



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

VANESSA MELO DOS SANTOS

ZONEAR PARA RECUPERAR: PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO
BRASILEIRO (ALTO SANTO-CE)

FORTALEZA

2022

VANESSA MELO DOS SANTOS

ZONEAR PARA RECUPERAR: PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO
(ALTO SANTO-CE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais.

Orientador: Prof^ª. Dra. Marta Celina Linhares Sales.

FORTALEZA

2022

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)

S239z Santos, Vanessa Melo dos.
Zonear para recuperar: proposições para o semiárido brasileiro (Alto Santo-CE) / Vanessa Melo dos Santos. – 2022.
144 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2022.
Orientação: Profa. Dra. Marta Celina Linhares Sales.

1. Meio Ambiente. 2. Degradação Ambiental. 3. Zoneamento Ambiental. I. Título.

CDD 333.7

VANESSA MELO DOS SANTOS

ZONEAR PARA RECUPERAR: PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO
(ALTO SANTO-CE)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Área de concentração: Proteção Ambiental e Gestão de Recursos Naturais.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Marta Celina Linhares Sales (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

Prof^ª. Dra. Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus e à minha família.

Aos meus professores, aos meus amigos e a mim pelo esforço empenhado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me permitido concluir mais esta etapa na minha vida apesar de todos os desafios enfrentados nos últimos anos.

A minha mãe Liduina, por toda dedicação e comprometimento em me proporcionar boas condições de estudo e por entender as dificuldades e estresses desse período.

A toda minha família, pelo incentivo e financiamento de uma excelente educação, a qual me possibilitou grandes conquistas acadêmicas.

Agradeço à FUNCAP pelo suporte financeiro a esta pesquisa por meio da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. George Satander, pelas contribuições iniciais como orientador desse trabalho.

A Prof^ª. Dra. Marta Celina, por ter aceitado o desafio de me orientar após a qualificação.

Aos professores participantes da banca examinadora Marcus Vinícius Chagas da Silva e Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima, pela disponibilidade e pelas contribuições valiosas à essa dissertação.

Aos meus professores da graduação e do mestrado, por todo o conhecimento compartilhado durante as aulas.

Aos meus amigos da graduação e do mestrado, pelo suporte acadêmico e emocional.

A Universidade Federal do Ceará, pela qualidade de ensino e estrutura.

A coordenação do PRODEMA, por todo o suporte ofertado.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa, o meu muito obrigado.

[...] A poluição já foi problema no centro urbano,
Porém hoje ela castiga do sertão ao oceano.
Quer saber como mudar:
Precisamos reciclar...
A mente do ser humano!
Se o homem fosse esperto
Se tivesse mais cautela
Preservava a natureza,
Cuidava muito bem dela.
Basta ser inteligente...
Ela precisa da gente
E a gente precisa dela! [...]

(Bráulio Bessa)

RESUMO

A degradação é um problema que afeta diversas esferas como meio ambiente, sociedade e economia. Um dos principais fatores desencadeadores desse impacto ambiental é o uso e ocupação das terras de forma inadequada, fato que ocorre muitas vezes em virtude da falta de um ordenamento territorial. A região semiárida brasileira é a mais afetada por esse processo devido as suas condições naturais e socioeconômicas, sendo comum a ocorrência de áreas susceptíveis à fase irreversível desse dano: a desertificação. Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi propor um zoneamento ambiental do município de Alto Santo – CE como meio de contribuição para a delimitação de métodos e procedimentos de recuperação de áreas degradadas nessa espacialidade, funcionando como um subsídio ao processo de desenvolvimento sustentável da região. A dissertação teve como fundamentação teórica os seguintes temas: meio ambiente, análise sistêmica, ordenamento territorial, degradação ambiental e recuperação de áreas degradadas. A respeito da metodologia, o estudo baseou-se na análise ambiental integrada e na Teoria Geossistêmica. A partir disso, foi feita a caracterização ambiental, de uso e ocupação e socioeconômica, além do mapeamento temático. Por meio de uma visão interdisciplinar das variáveis componentes do espