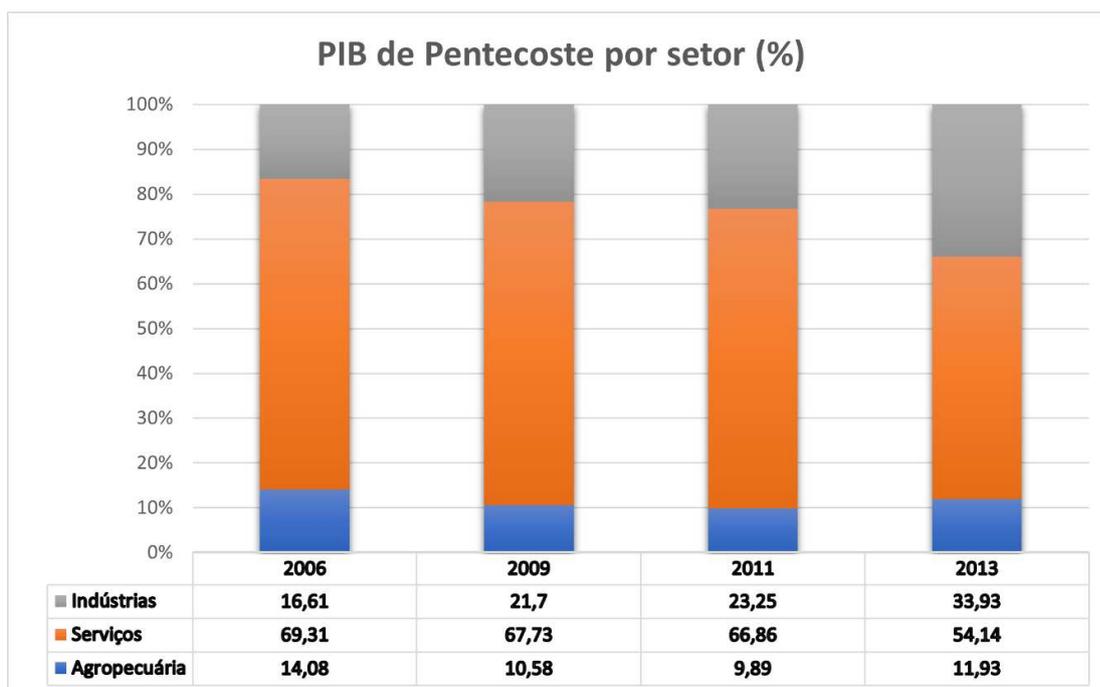
Segundo dados da Secretaria de Desenvolvimento Agrário-SDA do Ceará (2016), o Seguro Safra beneficiou 6.394 pessoas ao oferecer o benefício aos agricultores familiares de Pentecoste. O Seguro Safra é um importante programa assistencialista para a zona rural, pois ajuda a repor o capital perdido nas plantações não colhidas e criações mortas por falta de água e insumos (Sousa *et al*, 2015).

Essa ajuda destina-se aos agricultores familiares que perderam cerca de 60% da produção de algodão, milho, feijão e arroz. Os beneficiários devem possuir uma renda inferior a um salário-mínimo e meio, área plantada de até dez hectares e não podem explorar área maior do que quatro módulos fiscais. O agricultor pode receber o benefício que é de R\$ 600,00 por família, realizado em até seis parcelas mensais (Ozaki, 2005).

3.2.2 Atividades produtivas

Quando se verifica o Produto Interno Bruto-PIB municipal (2006-2013) que corresponde a soma de todos os bens e serviços finais produzidos em Pentecoste, percebe-se o destaque do setor de serviços com a maior participação em todos os anos analisados (Gráfico 4).

Gráfico 4: Produto Interno Bruto de Pentecoste, CE (2006-2013).



Fonte: IPECE (2016). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Ao analisarmos os dados do PIB perceberemos que ao longo dos quatro anos informados o setor de serviços diminuiu consideravelmente, passando de 69,31% em 2006 para 54,14% em 2013. A agropecuária representava 14,61% do PIB em 2006 e apresentou diminuição ao longo da série analisada, passando a corresponder a 11,93% em 2013. Em contrapartida, o setor industrial cresceu ao longo dos anos e em 2013 participava com 33,93% do PIB do município. Esse fato reflete a chegada de fábricas de calçados em Pentecoste, fruto dos incentivos fiscais para instalação de filiais no interior do Ceará.

A economia de Pentecoste relaciona-se às atividades primárias, agricultura, criação de rebanhos e extrativismo vegetal nos distritos rurais; atividades secundárias com a indústria de calçados e terciárias através do comércio e serviço, mais presentes na sede municipal.

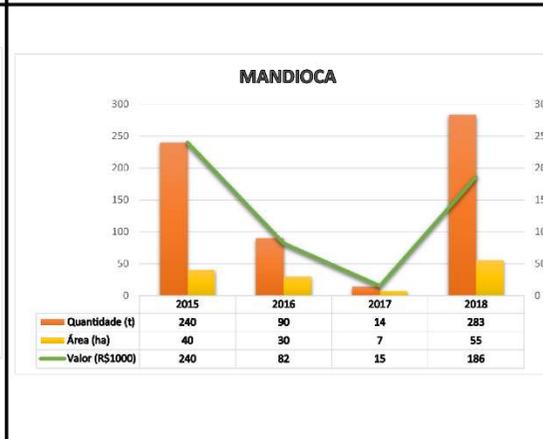
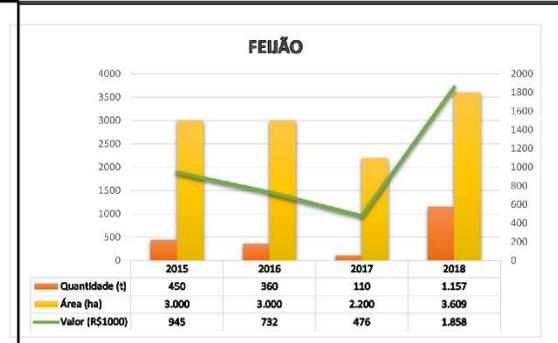
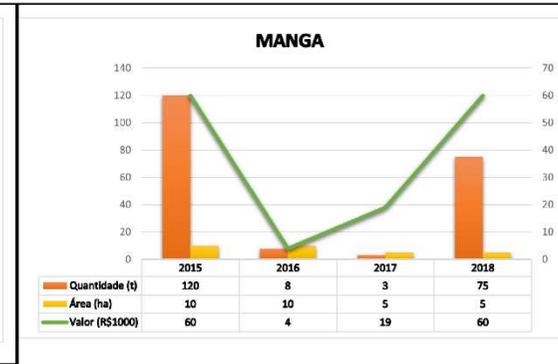
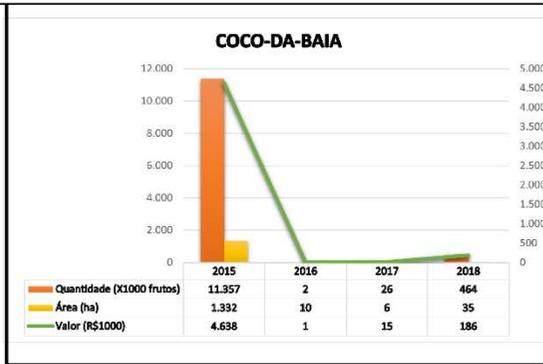
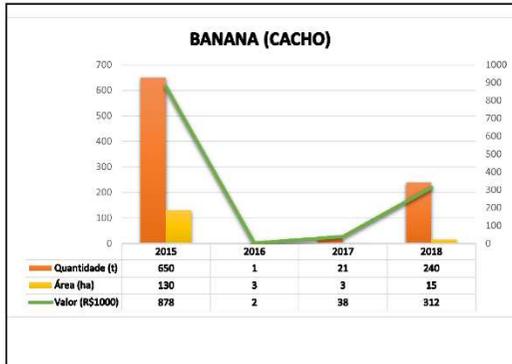
Atividades primárias

Com relação à agricultura, analisou-se os dados da Produção Agrícola Municipal elaborados pelo IBGE (2015-2018) sobre a quantidade produzida por ano; a área colhida e o valor da produção que corresponde a rentabilidade econômica. As culturas permanentes são de longo ciclo, ou seja, que permitem colheitas sucessivas, diferente das culturas temporárias que necessitam que um novo plantio por apresentarem ciclos curtos, geralmente inferiores a um ano.

Os gêneros mais cultivados na lavoura permanente de Pentecoste são: banana, castanha de caju, coco-da-baía, manga e mamão (Prancha 3). A produção mais expressiva ocorre na lavoura temporária com o cultivo de milho, feijão e mandioca que são desenvolvidas pelos agricultores familiares de Pentecoste.

Percebe-se que as menores produções foram em 2016 (Prancha 3). Tendo em vista que estamos analisando a produção agrícola municipal entre 2015 e 2018, o ano de 2016 apresentou uma das menores precipitações, 508,8 mm, diretamente relacionada com a seca que atingiu o estado do Ceará entre os anos 2010-2017. A falta de precipitação impacta a agricultura do município, principalmente as lavouras temporárias que dependem diretamente da irrigação natural através do regime das chuvas.

A lavoura permanente desenvolvida no perímetro irrigado do Vale do Curu, apresenta melhor desempenho nos períodos de estiagem se comparados aos cultivos temporários, mas também ocorre queda na produção devido a diminuição dos volumes dos reservatórios de Pentecoste que são as principais fontes de água para a agricultura irrigada.





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO
E MEIO AMBIENTE
DOCTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO
 AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM ÁREA SUSCEPTÍVEL À DESERTIFICAÇÃO
 NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Autora: Nágila Fernanda Furtado Teixeira
 Orientador: Edson Vicente da Silva

PRANCHA 04: PRODUÇÃO AGRÍCOLA, ÁREA COLHIDA E VALOR DA
PRODUÇÃO DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ (2015-2018)

Fonte: Produção Agrícola Municipal
 IBGE (2015, 2016, 2017, 2018)
 Elaborado por Nágila Fernanda Furtado Teixeira

A produção agrícola de Pentecoste foi beneficiada com alguns projetos do Governo do Estado por meio da Secretaria de Desenvolvimento Agrário (Ceará, 2016), com destaque para o projeto Hora de Plantar com a distribuição de sementes e mudas para o plantio de 2 até 10 hectares de caju, algodão, palma, mamona, mandioca ou milho. No município, foram beneficiadas 233 famílias de agricultores com o objetivo de melhorar a oferta de alimentos aos seus familiares e rebanho e a recuperação de áreas degradadas e desmatadas.

Bento *et al* (2017) ao estudarem os sistemas de produção de Pentecoste estabelece que no município existem três grupos de agricultores: i) os pecuaristas que desenvolvem atividades de cultivo e criação de animais; ii) produtores de coco, grandes agricultores, que desenvolvem atividades no perímetro irrigado com plantação de culturas e pecuária bovina e caprina e; iii) médios e pequenos produtores e agricultores em estado de subsistência que correspondem aos produtores rurais pouco ou em descapitalização.

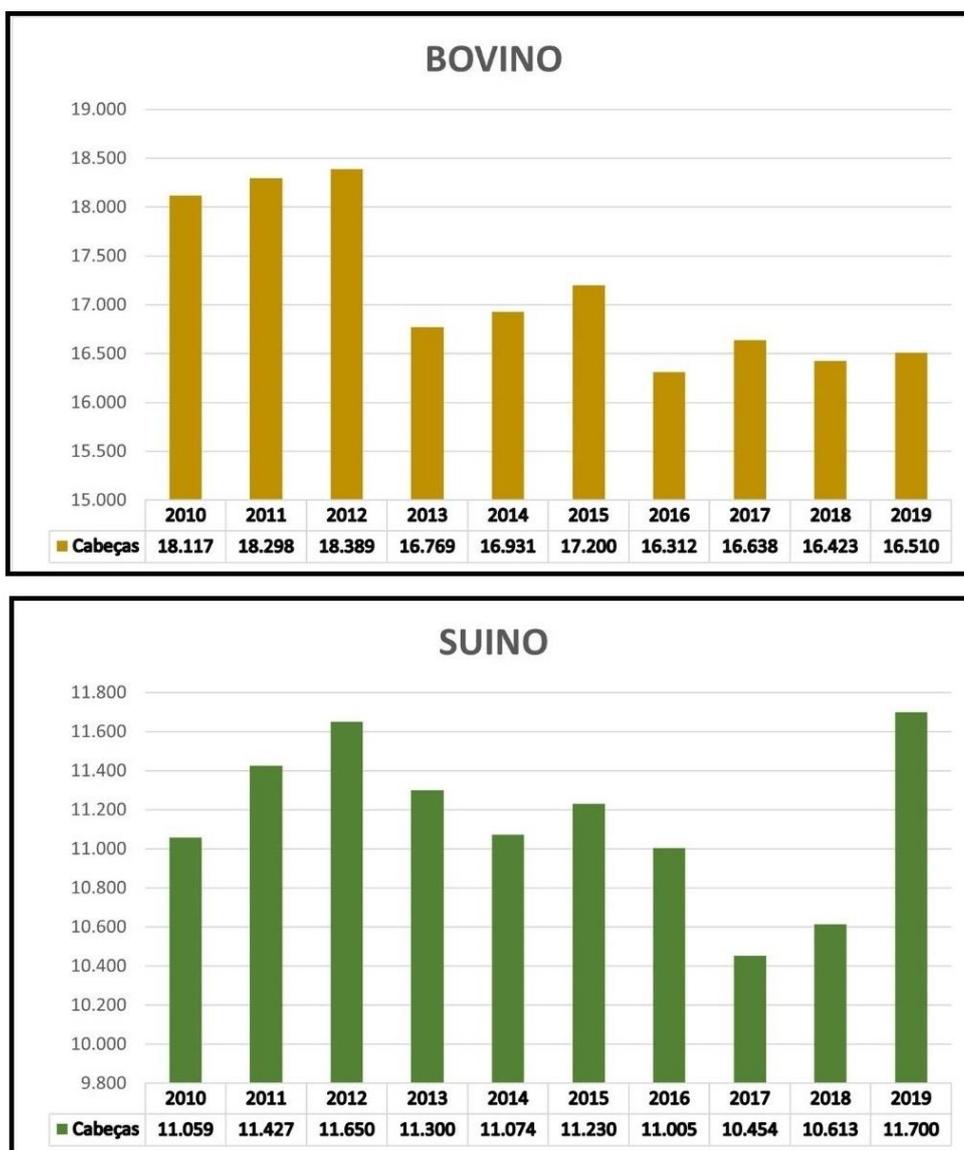
A pecuária exerce grande influência econômica, social e ambiental no sertão do NEB, mesmo diante das características de semiaridez, estrutura fundiária marcada pela concentração de terra e uso de técnicas rudimentares, essa atividade econômica é bastante desenvolvida e contribui para a garantia de renda da população sertaneja, no entanto provoca forte impacto ambiental no ambiente semiárido.

Em Pentecoste, a pecuária é uma importante atividade econômica desenvolvida na zona rural, segundo dados da Produção Pecuária Municipal elaborado pelo IBGE (2010-2019) a pecuária extensiva tem aumentado ao longo dos anos, mas apresenta leves declínios em anos específicos. O efetivo de bovino foi o rebanho que mais apresentou queda na série analisada, passando de 18.117 cabeças em 2010 para 16.510 em 2019. Em 2012, o município deteve a maior quantidade de bovinos, totalizando 18.389 cabeças e o menor valor foi registrado em 2016, com 16.312 cabeças de gado (Gráfico 5).

Segundo Cezário (2019), o efetivo bovino tem diminuído consideravelmente no semiárido cearense devido o maior custo para a produção de animais de grande porte em comparação com os caprinos e ovinos, que produzem os mesmos derivados, como carne, leite, couro e artesanato.

O efetivo de suíno apresentou crescimento no período de 2010 a 2012, mas nos anos seguintes registrou queda, passando de 11.300 cabeças em 2013 para 10.454 em 2017, menor efetivo de rebanho suíno registrado em Pentecoste. Nos dois últimos anos, houve aumento considerável, indo de 10.613 em 2018 para 11.700 em 2019 (Gráfico 5).

Gráfico 5: Evolução do rebanho de bovino e suínos de Pentecoste (2010-2019).



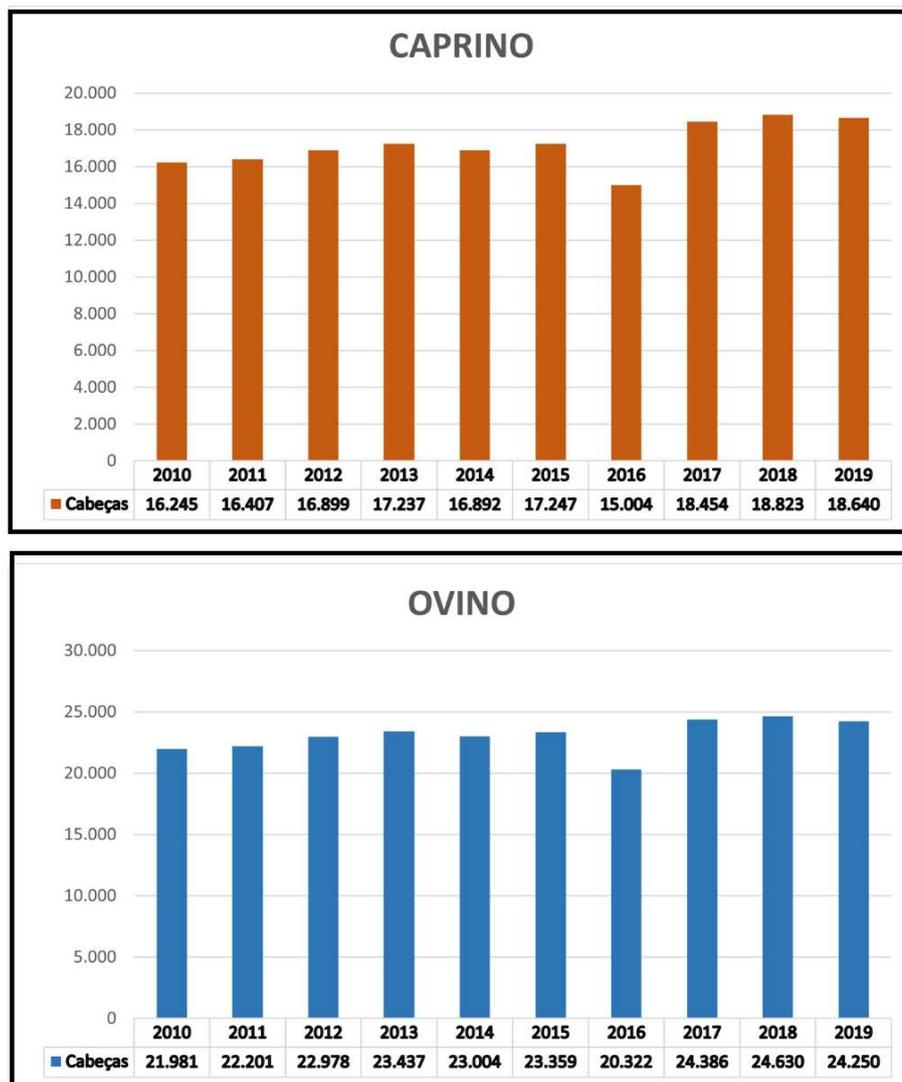
Fonte: IBGE (2019). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Os ovinos e caprinos tem aumentado ao longo dos anos devido aos incentivos e projetos para o desenvolvimento da ovinocaprinocultura elaborados pela Secretaria de Desenvolvimento Agrário do estado do Ceará. Destacam-se os projetos: Inclusão Social através da Caprinocultura Leiteira e Fortalecimento da Ovinocaprinocultura no Sertão.

Em Pentecoste o rebanho de caprinos apresentou forte crescimento, registrando em 2010, 16.245 cabeças e em 2019, 18.640, aumento de mais de dois mil caprinos em 10 anos. A menor quantidade desse rebanho, foi registrada em 2016 com 15.004 cabeças. Os ovinos concentraram crescimento em todos os anos analisados, com exceção de 2016 que

apresentou o menor efetivo de rebanho de ovinos, com 15.004 cabeças (Gráfico 6). É importante destacar que o ano de 2016 apontou os menores valores de produção agropecuária, estando diretamente relacionada a reduzida precipitação e baixo volume dos reservatórios do município nesse ano, consequências do prolongamento da seca.

Gráfico 6: Evolução do rebanho de caprino e ovino de Pentecoste (2010-2019).



Fonte: IBGE (2019). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Salienta-se que o efetivo de rebanho também contém 218 búfalos, 19.610 cabeças de galinhas e 1.030 equinos. Quanto aos subprodutos da pecuária destacam-se a produção de leite de vaca, mel de abelha e ovos de galinha (Tabela 4). Esses gêneros são comercializados, geralmente, dentro do município e nas cidades vizinhas, nos mercados e feiras e complementam a renda do agricultor familiar, diversificando a quantidade de produtos e garantindo renda ao longo do ano.

Tabela 4: Produção de gêneros da pecuária de Pentecoste.

GÊNEROS	PRODUÇÃO	VALOR DA PRODUÇÃO (X1000 R\$)
Leite de vaca	2.402 mil litros	3.768
Mel de abelha	742 Kg	10
Ovos de galinha	263 mil dúzias	1.556

Fonte: IBGE (2017).

Segundo Coutinho et al (2013 apud Cezário, p. 99, 2019), a pecuária é uma atividade que cresce muito nos municípios sertanejos, pois a criação de animais possui maior resistência à seca, quando comparada às lavouras agrícolas, sendo um dos principais responsáveis pela garantia da segurança alimentar da população, geração de emprego e renda.

Os principais alimentos dados aos animais da pecuária são: milho, capim, pasto nativo da caatinga, ração, farelo e/ou palma forrageira. Essa última, é plantada pelos agricultores familiares e serve de complementação alimentar para os animais de criação, principalmente no período de estiagem.

O extrativismo vegetal em Pentecoste, concentra-se no aproveitamento dos carnaubais e na exploração da madeira para produção de lenha, carvão e a construção de cercas. O extrativismo da carnaúba com a retirada da palha e da cera ocorre nas planícies fluviais dos principais rios de Pentecoste. As fibras das carnaúbas são utilizadas para a confecção de chapéus-de-palha, cestos e demais artigos. A cera é vendida para a produção de cosméticos e o tronco da planta, em alguns casos, é utilizada para construção de cercas. Segundo dados do IBGE (2019), no município foram retirados 1 tonelada de fibra e cera de carnaúba que geraram um custo de produção de 2 e 6 mil, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Extração vegetal da carnaúba em Pentecoste.

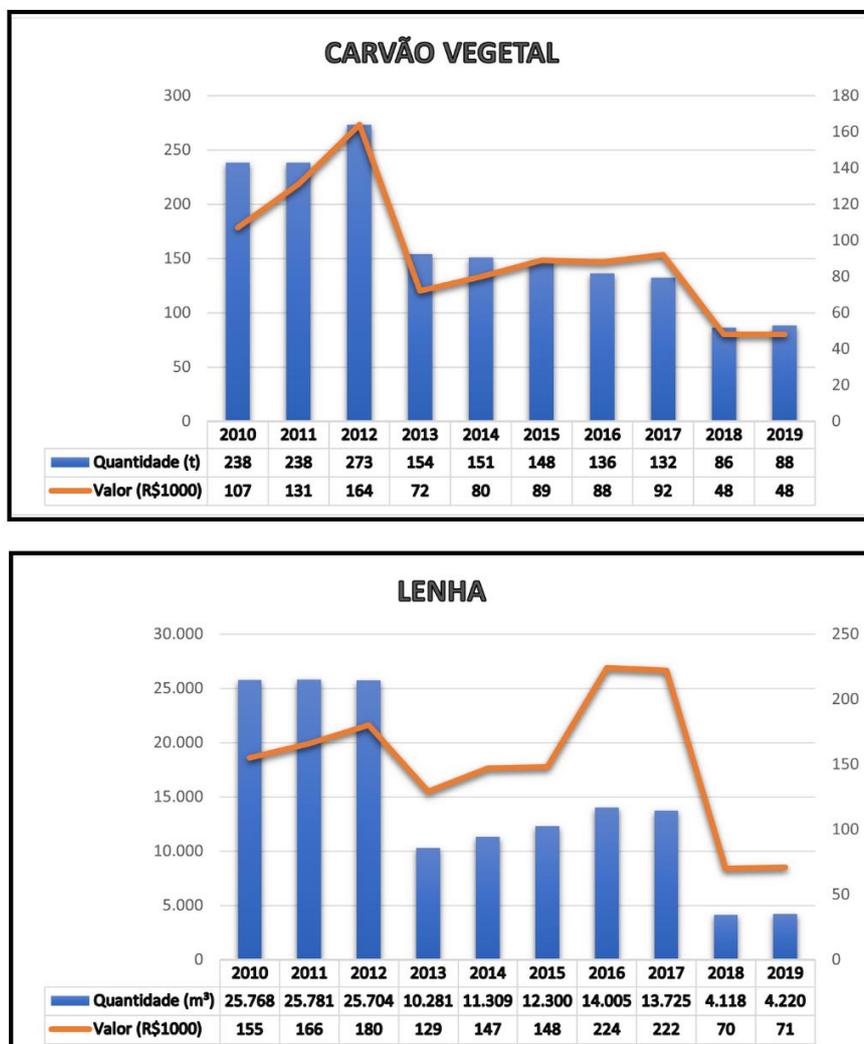
GÊNEROS	PRODUÇÃO	VALOR DA PRODUÇÃO (R\$)
Cera de carnaúba	1 ton.	6.000
Fibra de carnaúba	1 ton.	2.000

Fonte: IBGE (2019).

Para analisar o desempenho produtivo da lenha e do carvão, analisamos os dados da Produção da Extração Vegetal de Pentecoste elaborados pelo IBGE para os anos 2010 a 2019. A extração de madeira para a produção de carvão, cresceu de 2010 a 2012, passando de 238 toneladas nos dois primeiros anos a 273 toneladas de carvão vegetal em 2012, maior produtividade dentro da série analisada (Gráfico 7). Nos anos seguintes, a produção

de carvão vegetal só diminuiu, atingindo os menores patamares nos dois últimos anos, 2018 e 2019, com 86 toneladas e 88 toneladas de carvão produzidas, respectivamente.

Gráfico 7: Evolução da extração de madeira de Pentecoste (2010-2019).



Fonte: IBGE (2019). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Quanto à produção de lenha em Pentecoste (Gráfico 6), percebe-se que nos três primeiros anos a produtividade desse gênero se manteve estável, com praticamente a mesma quantidade. Em 2013 a produção de carvão, 10.281 m³, obteve uma queda brusca se comparado ao ano anterior que registrou 25.704 m³. Nos anos posteriores houve leve aumento na produção de lenha, mas em 2018 e 2019 a extração de lenha voltou a cair, atingindo os menores valores com 4.118 m³ em 2018 e 4.220 m³ de produção em 2019.

A extração de madeira no semiárido são muito comuns, na preparação da terra para o roçado, onde são retirados a vegetação e praticado a queimada para “limpar” a terra a fim de ocorrer a plantação das culturas temporárias. Essa madeira retirada transforma-se em

cercas, lenha e carvão vegetal, esses últimos são importantes fontes energéticas para os agricultores familiares que utilizam a lenha e/ou o carvão para usos próprios e vendem o excedente para as olarias, padarias e restaurantes da sede municipal. A queda na produtividade da lenha e carvão pode estar relacionado a diminuição do desmatamento, aumento do êxodo rural ou utilização de outras fontes energéticas pela população, como o gás.

Outras atividades econômicas que se destacam em Pentecoste são a pesca artesanal e a piscicultura com criação de peixes em tanques-redes no açude Pereira de Miranda. A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura destaca que piscicultura rural é fundamental para garantir a segurança alimentar, a geração de renda, o crédito e a redução da pobreza e a sustentabilidade ambiental (Martinez-Espinosa, 1994).

Monteiro, Norões e Araújo (2018) ao realizarem pesquisa sobre atividade pesqueira no município de Pentecoste, apresentam o seguinte cenário: a maioria dos pescadores, 53%, pesca de seis a sete dias por semana. A espécie capturada com maior frequência pelos pescadores é a tilápia 98%, seguida, pelo curimatã, 80%, pescada, 67%, piau, 56%, tucunaré, 53% e traíra, 52%. Os pescadores exercem sua atividade com maior frequência nos açudes de Pereira de Miranda, 100%, Caxitoré, 57%, e Orós, 46%. O produto da pescaria é destinado em sua maior parte à venda para intermediários, na feira livres do município e no mercado público (Tabela 6).

Tabela 6: Características da pescaria do município de Pentecoste.

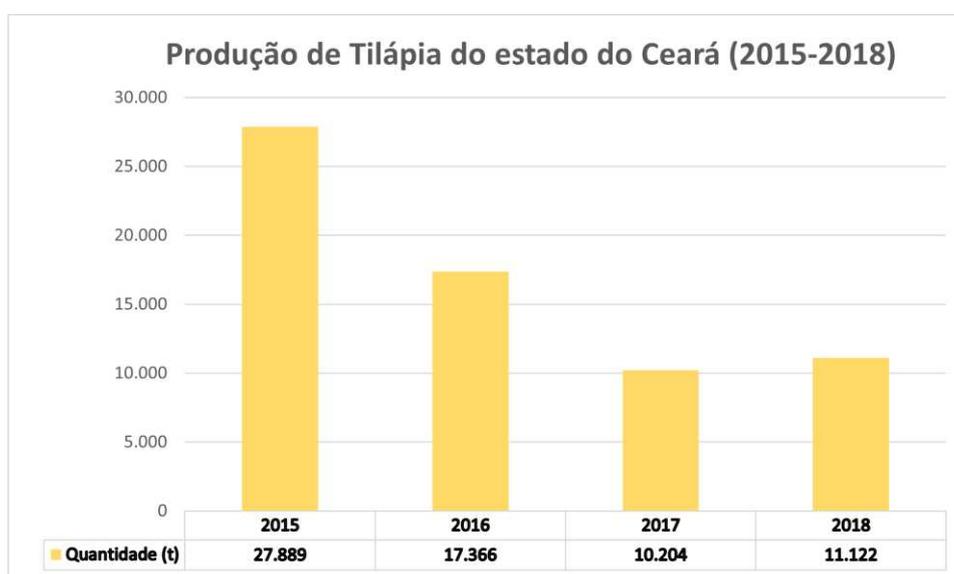
INDICADORES	%	INDICADORES	%
Frequência de pesca		Açudes	
Até 3 vezes por semana	11	Pereira de Miranda	100
De 4 a 5 vezes por semana	36	Orós	46
De 6 a 7 vezes por semana	53	Castanhão	4
Espécie de peixe capturada		Caxitoré	57
Tilápia do Nilo	98	Boqueirão	2
Tucunaré	53	Sítios novos	11
Curimatã	80	Serrota	21
Piau	56	Maranguapinho	1
Traíra	52	Locais de venda do pescado	
Pescada	67	A intermediário	88
Camarão	16	De casa em casa	4
Beru	33	No mercado/feira	22
Sardinha	3	Em supermercados	0
Branquinha	45	Outras localidades/municípios	0

Fonte: Monteiro; Norões; Araújo (2018).

A atividade de pesca artesanal e piscicultura em tanques-redes em Pentecoste foi fortemente impactada pela seca que atingiu o Ceará de 2010 a 2017, diminuindo consideravelmente o volume dos reservatórios, principalmente do açude Pereira de Miranda, o que provocou a diminuição da produção de peixes no município e no estado.

Segundo dados do IPECE (2020) a produção de tilápia, principal espécie capturada em Pentecoste, tem apresentado queda no estado do Ceará (Gráfico 8). Em 2015 a produção de tilápia foi de 27.889 toneladas, passando a 17.366 toneladas no ano seguinte e 11.122 toneladas em 2018. Ao longo dos 4 anos analisados, a produção de tilápia do Ceará foi fortemente reduzida, com queda de 16.767 toneladas.

Gráfico 8: Produção de Tilápia do estado do Ceará (2015-2018).



Fonte: IPECE (2020). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Atividades secundárias e terciárias

A atuação das indústrias em Pentecoste é considerada moderada se comparada com outros municípios sertanejos, representando 33% do PIB em 2013. No entanto, se concentra na indústria de transformação, localizadas na sede municipal, com ênfase na área de calçados.

Seguindo a tendência brasileira de interiorizar as indústrias, migrando esse setor da economia para os municípios do interior do estado onde os custos e a mão de obra são reduzidos, Pentecoste recebeu no início dos anos 2000, a indústria Paquetá Calçados Ltda. que atualmente representa, juntamente com os funcionários públicos da prefeitura, os principais empregos formais do município.

Segundo Amora (2007) a industrialização cearense sofreu uma reestruturação e se desenvolveu mais fortemente a partir da década de 1990 ao oferecer benefícios fiscais que atraíram indústrias têxteis, de calçados e vestuário. É nesse contexto que a indústria de calçados cresceu e foi dinamizada adquirindo importância no perfil industrial do estado.

A Paquetá é a maior indústria presente em Pentecoste (Figura 15b), sendo uma filial da empresa industrial com sede no Rio Grande do Sul. Destaca-se que essa indústria apresenta filiais em várias cidades do NEB, sendo quatro em municípios do Ceará: Pentecoste, Uruburetama, Itapajé e Apuiarés. A Paquetá, tem produção diária de 15 mil pares de calçados femininos, esportivos e infantil voltada para a exportação, principalmente para outros estados do Brasil e países da Europa e gera 1800 empregos diretos no município.

Outra indústria de calçado de Pentecoste é a Serrota Calçados Ltda, localizada no distrito de Sebastião de Abreu é uma pequena indústria que fabrica, por mês, 4,5 mil solados que são fornecidos a Paquetá e geram 177 empregos diretos.

De acordo com os dados do Anuário Estatístico do Ceará (2017) em Pentecoste sobressaem as empresas indústrias de transformação (Tabela 7). Totalizam-se 45 indústrias dividido em seis gêneros de transformação, em que a maioria das empresas, 16 se enquadram em vestuário, calçados ou artefatos de tecido, seguido pela indústria de produtos alimentares que apresentam 15 unidades. As menos representativas são as indústrias dos gêneros de madeira e mobiliário com 2 unidades cada, seguida por 3 indústria metalúrgicas e 7 enquadrados no gênero de couro, pele e produtos similares.

Tabela 7: Indústrias de transformação de Pentecoste.

GÊNERO DE TRANSFORMAÇÃO	Nº DE INDÚSTRIAS
Metalurgia	3
Madeira	2
Mobiliário	2
Couros, peles e produtos similares	7
Vestuário, calçados e artefatos de tecido	16
Produtos alimentares	15

Fonte: Anuário Estatístico do Ceará (2017).

É importante salientar que a maioria dos empregos formais está relacionada a indústria de transformação e a administração pública, com 1.895 e 1.860, respectivamente, seguido pelo comércio com 411 trabalhadores formais e o serviço que emprega 135 pessoas na formalidade. A tabela 8 traz o número de empregos formais e os setores empregatícios de Pentecoste.

Tabela 8: Número de empregos formais de Pentecoste.

DISCRIMINAÇÃO	Nº DE EMPREGOS		
	Masculino	Feminino	Total
Indústria de transformação	1.009	886	1.895
Construção civil	10	-	10
Comércio	196	213	411
Serviço	77	58	135
Administração pública	667	1.193	1.860
Agropecuária	136		144

Fonte: IPECE (2017).

Com relação às atividades terciárias, destaca-se o comércio e os serviços mais representativos na sede municipal, por apresentar melhor infraestrutura com maior número de estabelecimentos comerciais voltados principalmente aos gêneros de calçados, vestuário, farmacêutico, eletrodomésticos e construção civil. Segundo dados do IPECE (2017), em Pentecoste existem 451 estabelecimentos comerciais varejistas (Tabela 8), a maior parte nos setores de vestuário e artigos de armarinho, com 141 comércios, seguido pelos 62 estabelecimentos de produtos alimentícios e 47 comércios de material de construção.

De acordo com a FUNCEME (2015) a atividade comercial tem se desenvolvido com maior força nos municípios sertanejos cearenses a partir dos anos de 2004 com a melhoria das condições econômicas do estado, com a relativa estabilidade da economia e redução da pobreza, o que proporcionou o aumento do poder aquisitivo da população, facilidade do acesso ao crédito e conseqüentemente, a elevação da capacidade de consumo da população dos municípios do Ceará.

O presente tópico traz um panorama das atividades econômicas desenvolvidas em Pentecoste, demonstrando a relação da população com os recursos naturais e as formas de uso para a geração de renda. A prancha 05 apresenta as principais atividades econômicas desenvolvidas no município.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
AMBIENTE

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO AO
PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM ÁREA SUSCEPTÍVEL
À DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Autora: Nágila Fernanda Furtado Teixeira
Orientador: Edson Vicente da Silva

PRANCHA 05 : ATIVIDADES ECONÔMICAS DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ

LEGENDA

- 1 - Caprinocultura
- 2 - Bovinocultura
- 3 - Piscicultura em tanque-redes
em açude de pequeno porte
- 4 - Agricultura de subsistência
- 5 - Fábrica de Calçados Paquetá Ltda
- 6 - Setor de serviços do município
com restaurantes, posto de gasolina
e comércios.

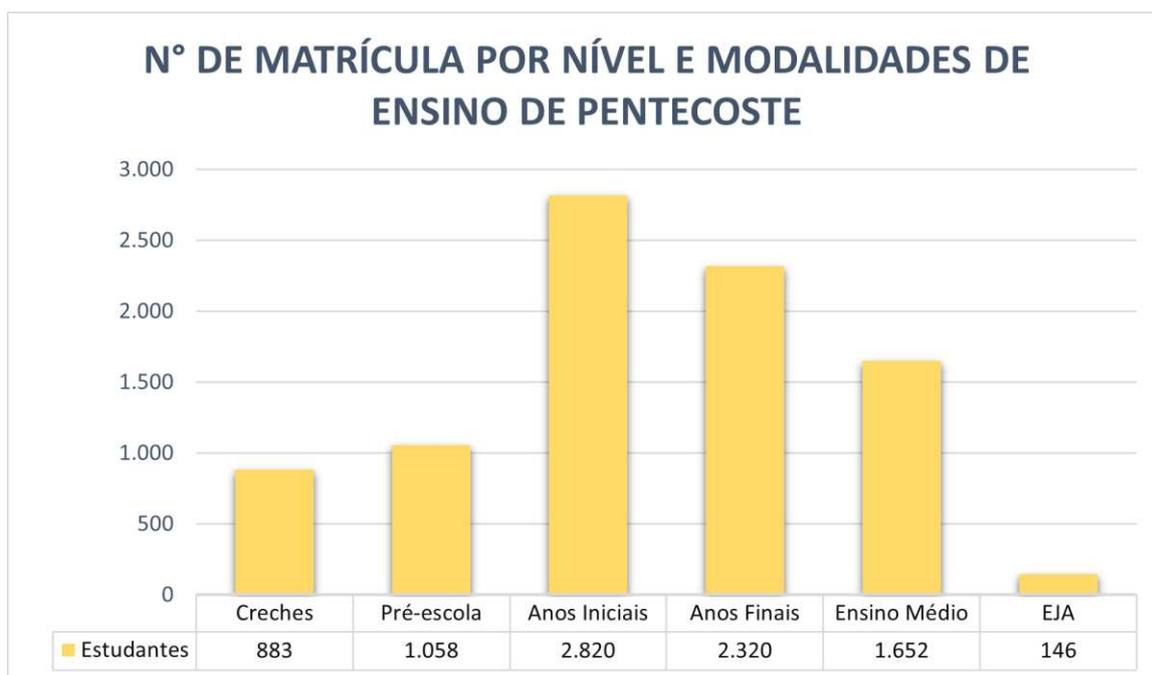
Fonte: Fotos obtidas em trabalho de campo.
Elaborado por Nágila Fernanda Furtado Teixeira

3.2.3 Educação e saúde

Com relação aos dados educacionais, Pentecoste tem: 3 escolas estaduais, 29 escolas municipais e 2 escolas particulares (INEP, 2020). As escolas estaduais, localizada na sede municipal ofertam apenas o nível médio, enquanto a rede municipal responde pela educação infantil, ensino fundamental e Educação de Jovens e Adultos-EJA. A escola particular oferece educação infantil e ensino fundamental.

O Censo escolar de 2020 do INEP apontou que Pentecoste possui 9.180 estudantes matriculados em escolas, sendo sua grande maioria no ensino fundamental, 5.140 alunos. O menor percentual refere-se à educação especial e EJA com 301 e 146 estudantes, respectivamente. O gráfico 9 apresenta os dados de matrículas por nível e modalidades de ensino do município.

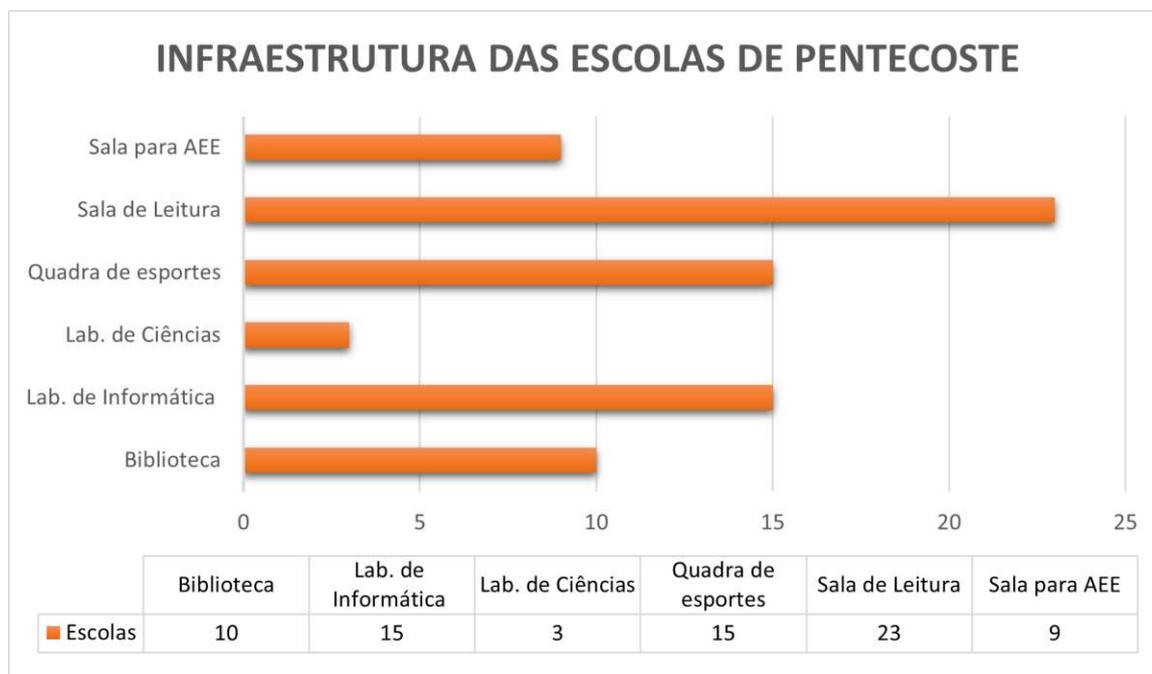
Gráfico 9: Matrículas por nível e modalidades de ensino de Pentecoste.



Fonte: INEP (2020). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

As escolas do município apresentam infraestruturas deficitária em relação ao número de dependências. Segundo o INEP (2020) apenas 10 escolas de Pentecoste têm bibliotecas e 9 possuem sala de Atendimento Educacional Especializado-AEE. Esses dados são ainda mais preocupantes quando observamos o número de escolas com laboratórios de ciências, apenas 8% de todas as escolas do município, ou seja, das 35 instituições de ensino de Pentecoste, apenas 3 apresentam essa dependência para os alunos e professores (Gráfico 10).

Gráfico 10: Infraestruturas das escolas de Pentecoste.



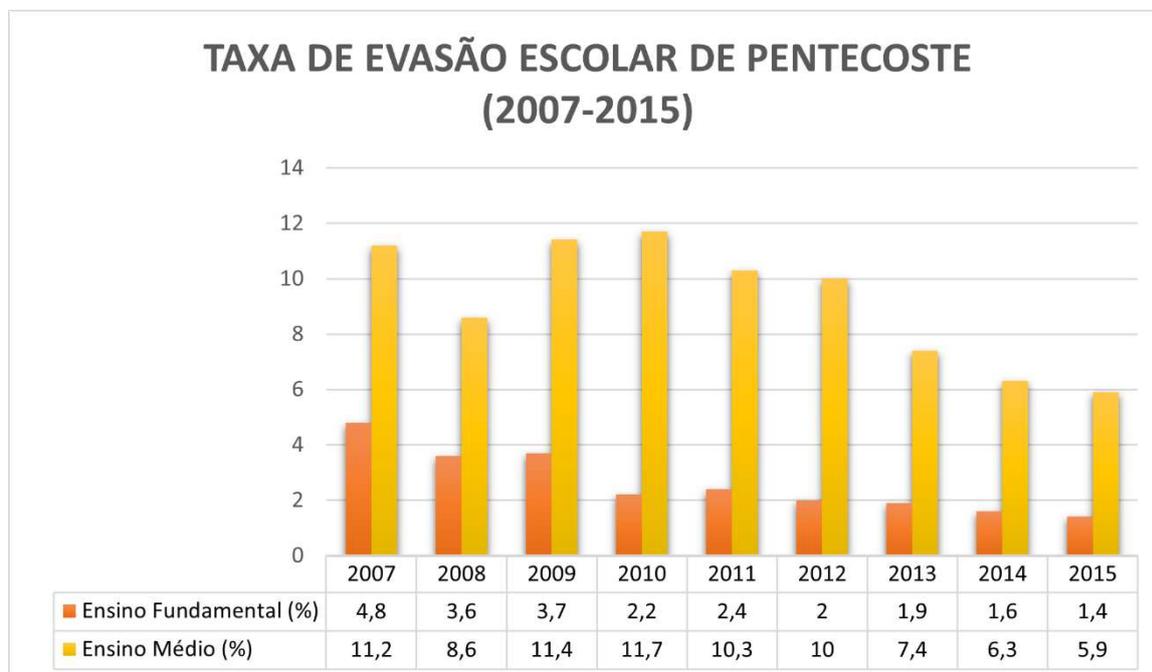
Fonte: INEP (2020). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Pentecoste conta com 339 professores, distribuídos nos diferentes níveis de ensino, apenas 4 professores trabalham na rede particular, o restante enquadra-se nas escolas públicas, 245 na rede municipal e 90 na estadual. Com relação aos indicadores educacionais, o município apresenta valores positivos, verifica-se que a escolarização líquida do ensino fundamental é maior do que o ensino médio, 86,7% e 72,3%, respectivamente, porém ambos representam valores favoráveis. O percentual de aprovação do ensino fundamental também é maior, 97,5%, enquanto o índice do ensino médio é 92,3% (IPECE, 2017).

Um dado importante que devemos observar é a porcentagem de alunos que abandonam a escola. Em 2015, 1,4% não concluíram o ensino fundamental e 5,9% não concluíram o ensino médio. Ao analisarmos a taxa de abandono dos níveis de ensino fundamental e médio de Pentecoste no período de 2007 a 2015 (Gráfico 11) percebemos que esses valores diminuíram consideravelmente, principalmente em relação a evasão escolar no ensino médio, que passou de 11,2% em 2007 para 5,9% em 2015. Esse dado representa um abandono menor que a taxa para o Estado que em 2015 foi de 7,3%. Os dados de evasão escolar dos estudantes de Pentecoste no ensino fundamental são melhores e demonstram que em 2007, 4,8% dos alunos não concluíam esse nível de ensino passando em 2015 para apenas 1,4% de evasão escolar. Essas melhoras nos indicadores de abandono

são reflexo de políticas públicas de apoio a continuação do aluno na escola, através do acompanhamento da frequência escolar, principalmente, relacionada aos estudantes beneficiários dos programas assistencialistas do governo como o Bolsa Família.

Gráfico 11: Taxa de evasão escolar de Pentecoste (2007-2015).



Fonte: IPECE (2017). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Com relação aos dados da rede pública de saúde, constata-se que em Pentecoste existem 23 unidades de saúde ligada ao Sistema Único de Saúde-SUS: O Hospital Regional e Maternidade do Vale do Curu; 1 Policlínica; 1 Unidade de Pronto Atendimento-UPA; 17 postos de saúde; 1 Unidade móvel pré-hospitalar representada pelo veículo do Serviço de Atendimento Médico de Urgência-SAMU; 1 Centro de Atenção Psicossocial-CAPS e 1 Unidade de Vigilância Sanitária.

Quanto aos profissionais de saúde que trabalham em Pentecoste, segundo o IPECE (2017) existem 38 médicos, 8 enfermeiros e dentistas, 4 profissionais de nível superior, 60 agentes comunitários de saúde e 45 outros profissionais de saúde de nível médio, principalmente técnicos de enfermagem (Tabela 9). Destaca-se que no município, existe carência de profissionais especialistas em pediatria, psiquiatria e radiologia. Vale destacar a importância dos agentes comunitários de saúde, principalmente nas localidades rurais mais distantes da sede municipal, pois são esses profissionais que realizam os primeiros atendimentos e acompanham as crianças menores nos seus primeiros anos de vida, fato esse que contribui com a diminuição da mortalidade infantil.

Tabela 9: Profissionais ligados ao SUS em Pentecoste.

PROFISSIONAIS DA SAÚDE	PENTECOSTE
Médicos	38
Dentistas	8
Enfermeiros	8
Outros profissionais de saúde/nível superior	4
Agentes comunitários de saúde	60
Outros profissionais de saúde/nível médio	45
Total	163

Fonte: IPECE (2017).

Quanto aos indicadores de saúde, destaca-se que segundo a Secretaria de Saúde do Ceará-SESA/CE, Pentecoste possui 1,1 médicos por mil habitantes, enquanto no caso dos profissionais dentistas a proporção é bem inferior, sendo 0,4 dentistas para cada mil habitantes do município. Se comparado com os dados para o Estado, o município apresenta um quadro de profissionais melhor e se compararmos a municípios vizinhos, Pentecoste também apresenta mais médicos e dentistas. Quanto ao número de leitos, o município em questão possui 1,4 leitos para cada mil habitantes, número inferior ao valor para o Estado que é 1,7 leito por mil habitantes.

A taxa de mortalidade infantil em Pentecoste é alarmante, entre os neonatais o número de óbitos é 10,5 para cada mil nascidos vivos, número superior a taxa do Estado que ficou em 8,8 para mil nascidos vivos. A taxa de mortalidade infantil pós-neonatal é igual ao valor para o Ceará, 3,5 óbitos para mil nascidos vivos, enquanto a mortalidade infantil em crianças menores de 1 ano de idade, no município, foi 13,9 para mil nascidos vivos, valor superior a taxa de 12,2 registrado para o Estado. A tabela 10 traz os principais indicadores de saúde do município em comparação com os dados do Estado.

Tabela 10: Indicadores de saúde de Pentecoste.

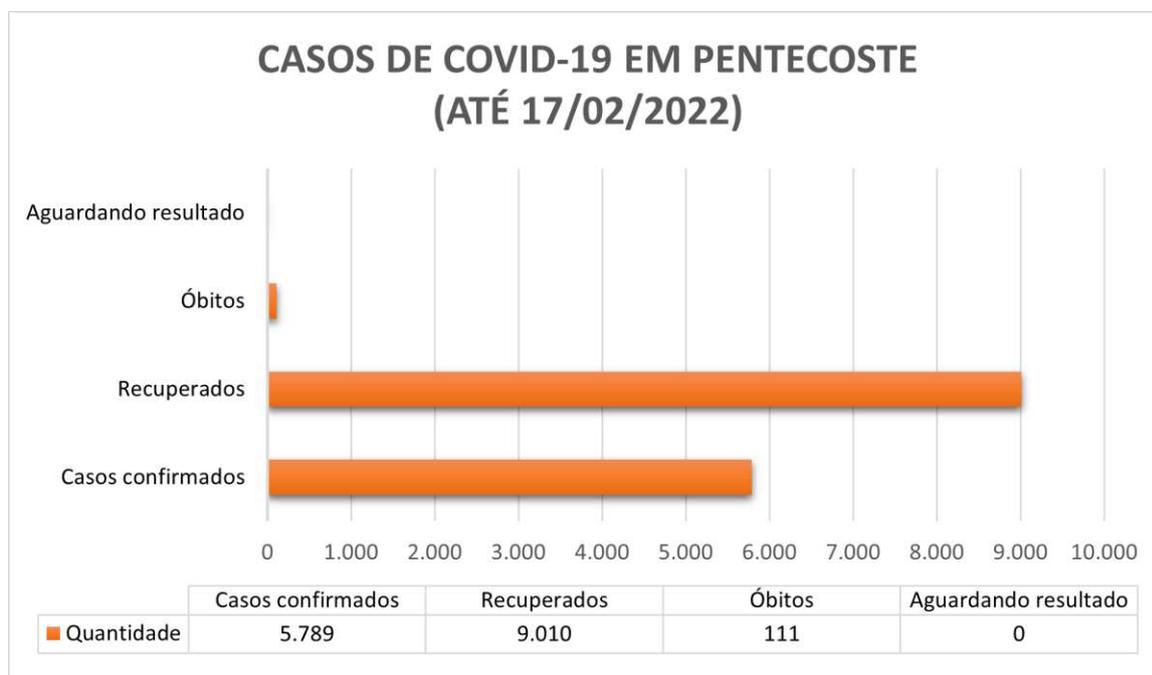
DISCRIMINAÇÃO	PENTECOSTE	CEARÁ
Médicos (1.000hab.)	1,1	1,4
Dentistas (1.000hab.)	0,4	0,3
Leitos (1.000hab.)	1,4	1,7
Taxa de mortalidade infantil (1.000 nascidos vivos)		
Neonatal	10,5	8,8
Pós-neonatal	3,5	3,5
Menores de 1 ano de idade	13,9	12,2

Fonte: SESA/CE (2014).

Ao abordar o tema saúde, não podemos deixar de tratar a questão da pandemia de COVID-19 que em 2020 atingiu o Brasil de forma violenta e provocou muitas mortes. Os dados da Prefeitura de Pentecoste em parceria com a SESA/CE indicam que até o dia 17 de

fevereiro de 2022, o município registrou 5.789 casos confirmados de COVID-19 com 111 óbitos e 9.010 recuperados (Gráfico 12).

Gráfico 12: Casos de COVID-19 em Pentecoste (Até 17/02/2022).

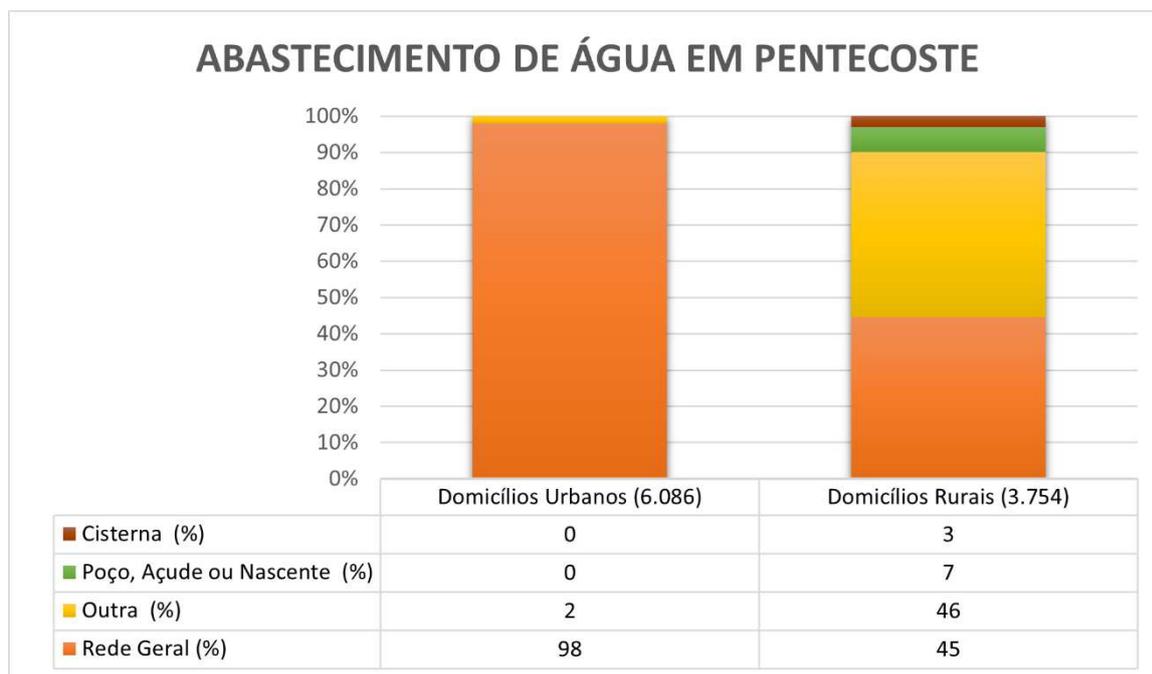


Fonte: Prefeitura de Pentecoste (2022). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

O saneamento básico é um importante tema ao analisarmos o quadro da saúde da área de estudo. Quanto ao aspecto de abastecimento de água, segundo o IBGE e o Programa Nacional de Saneamento Rural-PNSR (2010), 98% dos domicílios da sede do município dispõem de abastecimento pela rede geral da Companhia de Água e Esgoto do Ceará-CAGECE, enquanto 2% dos domicílios utilizam outra forma de abastecimento de água.

Nas demais localidades, situadas na zona rural, 45% são abastecidas pela rede geral da CAGECE, 46% utilizam outras formas de abastecimento, 7% têm acesso a água através de poços, açudes ou nascentes na propriedade e 3% são abastecidos através das águas da chuva coletas e armazenadas nas cisternas. O gráfico 13 traz um panorama dessa distribuição da água que abastece os domicílios urbanos e rurais de Pentecoste.

Gráfico 13: Abastecimento de água em Pentecoste.



Fonte: IBGE/PNSR (2010). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

O esgotamento sanitário no município é bem precário, de acordo com dados do IBGE/PNSR (2010) nos domicílios urbanos a maior parte do esgoto, 57%, é lançado em fossas rudimentares, apenas 28% são despejadas nas redes gerais de esgoto construídas pela CAGECE, 10% lançadas em fossas sépticas, 2% foram despejadas em valas e 3% desses domicílios não tinham banheiros. Na zona rural, a situação do esgotamento é ainda mais preocupante, pois não há rede geral de esgoto e 27% dos domicílios não possuem banheiro. Em 55% dos domicílios rurais, o esgoto é lançado em fossas rudimentares, 12% despejam o esgoto em fossas sépticas, 3% lançam em outros escoadouros e 3% em valas. (Tabela 11).

Tabela 11: Esgotamento sanitário em Pentecoste.

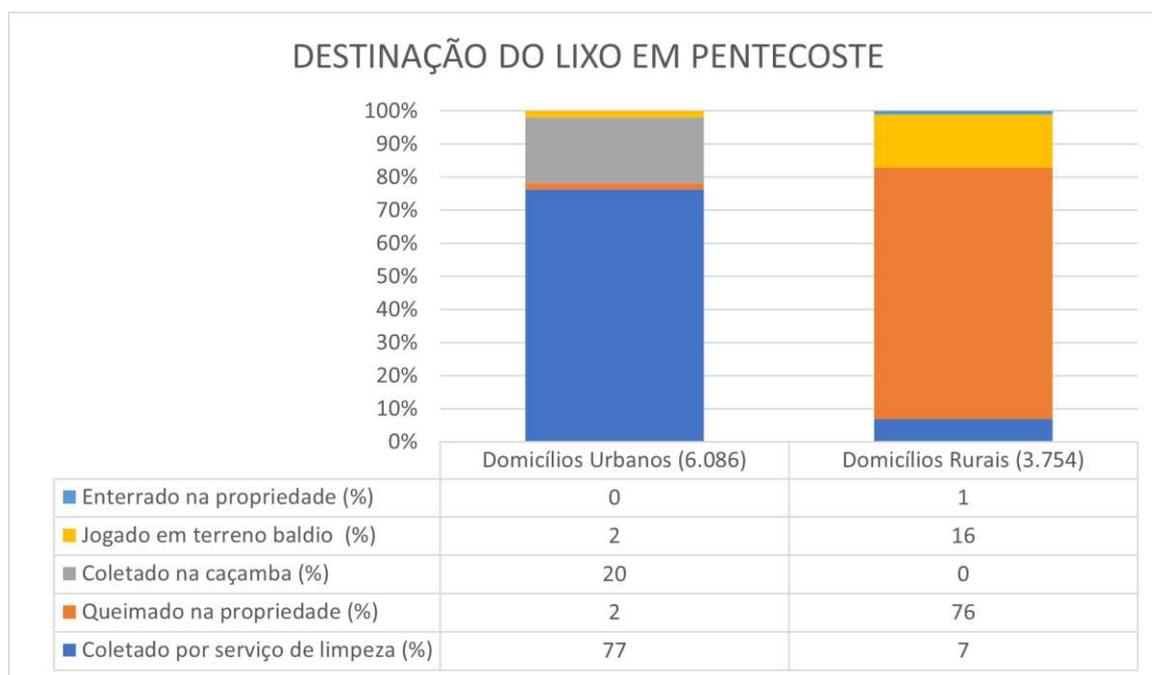
TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO	PENTECOSTE	
	Domicílios Urbanos	Domicílios Rurais
Rede geral de esgoto	28%	-
Fossa séptica	10%	12%
Fossa Rudimentar	57%	55%
Valas	2%	3%
Outros Escoadouros	-	3%
Não possuem banheiro	3%	27%

Fonte: IBGE/PNSR (2010).

Sobre a destinação do lixo em Pentecoste, constata-se que a coleta pela empresa de limpeza pública fornecida pela prefeitura do município ocorre em sua grande maioria na zona urbana, representando 77% do lixo coletado dos domicílios urbanos. Nas localidades rurais, o serviço de limpeza pública só recolhe 7% do lixo dos domicílios. Nos domicílios urbanos 20% do lixo é coletado em caçambas fornecidas pela prefeitura, 2% dos domicílios queimam o lixo na própria propriedade e 2% jogam o lixo em terrenos baldios do município.

Na zona rural, a questão da destinação do lixo é precária, 76% dos domicílios queimam o lixo na própria propriedade, 16% jogam em terrenos baldios e 1% enterra na propriedade. O gráfico 14 traz o panorama do despejo de lixo dos domicílios urbanos e rurais de Pentecoste.

Gráfico 14: Destinação do lixo em Pentecoste.



Fonte: IBGE/PNSR (2010). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Nesse capítulo conhecemos as características socioeconômicas da área de estudo, importante para compreender a dinâmica de interação entre os vários elementos ambientais, sociais e econômicos no semiárido. No capítulo a seguir, o município será compartimentado em unidades geoecológicas e detalhado as características geoambientais, limitações, potencialidades, formas de uso e ocupação dos recursos naturais e da paisagem de cada sistema ambiental.

CAPÍTULO 4:

COMPARTIMENTAÇÃO GEOECOLÓGICA DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE

A compartimentação geocológica baseada nos preceitos teórico-metodológico da Geocologia das Paisagens permite uma análise detalhada das condições naturais, das modificações antrópicas no mesmo e a inter-relação entre a paisagem natural e antroponatural de um determinado local. A partir dessa compartimentação, analisaremos as características socioambientais, as formas de uso e ocupação do território e os produtos da relação sociedade-natureza com a identificação dos impactos ambientais e avaliação da susceptibilidade à desertificação da área de estudo.

4.1 Unidades geocológica: formas de usos, potencialidades e limitações.

As unidades geocológicas resultam do agrupamento de áreas com condições específicas quanto as relações do potencial ecológico (geologia, geomorfologia, hidrologia e clima), da exploração biológica (solo e vegetação) e da ação antrópica. A compartimentação do município de Pentecoste seguiu critérios geomorfológicos, pois sintetiza o conjunto dos componentes geoambientais, individualizando os aspectos próprios de drenagem superficial, associações de solos e vegetação de cada compartimentação, bem como as formas de uso e ocupação dos solos.

Nesse ínterim, os aspectos geomorfológicos são utilizados como um dos principais critérios para a delimitação das unidades geocológicas, devido a suas características, expressando certo grau de homogeneidade fisionômica, mais claramente perceptíveis na paisagem à visão humana, servindo como referência de síntese do contexto geoambiental, especialmente no que tange à compartimentação topográfica e às feições morfoesculturais (Souza, 2000; Ross, 2009; Oliveira; Souza, 2019b).

As análises dos fatores e da dinâmica natural que identificam as unidades geocológicas, possui caráter globalizante e integrativo. Essa visão holística, integrada e sistêmica utilizada faculta a compreensão dos sistemas de inter-relações e interdependências que conduzem a formação de combinações dos componentes geoambientais (Oliveira; Souza, 2019a).

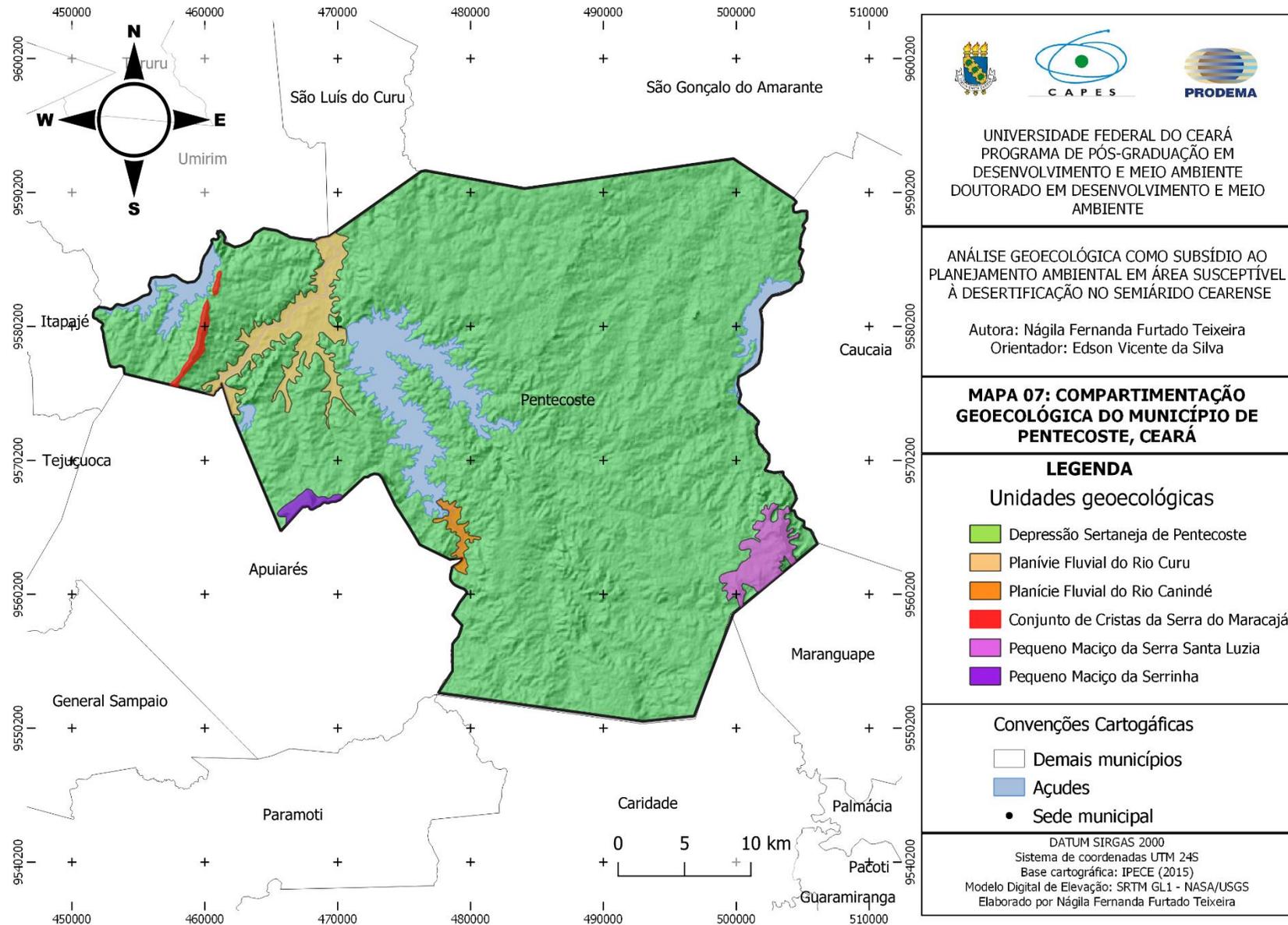
A avaliação da capacidade de suporte das unidades geocológicas tem como referência as potencialidades e as limitações. As potencialidades indicam favorabilidades

ou atividades compatíveis com os limites de tolerância de cada sistema e as limitações refere-se as condições restritivas, expondo deficiências de recursos naturais ou vulnerabilidades ao potencial produtivo (Oliveira; Souza, 2019b).

Na análise das unidades geológicas do município de Pentecoste é considerada os seguintes aspectos: i) as características geoambientais; ii) a capacidade produtiva dos recursos naturais com a descrição das limitações e potencialidades e iii) as formas de uso e ocupação da terra, pluriatividades e características culturais. Ressalta-se que a pluriatividade se configura na estratégia que os agricultores elaboram para assegurar a permanência da família no campo por meio da aquisição de renda, quando não é possível consegui-la apenas com a produção da terra (Alves, 2002). As pluriatividades são as atividades agrícolas e não-agrícolas desenvolvidas nas localidades para garantir o sustento familiar.

Pentecoste foi dividida em seis unidades geológicas: Depressão Sertaneja de Pentecoste; Planície Fluvial do Rio Curu; Planície Fluvial do Canindé; Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá; Conjunto de Pequenos Maciços da Serra Santa Luzia e Conjunto de Pequenos Maciços da Serrinha. Destaca-se que se utilizou a toponímia das localidades e distritos na denominação das diferentes unidades do município.

Nesse capítulo são estabelecidas, delimitadas e hierarquizadas as unidades geológicas, desenvolvendo, cartograficamente, o mapa da compartimentação geológica do município (Mapa 7). As características geomorfológicas das unidades geológicas foram pormenorizadas no capítulo 3, assim, no presente, estas estão descritas de maneira sucinta, privilegiando o detalhamento das demais características naturais, limitações, potencialidades e formas de uso e ocupação de cada unidade geológica.



4.1.1 Depressão Sertaneja de Pentecoste

Unidade geocológica (Quadro 14) mais representativa do município, 74,2%, caracterizada por superfícies rebaixadas e aplainadas típicas de áreas semiáridas. Essa unidade apresenta forte condicionamento estrutural (lineamentos estruturais e zonas cisalhamento) com direções SW-NE. As altitudes dessa estão situadas abaixo de 255 metros com prevalência de superfícies planas a suavemente onduladas e são pouco dissecadas por uma rede de drenagem de baixa densidade.

Geologicamente, essa unidade é composta por rochas do embasamento ígneo-metamórfico do Pré-Cambriano pertencentes ao Complexo Ceará: Unidade Canindé. A Depressão Sertaneja de Pentecoste apresenta forte ação do intemperismo físico em que os processos morfodinâmicos são marcados pelas elevadas alternâncias térmicas e o regime das chuvas que influenciam a desagregação mecânica e o escoamento superficial. Segundo a FUNCEME (2015) a desagregação mecânica depende, inicialmente, da intensidade da insolação a que as rochas são submetidas, seguida pela composição mineralógica e suas propriedades peculiares.

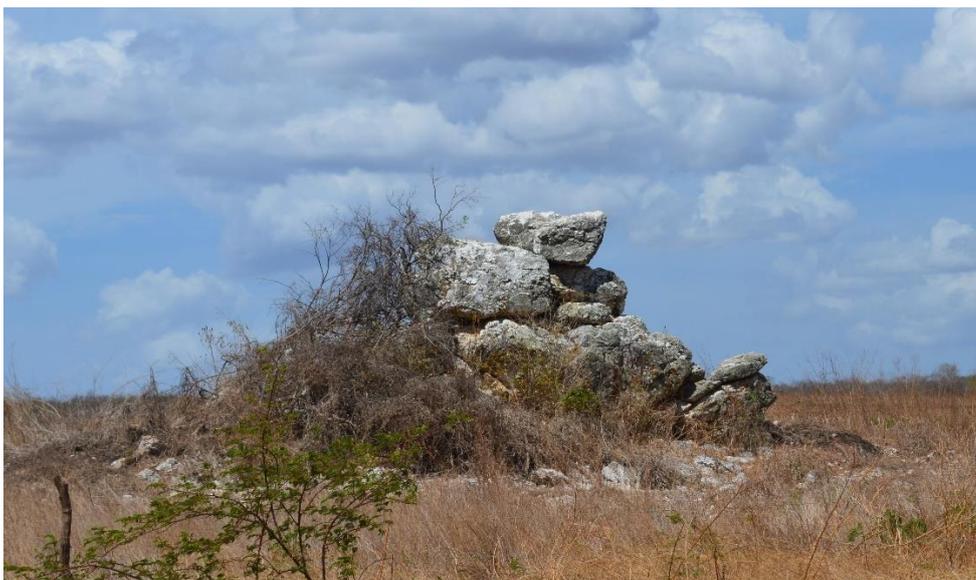
A Depressão Sertaneja de Pentecoste apresenta predominância de solos dos tipos Argissolos Vermelho-Amarelos, Luvisolos e Planossolos que no geral determinam os terrenos com solos pouco a moderadamente profundos, com presença de pedregosidade superficial, mal drenados a moderadamente drenados e com fertilidade natural média, resultante da composição química e mineralógica do material originário da rocha.

A deficiência hídrica, ocasionada pela irregularidade têmporo-espacial das chuvas, que essa unidade é submetida durante a maior parte do ano influencia na paisagem típica do sertão cearense, marcada pela presença de caatinga arbustiva densa e em alguns setores manchas dela com padrão fisionômico mais aberta. Devido as características de precipitação, durante os meses secos, junho a dezembro, as plantas da caatinga não possuem água disponível para seu crescimento, assim elas se adaptam e como forma de evitar o estresse hídrico perdem suas folhas. Esse fenômeno adaptativo evidencia a mudança de estação na paisagem sertaneja, sendo perceptível as diferenças de coloração do sertão no período seco e chuvoso

Os recursos hídricos superficiais e subsuperficiais são reflexos das condições morfoestruturais e climáticas. Nessa perspectiva, na Depressão Sertaneja de Pentecoste,

composta por rochas cristalinas, há grande ocorrência de rios e riachos com escoamento intermitente sazonal. Destaca-se dispersos na Depressão Sertaneja de Pentecoste, a presença de inselbergs, afloramento de rochas e tors de granito (Figura 12). Esse último Segundo Maia e Nascimento (2018), corresponde a feições de relevo granítico associado a processos de exumação por saprolitização que evidenciam as fases erosivas ocorridas em período de morfogênese ativa.

Figura 12: Exposição de tor de granito no município de Pentecoste, CE.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

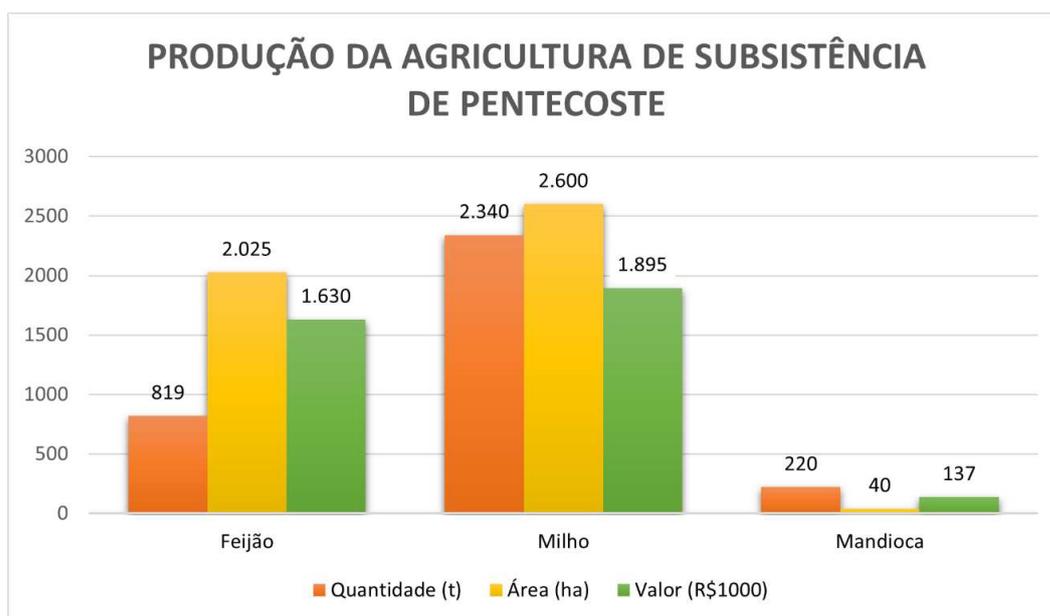
O sistema de produção agrícola do semiárido baseia-se, predominantemente, no binômio: agricultura de subsistência e pecuária extensiva. Essas atividades são bastantes desenvolvidas em todas as unidades geocológicas do município, porém, na unidade Planície Fluvial do Rio Curu, predomina-se a agricultura irrigada voltada a comercialização. Na Depressão Sertaneja de Pentecoste, a população rural desenvolve a agricultura de subsistência com a produção de culturas temporárias de ciclo curto, principalmente com o cultivo de milho, feijão e mandioca.

A capacidade de produzir mesmo em períodos de estiagem faz da cultura de mandioca uma importante fonte de renda para os pequenos agricultores do semiárido, principalmente para a produção de farinha (Vieira, Magalhães; Silva, 2017). O cultivo de mandioca é tradicional nos municípios sertanejos do Ceará, praticada, principalmente, pelos pequenos agricultores familiares, no entanto em Pentecoste, a mandiocultura apresenta a menor produção entre os gêneros da agricultura de subsistência, 220 toneladas

em 2019. As maiores produções agrícolas de culturas temporárias de ciclo curto são de milho e feijão (Gráfico 15).

É importante destacar que o milho tem grande representatividade devido sua ampla utilização no mercado avícola e suinícola que o utilizam como matéria prima para fabricação de ração (CONAB, 2014). Essa característica influencia no aumento da produção desse grão, que em Pentecoste é de 2.340 toneladas em 2019, destaca-se também que o milho é a base de diferentes alimentos muito consumidos no nordeste brasileiro. O feijão é o segundo mais produzido em Pentecoste, com 819 toneladas no mesmo ano (Gráfico 15), assim como a mandioca e o milho, o feijão apresenta baixo custo e é apropriado para o regime de sequeiro, desenvolvido no período de chuvas, normalmente de dezembro a maio.

Gráfico 15: Agricultura de subsistência de Pentecoste (2019).



Fonte: IBGE (2019). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Essas plantações visam a segurança alimentar dos agricultores rurais e seus familiares que geralmente também trabalham na terra, em formato de agricultura familiar. O excedente, em anos de boa colheita, associado a um bom “inverno”, ou seja, precipitações acima da média no período chuvoso, são vendidos nas feiras livres do município e cidades vizinhas. De acordo com Costa Filho (2019), as lavouras do sertão cearense são temporárias e cultivadas para a subsistência do agricultor e sua família,

dependendo, quase, que exclusivamente, do regime pluviométrico para se reproduzirem, pois não utilizam tecnologias modernas e são de baixa produtividade.

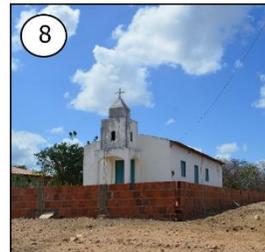
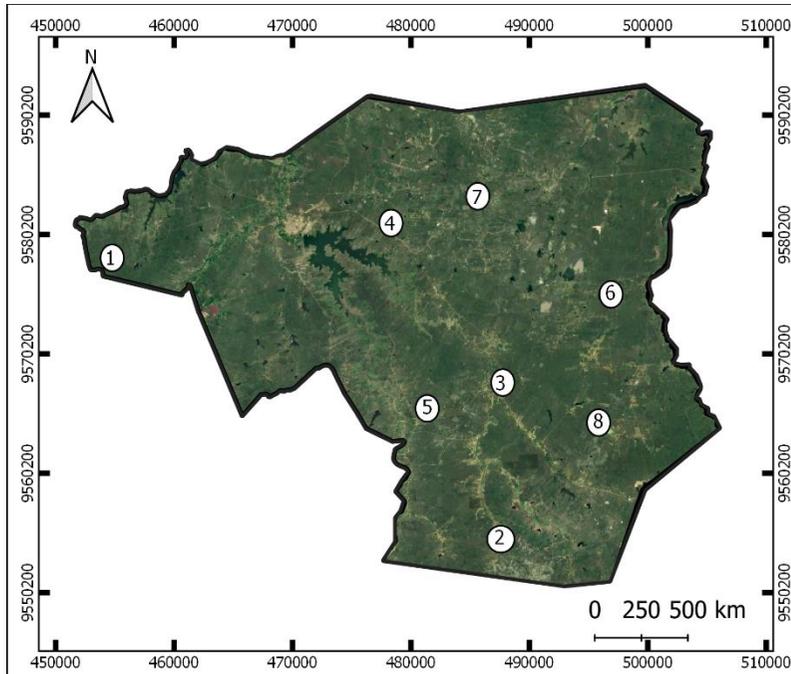
Outra atividade econômica muito desenvolvida nessa unidade é a pecuária extensiva, principalmente a criação de bodes, carneiros, ovelhas, porcos e bois que servem de alimento através da carne e seus derivados, mas também ajudam no arado da terra, no caso do boi, para a agricultura de subsistência. Destaca-se também, a plantação de palma forrageira para a alimentação dos animais e o extrativismo vegetal da madeira para a produção de lenha e carvão. O efetivo de rebanho de Pentecoste em 2019 totalizava 71.100 cabeças entre bovinos, ovinos, caprinos e suínos.

Essa unidade apresenta vulnerabilidades impostas pela irregularidade pluviométrica, como a suscetibilidade à erosão e restrições quanto à proteção vegetal. Outras limitações da Depressão Sertaneja de Pentecoste, são os solos rasos e pedregosos, a drenagem imperfeita, presença de afloramentos rochosos e o perigo da salinização dos solos e dos cursos de água. Estas são intensificadas através de práticas inadequadas de manejo do solo que podem promover o desequilíbrio ambiental e a degradação dos diferentes recursos naturais presentes nessa unidade.

As potencialidades dessa feição relacionam-se ao desenvolvimento de atividades agropastoris com o manejo correto do solo, o extrativismo vegetal controlado, à silvicultura, a recuperação ambiental de áreas degradadas, a utilização de rochas ornamentais, principalmente dos granitos e o turismo rural e científico.

Uma característica cultural interessante nessa unidade é a religiosidade, perceptível pelo elevado número de capelas nas localidades do município (Carta-Imagem 02). Segundo dados do IBGE (2010), 82% da população de Pentecoste se considera pertencente a religião católica, esse perfil reflete a relação do sertanejo com a religião, dotada de simbolismo e crenças populares.

A religiosidade do sertanejo relaciona-se a cultura popular, aos costumes, as crenças, a ideia de salvação e a relação desses agricultores com a religião cristã, herança histórica da colonização e das matrizes étnicas que formaram o povo brasileiro (Silva, 2013). Um dos principais exemplos da religiosidade dos sertanejos é a fé nos santos, dentre eles São José, tido como o responsável pelas chuvas no sertão e que anualmente os agricultores esperam o dia 19 de março na esperança de chover e assim trazer um presságio de “inverno” bom para as plantações.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
 DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
 DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO
 AMBIENTE

ANÁLISE GEOECOLÓGICA COMO SUBSÍDIO
 AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL EM ÁREA
 SUSCEPTÍVEL À DESERTIFICAÇÃO
 NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Autora: Nágila Fernanda Furtado Teixeira
 Orientador: Edson Vicente da Silva

**CARTA-IMAGEM 02: CAPELAS DO
 MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ**

LEGENDA

- 1 - Capela da localidade Lagoa Grande (Distrito de Sebastião de Abreu)
- 2 - Capela da localidade Mirador (Distrito de Matias)
- 3 - Capela da localidade Oriente (Distrito de Matias)
- 4 - Capela da localidade Três Lagoas (Distrito de Pentecoste)
- 5 - Capela da localidade Várzea Comprida (Distrito de Matias)
- 6 - Capela da localidade Pajeu (Distrito de Porfírio Sampaio)
- 7 - Capela da localidade Melancias (Distrito de Porfírio Sampaio)
- 8 - Capela da localidade Erva Moura (Distrito de Matias)

DATUM SIRGAS 2000
 Sistema de coordenadas UTM 24S
 Imagem de satélite: Landsat 8 OLI (USGS, 2021)
 Elaborado por Nágila Fernanda Furtado Teixeira

4.1.2 Planície Fluvial do Rio Curu

Essa unidade (Quadro 14) é formada por sedimentos inconsolidados, dispostos em camadas horizontais e com espessuras variadas que foram depositadas ao longo do curso do rio Curu. Esse rio tem uma extensão de 195 km ao longo de toda sua bacia que ocupa o sentido sudoeste-nordeste do Ceará.

O rio Curu é o principal coletor da bacia hidrográfica que leva seu nome. Esse rio nasce na região montanhosa formada pelas Serras do Céu, da Imburana e do Lucas e drena uma área de 8.750,75 Km², equivalente a 6% do território cearense (Ceará, 2009). O rio Curu é importante para o contexto local, estadual e regional, pois representa uma das principais bacias hidrográficas do estado e com os projetos de açudagem, ofertam água para diferentes usos e atividades econômicas

O rio Curu apresenta regime intermitente como a maioria dos canais fluviais do semiárido, mas é perenizado a partir dos açudes General Sampaio e Pentecoste, que juntamente com os açudes Caxitoré, Tejuçuoca e Frios são os principais mananciais de acumulação hídrica superficial da bacia do Curu. Seus principais afluentes são os rios Caxitoré, na margem direita e o Canindé, pela margem esquerda (Brandão; Freitas, 2014).

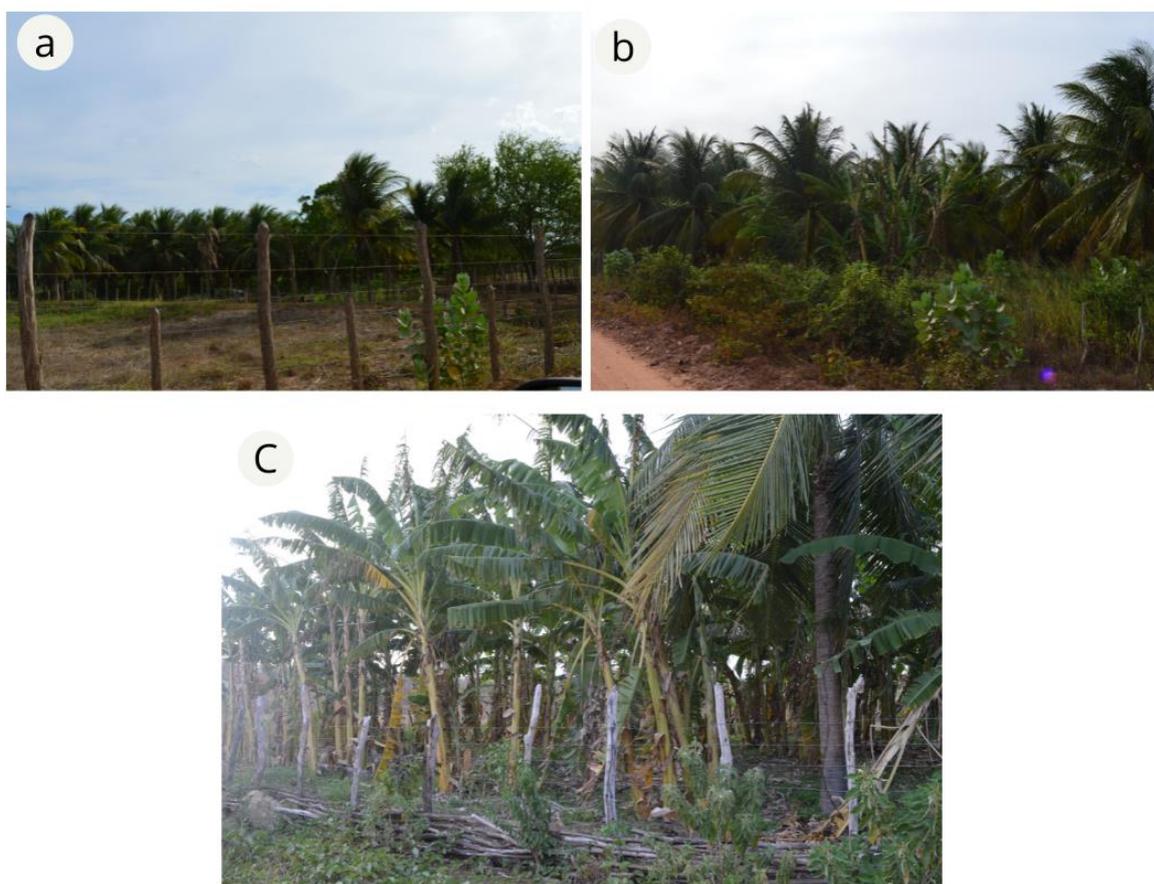
Os Neossolos Flúvicos, associados à Luvissolos, dessa unidade são normalmente profundos, mal drenados, com textura indiscriminada e alta fertilidade natural com vegetação de várzea, presença de carnaúbas e um estrato arbustivo-arbóreo as margens do rio Curu. Este abastece as localidades próximas, como Santa Terezinha, Campo de Pousou, Núcleo A, Núcleo E, Gado Bravo e Varjota formando forte adensamento populacional ao longo da extensão do rio. Os Neossolos Flúvicos possuem potencial natural, sendo utilizados para o plantio de culturas de subsistência, principalmente o feijão e o milho. Além disso, são solos hidromorfos, plásticos e sujeitos a inundações durante o período chuvoso, janeiro a maio.

As formas de uso da Planície Fluvial do Rio Curu, relacionam-se ao aproveitamento das potencialidades naturais do solo e da disponibilidade hídrica para as atividades agropecuárias, extrativistas e piscicultura. Ao longo da porção perenizada do rio Curu foram implementados canais para irrigação agrícola. Segundo Oliveira (2009) são 68 km de canais à jusante do açude Pentecoste subsidiando projetos de irrigação agrícola, que são realimentados pelos açudes General Sampaio, Caxitoré e Frios, até o município de

Paraipaba. Esse projeto comporta 4.425 ha com plantações de coco, banana, cana-de-açúcar, citros, acerola, mamão e feijão.

O perímetro irrigado do Vale do Curu em Pentecoste, aproveita as águas dos açudes que perenizaram os principais rios do município para a produção de culturas em fazendas, médias e grandes propriedades. Destaca-se na agricultura irrigada dessa unidade, a produção de banana e coco (Figura 13) que são vendidas para a capital do estado. A produção de subsistência dos pequenos agricultores predomina na zona rural do município com a exploração de culturas adaptadas ao ambiente semiárido, principalmente milho, feijão e mandioca. A pecuária extensiva se sobressai com a criação de caprinos e suínos.

Figura 13: Área de agricultura irrigada no Vale do Curu em Pentecoste.

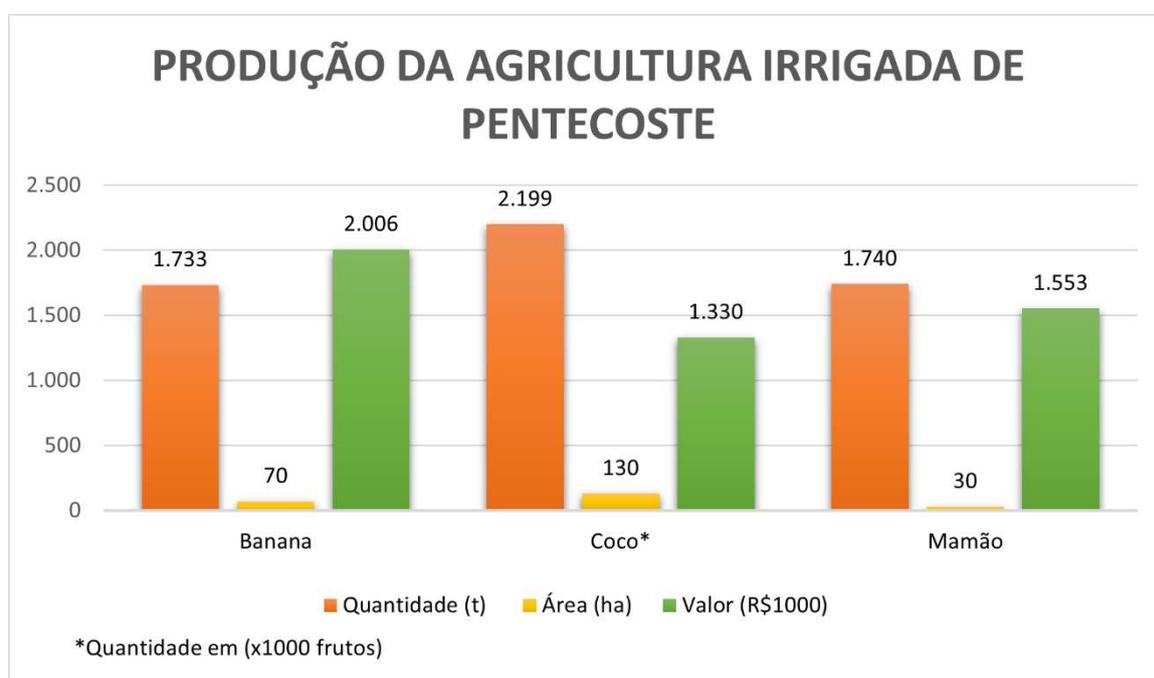


Legenda: a - Área de agricultura irrigada no rio Curu com produção de frutas tropicais com destaque para o cultivo de coco em Pentecoste, CE; b - Plantação de coco irrigado em Pentecoste, CE; c - Plantação de banana irrigada em Pentecoste, CE.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Em 2019, a cocoicultura irrigada teve a maior produção de Pentecoste (Gráfico 15). A técnica de irrigação permite um desempenho favorável no cultivo de coco, banana e mamão, mesmo com a irregularidade das chuvas no município. Embora a produção seja bem menor em comparação com os municípios que mais produzem essas frutas no Ceará, Pentecoste contribui para alavancar a produção do estado, abastecendo o mercado local e estadual. A produção de banana no perímetro irrigado de Pentecoste atingiu um total de 1.733 toneladas em 2019 e a produção de mamão foi de 1.740 toneladas no mesmo ano (Gráfico 16).

Gráfico 16: Produção da agricultura irrigada de Pentecoste (2019).



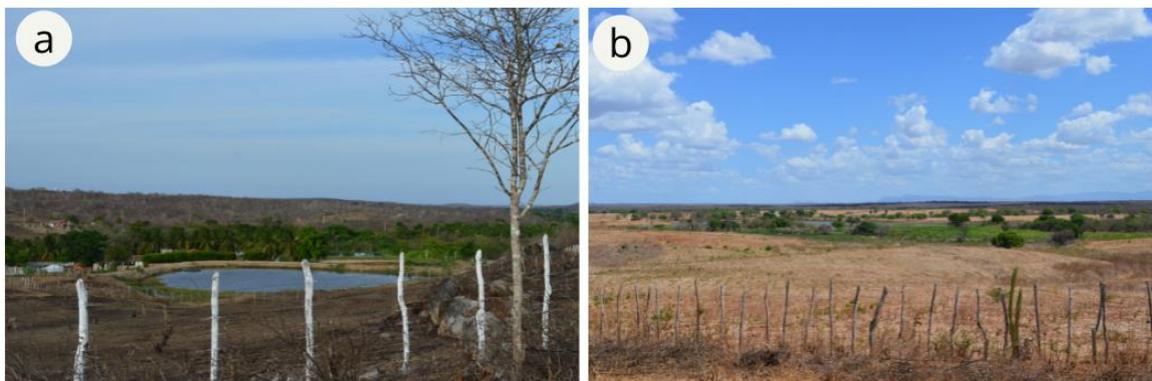
Fonte: IBGE (2019). Elaborado por Nagila Fernanda Furtado Teixeira.

Segundo Soares (2006) A bacia hidrográfica do rio Curu sofreu transformações decorrentes do processo de ocupação da sua área territorial, a partir da fixação de populações em vilas, cidades e propriedades rurais, baseadas em uma economia agropastoril. Esse fenômeno é perceptível pela existência de grandes, médias e pequenas propriedades rurais ao longo do curso do rio Curu em Pentecoste.

Os médios e grandes produtores desenvolvem suas atividades em fazendas com produção frutíferas irrigadas para o mercado, com base em padrão tecnológico modernizante. Destacam-se em Pentecoste, as Fazendas Becker e Cipó (Figura 14). Nessas fazendas do município existe a prática da irrigação por microaspersão e o uso de

agrotóxicos. A reprodução da fertilidade do solo é fundamentada na utilização de esterco do gado como adubo orgânico e de fertilizantes químico-sintéticos. As produções de coco e banana destinam-se à comercialização de forma indireta (Bento *et al*, 2017).

Figura 14: Fazendas localizadas no Vale do Curu em Pentecoste.



Legenda: a - Fazenda Cipó com agricultura irrigada e criação de peixes em gaiolas no município de Pentecoste, CE; b - Fazenda Becker com agricultura irrigada no município de Pentecoste, CE.

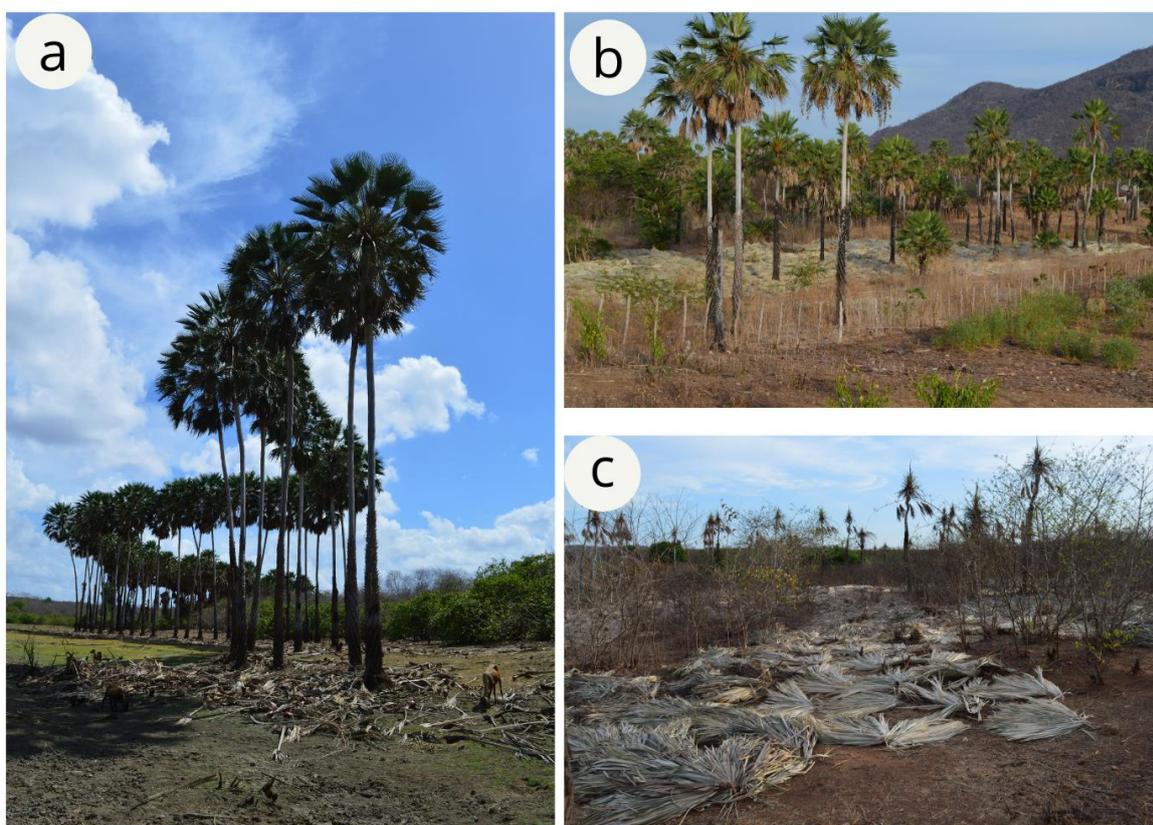
Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

A produção da agricultura irrigada de Pentecoste é destinada à comercialização indireta, voltadas principalmente ao mercado nacional, enquanto a produção consorciada de outros cultivos como o feijão são para o autoconsumo. Os bovinos dessas fazendas geralmente são destinados à comercialização e os ovinos e caprinos têm dupla destinação: uma parte para autoconsumo e a outra para comercialização direta em Pentecoste. Segundo Coutinho *et al* (2013), a criação de animais se destaca no sertão nordestino, pois apresenta maior resistência à seca quando comparada às lavouras agrícolas, garantindo assim, a segurança alimentar da população, geração de emprego e renda.

Destaca-se que essas fazendas representam área de exceção dentro do município, pois encontram-se com disponibilidade hídrica por todo o ano, permitindo grande produção, diferente das pequenas propriedades que contam com oferta hídrica mais disponível apenas no período de chuvas. A piscicultura também é desenvolvida pelos fazendeiros da região que aproveitam o Vale irrigado do Curu para a produção de frutas e a criação de peixes em taques-redes, com a utilização de equipamentos, tecnologias modernas, alta densidade de espécies e produtividade, diferentes da maioria dos agricultores familiares do município.

A Planície Fluvial do Rio Curu (Quadro 14) apresenta vegetação de várzea com predominância de carnaúbas na composição florística. Segundo Moro *et al* (2015), os carnaubais se desenvolvem nas planícies fluviais que bordejam os rios cearenses, assim possuem solos diferenciados dos típicos de áreas com presença de caatinga. Nessa unidade desenvolve-se o extrativismo dessa espécie, sendo muito utilizada e com aproveitamento variado, a palha para a fabricação de artigos de artesanatos que são vendidos na feira livre do município, a cera para a indústria de cosméticos e até o tronco, utilizado para construção de cercas (Figura 15).

Figura 15: Extrativismo da carnaúba no rio Curu, Pentecoste.



Legenda: a - Carnaubal em Pentecoste, CE; b - Retirada das folhas da carnaúba em Pentecoste, CE; c - Fibras de carnaúba secando ao sol em Pentecoste, CE, posteriormente servirão como matéria prima para confecção de peças de artesanato.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Da carnaúba se aproveita tudo, raiz, tronco, fruto, folhas e cera. A raiz é utilizada, desde o período colonial, para fazer chás e servir como medicamento natural para curar feridas. O tronco serve para a construção civil e marcenaria e o fruto como ração para os animais. As folhas são utilizadas na produção de artigos de artesanato e como cobertura

para tetos de casa e barracas. Por fim, a cera é utilizada na indústria de cosmético (D'Avila, 2004).

Quanto às potencialidades presentes nas planícies fluviais, destaca-se a vocação para o desenvolvimento do turismo e lazer; a utilização de areias como agregados para a construção civil e de argilas como matéria prima para a indústria de cerâmica do município. Lembra-se da necessidade do uso sustentável dos recursos naturais que de maneira racional ajudaram no desenvolvimento comunitário da população. As limitações dessa unidade concentram-se nas más condições de drenagem, salinização e inundações periódicas que podem provocar prejuízos aos moradores que constroem residências nos baixos níveis dos terraços fluviais.

4.1.3 Planície Fluvial do Rio Canindé

Essa unidade geoecológica (Quadro 14) corta a depressão sertaneja, como depósitos aluvionares que são as unidades geológicas das planícies fluviais formada por areias, areias-argilosas e cascalhos e suavização topográfica. Esse substrato se estende ao longo da calha de um dos principais rios do município, o Canindé, sendo revestido por mata de várzea. Salienta-se que as planícies fluviais são áreas mais férteis, no entanto sujeitas a inundações frequentes no período das chuvas. As comunidades que se localizam nessa unidade são Umburana, Pedra Branca, Félix, Malhada, Santa Luzia, Alto Branco, Mulungu, Boa Vista, Cipó e Irapuá.

O rio Canindé é o principal afluente da margem direita da bacia hidrográfica do Curu. Esse rio tem suas nascentes no Maciço de Baturité e assume papel relevante no contexto da bacia hidrográfica do Curu. O rio Canindé drena quase todos os municípios da porção sudeste da bacia, abastecendo-os através do açude Pereira de Miranda e uma série de outros açudes de grande e pequeno portes construídos na área de abrangência da bacia.

Os principais tipos de solos presentes nessa unidade são os Neossolos Flúvicos associados aos Planossolos e Luvisolos. Os Neossolos Flúvicos são profundos, arenosos e drenados que apresentam boa fertilidade e são favoráveis a prática da agricultura. Na Planície Fluvial do Rio Canindé predomina a vegetação de várzea que se estende nas bordas da calha do rio Canindé, áreas com melhores condições de oferta hídrica.

A intermitência dos rios cearenses demanda estratégias para garantir a segurança hídrica para as populações, sendo muito comum a construção de reservatórios que

perenizam uma parte dos principais rios do estado. Pentecoste possui três reservatórios bem importantes e um número expressivo de pequenos açudes que fazem parte da paisagem rural do município. O açude Pereira de Miranda (Figura 16), principal reservatório do município, é muito utilizado para diversos fins: abastecimento humano, dessedentação animal, lazer, piscicultura, pesca artesanal, transporte hidroviário, agricultura e pecuária.

Figura 16: Visão geral do açude Pereira de Miranda.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

A maioria da produção agrícola de Pentecoste é de culturas temporárias de ciclo curto, voltadas a subsistência dos agricultores e habitantes da zona rural do município. Nas margens do rio Canindé e do açude Pereira de Miranda desenvolvem-se a agricultura de subsistência por apresentarem ambientes mais favoráveis quanto ao solo e a água. Destacam-se as plantações de milho, feijão, mandioca.

Dentre as principais finalidades do açude Pereira de Miranda, destaca-se a pescaria. De acordo com Monteiro, Norões e Araújo (2018), a pesca artesanal em Pentecoste contribui de forma marcante para a segurança alimentar, geração de ocupação e renda e redução do êxodo rural. A pesca artesanal representa as atividades de pesca, realizadas com finalidade exclusivamente comercial e o segmento das atividades pesqueiras com objetivo comercial, combinado com o de obtenção de alimento para as famílias. Pode, ser, também, alternativa sazonal ao pescador, que se dedica durante parte do ano à agricultura (Dias Neto, 1996).

A atividade pesqueira ficou muito comprometida com o período de seca prologada que atingiu o Ceará nos últimos anos. Em 2017 a capacidade de armazenamento do açude chegou ao menor nível, 0,14%, e os pescadores precisaram se adaptar e exercer outras atividades para garantir o sustento familiar com trabalhos na agropecuária, no comércio e no setor de serviços. Atualmente, o açude está com 15,86% de capacidade e a pesca retornou, mas em menor número.

A embarcação mais utilizada na pesca artesanal em Pentecoste, é do tipo canoa a remo. Apenas uma pequena parcela dos pescadores tem barco com motor, também denominada de canoa a motor, que é utilizada para a pesca e como transporte de passageiros entre as comunidades próximas ao açude Pereira de Miranda. As canoas a motor são maiores que a canoa a remo, entre 5 e 8 metros e comportam até 15 pessoas. As canoas a remo apresentam tamanho de 1 a 5 metros e comportam até 3 pescadores (Quadro 13). Essa embarcação é confeccionada e vendida dentro do próprio município, sendo construída por pescadores que são carpinteiros, dominam a arte de construções com madeira e vendem as canoas a preço de custo para os demais pescadores da região.

As artes de pesca são os instrumentos ou métodos que permitem a captura de peixe, esses utensílios são carregados de significados: econômico, cultural e artístico e representam o modo de vida das comunidades pesqueiras (Silva, 2009). As artes de pesca mais utilizadas em Pentecoste são: as redes de emalhar com boias; os aparelhos de linha e anzol e tarrafas (Quadro 13). A rede de emalhar possui uma boia que fica na superfície enquanto a rede e a tralha de chumbo são jogadas na água fazendo com que a rede permaneça na posição vertical e capture os peixes em suas panagens. Essa arte de pesca pode ser utilizada no fundo, na superfície e em meia água (Cruz *et al*, 2010).

A linha e anzol é menos utilizada em Pentecoste, se comparada as outras artes de pesca, pois captura peixes de maneira mais lenta e necessita da presença constante do pescador que fica de prontidão para puxar a linha. Essa arte de pesca é formada por um cabo principal, que precisa ser segurado pelo pescador, com um único anzol. A tarrafa corresponde a uma rede circular formada por corda, punho, pano, saco, chumbadas e tensos. Essa arte de pesca é jogada sobre o alvo e à medida que é puxada, a tarrafa se fecha e captura os peixes que ficam presos na sua panagens (Cruz *et al*, 2010).

Os peixes mais capturados na pesca artesanal são a tilápia (*Oreochromis niloticus*); curimatã (*Prochilodus spp*); pescada (*Cynoscion acoupa*); piauí (*Leporinus friderici*); tucunaré (*Cichla ocellaris*) e traíra (*Hoplias sp*).

Outra atividade muito desenvolvida nessa unidade geocológica é a piscicultura no açude Pereira de Miranda. Segundo Sá (2013), a piscicultura familiar tem papel importante na redução da pobreza no semiárido, porém não tem sido promovida de forma adequada. Por gerar lucro relativamente alto, muitos grandes empreendedores têm investido nesta atividade, o que tem dado a aquicultura uma imagem de atividade somente para produtores capitalizados. Porém, vários trabalhos mostram a eficiência desta atividade na redução da pobreza e no desenvolvimento rural de países em desenvolvimento.

Em Pentecoste, a pesca e a piscicultura são mais desenvolvidas pelos pequenos agricultores familiares que concomitantemente praticam a agricultura e a pecuária. A piscicultura desses agricultores segue o modelo de sistema extensivo e semi-intensivo com baixa e média densidade de espécie e baixa produtividade com produção para consumo e venda no município.

Sistema extensivo: sistema de produção em que os espécimes cultivados dependem unicamente de alimento natural disponível, podendo receber alimento artificial não balanceado e tendo como característica a baixa densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada;

Sistema semi-intensivo: sistemas de produção em que os espécimes cultivados dependem principalmente da oferta de alimento artificial, podendo buscar suplementarmente o alimento natural disponível, e tendo como característica a média densidade de espécies (Brasil, 2011, p. 35).

A criação de peixes em pequenos empreendimentos rurais contribui para o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, incrementa a qualidade nutricional da dieta familiar, gera renda adicional com a comercialização de parte da produção e contribui com o bem-estar das famílias, provendo uma opção de lazer e reduzindo a migração desta mão de obra para os centros urbanos (Sá, 2013).

A piscicultura desenvolvida pelos agricultores familiares (Quadro 13) é desenvolvida de duas principais formas: i) criação de peixes em tanques-redes no açude Pereira de Miranda e outros reservatórios públicos. O tamanho dos tanques-redes geralmente são de 2m² a 4m² e ii) criação de peixes em tanques de alvenaria ou lonas em formato circular e com até 4 metros de profundidade.

Assim como na pesca artesanal, os produtos da piscicultura familiar são para o consumo e para serem vendidos dentro do próprio município, principalmente nas feiras livres, para intermediários e diretamente aos consumidores nos domicílios dos agricultores, sem a presença de empresas ou cooperativas.

A piscicultura em sistema intensivo é desenvolvida em tanque-redes em açudes particulares nas médias e grandes propriedades rurais que praticam a agricultura irrigada no Vale do Curu. Destaca-se que os produtos dessa atividade são destinados aos supermercados de Pentecoste e nos municípios vizinhos.

Sistema intensivo: sistemas de produção em que os espécimes cultivados dependem integralmente da oferta de alimento artificial, balanceado e nutricionalmente completo, tendo como uma de suas características a alta densidade de espécimes, variando de acordo com a espécie utilizada (Brasil, 2011, p. 35).

As principais espécies da aquicultura de Pentecoste são: tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*); curimatã (*Prochilodus spp*); traíra (*Hoplias sp*); tucunaré (*Cichla ocellaris*) e piau (*Leporinus friderici*). Esse pescado visa o mercado local e municípios vizinhos, principalmente Apuiarés, Tejuçuoca e General Sampaio. A pesca e a piscicultura no município promovem a segurança alimentar, incremento nutricional e complemento de renda dos agricultores familiares e suas famílias, sendo uma importante atividade econômica e cultural. Destaca-se que o DNOCS desenvolve programas de peixamento, com o povoamento de espécies de peixes nos açudes do NEB incentivando a pesca artesanal e melhorando as condições de renda e vida das populações locais.

Os primeiros povoamentos se fixaram nas margens dos cursos hídricos, dotados de potencialidades naturais, principalmente voltados a disponibilidade hídrica e as melhores condições dos solos e vegetação. Nessa perspectiva, o bairro mais populoso da sede distrital de Pentecoste, São Francisco, se localiza nas margens do açude Pereira de Miranda. A grande variedade dos usos múltiplos da água, condicionados pela região, a potencialidade hídrica e a cultura, bem como sua demanda crescente para as atividades econômicas tem gerado forte pressão sobre os recursos hídricos, superficiais e subterrâneos (Silva; Silva; Souza, 2013). Nessa perspectiva, a ocupação desordenada e as atividades empregadas no entorno desse açude promovem impactos e degradações ambientais.

Segundo Gomes e Almeida (2019) 11% da área do bairro São Francisco está ocupando, irregularmente, a APP do açude Pereira de Miranda. Esse fato evidencia a

ocupação desordenada e irregular dos cursos hídricos e reservatórios no NEB, influenciados pela melhor disponibilidade hídrica para o desenvolvimento de atividades primárias e acesso aos recursos hídricos.

As limitações de uso da Planície Fluvial do rio Canindé relacionam-se a drenagem imperfeita do solo, a inundações periódicas que podem provocar prejuízos aos moradores que constroem residências nos baixos níveis dos terraços fluviais, mineração descontrolada e susceptibilidade à erosão e ao assoreamento. Salienta-se também os riscos de contaminação por poluentes domésticos, esgoto e a salinização do rio e do açude Pereira de Miranda. As principais potencialidades dessa feição, diz respeito ao agro-extrativismo, boa disponibilidade dos recursos hídricos, fertilidade média a alta, pesca artesanal, lazer, turismo, ambiente propício a prática de educação ambiental.

Quadro 13: Características da pesca e piscicultura de Pentecoste.

PESCA				
TIPO	DESCRIÇÃO	EMBARCADOS	ARTE DE PESCA	FOTO
Canoa a remo	Embarcação de pequeno porte, 1 a 5 metros, com remo para permitir o movimento	Comportam até 03 pessoas	Rede de emalhar com boia Tarrafa Linha e Anzol	
Canoa a motor	Embarcação maior que a canoa a remo, entre 5 e 8 metros	Comportam até 15 pessoas	Rede de emalhar com boia Tarrafa	

PISCICULTURA				
TIPO	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	ESPÉCIES	FOTO
Tanque-rede	Tanques-redes geralmente são de 2m ² a 4m ²	No açude Pereira de Miranda ou outros reservatórios públicos ou particulares	Tilápia, Traíra, Curimatã, Tucunaré Piau	
Tanque	Tanques de alvenaria ou lonas em formato circular e com até 4 metros de profundidades	Geralmente é construída ou fixada nos quintais das propriedades rurais	Tilápia, Traíra, Curimatã, Tucunaré Piau	

4.1.4 Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá

Essa unidade geocológica (Quadro 14) se caracteriza por estar dispersa na Depressão Sertaneja e apresentar litotipos mais resistentes: granitos, migmatitos e quartzitos. O Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá são cristas quartizíticas alongadas no sentido NW-SE, diretamente relacionadas às zonas de cisalhamento do município, apresenta dissecação mais evidente resultado da cota altimétrica, superior a 255 metros, com presença de solos rasos, declividade íngreme e limitações ao uso agropastoril.

Assim como na unidade dos Pequenos Maciços Residuais, o Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá são produtos da ação dos processos degradacionais que por meio da erosão diferencial destacou esse relevo. As cristas representam áreas derivadas dos trabalhos erosivos dispersas nas áreas de depressões. Em geral essa erosão se dá em setores de rochas muito resistentes, configurando um relevo rochoso com solos pedregosos e rasos (Souza, 2000).

Essa unidade composta por litologia do Complexo Ceará: Unidade Independência, com predominância das classes de solos: Planossolos e Luvisolos, comporta as localidades: Maracajá, Cerquinha e Carnaúba. Com altitudes moderadas frente à Depressão Sertaneja de Pentecoste, o Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá apresenta topografia ondulada a forte ondulada e torna-se importante dispersor dos afluentes que correm para o rio Curu.

O acesso a essa unidade se faz através de estradas carroçais, no período chuvoso essas vias ficam em péssimas condições dificultando a mobilidade dos moradores que precisam improvisar para se deslocarem até a sede municipal. A infraestrutura presente nessa unidade contém apenas serviços básicos, como o posto de saúde, escola de ensino infantil, capela e mercearia, os demais serviços essenciais estão localizados no distrito sede de Pentecoste.

O Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá apresenta vulnerabilidade ao desenvolvimento de atividades primárias, com solos rasos, susceptíveis a erosão, impedimento à mecanização e fortes limitações ao uso agrícola, sendo assim menos povoada. As formas de uso dessa unidade, voltam-se ao extrativismo mineral, vegetal e moderadas práticas agrícolas. Quanto às potencialidades, podemos citar o turismo de aventura e científico, a silvicultura e a utilização de rochas ornamentais para função estética, os granitos são adequados para uso na construção civil, pedra de cantaria e brita.

4.1.5 Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia

Essa unidade é formada por rochas mais resistentes que as do entorno rebaixado, depressão sertaneja, apresenta cotas altimétricas acima de 255 metros, declividade acentuada com topografia ondulada a forte ondulada e representa importantes divisores de água dos rios e riachos presentes no município. O Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia é formado pelas localidades de Monte Belo, Trapiá e Santa Luiza. Composta por litologia do Complexo Ceará: Unidade Independência, predominância de Argissolos Vermelho-Amarelos e Luvisolos que determinam terrenos com pouca profundidade, com pedregosidade, mal a moderadamente drenados e fertilidade natural média a alta. A vegetação de caatinga arbustiva densa domina a paisagem dessa unidade, no entanto essa vegetação sofre pressão antrópica e vem mostrando nítidas marcas de degradação.

No Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia (Quadro 14), os moradores desenvolvem atividades agropecuárias nos afluentes do rio Canindé que no período chuvoso permitem a lavoura de subsistência, principalmente de feijão e batata. A pecuária extensiva e o extrativismo vegetal e mineral, esse último em pouca proporção, também se encontram presente nessa unidade. Outra atividade muito presente nessa unidade é a apicultura com a criação de abelhas para a produção de mel voltada ao mercado local, vendidos na feira livre e supermercados do município. A apicultura é uma alternativa de renda para o pequeno produtor rural, pois ultrapassa o interesse econômico e contribui para preservar o meio ambiente fragilizado pelo uso intensivo dos recursos naturais do semiárido (FUNCEME, 2015).

As limitações dessa unidade estão relacionadas a declividade acentuada, solos rasos e susceptibilidade a erosão. Quanto às potencialidades destacam-se o desenvolvimento do turismo de aventura e científico, a silvicultura e a contemplação da beleza cênica.

Na localidade de Ferrão, desenvolve-se o artesanato em madeira e barro (Figura 17) que são vendidos na feira livre da cidade e complementam a renda dos agricultores familiares. As principais peças produzidas são objetos de decoração que representam a fauna silvestre da caatinga, com reproduções de espécies de pássaros e outros animais. A técnica é passada de geração em geração e incentiva a preservação da cultura local e regional. O artesanato representa a expressão da criatividade e do talento de uma comunidade e oferece oportunidades para o homem do campo mostrar suas habilidades nas mais diversas formas, seja de maneira lúdica, utilitária ou decorativa (FUNCEME, 2015).

Figura 17: Artesanato em barro e madeira na localidade de Ferrão, Pentecoste.



Legenda: a - Artesão confeccionando as peças no município de Pentecoste, CE; b - Peças de artesanato no município de Pentecoste, CE.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Através do artesanato o agricultor que também é artesão, reproduz a vida cotidiana sertaneja através do olhar poético e uso de suas mãos habilidosas na produção de objetos utilitários e figurativos transformando o conhecimento artístico hereditário em renda para toda a sua família (Seabra, 2007). Nessa perspectiva, o agricultor/artesão exprime seu modo de vida, cultura e sentimentos nas peças para além da renda, mas como forma de valorização e legitimação da sua origem sertaneja.

4.1.6 Pequeno Maciço da Serrinha

Esta é a unidade menos representativa do município, uma pequena área constituída pelo Serrote conhecido como Serrinha. Essa unidade está disposta isoladamente em Pentecoste, apresenta altitude acima de 255 metros e representa importante divisor de água dos riachos próximos ao rio Curu. O substrato é composto por litologia do Complexo Ceará: Unidade Canindé e granitóides indiscriminados com predominância da associação de Planossolos com Luvisolos caracterizada pela fraca evolução com textura arenosa, cascalhenta com pedregosidade e substrato para a vegetação de caatinga arbustiva densa.

Nessa unidade desenvolvem-se atividades agrícolas, mas de maneira bem limitada devido às condições naturais desfavoráveis. Ocorrem forte limitações principalmente quanto a práticas agropecuárias devido à pedregosidade, relevo acidentado, pouca profundidade e susceptibilidade à erosão. Destacam-se também, as limitações no acesso as localidades, tendo em vista as condições ruins das estradas carroçais e a falta de equipamentos urbanos de primeira necessidade, como hospitais e escolas de ensino médio.

Quadro 14: Características das unidades geocológicas de Pentecoste.

UNIDADES GEOECOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS	LIMITAÇÕES	POTENCIALIDADES	FORMAS DE USO	IMAGEM
Depressão Sertaneja de Pentecoste	Litologias do Complexo Ceará: Unidade Independência; Presença de tors de granito; Solos dos tipos Argissolos Vermelho-Amarelos, Luvisolos e Planossolos: Vegetação de Caatinga Arbustiva Densa	Susceptibilidade à erosão, solos rasos, pedregosidade, as chuvas irregulares e escassas, drenagem imperfeita e riscos de contaminação	Atividades agropastoris; extrativismo vegetal controlado; a recuperação ambiental de áreas degradadas, a utilização de rochas ornamentais turismo rural e científico; Silvicultura	Pecuária extensiva; agricultura de subsistência; extrativismo vegetal.	
Planície Fluvial do Rio Curu	Depósitos aluvionares; Neossolos Flúvicos associado à Luvisolos; profundos; mal drenados; textura indiscriminada e alta fertilidade natural; Vegetação de várzea, com carnaubal.	Más condições de drenagem; Riscos de salinização, inundações periódicas e assoreamento; Susceptibilidade a erosão	Turismo e lazer; Utilização de areias como agregados para a construção civil e de argilas como matéria prima para a indústria de cerâmica; Agro-extrativismo, boa disponibilidade dos recursos hídricos,	Agricultura irrigada; piscicultura; Agricultura de subsistência; extrativismo vegetal;	
Planície Fluvial do Rio Canindé	Depósitos aluvionares; Neossolos Flúvicos, associados à Planossolos e Luvisolos; solos profundos; mal drenados; fertilidade natural alta; vegetação de várzea, com carnaubal.	Drenagem imperfeita; inundações periódicas; mineração descontrolada; susceptibilidade a erosão e assoreamento; Risco de poluição por esgoto e resíduos no açude Pereira de Miranda.	Agro-extrativismo, boa disponibilidade dos recursos hídricos, fertilidade média a alta, pesca artesanal, lazer, turismo, ambiente propício a prática de educação ambiental.	Agricultura de subsistência; Pesca artesanal; Piscicultura higiene; lavagem de roupas; balneabilidade; lazer no açude Pereira de Miranda.	

Quadro 14: Características das unidades geocológicas de Pentecoste.

UNIDADES GEOECOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS	LIMITAÇÕES	POTENCIALIDADES	FORMAS DE USO	FOTO
Conjunto de Cristas da Serra Maracajá	Litologias do Complexo Ceará: Unidade Independência; Solos dos tipos Argissolos Vermelho-Amarelos, Luvisolos e Planossolos: Vegetação de Caatinga Arbustiva Densa.	Fortes limitações ao uso agrícola; declividade acentuada; solos rasos; susceptibilidade a erosão; impedimento à mecanização.	Turismo de aventura e científico; Silvicultura; Rochas ornamentais estéticas, os granitos são adequados para uso na construção civil, pedra de cantaria e brita.	Extrativismo mineral e vegetal; moderadas práticas agrícolas	
Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia	Litologia do Complexo Ceará: Independência; Solos dos tipos Planossolos com Luvisolos; Topografia ondulada a forte ondulada com altitudes acima de 255 metros.	Declividade acentuada, solos rasos e susceptibilidade a erosão; Impedimento à mecanização.	Turismo de aventura e científico; Silvicultura. Contemplação da beleza cênica; Artesanato na localidade de Ferrão.	Pecuária extensiva; agricultura de subsistência; extrativismo vegetal e mineral; Apicultura.	
Pequeno Maciço da Serrinha	Litologia do Complexo Ceará: Unidade Canindé e granitóides indiscriminados; Associação de Planossolos com Luvisolos; Topografia ondulada a forte ondulada com altitudes acima de 255 metros.	Limitações quanto a práticas agropecuárias; Pedregosidade; Relevo acidentado; Pouca profundidade; Susceptibilidade à erosão; Dificuldade de acesso no período de chuvas.	Turismo de aventura e científico; Rochas ornamentais.	Extrativismo mineral e vegetal; Pecuária extensiva; agricultura de subsistência moderada.	

4.2 Evolução espaço-temporal da paisagem e análise da relação sociedade-natureza

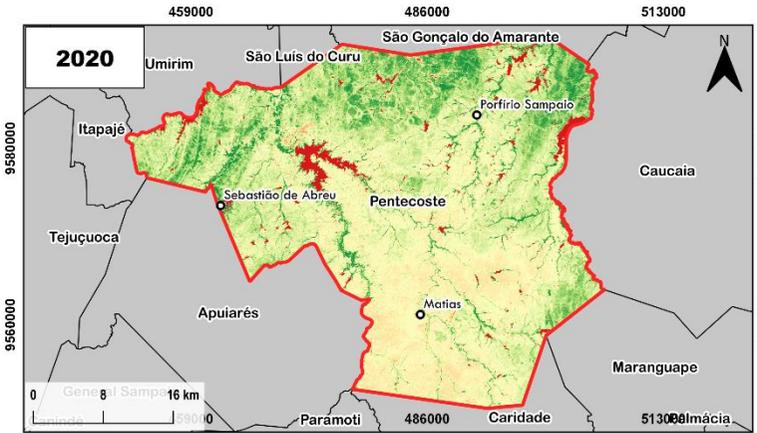
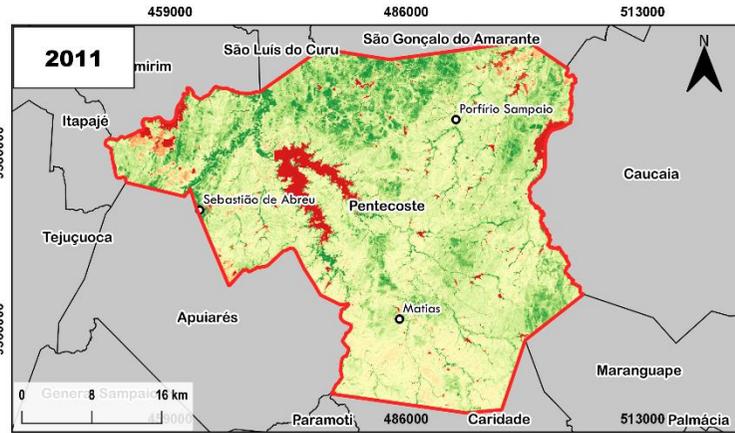
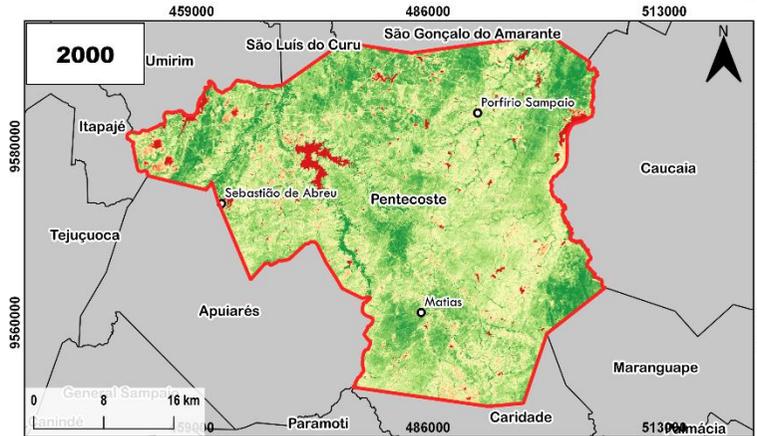
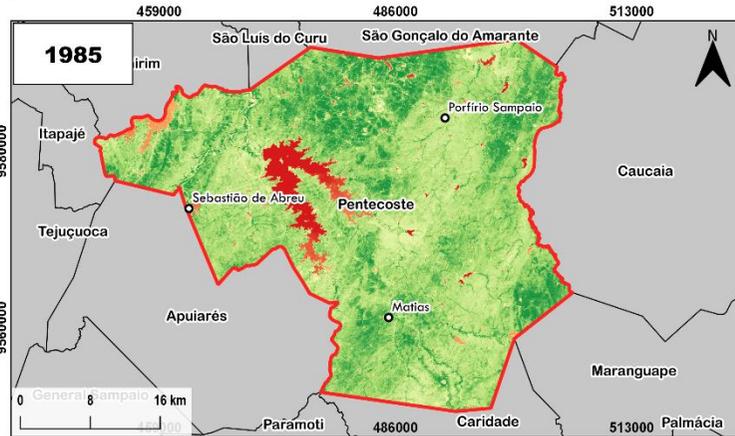
A vegetação é o componente geoambiental mais sensível ao processo de uso e ocupação de uma determinada área, pois as alterações sofridas são facilmente percebidas na paisagem. Ademais, tem importante papel na manutenção da biodiversidade e equilíbrio geocológico dos ambientes. Segundo Oliveira *et al* (2019), a vegetação atua como uma capa conservadora dos recursos naturais, desse modo a sua distribuição e densidade indicam a condição de preservação de um determinado lugar. Nessa perspectiva, faz-se imprescindível analisar a evolução espaço-temporal da cobertura vegetal de Pentecoste como forma de entender a dinâmica da paisagem e seu estado de conservação na área de estudo. Para tal objetivo, utilizou-se o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) que mede a densidade de fitomassa foliar em valores que variam de -1 a +1.

Os valores +1 apresentam o maior índice de reflectância na faixa do verde, assim, representam áreas com maior densidade de cobertura vegetal, enquanto a água apresentará valores próximos ao -1, as superfícies sólidas com baixa densidade ou desnudas apresentaram valores positivos e por fim as nuvens apresentam valores que se aproximam a zero (Neto, 2019). Ao analisar o NDVI para os anos de 1985, 2000, 2011 e 2020, foram identificadas cinco classes para o município de Pentecoste: corpos hídricos; baixo; médio; moderadamente alto e alto (Mapa 08).

A vegetação de Pentecoste sofreu grandes mudanças se comparamos a série analisada. Em 1985 há uma homogeneidade das classes do NDVI com predominância das categorias: moderadamente alto e alto, o que significa uma vegetação densa e conservada. Ainda nesse período, as classes médio e baixo que indicam a presença de pouca vegetação, vegetação rasteira e áreas de solo exposto, apresentam ocorrência restrita a pequenas áreas demonstrando pouca pressão antrópica sobre o componente vegetacional do município. Em 2000 ocorreu um recuo da classe alto e moderadamente alto e expansão das classes médio e baixo, se comparamos com o ano de 1985.

No ano de 2011, observa-se uma predominância das classes médio e moderadamente alto, o que indica uma retirada expressiva da vegetação desde o ano de 1985. Essa remoção se dá pela expansão das atividades agropecuárias e expansão urbana no município. A categoria alto se apresenta bem modesta e demonstra a deterioração do estado de conservação da vegetação se comparamos aos períodos anteriores.

MAPA DE EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL ATRAVÉS DO NDVI DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTES, CEARÁ, BRASIL





UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E
MEIO AMBIENTE - PRODEMA
 Tese: Análise geoecológica como subsídio ao Planejamento Ambiental
 em área suscetível à desertificação no semiárido cearense
 Doutoranda: Nágila Fernanda Furtado Teixeira
 Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva

LEGENDA

	Ceará		NDVI
	Pentecostes		-0.102 a - 0.001 (Corpos Hídricos)
			0.006 a 0.128 (Baixo)
			0.114 a 0.277 (Médio)
			0.223 a 0.426 (Moderadamente Alto)
			0.307 a 0.573 (Alto)



Sistemas de Coordenadas:
 Projeção Universal Transversa de
 Mercator- UTM
 Datum: SIRGAS 2000 UTM 24 S.
 Elaboração: TEIXEIRA, N. F. F (2021)
 Base de dados: Imagens Landsat 5, 7 e
 8 (USGS, 2021); Bases vetoriais
 (IPECE; IBGE, 2019).

No ano mais atual da série analisada, 2020, é perceptível as marcas de retirada da vegetação, confirmada pela predominância da classe médio que evidencia a expansão das áreas de solo exposto e com pouca vegetação em Pentecoste entre os anos observados (1985-2020). As categorias moderadamente alto e alto estão restritas a modestas porções ao norte e próximo aos cursos hídricos e áreas de topografia mais elevadas do município. A evolução espaço-temporal da vegetação para a série observada demonstra a regressão da vegetação em função da pressão antrópica sobre esse recurso para o desenvolvimento de atividades econômicas e expansão urbana o que impacta no estado de conservação da vegetação do município de Pentecoste.

É nítido também a retração do volume de água do açude Pereira de Miranda, resultado do pouco acúmulo de precipitações ao longo dos anos. De acordo com Costa e Silva (2017) que analisaram o índice de Anomalia de Chuva (IAC) do estado do Ceará entre os anos de 1973-2010, os anos de 1985 e 2000 foram chuvosos, porém precedidos por anos de secas: 1979 a 1983, 1990 a 1993 e 1997 a 1999, o que provocou uma menor oferta de água acumulada no açude Pereira de Miranda. Os anos de 2004, 2005, 2008 e 2009 foram bem chuvosos com precipitações acima da média no estado do Ceará e mais precisamente em Pentecoste o ano de 2011 registrou 1045,3 mm o que explica a melhora na oferta hídrica do açude.

Vale destacar que de 2010 a 2016 ocorreu um período de seca com chuvas abaixo da média, com exceção do ano de 2011 que se apresentou dentro da normal climatológica, o que comprometeu os volumes dos principais açudes do estado, dentre eles o Pereira de Miranda. Segundo Cortez, Lima e Sakamoto (2017) nessa série (2010-2016) o Ceará enfrentou o período mais severo de seca dos últimos 100 anos, o que colocou em risco a capacidade dos recursos hídricos em garantir a segurança hídrica no abastecimento de água à população e causou prejuízos nos campos sociais, econômicos e ambientais ao estado. Desde 2018 que a precipitação no estado do Ceará e mais diretamente em Pentecoste vem ocorrendo de forma mais abundante, acima da média no município, e melhorando as condições de oferta hídrica dos reservatórios.

A relação sociedade-natureza promove transformações na paisagem através das formas de uso dos recursos naturais e ocupação da terra. A partir do exposto, elaborou-se o mapa de uso e ocupação do município (Mapa 09) em que foram identificadas as seguintes categorias: áreas urbanas; área de solo exposto e pecuária extensiva; agricultura; caatinga arbustiva moderadamente degradada; caatinga arbustiva conservada; e corpos hídricos.

As áreas urbanas ocupam 1,03% do município, correspondem as vias, edificações e pavimentações, onde se concentram as sedes distritais e a maior parte da população. Nessa categoria a vegetação natural foi totalmente suprimida pela expansão urbana e a construção de estruturas artificiais não agrícolas como casas, rodovias, indústrias e estruturas comerciais que compõem as zonas urbanas de Pentecoste.

A classe de solo exposto e pecuária extensiva corresponde a 14,71% e ocupa uma área de 202,75 km² do município. Caracteriza-se pela ausência de cobertura vegetal que sofreram desmatamento e queimadas para o desenvolvimento de atividades agropecuárias, principalmente no período chuvoso como áreas de pastagem para o gado com gramíneas e herbáceas, porém apresenta-se desnudo no período seco e são amplamente utilizadas para o desenvolvimento da pecuária extensiva com destaque para a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal baseia-se na fabricação artesanal de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e carnaúba.

A classe agricultura ocupa 12,71%, 175,25 Km², e relaciona-se as atividades voltadas para a produção de alimentos, correspondendo as culturas de subsistências e permanentes com áreas de irrigação. A agricultura de subsistência é de curta e média duração, dentre as culturas destacam-se feijão, milho e mandioca além da monocultura de algodão, castanha de caju e hortaliças, plantadas a jusante do eixo do açude Pentecoste e nas áreas de planícies dos principais rios e riachos. Na produção irrigada, sobressaem os cultivos de banana, coco e mamão. A produção da agricultura irrigada de Pentecoste é destinada à comercialização indireta, voltadas principalmente ao mercado nacional, enquanto a produção consorciada de outros cultivos como o feijão são para o autoconsumo. Ressalta-se também as plantações de forrageiras destinadas ao corte, como palmas que servem para a alimentação do gado.

A caatinga arbustiva moderadamente degradada ocupa a maior parte do município, 55,10%, 759,63 km². Essa classe é produto da interferência antrópica da sociedade perante a natureza, através das formas de ocupação do território, como a construção de estabelecimentos rurais de pequeno a grande porte e o desenvolvimento de atividades econômicas que demandam manejo dos recursos naturais e podem provocar diferentes formas de degradação, principalmente o desmatamento, as queimadas, a erosão, a poluição dentre outras. Segundo Ceará (2010), o manejo dos recursos naturais, principalmente o solo e a vegetação são realizadas com tecnologia rudimentar que além de retardar o

desenvolvimento, contribui para acelerar ou reativar a degradação, cujos efeitos se fazem sentir a curto, médio ou longo prazo, podendo configurar as evidências de desertificação.

A classe caatinga arbustiva conservada abrange 11,61% da área e engloba a vegetação natural com pouca interferência antrópica, principalmente restritas as fazendas particulares e áreas que não foram densamente povoadas no setor norte do município. Os corpos hídricos ocupam 2,98% do município e são representados pelos rios, riachos e açudes do município, com destaque para o reservatório Pentecoste onde se desenvolve a pesca artesanal e a criação de peixe em tanque-redes, visando mercado local e municípios vizinhos.

A par das informações tratadas no presente capítulo, destaca-se que o desenvolvimento de atividades primárias, com ênfase na agricultura de subsistência, de baixa produtividade, a pecuária extensiva e o extrativismo vegetal são importantes atividades econômicas de Pentecoste e configuram-se como práticas relevantes no âmbito estadual e regional nas áreas semiáridas brasileira.

A partir do exposto é imprescindível destacar que a ocupação no semiárido cearense, principalmente na zona rural, vem acompanhada de manejo inadequado do solo e exploração intensa dos recursos naturais, através de práticas com tecnologias rudimentares que têm provocado impactos ambientais que se potencializados podem gerar áreas fortemente degradadas e/ou desertificadas. A relação homem-natureza no semiárido, representadas pelas formas de uso e ocupação dos recursos naturais podem provocar degradação ambiental e variações na paisagem. Segundo Nascimento (2013), para entender os fatores de degradação ambiental em uma área, faz-se necessário analisar os agentes e processos modificadores da qualidade ambiental e o uso e ocupação, derivado dos aspectos socioeconômicos.

Portanto, nesse capítulo fez-se uma análise detalhada das características geoambientais, formas de uso e ocupação do território e recursos naturais com a determinação das suas capacidades de suporte a partir da investigação das potencialidades e limitações de cada unidade geocológica. O capítulo seguinte apresentará, descreverá e avaliará a degradação ambiental e os indicadores de susceptibilidade à desertificação nessas unidades geocológicas a fim de complementar o diagnóstico ambiental do município de Pentecoste.

MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE, CEARÁ, BRASIL

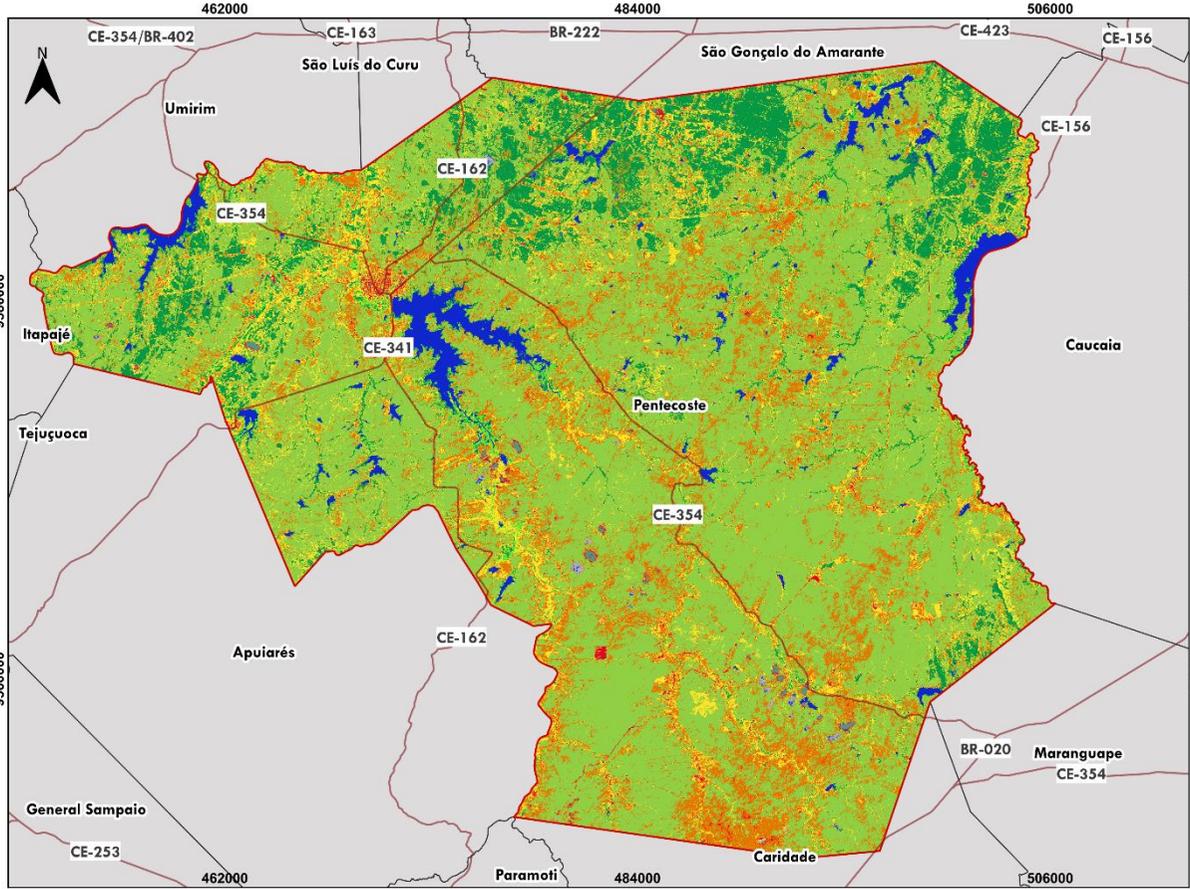
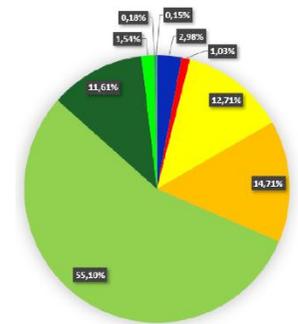


GRÁFICO E TABELA DA DISTRIBUIÇÃO DE ÁREA E PERCENTUAL DO USO E OCUPAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE - CE



Classe de usos	Área (km²)	%
Corpos Hídricos	41,13	2,98%
Agricultura / Áreas de Irrigação	175,25	12,71%
Área urbana / Pavimentação e Vias	14,20	1,03%
Solos Expostos / Área de Pecuária Extensiva	202,75	14,71%
Caatinga Arbustiva Densa Conservada	160,06	11,61%
Caatinga Arbustiva Moderadamente Degradada	759,63	55,10%
Áreas Eutrofizadas	21,22	1,54%
Nuvens	2,45	0,18%
Sombra de Nuvem	2,05	0,15%
TOTAL	1378,7428	100,00%

- CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO**
- Corpos Hídricos
 - Área urbana / Pavimentação e Vias
 - Agricultura / Áreas de Irrigação
 - Solos Expostos / Área de Pecuária Extensiva
 - Caatinga Arbustiva Moderadamente Degradada
 - Caatinga Arbustiva Densa Conservada
 - Áreas Eutrofizadas
 - Nuvens
 - Sombras de nuvem


UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE - PRODEMA
 Tese: Análise geocológica como subsídio ao Planejamento Ambiental em área suscetível à desertificação no semiárido cearense
 Doutoranda: Náglia Fernanda Furtado Teixeira
 Orientador: Prof. Dr. Edson Vicente da Silva

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Distritais
 - Rodovias
 - Município Pentecoste
 - Municípios Limitrofes do Ceará



Sistemas de Coordenadas:
 Projeção Universal Transversa de Mercator- UTM
 Datum: SIRGAS 2000 UTM 24 S.
 Elaboração: TEIXEIRA, N. F. F (2021)
 Base de dados: Imagem Sentinel 2A sensor MSI (USGS, 2020); Bases vetoriais (IPECE; IBGE, 2019).

CAPÍTULO 5:

SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE

A susceptibilidade à desertificação do município de Pentecoste foi avaliado com a aplicação dos indicadores: permoporosidade dos litotipos (IGBD 1); declividade (IBGD 2); espessura do solo (IGBD 3); erosão do solo (IGBD 4) e cobertura da vegetação (IGBD 5) para cada uma das seis unidades geológicas: Depressão Sertaneja de Pentecoste; Planície Fluvial do Rio Curu; Planície Fluvial do Canindé; Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá; Conjunto de Pequenos Maciços da Serra Santa Luzia e Conjunto de Pequenos Maciços da Serrinha.

Para cada indicador foi atribuído valores que variavam de 5 a 1 de acordo com suas características, realidade diagnosticada em campo e os parâmetros definidos na metodologia da pesquisa (Ver capítulo 2 e quadro 7). Os valores próximos a 5 correspondem as melhores condições do estado atual de conservação ambiental, enquanto os pontuados com valores próximos, ou igual a 1 refletiram condições biofísicas de estado de degradação dos recursos naturais.

O presente tópico descreve e analisa a realidade da área de estudo, a partir da metodologia desenvolvida por Oliveira, Semedo e Oliveira (2014) e Oliveira (2011), com abordagem quali-quantitativa dos Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) e a discussão da degradação ambiental resultado da exploração predatória dos recursos naturais de Pentecoste, bem como a identificação dos impactos ambientais do município. A tabela 12 apresenta os resultados da avaliação de cada indicador.

5. 1 Indicadores Geobiofísicos de Desertificação (IGBD) e degradação ambiental

O IGBD 1 que se refere a permeabilidade e porosidade dos litotipos, obteve média 2,66 (DP = 1,03). O maior valor, 4, corresponde as unidades: Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé, pois são depósitos aluviais formados por sedimentos que permitem o armazenamento da água. As demais 4 unidades geológicas de Pentecoste obtiveram o valor 2 (Tabela 12) por serem formadas por rochas metamórficas, com pouca tendência a permitir o acúmulo de água o que influencia diretamente na pouca disponibilidade de água subterrânea, no aumento do escoamento superficial e conseqüentemente os processos erosivos em áreas de declive acentuado.

Tabela 12: Indicadores Geobiofísicos de Desertificação do município de Pentecoste.

UNIDADES GEOECOLÓGICAS	INDICADORES GEOBIOFÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO (IGBD) APLICADOS NO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE					
	IGBD 1	IGBD 2	IGBD 3	IGBD 4	IGBD 5	ÍNDICE
Depressão Sertaneja de Pentecoste	2	4	3	3	2	2,8
Planície Fluvial do Rio Curu	4	5	4	5	3	4,2
Planície Fluvial do Rio Canindé	4	5	4	5	3	4,2
Conjunto de Cristas da Serra Maracajá	2	2	1	4	3	2,4
Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia	2	2	2	4	4	2,8
Pequeno Maciço da Serrinha	2	2	2	4	4	2,8
Média (M)	2,66	3,33	2,66	4,16	3,16	–
Desvio Padrão (DP)	1,03	1,50	1,21	0,75	0,75	–

Fonte: Adaptado de Oliveira; Semedo; Oliveira (2014); Oliveira (2011).

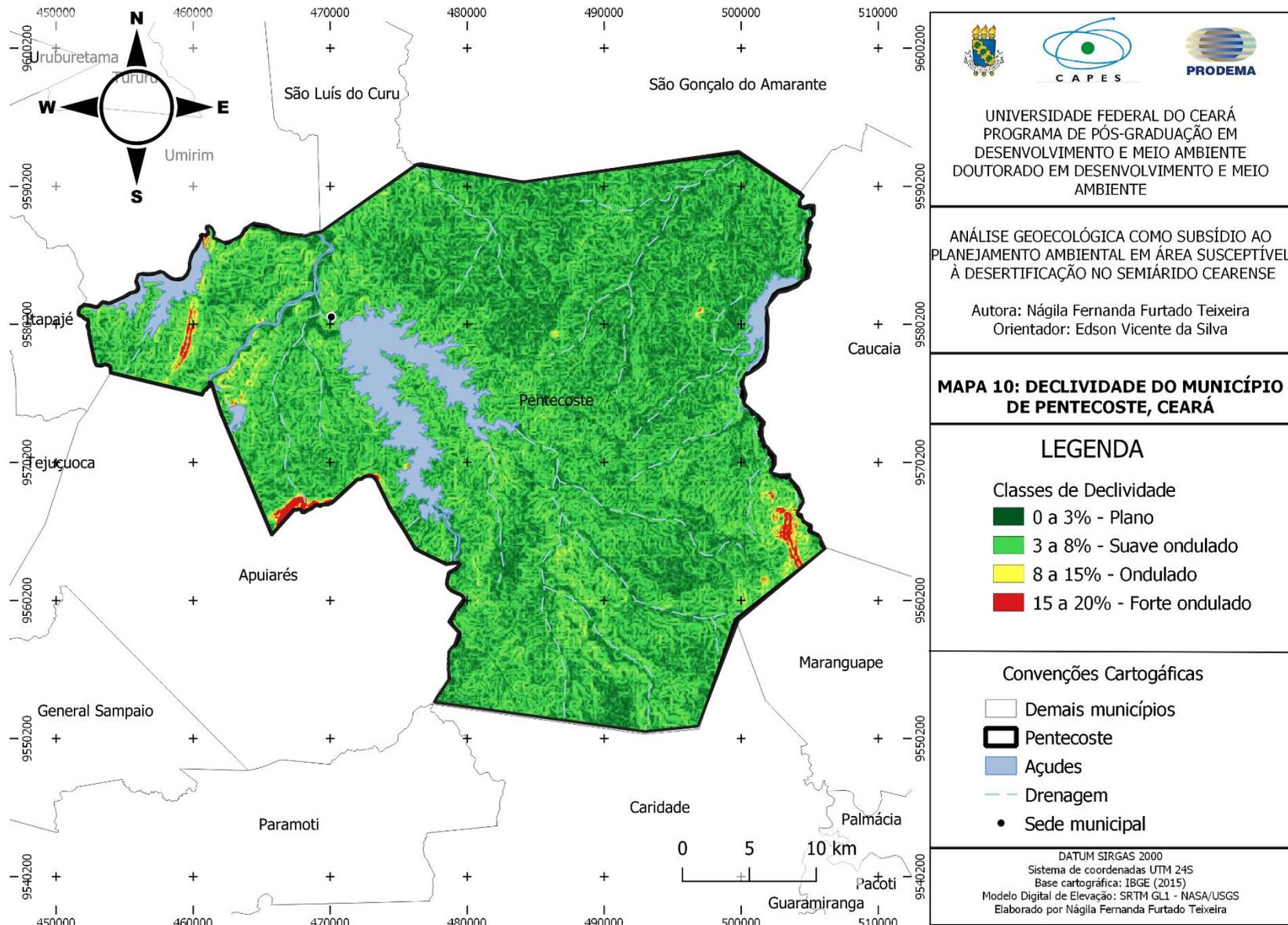
O IGBD 2 que se refere a declividade obteve média 3,33 (DP = 1,50). As classes de declividade determinam as condições, comprimento de encostas e configuração superficial do terreno, fatores que configuram o modelado do relevo. O maior valor, 5, foi atribuído as unidades: Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé por apresentarem declividade plana, 0 a 3%, onde os desnivelamentos são muito pequenos correspondendo as áreas mais estáveis, pois não sofrem com deslizamentos e apresentam de baixa a média susceptibilidade à erosão.

A Depressão Sertaneja de Pentecoste obteve valor 4, pois se enquadra como suave ondulada com declividade de 3 a 8%, correspondendo a superfície de topografia pouco movimentada e declives suaves por apresentar altitudes modesta, geralmente 90 metros e não ultrapassando os 200 metros. A topografia pouco acidentada, como no caso das unidades das planícies e depressão sertaneja, permite o desenvolvimento de práticas de uso e ocupação, como a expansão urbana, atividades agropecuárias e extrativistas.

O Conjunto de Cristas da Serra Maracajá, o Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e o Pequeno Maciço da Serrinha obtiveram valor 2 (Tabela 12), por se enquadrarem como forte ondulados, 15 a 20% de declividade. Essas unidades apresentam superfície de topografia movimentada, formada por morros com elevações de altitudes relativas acima de 255 metros e declives fortes se configurando em ambientes frágeis que somada a práticas inadequadas, como o desmatamento para o cultivo agrícola, acabam potencializando alterações no escoamento superficial e consequentemente nos processos erosivos.

As encostas são ambientes frágeis, pois associada a desmatamento, interferência no escoamento natural das águas e movimento de terra ocasionam alterações nos recursos hídricos próximos ao potencializar a erosão dos solos, promovendo o assoreamento dos cursos hídricos, aumento da turbidez da água, risco de inundações ao alterar o escoamento e armazenamento da água e por fim reduz as recargas dos aquíferos ao aumentar o escoamento e diminuir o a infiltração (Mota, 2011).

O mapa 10 apresenta as classes de declividade do município de Pentecoste.

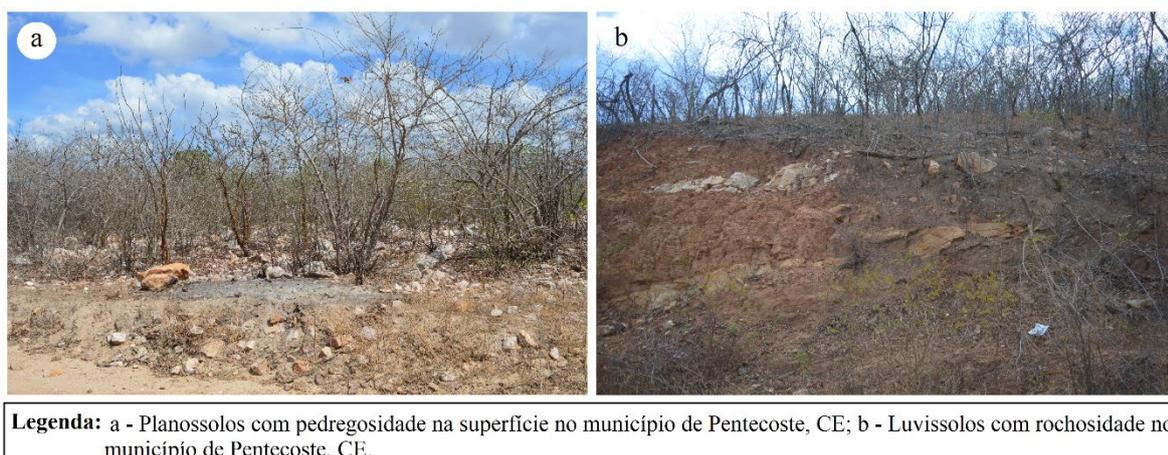


O IGBD 3 refere-se a espessura dos solos presentes nas unidades geocológicas de Pentecoste e obteve média 2,66 (DP = 1,21). O maior valor, 4, foi atribuído as unidades: Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé por apresentarem os solos mais profundos, de 100 a 200 cm, representando as áreas mais propícias para a agricultura de subsistência e irrigada, pois são mais férteis e sujeitas a inundações frequentes no período das chuvas.

O Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e o Pequeno Maciço da Serrinha obtiveram valor 2 por se enquadrarem como áreas de solo raso, entre 25 e 50 cm, composta por associações de Luvisolos e Planossolos com fortes limitações ao desenvolvimento de práticas agrícolas. O Conjunto de Cristas da Serra Maracajá recebeu o menor valor, 1, pois enquadra-se como área de solo muito raso com presença de afloramentos sendo formadas por rochas migmatíticas e quartzíticas e tendo fortes limitações ao uso agrícola.

A Depressão Sertaneja de Pentecoste, superfície aplainada e moderadamente dissecada, apresenta uma associação de Luvisolos, Planossolos e Argissolos que apresentam características próprias, mas se enquadram como moderadamente rasos, obtendo o valor 3 (Tabela 12). As áreas de Luvisolos e Planossolos apresentam limitações moderada a forte ao uso agrícola e comumente são encontradas associadas a pedregosidade, rochosidade e pavimento detrítico a nível de superfície (Figura 18).

Figura 18: Planossolos e Luvisolos em área de Depressão Sertaneja em Pentecoste.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Destaca-se que na Depressão Sertaneja de Pentecoste também são encontradas áreas de solos rasos e muito rasos que sofreram ação antrópica relacionada a exploração dos recursos naturais, principalmente solo e vegetação para o desenvolvimento de atividades agropecuárias e extrativistas. A pouca profundidade dos solos não permite a

formação de estratos arbóreos. Esses estratos, em contrapartida, não protegem o solo da ação do clima e da precipitação, o que ocasiona a potencialização da ação do intemperismo físico com alto potencial de erosividade sobre o solo.

Segundo Araújo Filho e Silva (2015) os Luvisolos correspondem aos solos mais utilizados pela agricultura migratória do semiárido nordestino. As práticas rudimentares como desmatamento e queimadas, a exposição do solo e a diminuição do pousio têm provocado processos de degradação, principalmente relacionados a erosão, havendo indicações de que pelo menos 65% da área de cobertura desse solo se encontra em erosão de grave a muito grave.

O IGBD 4 que mede a erosão dos solos de Pentecoste obteve média 4,16 (DP= 0,75). Manyiwa e Dikinya (2013) apresentam que a erosão é um sério problema associado ao manejo do solo que se configura como a principal causa da degradação dele, o que ameaça a vulnerabilidade ecológica do ambiente semiárido.

A erosão dos solos identificada no município de Pentecoste relaciona-se ao processo de erosão hídrica. Segundo Sá e Angelotti (2009), os processos erosivos são os indícios mais marcantes da desertificação no semiárido nordestino, produto da interferência antrópica nos solos desse ambiente, o que promove, também, uma série de processos negativos sobre a flora e a fauna silvestre.

O principal agente da erosão hídrica é a água que ao atingir o solo através das chuvas na superfície desagrega e permite o transporte de substâncias menores ou na subsuperfície afetando a massa de material inconsolidado. No primeiro caso, relaciona-se ao escoamento superficial gerando formas erosivas relacionadas aos fluxos de escoamento difuso e concentrado, principalmente a erosão em lençol (*sheet erosion*), ravinas (*rill erosion*) e voçorocas (*gully erosion*) (IBGE, 2009).

O escoamento superficial difuso é o processo erosivo mais atuante no semiárido, pois em episódios de chuva intensa e em curto período, promove o transporte de material de granulometria grosseira, como seixos e cascalho, gerando pavimentos detríticos. Esse processo pode ser agravado pelas características da geologia e do tipo de solo, bem como da ausência de cobertura vegetal e topografia (Corrêa, 2006).

De acordo com a FUNCEME (2015) o escoamento superficial difuso arrasta os detritos derivados da desagregação mecânica deixando o material grosseiro na periferia e carregando os clásticos finos para áreas mais distantes. Em áreas com declive topográfico mais acentuado a ação desses dois processos morfodinâmicos expõe o chão pedregoso na

Depressão Sertaneja, marca nítida de degradação dos solos.

A vegetação é o principal responsável pela diminuição do escoamento superficial e perda de solo decorrente de processos erosivos, pois esta intercepta a chuva e protege o solo desde a sua copa até a serapilheira. A retirada da vegetação altera o equilíbrio natural, deixando a superfície do solo exposta aos agentes erosivos e interrompendo o aporte de restos vegetais ao solo. Assim, inicia-se a diminuição progressiva da matéria orgânica que provoca rápida deterioração da fertilidade e estrutura do solo seguida pela diminuição da infiltração e aumento do escoamento e conseqüente crescimento da erosão (Boluda; Carrasco; Oliveira, 2005).

O impacto das gotas de água da precipitação ao tocarem o solo desnudo provoca o “desmanche” de partícuas do solo que afeta a capacidade de infiltração e conseqüentemente acumula água que escoar em nível de superfície carregando mais partículas e formando os sulcos de erosão e ravinas. Estes tendem, a evoluir com o agravamento do escoamento superficial gerando as voçorocas.

Em áreas com maior declividade esse processo é intensificado pela ação da gravidade e a camada superficial do solo, primeiros horizontes e mais férteis, podem ser carregados, ocasionando perda de nutrientes, elementos minerais e de fertilidade, tornam-se solos degradados (Souza, 2000; Guerra, 2012).

O aumento do desmatamento, da queimada, as chuvas concentradas e muitas vezes torrenciais típicas do semiárido bem como a maior declividade de algumas feições geológicas e os solos rasos provocam o aumento da erosão, formando ravinas de diferentes dimensões e deixando as rochas expostas, descaracterizando a paisagem sertaneja do município de Pentecoste.

A figura 19 traz uma área com marcas nítidas de erosão, visualiza-se o desmatamento e a queimada da caatinga arbustiva densa. A pedregosidade evidencia a remoção das camadas superficiais do solo o que dificulta a recuperação natural dessa vegetação, também se vê a poluição por resíduo sólido, com despejo de sacolas plásticas e garrafas pets diretamente no solo. Destaca-se que a maior parte do lixo de Pentecoste é jogado em terrenos baldios e uma parte desse lixo doméstico é queimado dentro das próprias propriedades dos moradores.

Figura 19: Erosão dos solos em Pentecoste.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

O despejo de resíduos no solo provenientes de atividades industriais e domésticas, como lixo e esgoto, pode causar a degradação, principalmente por meio da contaminação por elementos-traços ou outros produtos orgânicos com potencial tóxico (Melo *et al*, 2012). Nesse tocante, Botelho e Silva (2012) salientam que o despejo inadequado de lixo ocasiona a contaminação dos solos, a poluição das águas superficiais e subterrâneas, facilita o aparecimento de doenças e obstrui o sistema de drenagem. A prática do despejo de lixo a céu aberto é bem comum em Pentecoste.

Os Planossolos, Luvissolos e Argissolos são naturalmente susceptíveis à erosão por serem rasos e apresentarem grande concentração de silte e granulometrias facilmente carregadas pelo escoamento superficial em áreas com ausência de cobertura vegetal. É comum encontrar sinais perceptíveis de erosão laminar e em sulcos rasos provocado pelas formas de uso da terra para agricultura e pecuária na zona rural de Pentecoste. As unidades Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá, Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e

Pequeno Maciço da Serrinha obtiveram valor 4 por apresentarem predominância de sulcos de erosão com profundidades que não ultrapassavam os 60cm.

Segundo Guerra (2012) o processo de formação das ravinas inicia-se na saturação do solo e formação de poças de águas que rompem obstáculos e escoam superficialmente, sendo inicialmente difuso, sob a forma de um lençol (*sheeflow*) que evolui para uma ravina quando o fluxo de água passa a ser linear (*flowline*) e depois torna-se microrravinas (*microrills*) e posteriormente para microrravinas com cabeceiras (*headctus*). Simultaneamente a essa evolução, podem se estabelecer também bifurcações, através dos pontos de ruptura (*knickpoints*) das ravinas, criando uma rede de ravinas (*rill network*) no terreno.

As unidades Planície Fluvial do Rio Curu e Canindé obtiveram o valor 5, por serem áreas planas, apresentarem os solos mais profundos e menos susceptíveis à erosão. A unidade com áreas mais perceptíveis de degradação, valor 3 (Tabela 12), através de marcas nítidas de erosão e ravinas de profundidades variadas, até 100 cm, é a Depressão Sertaneja de Pentecoste. As ravinas profundas são menos frequentes, mas são encontradas nas porções sul e sudeste do município.

A degradação do solo é mais perceptível nas áreas de solo pouco espesso que tem seus horizontes removidos pela influência direta das ações antrópicas e exibem áreas de solo desnudo com presença de pedregosidade e pavimento detrítico. Destaca-se que o chão pedregoso comumente encontrado na Depressão Sertaneja de Pentecoste evidencia a remoção do material fino pela erosão expondo a perda de horizontes e as marcas nítidas de forte degradação e desertificação da área.

Ao analisarmos a erosão também se faz necessário discutirmos a extração de areia dos leitos secos dos rios e no entorno de reservatórios de Pentecoste (Figura 20). Essa prática é realizada de forma ilegal, tendo em vista não ter sido visualizado nenhuma placa de autorização nos locais visitados em campo, e abastece comércios de construção civil local e de municípios vizinhos.

Figura 20: Extração de areia no entorno de reservatório de Pentecoste.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

O aquecimento do mercado de construção civil ocorre devido as políticas governamentais de investimento na construção e reforma de moradias, imóveis comerciais e obras de infraestrutura ocasionando uma crescente demanda por areia o que tem levado a exploração desse mineral em municípios cada vez mais distantes das capitais (Nobrega Filho *et al*, 2012). Nas planícies fluviais e próximo aos açudes de pequeno e médio portes do município foi identificado a extração de areia para construção civil. Essa atividade de extração mineral pode ocasionar impactos negativos, como o desmatamento da mata ciliar, erosão e assoreamento dos rios, poluição dos recursos hídricos e descaracterização paisagística de Pentecoste.

De acordo com Gunkel (2019b) os reservatórios no semiárido brasileiro sofrem graves impactos ambientais negativos, quando em anos mais secos alguns reservatórios secam por completo e essa redução no nível de água resulta no acúmulo de sais e nutrientes, ausência de estratificação térmica e ressuspensão de sedimentos depositados por ondas de ventos. Outro problema ambiental, influenciado pelos processos erosivos, bem comum em Pentecoste é o assoreamento de reservatórios de pequeno porte construídos na zona rural do município.

Segundo Aquino e Lopez (2000) o assoreamento consiste na deposição dos materiais sólidos transportados pelos cursos de água e pode provocar a perda da capacidade de armazenamento dos reservatórios. A entrada de sedimentos em rios e reservatórios ocasionam grave impacto sobre a qualidade da água, por causa da alta carga de sedimentos finos com nutrientes e agrotóxicos e pela deposição do material perto dos rios, diminuindo o fluxo e a profundidade da água (Gunkel, 2019a).

A retirada de areia e argila dos leitos dos rios, os desmatamentos realizados nas nascentes e as margens dos cursos de água, o manejo inadequado de práticas agrícolas nas vertentes de acentuada declividade corresponde aos principais responsáveis pelo aumento da produção de sedimentos, resultando em elevados teores de turbidez e sólidos totais em muitos reservatórios, fato esse que vem comprometer a qualidade da água e a vida útil dos açudes (Zanella, 2007).

A pressão por superpasteio impacta negativamente o solo e a vegetação de Pentecoste, conforme salienta Almeida e Guerra (2010, p. 37) “o superpasteio pode ser o fator principal na degradação ambiental, pois quando grandes rebanhos competem pelas mesmas pastagens eles podem ultrapassar a produtividade natural da área e remover a cobertura vegetal e compactar o solo, acelerando a erosão”.

Além da pressão das lavouras, há a considerar as influências do sobrepasteio extensivo. Plantas componentes dos extratos herbáceos e arbustivos tendem a ser suprimidas com marcas evidentes para impulsionar os efeitos da degradação ambiental. O pisoteio excessivo do gado tende a comprometer a drenagem e a capacidade hídrica dos solos favorecendo a sua compactação e impermeabilização. Com isso, o escoamento superficial é intensificado, especialmente nas caatingas que exibem um padrão fisionômico aberto e com biomassa escassa (Ceará, 2010, p. 48).

Os rebanhos de bovino, caprino, ovino aumentam sem manejo adequado e sem levar em consideração a capacidade de suporte do ambiente. A maioria da população que vive na zona rural de Pentecoste cria animais para a subsistência, principalmente a bovinocultura e caprinocultura. Esses animais são criados soltos e acabam exercendo forte pressão sobre a vegetação natural e o solo. Segundo FUNCEME (2015) a pecuária contribui para a compactação e erosão do solo, poluição dos recursos hídricos e redução da biodiversidade, à medida que destrói ecossistemas ambientais.

O superpasteio exerce pressão sobre a vegetação através da substituição da caatinga em áreas de pastagens, fato esse que tem ocorrido com grande frequência em

Pentecoste exercendo pressão sobre o estrato herbáceo da vegetação. A compactação do solo por superpastoreio também diminui o potencial de infiltração do solo, aumentando consequentemente o escoamento superficial da água e causando o aparecimento de ravinas no terreno. Na figura 21 pode-se visualizar área de depressão sertaneja fortemente degradada atestada pela remoção da vegetação natural, exposição do solo desnudo e constante pressão por superpastoreio.

Figura 21: Área fortemente degradada e compactada pela pecuária.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2021).

Ressalta-se que o sobrepastejo de caprinos e ovinos impacta mais o solo que o bovino, pois a maneira como este pasteja o impede de tosar com a mesma altura do ovino e de consumir alguns componentes de árvores e arbustos, como faz o caprino (Araújo Filho; Silva, 2015). Sales e Oliveira (2006) salientam que esses dois tipos de gados prejudicam a germinação das sementes, à manutenção de mudas e no rebroto da vegetação nativa.

A caprinocultura necessita de menos recursos da terra, pois sua dentição desses permite-lhes “puxar” as gramíneas bem rentes ao chão, arrancando-as pela raiz, diferentemente dos bovinos que só consomem a parte superior do pasto. Locais que já foram muito explorados pela pecuária apresentam um solo raso e compactado, devido a

ação do sobrepastoreio (Vieira, Magalhães; Silva, 2017). Salienta-se que o processo de uso e ocupação nas zonas rurais do semiárido cearense conduzem à degradação progressiva dos solos e à perda de produtividade das lavouras de subsistência

O IGBD 5 refere-se a cobertura vegetal presente nas unidades geocológicas de Pentecoste e obteve média 3,16 (DP = 0,75). Esse índice variou de média-alta a média baixa, em que o maior valor, 4, que representa a maior cobertura vegetal no município está presente nas unidades: Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia e Pequeno Maciço da Serrinha. Nessas áreas, a vegetação de caatinga arbustiva densa se encontra mais conservada embora também sofra pressão antrópica.

As unidades Planície Fluvial do Rio Curu, Planície Fluvial do Rio Canindé e Conjunto de Cristas da Serra do Maracajá obtiveram o valor 3 por apresentarem média cobertura vegetal, principalmente devido a retirada da vegetação natural e preparo do solo para os cultivos de subsistências e culturas permanentes em áreas de irrigação.

A unidade Depressão Sertaneja de Pentecoste obteve o menor valor, 2 (Tabela 12), pois apresenta extensas áreas com pouca cobertura vegetal natural, principalmente na porção sul do município onde se concentram áreas de solo exposto utilizado para a pecuária. Destaca-se também a presença de pequenas áreas, na porção norte, com cobertura vegetal alta, o que indica a presença de caatinga arbustiva densa conservada.

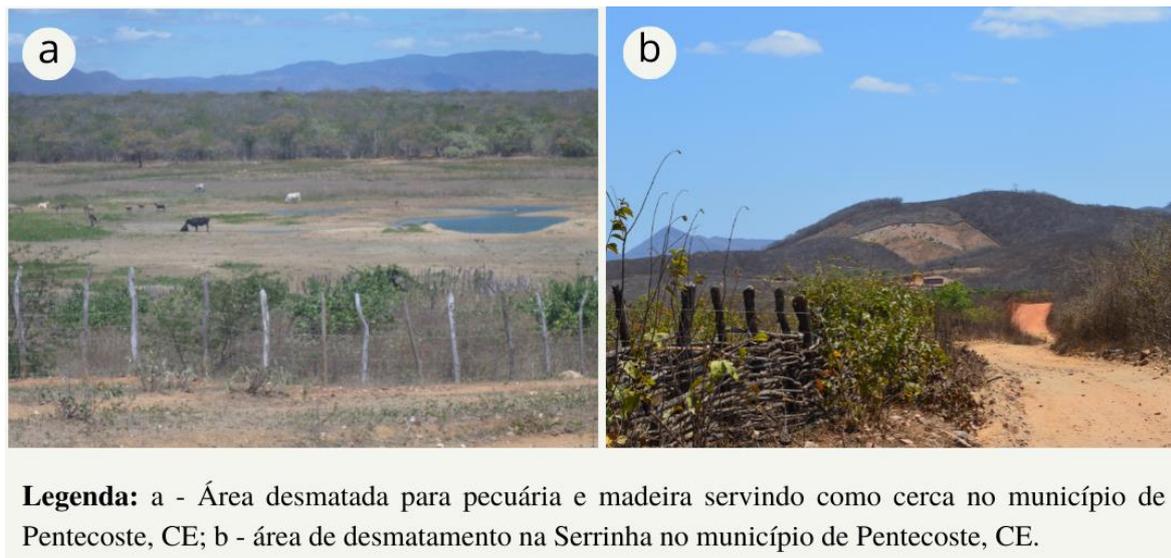
A pressão sobre a vegetação têm provocado impactos ambientais principalmente voltados ao desmatamento, queimadas e descaracterização da paisagem. Silva e Ribeiro (2004) consideram o desmatamento e a queimada como as principais ações antrópicas que iniciam o processo de degradação ambiental. Essas práticas buscam atender as demandas humanas voltadas normalmente as atividades econômicas: agricultura, pecuária e extrativismo.

O que mais tem-se notado nos trabalhos de campo a Pentecoste são a retirada da vegetação de caatinga para a transformação da área em pastagem para o gado. Essa afirmação é confirmada pela FUNCEME (2015, p. 149) ao apresentar que no sertão cearense “ocorre uma contínua e progressiva conversão da vegetação natural por pastagens naturais onde se pratica um sobrepastoreio que tende a suprimir o estrato herbáceo”.

A vegetação é derrubada e removida, resultando em áreas desprotegidas e mais susceptíveis a erosão superficial. Em Pentecoste, essa técnica ocorre na depressão

sertaneja, nas serras e nas margens das planícies fluviais, com a retirada da vegetação para o plantio de subsistência, principalmente milho, feijão e mandioca, a pecuária e a produção de carvão vegetal que compõe a matriz energética desse município. A figura 22 demonstra a retirada da vegetação de caatinga na depressão sertaneja e no Pequeno Maciço da Serrinha.

Figura 22: Desmatamento da vegetação natural em Pentecoste.



Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2022).

As áreas da Depressão Sertaneja, vem sofrendo, ao longo dos anos, sucessivos desmatamentos e queimadas para a introdução de atividades agropecuárias ou de exploração de madeira. O desmatamento generalizado e a retirada de lenha da caatinga acarretam, dentre outros problemas, a supressão da floresta original e na erosão acelerada dos solos (Brandão; Freitas, 2014; Nobrega Filho, 2009).

A agricultura de subsistência converte, anualmente, remanescentes de vegetação em culturas de ciclo curto, somado a prática do corte de madeira para a produção de lenha, a caça de animais e o contínuo desmatamento da vegetação para a criação de bovinos e caprinos promovem graves impactos ambientais que podem intensificar processos de desertificação já em cursos (Leal *et al*, 2005). Segundo Araújo, Bronstert e Guntner (2005), 30% da área do bioma caatinga já foi alterado pela ação humana, principalmente em função da agricultura.

A ação antrópica influencia diretamente na erosão laminar, através da retirada da cobertura vegetal que agravada pelas irregularidades pluviométricas, cria condições

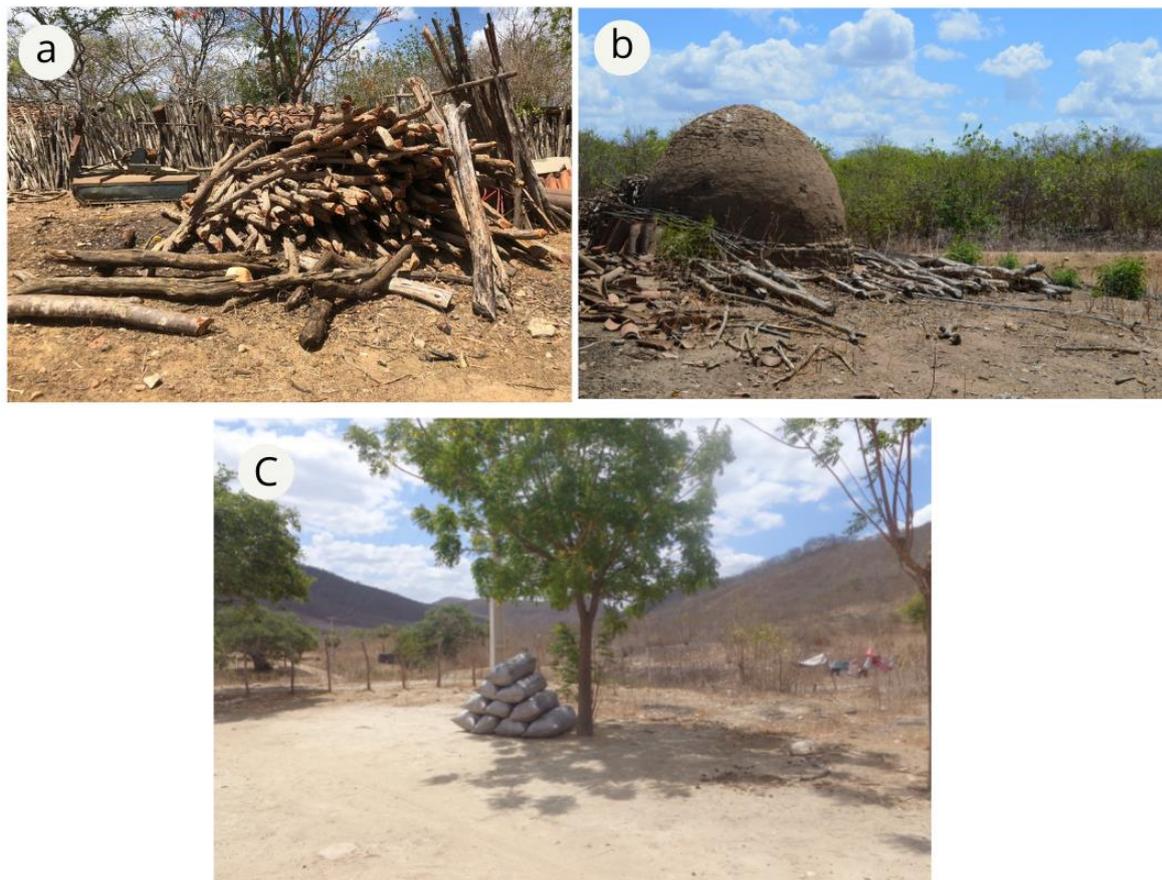
materiais para o estabelecimento dos processos de desertificação (Nolêto, 2005). Também é importante lembrar que a remoção da vegetação natural compromete a manutenção dos estoques de sementes do semiárido.

Segundo Souza (2000) a caatinga arbustiva densa quando muito degradada passa a apresentar aspecto de caatinga arbustiva aberta. Esse fenômeno é percebido em algumas áreas de Pentecoste que devido ao processo de degradação da vegetação original modificaram o padrão fisionômico, dando aspecto de caatinga arbustiva aberta onde antes existia caatinga arbustiva densa. Corroborando com essa afirmação, Maia (2004) apresenta que devido a excessiva ação antrópica, atualmente a vegetação de caatinga se encontra devastada, mais aberta do que era com predominância de árvores baixas de caule fino, muitas vezes de porte arbustivo e com poucas espécies se comparado ao estado original.

Segundo Tricart (1977) as atividades antrópicas afetam de imediato a cobertura vegetal por meio da sua retirada parcial, com o desmatamento ou total através de queimadas provocando prejuízos aos componentes naturais e influenciando na: i) energia da radiação que alcança o solo, e as temperaturas do solo com efeito sobre a flora e fauna, a mineração do húmus, a nitrificação e a fertilidade; ii) queda de detritos vegetais na superfície do solo e conseqüentemente, na nutrição dos organismos redutores e sua resistência a erosão; iii) interceptação das precipitações, tempo e energia dos impactos das gotas de chuvas que determinam a possibilidade de erosão pluvial e iv) proteção do solo contra ações eólicas, capazes de intensa degradação do solo.

Além do desmatamento para o cultivo de subsistência, há a remoção da cobertura vegetal para a coleta de lenha como combustível e outros fins. Segundo Souza (2006), as espécies lenhosas da caatinga, estão sendo devastadas como fonte de madeira para a construção civil, cercas e como fonte energética. Em Pentecoste a lenha retirada, é na sua maioria, utilizada para a produção de carvão, sendo comum encontrar fornalhas rudimentares de fabricação de carvão na zona rural do município (Figura 23).

Figura 23: Produção de carvão artesanal em Pentecoste.



Legenda: a - Madeira retirada da vegetação natural em Pentecoste, CE; b - Fornalha rudimentar utilizada na produção de carvão em Pentecoste, CE; c - Carvão ensacado e pronto para comercialização em Pentecoste, CE.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2022).

A lenha produzida a partir da retirada da vegetação de caatinga no município é utilizada para o consumo doméstico e como combustível em olarias e estabelecimentos comerciais: padarias, restaurantes, churrasarias e pizzarias. Segundo Vieira, Magalhães e Silva (2017) a lenha é utilizada nas indústrias são prioritariamente nas olarias, caieiras, gessarias e padarias, que a utilizam como combustível. Outro uso florestal muito presente no sertão cearense é a extração da vegetação para a produção de estacas e mourões.

Nas áreas de várzea junto às planícies fluviais dos rios, a cobertura vegetal original é retirada para o plantio de culturas de subsistências, feijão, milho, mandioca dentre outros, por apresentarem maior disponibilidade hídrica e solos mais férteis. Este desmatamento provoca o aumento dos processos erosivos e a formação de ravinas profundas ampliando o acúmulo de sedimentos nos leitos fluviais.

É perceptível o desmatamento de alguns trechos de vegetação das margens dos rios Curu e Canindé, com a substituição da mata ciliar pela agricultura de subsistência. Essa ação antrópica, descaracteriza a paisagem da planície fluvial e acelera a erosão nas margens dos rios, ao intensificar o carreamento de sedimentos para os seus leitos e promover o assoreamento de rios e reservatórios do município.

A vegetação ciliar nas margens dos rios (intermitentes e perenes) e reservatórios (naturais ou artificiais) é considerada Área de Preservação Permanente-APP. Essa corresponde a “área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (Brasil, 2015, p. 133).

De acordo com a lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal, essa vegetação deveria ser preservada ao máximo, mas o que se encontra é a sua retirada em determinadas áreas dos rios, riachos e açudes de Pentecoste para o cultivo de culturas de subsistência e a retirada de sedimentos para a construção civil.

Destaca-se também o impacto do desmatamento sobre o clima local e regional, perceptíveis a longo prazo, pois essa prática corriqueira contribui para a alteração das condições climáticas, uma vez que a vegetação influencia no controle de temperatura e umidade (Lorandi; Cançado, 2002).

Culturalmente o desmatamento e a queimada são técnicas empregadas na limpeza e preparo do terreno para a plantação, sendo experiências perpetuadas por gerações de agricultores que vislumbram nesse uso, seu modo de vida e de subsistência em Pentecoste.

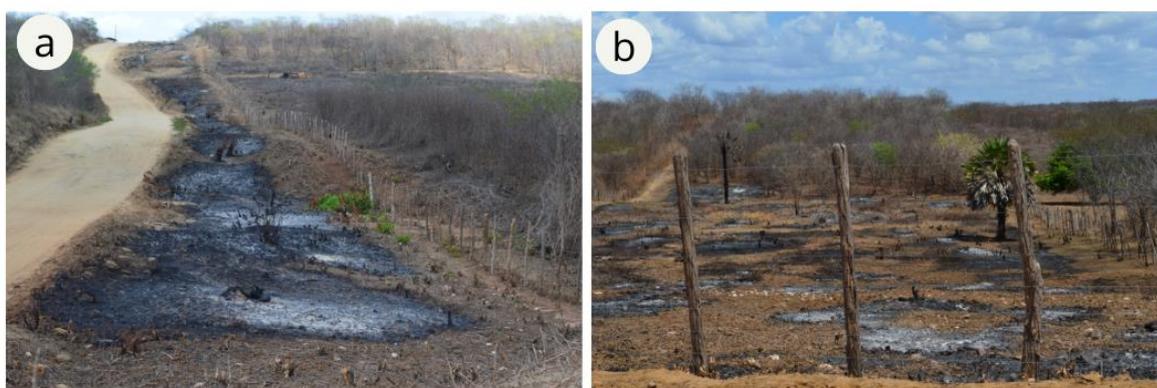
Após a retirada da vegetação, os agricultores praticam a queimada a fim de preparar o solo para o plantio. Depois de anos, a terra é deixada em repouso para em certo período, iniciar um novo ciclo de lavoura. Esse manejo provocará, ao longo do tempo, um esgotamento progressivo dos solos que tendem a degradação irreversível.

Por conta das queimadas só sobrevivem as espécies arbóreas e arbustivas resistentes a essa prática, como as dotadas de mecanismos biológicos adequados, como a casca suberosa ou cortical. O tipo de manejo empregado no semiárido, pautado no corte e queima potencializam os processos erosivos nas áreas desmatadas e a perda de nutrientes dos solos, pois a alta temperatura do fogo destrói os microrganismos responsáveis pela manutenção da fertilidade orgânica, ocasionando a queda da capacidade produtiva da terra

(Santos, 2011; Brasil, 2004a).

O desmatamento e a queimada, praticados mais frequentemente na zona rural de Pentecoste (Figura 24), compromete seriamente a capacidade produtiva dos solos e o seu estado de conservação, pois geram o empobrecimento do solo devido à eliminação da microfauna e redução da matéria orgânica dos horizontes superficiais que ficam diretamente expostos às ações erosivas comandadas principalmente pelo escoamento superficial.

Figura 24: Queimada na zona rural de Pentecoste.



Legenda: a - Queimada controlada à margem da estrada na zona rural do município de Pentecoste, CE; b - Queimada para agricultura de subsistência na zona rural de Pentecoste, CE.

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2022).

Outro impacto muito visível na vegetação de Pentecoste é a descaracterização da paisagem principalmente devido a proliferação de espécies invasoras e perda de variedade de espécies da caatinga. Na caatinga arbustiva densa do município visualiza-se uma prevalência de jurema preta (*Mimosa tenuifolia*) que indica a perda na variedade de espécies da caatinga pela pressão antrópica sobre o recurso florestal no sertão. Essa realidade também fica evidente ao observarmos em campo a forte presença de espécies invasoras (Figura 25), principalmente da planta chamada de unha do diabo (*Cryptostegia madagascariensis*). Essa espécie de trepadeira se prolifera rapidamente sobre a vegetação de várzea, principalmente sobre as carnaúbas e além de provocar uma descaracterização na paisagem também prejudica as plantas ao impedir a fotossíntese.

Essa espécie desenvolve ramos trepadores que alcançam grandes alturas, usando como suporte as outras plantas. Além disso, causa sérios danos à vegetação das matas ciliares da caatinga cearense, competindo principalmente com a carnaubeira matando-a por

sombreamento ao desenvolve ramos trepadores, com grande produção de biomassa, que impedem a passagem de luz, causa asfixia, estrangulamento e tombamento (Andrade, 2013; Vieira *et al*, 2004). Destaca-se também os prejuízos econômicos para os produtores rurais, já que o extrativismo da carnaúba é uma importante atividade econômica desenvolvida no semiárido cearense.

Figura 25: Unha do diabo sobre a vegetação de várzea no município de Pentecoste.



Legenda: a e b - Unha do diabo (*Cryptostegia madagascariensis*) sobre a vegetação de várzea no município de Pentecoste, CE;

Fonte: Nagila Fernanda Furtado Teixeira (2022).

Após a aplicação dos cinco Indicadores Geobiofísicos de Desertificação foi possível verificar a susceptibilidade das unidades geológicas à desertificação, conforme os intervalos de classificação em quatro níveis: muito baixo, baixo, moderado e alto (Ver tabela 1). A tabela 13 apresenta os diferentes graus de susceptibilidades das seis unidades geológicas presentes no município de Pentecoste.

Tabela 13: Graus de susceptibilidades das unidades geológicas de Pentecoste.

UNIDADES GEOECOLÓGICAS	ÍNDICE	SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
Depressão Sertaneja de Pentecoste	2,8	Moderado
Planície Fluvial do Rio Curu	4,2	Muito Baixa
Planície Fluvial do Rio Canindé	4,2	Muito Baixa
Conjunto de Cristas da Serra Maracajá	2,4	Alto
Pequeno Maciço da Serra Santa Luzia	2,8	Moderado
Pequeno Maciço da Serrinha	2,8	Moderado

Fonte: Adaptado de Oliveira, Semedo e Oliveira (2016).

CAPÍTULO 6:

PROPOSTA DE ZONEAMENTO FUNCIONAL-AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE PENTECOSTE

O zoneamento é um instrumento com o objetivo de dividir a porção territorial em zonas regionais de acordo com as características do ambiente e sua aptidão de uso, devendo-se levar em consideração os fatores ambientais existentes (Brito; Câmara, 2002). Corroborando com esta afirmação, Silva e Rodriguez (2014) apresentam que o zoneamento ambiental é uma das bases essenciais para se estabelecerem as estratégias de planejamento de um território, ao estabelecer os limites espaciais nos quais se instituirão as ações de gestão, através de um zoneamento funcional-ambiental. O zoneamento ambiental permite trazer maiores contribuições e encaminhamentos a usos mais sustentáveis dos recursos naturais, bem como, auxilia na gestão ambiental municipal e na tomada de decisões (Anjos; Carvalho, 2020).

A par dessas questões, Vidal (2014) apresenta que o zoneamento se expressa por um importante momento dentro do planejamento ambiental, pois este constitui o estabelecimento de propostas de planejamento do território que orientam a definição dos tipos de usos e as medidas que assegurem políticas de gestão. Nessa perspectiva, Nardin e Robaina (2010) expressam que o zoneamento ambiental se configura na compartimentação da paisagem com base nas características geoambientais e suas inter-relações com as atividades antrópicas, evidenciando assim as limitações, potencialidades e restrições de usos.

“Os tipos e usos funcionais consistem em determinar os usos compatíveis com a paisagem, o estabelecimento da intensidade de utilização e o sistema de medidas (ambiental) que garanta a exploração racional” (Vidal, p. 174, 2014). A definição dos tipos de usos funcionais seguiu os critérios estabelecidos por Antipov (2006) e Vidal (2014), assim foram estabelecidos 3 tipos funcionais:

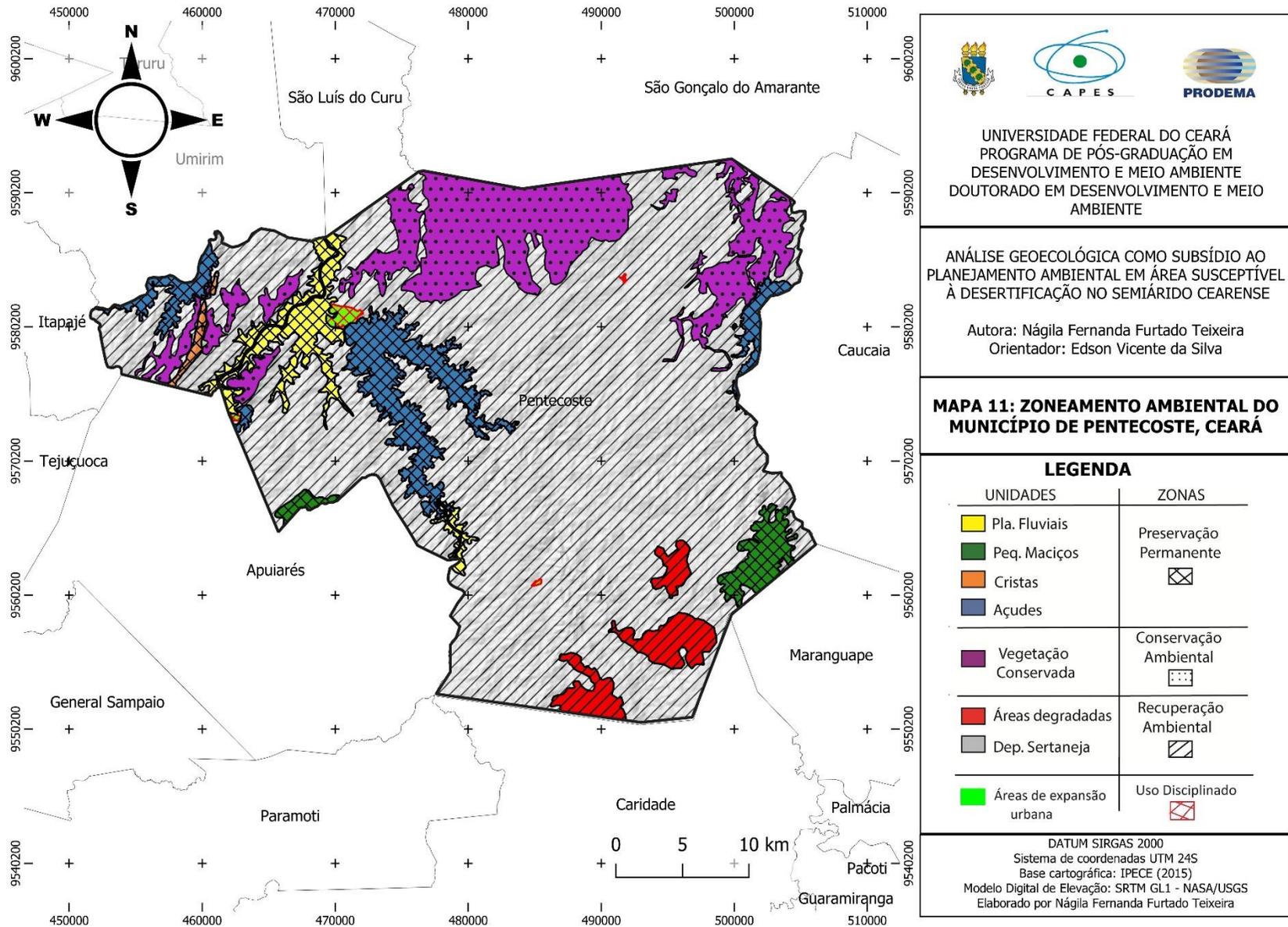
- Áreas de estabilização natural
- Áreas de resgate da estabilização natural
- Áreas de expansão residencial

A proposta de zoneamento ambiental-funcional de Pentecoste é resultante da inter-relação das fases de organização e inventário, análise e diagnóstico, sendo caracterizada como um dos produtos da fase propositiva (ver capítulo 2). A definição das zonas levou em

consideração as formas de uso, ocupação, problemas ambientais, condições geoambientais, potencialidades e limitações das diferentes unidades geológicas do município de Pentecoste.

6.1 Proposta de zoneamento ambiental-funcional

Essa proposta se concretiza na determinação dos tipos de usos funcionais e nas zonas de proteção do município de Pentecoste. As zonas definidas para o município foram: Zona de Preservação Permanente, Zona de Conservação Ambiental, Zona de Recuperação Ambiental e Zona de Uso Disciplinado. Estas estão espacializadas no mapa 11 e detalhadas a seguir.



6.1.1 Zona de Preservação Permanente

Essa zona inclui as Áreas de Preservação Permanente (APP) instituída pelo Art. 4º do Novo Código Florestal, lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012 que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal. De acordo essa lei, considera-se APP, zonas rurais e urbanas (Brasil, 2012, p. 7):

I - As faixas marginais de qualquer curso - d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular em largura mínima de: a) 30 metros para os cursos- d'água de menos de 10 metros de largura; b) 50 metros para os curso-d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura; c) 100 metros para os curso-d'água que tenham de 50 a 200 metros de largura; d) 200 metros para os curso-d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura; e) 500 metros para os curso-d'água que tenham largura superior a 600 metros; [...].

III - As áreas no entorno dos reservatórios-d 'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de curso-d'água naturais. [...].

IX- No topo de morros, monte, montanhas e serras, com altura mínima a partir de 100 metros e inclinação média maior que 25°.

Em Pentecoste essa zona abrange as unidades: planícies fluviais do rio Curu e Canindé, os topos dos pequenos maciços residuais da Serrinha, Santa Luzia e do conjunto de crista da Serra do Maracajá. Também engloba as margens dos açudes do município: Pereira de Miranda, Caxitoré e Sítios Novos. Essas áreas são ambientes mais frágeis e intensamente explorados, principalmente as planícies fluviais e as margens dos reservatórios. As formas de uso e ocupação nesses ambientes, relatadas no capítulo 5, ocasionam impactos ambientais como o desmatamento, a ocupação irregular, a poluição, o assoreamento e a descaracterização da paisagem.

Quanto ao tipo funcional, as unidades inseridas nessa zona foram classificadas como áreas de estabilização natural, em função do papel que exercem na manutenção do equilíbrio e dinâmica dos sistemas ambientais (Vidal 2014; Farias, 2015). A delimitação da Zona de Preservação Permanente objetiva a preservação ambiental dos sistemas naturais importantes à existência e reprodução do equilíbrio ambiental da flora e fauna. Destaca-se que o manejo dessa zona deve estar orientado nas condições naturais, limitações e potencialidades e promover atividades sustentáveis de pesquisa e Educação Ambiental para mitigar e prevenir problemas ambientais.

A Zona de Preservação Permanente engloba áreas nos quais os recursos devem ser preservados, estudados a fins de pesquisa, onde não seja permitida alterações que venham causar prejuízos a sua dinâmica natural (Sousa, 2019). Destaca-se aqui também a

necessidade de monitoramento da expansão urbana das áreas no entorno do reservatório Pereira de Miranda que apresenta elevado número de construções. De acordo com Aquino e Mota (2019), os terrenos situados no entorno das áreas de preservação permanente devem ter usos que permitam a permeabilidade do solo e a infiltração das águas e que não resultem em poluição por resíduos sólidos e líquidos.

Segundo Sousa (2019) essa zona deve preservar o ambiente natural, bem como ampliar pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades ligadas a Educação Ambiental. A Zona de Preservação Permanente possui, ainda, alto valor natural, indispensável a troca de fluxos de matéria e energia.

6.1.2 Zona de Conservação Ambiental

Essa zona inclui as áreas com vegetação de caatinga arbustiva densa conservada na unidade depressão sertaneja de Pentecoste. A delimitação da Zona de Conservação Ambiental insere-se o tipo funcional indicado para área de estabilização natural com uso disciplinado e racional das atividades agropecuárias e proteção paisagística.

Conservação ambiental é a utilização racional de um recurso natural, para se obter um rendimento considerado bom, garantindo-se, entretanto, sua renovação ou sua autossustentação (Amorim; Oliveira, 2013). A Zona de Conservação Ambiental objetiva conservar remanescentes de vegetação imprescindíveis para o equilíbrio ecológico e beleza cênica da paisagem sertaneja do município. A Zona de Conservação Ambiental inclui áreas com condições ambientais mais equilibradas, principalmente quanto à conservação da vegetação nativa nas áreas de fazendas, áreas de pousio e silvicultura com plantações de eucaliptos e outras espécies em lotes particulares na depressão sertaneja do município.

A vegetação em Pentecoste é esparsa e descontínua, sendo muito comum a presença de estrato arbustivo degradado. A presença de caatinga arbustiva densa conservada está presente na porção norte do município e a delimitação dessa zona busca proteger o renascente de caatinga densa da pressão antrópica. Segundo Maia (2004) o principal conjunto vegetacional do Nordeste semiárido, vem entrando em declínio acentuado em face de um histórico de pouco mais de três séculos de uso e de exploração da terra. Revela-se, deste modo, a disseminação de uma vegetação secundária de baixo porte e aberta.

6.1.3 Zona de Recuperação Ambiental

Essa zona refere-se às áreas mais críticas do município, pois sofreram impactos ambientais negativos decorrentes da atividade humana, principalmente manejo incorreto dos recursos naturais: solo, vegetação e recursos hídricos. São áreas com grau moderado de susceptibilidade à desertificação e degradadas, concentradas na unidade depressão sertaneja de Pentecoste. Quanto ao tipo funcional, as unidades inseridas nessa zona foram classificadas como de resgate da estabilização natural, o que determina áreas que necessitam de recuperação e monitoramento dos processos de degradação.

No município, a Zona de Recuperação Ambiental corresponde às áreas de erosão dos solos com formação de ravinas, processos erosivos perceptíveis, açudes assoreados, setores que sofreram desmatamento e queimadas na depressão sertaneja. Abrangem assim, as áreas de caatinga moderadamente degradadas, áreas fortemente degradadas e de atividades agropecuárias, como as áreas de pecuária extensiva, solo exposto e agricultura.

As áreas degradadas são reflexos, entre outros fatores, da incompatibilidade de algumas técnicas rudimentares de manejo dos recursos naturais, tais como a queimada, a retirada da vegetação dentre outras que são amplamente praticadas e perpetuadas através das gerações de agricultores. As práticas antrópicas indisciplinadas intensificam, geralmente, o desmatamento e queimadas da cobertura vegetal principalmente para fins agrícolas, contribuindo para o aumento das áreas de solo exposto das regiões semiáridas (Silva *et al*, 2019; Bezerra *et al*, 2020).

Por se caracterizarem em ambientes frágeis e deteriorados, a delimitação dessa zona objetiva à recuperação e restauração ambiental visando à preservação dos recursos naturais e da capacidade produtiva do solo. Nessa zona, faz-se necessária restrição de uso e ocupação, alta proteção e projetos de recuperação ambiental, principalmente voltado à regeneração dos solos, da cobertura vegetal e a mitigação da poluição ambiental.

Destaca-se que a fiscalização dos usos e ocupação dessa zona é imprescindível para a recuperação ambiental, bem como a conscientização da população sobre as consequências negativas de atividades econômicas que degradam e comprometem a capacidade produtiva dos recursos naturais.

6.1.4 Zona de Uso Disciplinado

Essa zona corresponde as áreas de expansão urbanas do município de Pentecoste, localizadas na sede e distritos de Matias, Porfírio Sampaio e Sebastião de Abreu. Quanto ao tipo funcional, enquadra-se no uso residencial no qual faz-se necessário projetos que permitam uma expansão residencial planejada com um acompanhamento que vise uma melhor ocupação desses espaços.

Salienta-se a necessidade do controle sobre os usos e ocupações dessa zona, na faixa urbana e rural do município, tendo em vista a fragilidades desses ambientes, permitindo os usos de acordo com a capacidade de suporte, limitações e as vocações ambientais, principalmente quando relacionados a expansão urbana próximo aos rios, açudes, áreas de encostas dentre outras.

Nessa zona deve ser considerada no uso disciplinado a legislação municipal e estadual, como os limites de ocupação das APPs, lei nº 12.651/2012, como a distância de 30 metros para lagoas; de 50, 100, 200 e 500 metros dependendo da largura do rio e as áreas no entorno dos reservatórios-d'água artificiais. Destaca-se que a Zona de Uso Disciplinado é composta por espaços frágeis e que estão em processo de urbanização.

6. 2 Estratégias de gestão integrada para o desenvolvimento sustentável

A partir do detalhamento das condições geoambientais, características socioeconômicas, unidades geológicas e problemas ambientais de Pentecoste, descritas nos capítulos anteriores, foi possível elaborar uma proposta de zoneamento visando o planejamento ambiental, conservação dos recursos naturais e recuperação de áreas degradadas. Assim posto, propõe-se diretrizes para o desenvolvimento sustentável e comunitário a partir de planos de ações para o uso racional e conservação dos recursos naturais, recuperação da degradação e melhoria da qualidade de vida da população do município.

Para o uso racional dos recursos naturais através das atividades econômicas, melhoria da qualidade paisagística, recuperação de áreas degradadas e desenvolvimento comunitário, sugerem-se as seguintes ações:

1. A implantação de sistemas de produção agroflorestais-SAF como o agrossilvipastoris na depressão sertaneja a partir da integração do cultivo de espécies lenhosas perenes associadas às culturas e à pastagem, a fim de garantir a

estabilidade da produção, elevar a produtividade da terra, diversificar a produção, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem de boa qualidade.

2. Promoção de sistemas produtivos agroecológicos, principalmente nas pequenas propriedades rurais que permita a produção de alimentos orgânicos e que favoreçam o equilíbrio entre a atividade agrícola e o meio ambiente.
3. Restauração da vegetação natural a partir de práticas de reflorestamento, principalmente nas áreas de solo exposto e degradadas na depressão sertaneja classificadas como Zona de Recuperação Ambiental, nos pequenos maciços e nas planícies fluviais do rio Curu e Canindé. Essa recomposição, iniciada com o plantio de espécies pioneiras, de crescimento mais rápido e em geral de pequeno e médio porte, seguidas pelas intermediárias e por último, árvores de porte alto e grande longevidade, possibilita atrair e manter a fauna silvestre, a promoção de uma camada de matéria orgânica e a produção de banco de sementes (Ceará, 2010).
4. Proteção para a vegetal de caatinga das áreas que apresentam setores mais conservados, classificadas como Zona de Conservação Ambiental, propiciando a manutenção dos processos pedogenéticos e a conservação dos solos, com consequências positivas na proteção das nascentes hídricas do município.
5. Medidas de controle das queimadas nas unidades geoecológicas do município para mitigar os efeitos prejudiciais ao solo causados por esta prática. Deve-se progressivamente substituir as queimadas pela técnica de enleiramento, que consiste na retirada de toda a vegetação existente no terreno, de modo a limpá-lo para plantio. As sobras, em vez de serem queimadas, são postas em posição perpendicular ao desnível do solo, formando assim uma espécie de proteção contra possíveis enxurradas (Ceará, 2010).
6. Diminuição do superpastoreio do solo, principalmente nas áreas desmatadas e com marcas de processos erosivos, incluídas na Zona de Recuperação Ambiental, para que possam ser implantadas técnicas para a recuperação da degradação e mitigação dos efeitos da superexploração da vegetação e do solo.
7. Delimitação as áreas de APP, nas áreas urbanas, com a fiscalização das construções irregulares e a retirada de edificações que não respeitem a legislação e que acabam comprometendo o sistema e trazendo problemas de poluição com resíduos sólidos e efluentes de esgotos nas unidades classificadas como Zona de Preservação Permanente.

8. Práticas de manejo e conservação de solo e água como o cultivo em nível e a formação de terraços de retenção em que são construídos sulcos usando a terra removida formando uma barreira para diminuir o escoamento superficial e permitir a retenção e infiltração da água da chuva no solo.
9. Construção de cordões de pedras, muito adequada para serem implementadas na depressão sertaneja e nos pequenos maciços residuais com declividade moderada. Estes cordões segmentam o comprimento dos declives, diminuem o volume e a velocidade das enxurradas, forçam a deposição de sedimentos nas áreas onde são construídos aumentando a profundidade efetiva, formam patamares naturais e melhoram as propriedades físico-químicas do solo sobre a área de deposição (Melo *et al*, 2012; Ceará, 2010).
10. Nas áreas urbanas do município faz-se necessário a arborização das vias para melhorar o microclima e a beleza cênica, com a plantação de árvores nativas e com espécies adequadas para o meio urbano.
11. Projetos de arborização compatíveis com as condições geoambientais, nas sedes distritais, com a substituição das espécies invasoras e/ou exóticas do bioma local que contribuem significativamente para o equilíbrio ambiental.
12. Nas áreas urbanas próximo ao açude Pereira de Miranda sugere-se a revitalização da área e a criação de um parque urbano verde, visando proporcionar áreas de lazer para a comunidade e conscientização sobre a importância da conservação desse recurso.
13. Controle e redução da erosão através de: i) boas práticas agrícolas com a implantação de culturas mistas e em pequena escala, linhas de cultivos horizontais, faixas de vegetação e umidificação de solos antes de grandes precipitações; ii) reflorestamento de área com alto risco de erosão e iii) bom manejo da terra através da proteção da vegetação natural, faixas de vegetação, retenção de solo por represas pequenas nos riachos e recarga de água subterrânea por lagos de infiltração ou poços.
14. Divulgação junto à população das Áreas de Preservação Permanentes nos rios, riachos e reservatórios, principalmente para conscientizar e impedir a ocupação irregular e a poluição no leito dos cursos hídricos.
15. Valorização e incentivos aos pequenos agricultores familiares e pescadores artesanais do município.

16. Ampliação da participação comunitária por meio de associações e cooperativas dos agricultores familiares.
17. Incentivos ao turismo ecológico com a participação da comunidade em todos os processos de organização e execução dessa atividade turística.
18. Instalação de indústrias de beneficiamento sustentáveis de produtos agrícola e incentivos à apicultura.

Para a melhoria das condições de educação, cultura, saúde e saneamento básico sugerem-se as seguintes ações:

1. Ampliação e reformas das creches e escolas de ensino fundamental que permita uma aprendizagem satisfatória para os alunos regulares e oportunidade de alfabetização para os moradores que desejarem, bem como aumento na oferta de Educação de Jovens e Adultos-EJA para os agricultores que não concluíram a educação básica na idade certa.
2. Promoção de palestras e oficinas sobre educação ambiental, principalmente nas escolas e associações comunitárias de Pentecoste a fim de difundir ações ecologicamente orientadas e troca de experiências entre os agricultores quanto à prática e manejo sustentáveis dos recursos naturais.
3. Reformas e revitalização das praças do município promovendo uma valorização dos espaços públicos de lazer e convívio comunitário.
4. Restrução das estradas que permitem acesso às localidades rurais do município, com a melhoria da infraestrutura, pavimentação e iluminação das vias.
5. Valorização das atividades culturais do município, como expressões legítimas da cultura cearense e nordestina. Através de políticas e projetos de incentivos a valorização da cultura que permitam uma maior organização e articulação entre os agricultores, artesãos e residentes.
6. Ampliação e reformas dos postos de saúde do município com o aumento da capacidade de recebimento de pacientes e contratação de profissionais de saúde, principalmente pediatras, psiquiatras e radiologistas.
7. Programa permanente de coleta seletiva do lixo, com a ampliação para a área rural do município promovendo o menor risco de poluição ao meio ambiente e de doenças à população. Ademais, projetos de limpeza dos rios, riachos e reservatórios que já estão poluídos por resíduos sólidos e esgoto doméstico.

8. Implantação de saneamento básico em todo o município com rede coletora e de tratamento, bem como campanhas de educação sanitária para as populações residentes.
9. Investimento em dessalinizadores, bem como manejo e gerenciamento das águas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos diferentes sistemas ambientais, constatam-se que os impactos produzidos ao longo do processo histórico pelo uso e ocupação da terra degradaram de modo gradativo e contínuo a base dos recursos naturais. Nessa perspectiva, faz-se necessário estudos ambientais que visem analisar o quadro geoambiental, identificar, delimitar e avaliar a degradação ambiental e propor ações de planejamento ambiental que permitam a mitigação dos impactos ambientais e promovam o desenvolvimento comunitário contribuindo para os estudos ambientais no âmbito local e regional.

A partir do que foi discutido, a presente tese desenvolve uma pesquisa detalhada sobre os aspectos ambientais, socioeconômicos e realiza um diagnóstico ambiental do município de Pentecoste. Dividido em seis capítulos, a tese inicia com a fundamentação teórica e metodológica da Geoecologia das Paisagens e a discussão sobre os conceitos e temáticas imprescindíveis para o desenvolvimento da pesquisa. Nesse capítulo, debate-se a paisagem como produto da relação entre os componentes ambientais e antrópicos, os conceitos de planejamento e zoneamento ambiental e a problemática da degradação e desertificação no semiárido.

No capítulo 3 realizou-se um levantamento das características geoambientais da área de estudo que permitiu conhecer detalhadamente o meio físico: geologia, geomorfologia, solos, recursos hídricos e vegetação, bem como as condições socioeconômica da área com a discussão sobre os aspectos demográficos, econômicos, sanitário, educação e saúde.

A discussão apresentada no presente trabalho demonstra que a inter-relação e interação dos elementos do meio físico formam a paisagem de Pentecoste, caracterizada pelas marcas nítidas de área semiárida do Ceará. A par dessas questões, os processos geomorfológicos e pedológicos no semiárido estão diretamente condicionados ao gradiente térmico e regime pluviométrico desse ambiente. Nessa perspectiva, a erosão representa o processo mais atuante, sendo que essa dinâmica morfológica atua e exprime as paisagens sertanejas visíveis que repercutem as interferências da ação antrópica ao longo dos anos.

Enfatiza-se que as características geológica, geomorfológica e pedológica somadas a grande irregularidade espaço-temporal das precipitações que estão concentradas em três meses do ano influenciam na fragilidade dos solos e vegetação. A forte presença de processos erosivos acrescentada de práticas de uso e ocupação desenfreadas podem

promover impactos ambientais negativos que se agravados têm potencial para repercutir em processos de desertificação, tendo em vista que Pentecoste está situado no entorno do núcleo de desertificação de Irauçuba. Nessa perspectiva, foi eficaz o diagnóstico ambiental em escala municipal consoante as características ambientais, limitações e potencialidades dos componentes do meio físico apresentadas na presente tese.

No capítulo 4 buscou-se analisar as unidades geológicas, quanto às características geoambientais e socioeconômica das populações residentes. O diagnóstico socioambiental, com o detalhamento do meio físico e socioeconômico, permitiu a identificação de aptidões, limitações, restrições de usos e impactos já existentes na área de estudo em questão. A principal atividade econômica, do setor primário, desenvolvida no município é a agricultura de subsistência, com o cultivo de feijão, milho, mandioca, monocultura de algodão, castanha de caju e hortaliças, plantadas a jusante do eixo do açude Pereira de Miranda e nas áreas de planícies dos principais rios e riachos de Pentecoste. O agricultor do sertão utiliza estratégias de sobrevivência que exaurem os recursos, cujas causas imediatas são a utilização inapropriada e a degradação dos recursos naturais, principalmente água, solo e vegetação, temas que foram amplamente discutidos no capítulo 5.

Destaca-se que a pressão humana sobre os recursos naturais tem provocado a degradação da vegetação, dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade que aliada as condições socioeconômicas desfavoráveis acelera o problema da fome e da desigualdade social, principalmente nas áreas rurais do semiárido cearense. Os principais problemas ambientais diagnosticado nessa pesquisa foram: erosão dos solos, desmatamento para a produção de lenha, poluição, queimadas, poluição por resíduos sólidos dentre outras. Ressalta-se ainda que a lenha produzida a partir da retirada da vegetação de caatinga no município é utilizada para o consumo doméstico e como combustível em olarias e estabelecimentos comerciais: padarias, restaurantes, churrasarias e pizzarias.

Outra atividade muito desenvolvida é a pecuária extensiva com destaque para a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal baseia-se na fabricação artesanal de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e carnaúba. No setor de pesca, sobressaem criação de peixe em tanque-redes e pesca artesanal, visando mercado local e municípios vizinhos, desenvolvidas no açude Pereira de Miranda. Ressalta-se que a seca, a

diminuição dos volumes dos açudes de Pentecoste e conseqüentemente a queda na produção de pesca compromete a renda e a segurança alimentar da população rural que necessita diversificar as fontes de rendas investindo e se dedicando em mais de uma atividade econômica como a agricultura, pecuária, piscicultura e extrativismo, realizadas de forma concomitante.

Aponta-se que apesar da política de açudagem no Ceará e a presença de açudes de grande e médio porte no município, algumas localidades sofrem com a falta de acesso à água potável, sendo necessário o abastecimento através das políticas públicas estaduais de construção de cisternas, dessalinizadores e distribuição de água por meio de carros-pipa.

O capítulo 5 avaliou o grau de susceptibilidade à desertificação das seis unidades geológicas do município, a partir de parâmetros bem definidos e inter-relacionados, discutindo também a degradação ambiental diagnosticada através da análise dos dados e trabalhos de campo. Destaca-se que a maior unidade do município, depressão sertaneja de Pentecoste, apresenta moderado grau de susceptibilidade, sendo necessário monitoramento e mitigação do quadro de degradação já identificado, principalmente quanto à erosão dos solos causada por superpastoreio, práticas agrícolas e atividades antrópicas em geral.

Diante das questões apresentadas, o capítulo 6 realizou uma proposta de zoneamento, a partir das formas de uso e ocupação da terra e das características das diferentes unidades geológicas com a determinação de três zonas: Preservação Permanente, Conservação Ambiental e Recuperação Ambiental. Ademais, sugere-se ações de gestão integradas voltadas ao desenvolvimento sustentável e comunitário de Pentecoste.

Esses planos de ações, pensadas para Pentecoste, foram elaborados a partir das características socioambientais, potencialidades, limitações e vocações do município. Assim, estabelece-se a necessidade de as populações rurais serem autossuficientes em produção de grãos; Valorização e fortalecimento da piscicultura e agricultura familiar orgânica; Manejo sustentável da caatinga para exploração de espécies medicinais; Investimento em dessalinizadores; manejo e gerenciamento das águas; Incentivos ao turismo ecológico; Instalação de indústrias de beneficiamento de produtos agrícola e Incentivos à apicultura.

O presente estudo contribui para a produção científica sobre o ambiente semiárido, ao integrar dados qualitativos, secundários e primários, às técnicas de geoprocessamento gerando dados de suporte à análise da dinâmica geológica e da desertificação de

Pentecoste. A intenção principal é que os dados, as informações e os produtos gerados com a presente tese sejam utilizados pelas instituições e órgãos de gestão do município permitindo o planejamento e a gestão dos recursos naturais voltado ao desenvolvimento sustentável e a promoção da qualidade de vida da população residente.

As metodologias e análises empregadas na presente pesquisa procuraram demonstrar de maneira mais fidedigna possível as condições socioambientais em que se encontram cada unidade de paisagem presente no município de Pentecoste. O objetivo maior dessa pesquisa de tese é construir um diagnóstico claro e robusto sobre a área de estudo para que os gestores e a sociedade civil possam utilizar esse material em prol de melhorias para a comunidade de Pentecoste seja através de projetos, leis ou ações pontuais.

Diante da discussão presente na tese, recomendam-se estudos mais detalhados, principalmente quanto às fragilidades e vulnerabilidades socioambientais da área pesquisada com ampliação da discussão sobre desertificação a aplicação de metodologias e geoprocessamento aliada ao estudo de monitoramento de áreas degradadas e projeção de cenários.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AB'SABER, A. N. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical. **Geomorfologia**. Universidade de São Paulo, n. 53, 1977.
- ALVES, M. O. Pluriatividade como estratégia de sobrevivência no sertão nordestino: o caso de Tejuçuoca-Ceará. **Raízes**, vol. 21, nº 01, Campina Grande, 2002, p. 114-121.
- AMORA, Z. B. Indústria e espaço no Ceará. In: SILVA, J. B. da. et al. (orgs). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.
- AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. Zoneamento ambiental, subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da Costa do Descobrimento. **Mercator**, Fortaleza, v. 12, n. 29, p. 211-231, 2013.
- ANDRADE, M. C. **A Terra e o Homem no Nordeste: contribuições ao estudo da questão agrária no Nordeste**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1986.
- ANTIPOV, A. N. **Landscape Planning: tools and experience in implementation**. Bonn: IRKUTSK, 2006. Russia academy of science and federal agency for nature conservation. Tradução livre: José Manoel Mateo Rodriguez.
- ANDRADE, L. A. **Plantas invasoras: espécies exóticas invasoras da caatinga e ecossistemas associados**. 1. ed. Campina Grande: Epgraf, 2013.
- ANJOS, A. O. dos; CARVALHO, M. E. S. Zoneamento Geoambiental do município de Barrocas/BA: contribuições para o ordenamento territorial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n. 04, p. 1700-1719, 2020.
- AQUINO, M. D. de; MOTA, S. Planejamento ambiental e ordenamento territorial em bacias hidrográficas. In: PHILIPPI JR., A.; SOBRAL, M do C. (eds). **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. 1 ed. Barueri (SP): Manole, 2019.
- AQUINO, W. F.; LOPEZ, Á. G. Estudo do assoreamento de corpos d'água pelo método geofísico de geo-radar. **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. 2000, p. 1-6. CD-ROM.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de.; SILVA, N. L. da. Impactos e mitigação do antropismo no núcleo de desertificação de Irauçuba-CE. In: OLIVEIRA, J. G. B. de; SALES, M. C. L. (orgs). **Monitoramento da desertificação em Irauçuba**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2015.
- ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

ARAÚJO, J. C., BRONSTERT, A., GUNTNER, A. Influence of reservoir sedimentation on water yield in the semiarid region of Brazil. In: VIIth IAHS Scientific Assembly, 2005, Foz do Iguaçu. Sediment Budgets, **IAHS Publication** 292. Wallingford: v.2, p.301-307, 2005.

ASA. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semiárido**: 1 Milhão de Cisternas Rurais (P1MC). 2021. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em 3 maio 2021.

BENTO, J. A. N. *et al.* Dinâmica e diferenciação de sistemas de produção no semiárido brasileiro: agriculturas do município de Pentecoste, Ceará. **Desenvolvimento em Questão**, ano 15, n. 41, p. 416-456, 2017.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, v. 13, p. 1-21, 1969.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: Esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. n.13. São Paulo, 2004. 27p.

BEZERRA, A. C. *et al.* Monitoramento Espaço-Temporal da Detecção de Mudanças em Vegetação de Caatinga por Sensoriamento Remoto no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.13, n.01, p. 286-301, 2020.

BOLUDA, R; CARROSCO, C. G. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. La hidroclimatología e impactos ambientales: degradación y desertificación. **Revista Mercator**. Fortaleza, ano 4, n. 7, p. 111-120, 2005.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BRANDÃO, R de; FREITAS, L. C. B. (orgs). **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014.

BRASIL, Ministério da Pesca e Aquicultura – MPA. **Licenciamento ambiental da aquicultura**: critérios e procedimentos. Brasília – DF: SEBRAE, 2011.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 25 de Maio de 2012.

BRASIL. **Legislação brasileira sobre meio ambiente**: biodiversidade. Brasília: Edições Câmara, 2015.

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

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 e sustentabilidade: Agenda 21, o semiárido e a luta contra a desertificação. **Cadernos de debates**, n. 6. Brasília: MMA, 2004b.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa do Zoneamento Ecológico-Econômico**: diretrizes metodológicas. 2. ed. Brasília, 2003.
- BRITO, F. A.; CÂMARA, J. B. D. **Democratização e gestão ambiental**: em busca do desenvolvimento sustentável. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.
- CASTRO, A. S. F.; MORO, M. F.; MENEZES, M. O. T. de. O Complexo Vegetacional da Zona Litorânea no Ceará: Pecém, São Gonçalo do Amarante. **Acta Botanica Brasilica** v. 26, p. 108-124, 2012.
- CAVALCANTI, A. P. B. **Métodos e técnicas da pesquisa ambiental**. Teresina: UFPI, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Rede de monitoramento operada pela COGERH**. 2008. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br>. Acesso em: 30 mai. 2021.
- CEARÁ. **Bacias Hidrográficas do Ceará**. Fortaleza: COGERH, 2016. Disponível em: <http://www.cogerh.com.br>. Acesso em: 3 maio 2021.
- CEARÁ. **Caderno regional da bacia do Curu**. Fortaleza: INESP, 2009.
- CEARA. Secretária dos Recursos Hídricos. **Programa de ação de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.
- CEZÁRIO, A. R. V. **Degradação ambiental e susceptibilidade à desertificação no município de Tejuçuoca, Ceará-Brasil**. 2019, 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- CGEE, CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Desertificação, degradação de terra e secas no Brasil**. Brasília: CGEE, 2016.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- CNRBC, Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga. **Cenários para o bioma caatinga**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004.
- COGERH, Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. **Qualidade das águas dos açudes monitorados pela COGERH, campanha novembro/2020**: relatório final. Fortaleza: COGERH, 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Produção Agrícola Cearense e os Programas Sociais/Conab Estado do Ceará**. 2014.

Disponível: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_11_03_16_18_30_producao_agricola_cearense_e_os_programas_sociais_-_conab-2014.pdf. Acesso em: 14 nov. 2022.

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

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

CORTEZ, H dos S.; LIMA, G. P. de; SAKAMOTO, M. S. A seca 2010-2016 e as medidas do Estado do Ceará para mitigar seus efeitos. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 83-118, 2017.

COSTA FILHO, J. **Efeitos da instabilidade pluviométrica sobre a previsão da produção de lavouras de sequeiro em áreas sujeitas à desertificação (ASD) no semiárido do estado do Ceará: casos de Irauçuba e Tauá**. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2019.

COSTA, J. A.; SILVA, D. F. da. Distribuição espaço-temporal do Índice de anomalia de chuva para o estado do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 04, p. 1002-1013, 2017.

COSTA, L. R. F. **Estruturação geoambiental e susceptibilidade à desertificação na sub-bacia hidrográfica do riacho Santa Rosa–Ceará**. 2014. 170f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

CORRÊA, A. C. B. Morfodinâmica e sensibilidade ambiental dos ambientes semiáridos brasileiros: um enfoque a partir das relações solo x paisagem. **Revista Portal do São Francisco – Ciências Humanas e Sociais**, v. 5, n. 5, p. 51-65, 2006.

CPRM. **Mapa Geológico do Estado do Ceará, escala 1:500.000**. CPRM, 2003.

CRUZ, M. S. L. et al. Caracterização da pesca artesanal e análise comparativa da produção pesqueira capturada na bacia hidrográfica do rio São Francisco, estado de Pernambuco entre o período chuvoso e estiagem. **Boletim Técnico Científico Cepnor**, v. 10, n. 1, p. 21 - 41, 2010.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia de meio ambiente**. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

D'AVILA, O. A. **O extrativismo da carnaúba no Ceará**. 115f. 2004. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, 2004.

DANTAS, S. P.; RODRIGUES, I. B. Alguns apontamentos sobre a política de açudagem no nordeste brasileiro. In: ZANELLA, M. E.; SALES, C. L. **Clima e recursos hídricos no Ceará na perspectiva geográfica**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2015.

DIAS NETO, J. **Diagnóstico da pesca marítima do Brasil**. Brasília: IBAMA, 1996.

DIAS, M. A. F. da S.; SILVA, M. G. A. J. da. Para entender tempo e clima. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

DIAS, M. A. F. da S.; ROZANTE, J. R.; MACHADO, L. A. T. Complexos Convectivos de Mesoescala na América do Sul. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013.

FARIAS, J. F. **Aplicabilidade da geocologia das paisagens no planejamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Palmeira-Ceará, Brasil**. Fortaleza, 2015, 222f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

FARIAS, J. F. **Zoneamento geocológico como subsídio para o planejamento ambiental no âmbito municipal**. Fortaleza, 2012, 190 f. Dissertação (mestrado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

FARIAS, J. F.; SILVA, E. V. da; NASCIMENTO, F. R. do. Caracterização de sistemas ambientais como base metodológica para o planejamento ambiental em bacias hidrográficas semiáridas. **Revista GeoAmazônia**. V. 3, n. 6, p. 14-27, jul-dez, 2015.

FERNANDES, A. G. **Fitogeografia Brasileira**. 2. ed. Fortaleza: Multigraf, 2000.

FERNANDES, F. B. P. et al. Análise de agrupamento como suporte à gestão qualitativa da água subterrânea no semiárido cearense. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 4, n. 2, p. 86-95, 2010.

FERREIRA, A. G.; MELLO, N. G. S. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**. V. 1. Nº. 1, 2005.

FERREIRA, N. J.; RAMIREZ, M. V.; GAN, M. A. Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis que atuam na vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

FIGUEIREDO, M. A. Vegetação. In: SUDEC, Superintendência do Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Atlas do Ceará**. Fortaleza: SUDEC, 1986.

FIRMINO, J. L. da N. Análise comparativa preliminar do Índice de Vegetação derivado do Satélite Landsat 5 para a cidade de São João do Rio do Peixe na Paraíba com a

precipitação. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 2530 abril de 2009, INPE, p. 3801-3807.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Áreas fortemente degradadas em processo de desertificação no estado do Ceará**. Fortaleza: FUNCEME, 2016. 1 Mapa. Escala 1:1.200.000.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia. **Zoneamento Ecológico Econômico das Áreas Suscetíveis à Desertificação - Núcleo 1 (Irauçuba / Centro Norte)**. 1 ed., Fortaleza: Funceme, 2015.

GOMES, F. L. da S.; ALMEIDA, E. B. L. de. O uso de geoprocessamento na avaliação dos impactos ambientais no açude Pereira de Miranda, Pentecoste-CE. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2019, Fortaleza. **Anais**, Fortaleza: Congea, p. 1-7, 2019.

GOMES, P. C. da G. **Geografia e modernidade**. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000.

GORAYEB, A. **Análise geoambiental e dos impactos na bacia hidrográfica do rio Curu-Ceará-Brasil**. Fortaleza, 2004, 190 f. Dissertação (mestrado em Geografia) Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2004.

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

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N. de; LUSTOSA, J. P. G. A pecuária, o algodão e a desertificação nos sertões do médio Jaguaribe, Ceará, Brasil. **Mercator**. Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 103-111, 2012.

GUERRA, M. D. F.; SOUZA, M. J. N. de; LUSTOSA, J. P. G. Desertificação em áreas semiáridas do nordeste brasileiro: o caso do município de Jaguaribe, Ceará. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE, n. 2, 2010.

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

GUIMARÃES, S.T de L. Recursos paisagísticos naturais e gestão ambiental: sobre a interpretação e valorização da paisagem. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Editora da UFMS, 2011.

GUNKEL, G. Manejo das bacias hidrográficas: serviços de ecossistemas e tecnologias avançadas. In: PHILIPPI JR., A.; SOBRAL, M do C. (eds). **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. 1 ed. Barueri (SP): Manole, 2019.

HASUI, Y. et al. **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **História do município de Pentecoste**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pentecoste/historico>. Acesso em: 19 abr. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de pedologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal de Pentecoste**. 2019.

IBGE. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=231335&search=ceara|tejuoca>. Acesso em: 19 abr. 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2022: panorama**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama>. Acesso em: 25 mar. 2023.

IDACE, Instituto do desenvolvimento Agrário do Ceará. **Anuário do Ceará. 2019**. Disponível em: <https://www.anuariodoceara.com.br/cidades/pentecoste>. Acesso em: 21 abr. 2021.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Assentamentos do Ceará: informações gerais**. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br>. Acesso em: 2 maio 2021.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Estrutura fundiária de Pentecoste**. 2018. Disponível em: <https://antigo.incra.gov.br/pt/estrutura-fundiaria.html>. Acesso em: 2 maio 2021.

INEP, Instituto Nacional e Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censo Escolar**. 2020.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM)**. Fortaleza: IPECE, 2019.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil socioeconômico: um olhar sobre as Macrorregiões de planejamento do estado do Ceará**. Fortaleza: IPECE, 2014.

IPECE. **Perfil Básico municipal de Pentecoste**, 2016.

IPECE. **Perfil Básico municipal de Pentecoste**, 2017.

- JACOMINE, P K. T; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife: DPP/DNPEA/DRN/SUDENE, Volume I, Boletim de Pesquisa n.28. 1973.
- JARDÍ, M. Paisaje: uma sínteses geográfica? **Revista de Geografia**. Barcelona, v. 24, p. 43-60, 1990.
- JARVIE, H; WHITTON, B; NEAL, C. Nitrogen and phosphorus in east coast British rivers: Speciation, sources and biological significance. **Science Of The Total Environment**, v. 210, p.79-109, 1998.
- KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Cima da região Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. (orgs). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2009.
- LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade da caatinga do Nordeste brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.
- LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2010.
- LIMA, A. G. de; MONTEIRO, J. de S. Qualidade da água em reservatórios voltados para o abastecimento público em áreas rurais. In: ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. **Clima e recursos hídricos no Ceará na perspectiva geográfica**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2015.
- LIMA, E. C. **Análise e manejo geoambiental das nascentes do alto rio Acaraú**: Serra das Matas-Ceará. 2004. 178 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.
- LOPES, J. W. B. **Disponibilidade hídrica em reservatórios no semiárido brasileiro**. LOPEZ BERMUDEZ. F. Desertificación una amenaza para las tierras mediterráneas. **El Boletín**. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, n°20, p.38-48, 1995.
- LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas**: teorias e aplicações. Ilhéus (BA): Editus, 2002.
- LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico Físico-Conservacionista como aporte para a análise da degradação no médio curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu (CE)-Brasil**. Fortaleza, 2013, 192f. Dissertação (mestrado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- MAIA, G. N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

- MAIA JÚNIOR, L. P.; CARACRISTI, I. O sistema climático semiárido do Nordeste Brasileiro: gênese e dinâmica atmosférica regional. In: FALCÃO SOBRINHO, J.; FIGUEIREDO, M. F.; FALCÃO, C. L. da C. **Meio Ambiente e sustentabilidade no semiárido**. Sobral: Edições Universitárias, 2012.
- MAIA, R. P. M; BEZERRA, F. H. R. **Tópicos de geomorfologia estrutural: nordeste brasileiro**. Fortaleza, Edições UFC, 2014.
- MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. do. Relevos graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. v. 19, n. 2, p. 373-389, 2018.
- MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Cortez, 1993.
- MENDONÇA, F. **Geografia física: ciência humana?**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 1992.
- MELO, W. J. de; et al. Manejo de solos degradados por ação antrópica. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- MONTEIRO, J. V.; NORÕES, A. K. M.; ARAÚJO, R. C. P. de. Análise da preferência do pescador artesanal do município de Pentecoste (CE) por Programas de Peixamento. **RESR**, Piracicaba-SP, v. 56, n. 03, 483-499, 2018.
- MORO, M. F. *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015.
- MOTA, L. H. da S. de O.; VALLADARES, G. S. Vulnerabilidade à erosão dos solos da bacia do Acaraú, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 39-50, 2011.
- NARDIN, D. de; ROBAINA, L. E. de S. Zoneamento geoambiental no oeste do Rio Grande do Sul: um estudo em bacia hidrográfica em processo de arenização. **Sociedade & Natureza**, v. 22, n. 3, p. 487-502, 2010.
- NASCIMENTO, F. R. do. Caracterização de usos múltiplos dos recursos hídricos e problemas ambientais: cenários e desafios. In: MEDEIROS, C. M. de. et al. (orgs). **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**. Fortaleza: IPECE, 2011.
- NASCIMENTO, F. R. do. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: Editora UFG, 2013.
- NETO, J. O. da S. et al. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental nos municípios de Fortim, Aracati e Icapuí-Ceará, Brasil. **Revista GeoUECE (Online)**, v. 08, n. 14, p. 273-283. 2019.
- NEVES, A. L. R. et al. Aspectos socioambientais e qualidade da água de dessalinizadores as comunidades rurais de Pentecoste, CE. **Revista Ambiente e Água**, vol. 12 n. 1, Taubaté, p. 124-135, 2017.

NÓBREGA FILHO, A. (org). **Desertificação**: causas, efeitos e perspectivas de controle. Fortaleza: INESP, 2009.

OLIVEIRA, A. U. de. Agricultura brasileira: transformações recentes. In: ROSS, J. L. S. (org.). 6 ed. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2019.

OLIVEIRA, V.P.V. de. Indicadores biofísicos de desertificação, Cabo Verde. **Revista Mercator**. Fortaleza, v. 11, n. 22, p. 147-168, 2011.

OLIVEIRA, G. F. de. et al. Utilização do NDVI para análise da degradação da cobertura vegetal do município de Saloá, PE. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 21, n. 2, p. 491-501, 2019.

OLIVEIRA, V. P. V. de; SEMEDO, J. M. M; OLIVEIRA, H. P. V. Análisis comparativo de los indicadores geobiofísicos de desertificación de la isla de Santiago-Cabo Verde (África) y en la región de los Inhamuns (Ceará-Brasil). In: **Zonas Áridas**, Vol. 15, N° 1 e 2. Peru, 2014.

OLIVEIRA, R. R. A. **Estudo da qualidade ambiental do reservatório Pentecoste por meio do Índice de Estado Trófico Modificado**. 141f, 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, 2009.

OLIVEIRA, V. P. V. de. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará-Brasil. In: SILVA, J. B. da. *et al* (orgs.). **Litoral e sertão**: natureza e sociedade no nordeste brasileiro. Fortaleza: Expressões Gráfica, 2006.

OLIVEIRA, V. P. V. de. **Prospección Caracterización y Cartografía Edafopaisajística em uma Región Montañosa del Semiárido Brasileño**: la sierra de Uruburetama (sertão nordestino –Ceará-Brasil). 2002. 575f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrônômica). Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrônômica, Universidade de Almería, Almería, Espanha, 2002.

OLIVEIRA, V. P. V. de; SOUZA, M. J. N. de. Estudos integrados na estruturação dos sistemas ambientais e no ordenamento territorial. In: DENARDIN, V. F.; ALVES, A. R. **Desenvolvimento territorial**: olhares contemporâneos. Londrina: Editora Mecenaz, 2019b.

OLIVEIRA; V. P. V. de; SOUZA, M. J. N. de. Enfoque geoambiental no ordenamento territorial de bacias hidrográficas. In: PHILIPPI JR., A.; SOBRAL, M do C. (eds). **Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade**. 1 ed. Barueri (SP): Manole, 2019.

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

OZAKI, V. A. **Métodos atuariais aplicados à determinação da taxa de prêmio de contratos de seguro agrícola**: um estudo de caso. 324f. 2005. Tese (Doutorado em Economia). Programa de Pós-Graduação em Economia. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

PAULINO, W. D.; OLIVEIRA, R. R. A.; AVELINO, F. F. Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da COGERH no estado do Ceará. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Bento Gonçalves, 2013. **Anais**. Bento Gonçalves-RS: ABRH. p. 1-8, 2013.

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

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PERNAMBUCO. **Política estadual de controle da desertificação**. Recife: Secretaria de Ciências, Tecnologia e Meio Ambiente, 2011.

PINHEIRO, F. J. Mundos em confronto: povos nativos e europeus na disputa pelo território. In: SOUZA, S. de (org). **Uma nova história do Ceará**. 4 ed. Fortaleza: edições Demócrito Rocha, 2015.

QUEIROZ, R. de; QUEIROZ, M. L. de. **O nosso Ceará**. 2. Ed. Fortaleza: Armazém da Cultura, 2012.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Revista Mercator**. ano 1, n. 1, 2, Fortaleza, p. 95-112, 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da geocologia das paisagens e da teoria geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; FIGUEIRÓ, A. S. La geología de los paisajes como base teórico-metodológica para incorporar la dimensión tecnológica a la temática ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 51, p. 84-103, 2019.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. (orgs.) **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 4 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento**. São Paulo: Oficina de texto, 2009.

SÁ, G. G. **Avaliação da sustentabilidade do projeto de piscicultura familiar: o caso da comunidade Malhada, Pentecoste, Ceará**. 138f, 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, 2013.

SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semi-Árido no brasileiro. In: ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças climáticas e desertificação no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009.

- SALES, V. C. Geografia, sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP: Espaço e tempo**. São Paulo, n. 16, 2004, p. 131-141. DOI:10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.73959.
- SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J.G. B. de. Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. In: SILVA, J. B. da. *et al* (orgs.). **Litoral e sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressões Gráfica, 2006.
- SANTOS, C. A. G.; SILVA, R. M.; SRINIVASAN, V. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. **Revista Geografia em Debate**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2007.
- SANTOS, J. de O. **Fragilidades e riscos socioambientais em Fortaleza-CE**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2016.
- SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.
- SAUER, C. O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, R. L.; ROSENDHL, Z. **Paisagem, tempo e cultura**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1998.
- SEABRA, Giovanni. **Turismo Sertanejo**. João Pessoa: Editora Universitária, 2007.
- SILVA, A. F. da. Pesca artesanal: seu significado cultural. **Ateliê Geográfico**, v. 3, n. 1, p. 132-149, 2009.
- SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SRINIVASAN, V. Análise das perdas de água e solo em diferentes coberturas superficiais no semiárido da Paraíba. **Revista Geografia em Debate**, v. 1, n. 1, p. 16-32, 2007.
- SILVA, R. G. da.; RIBEIRO, C. G. Análise da degradação ambiental na Amazônia Ocidental: um estudo de caso dos municípios do Acre. **RER**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 1, p. 91-110, 2004.
- SILVA, A. O. et al. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalinizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 147-155, 2011.
- SILVA, E. V. da.; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a Geoecologia das Paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, p. 4-17, 2014.
- SILVA, J. L. B. da *et al*. Spatial-temporal dynamics of the Caatinga vegetation cover by remote sensing in municipality of the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 4, p. 1-10, 2019.
- SILVA, E. V. *et al*. O A geoecologia das paisagens como embasamento teórico metodológico para o planejamento e gestão do litoral. In: CARVALHO, R.G; PIMENTA,

M.R.C. **Gestão da zona costeira**: estudo de casos no nordeste do Brasil. Mossoró, RN: Edições UERN, 2015.

SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M.; LEAL, A. C. planejamento ambiental em bacias hidrográficas. In: SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. de A. **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas**. Tomo 1. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

SILVA, F. J. A.; ARAÚJO, A. L.; SOUZA, R. O. Águas subterrâneas no Ceará – poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, p. 136-159, 2007.

SILVA, L. C. S.; SILVA, J. H. F.; SOUZA, R. M. A participação dos atores sociais na gestão dos recursos hídricos no alto curso da bacia hidrográfica do rio Sergipe. In: SOUZA, R. M.; SILVA, M. do S. F. da. **Conservação ambiental e planejamento territorial**: desafios da gestão e da participação social. Porto Alegre: Editora Redes, 2013.

SILVA, L. R. da. Sertanejo norterriograndense e sua religiosidade. **Revista Sertões**, v. 3, n. 1, p. 13-23, 2013.

SOARES, F. M. Classificação das paisagens na bacia hidrográfica do rio Curu-CE. In: SILVA, J. B. da. *et al* (orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2006.

SOUSA, A. S. M de. **As unidades fitoecológicas do município de Itapipoca/CE**: fatores condicionantes do estado de conservação. 2009, 115f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SOUSA, G. M. R. et al. Análise do capital social da agricultura no município de Pentecoste, CE. **Revista de Estudos Sociais**, n. 34, v. 17, 2015.

SOUSA, M. L. M. de. **Susceptibilidade à degradação/desertificação na sub-bacia hidrográfica do Riacho Feiticeiro (Ceará/Brasil) e na microbacia da Ribeira Grande (Santiago/Cabo Verde)**. 2016, 215f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SOUSA, R. dos S. **Zoneamento geocológico do complexo fluviomarinho dos rios Cardoso/Camurupim e porção costeira adjacente, litoral leste piauiense**. 2019, 152f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SOUZA, M. J. N. de. Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável no Ceará. In: PINHEIRO, D. R. de C. (org). **Desenvolvimento sustentável**: desafios e discussões. Fortaleza: Editora ABC, 2006.

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

SOUZA, M. J. N. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise ambiental: uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa. **Revista Rede**. Fortaleza, v. 7, n. 2. p. 42-59, 2011.

TEIXEIRA, N. F. F.; SILVA, E. V. da; FARIAS, J. F. Geoecologia das Paisagens e planejamento ambiental: discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. **Planeta Amazônia**. Macapá, n. 9, p. 147-158, 2017. DOI: 10.18468/planetaamazonia.2017n9.p147-158

TOMAZ, P. A. **Análise geocológica da bacia de drenagem do açude Forquilha, Ceará, Brasil**. Fortaleza, 2015, 202f. Dissertação (mestrado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

TROPPEMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. **Mercator**, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006. DOI: 10.4215/RM0000.0000.0000

VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P. Mapa Geocrológico. In: **Atlas Digital de Geologia e Recursos Minerais do Ceará**. Fortaleza: CPRM. Escala:1.500.000. CD-ROOM.

VIDAL, M. R. **Geoecologia das Paisagens: fundamentos e aplicabilidades para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará/Brasil**. Fortaleza, 2014, 191f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza 2014.

VIEIRA, A. T.; MAGALHÃES, M. F. de; SILVA, M. V. C. da. Uso da terra como facilitador da degradação ambiental no município de Santa Quitéria, Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 04, p. 1329-1345, 2017.

VIEIRA, M. F. et al. Biologia reprodutiva de *cryptostegia madagascariensis* Bojer ex decne. (periplocoideae, apocynaceae), espécie ornamental e exótica no Brasil. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 3, p. 325-334, 2004.

VITTE, A. C. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. **Revista Mercator**, Fortaleza, ano 06, n. 11, p. 71-78, 2007.

ZACHARIAS, A. A. **A representação gráfica das unidades de paisagem no zoneamento ambiental**. São Paulo: Ed. UNESP, 2010.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. In: SILVA, J. B. da. *et al* (orgs.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. 2 ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.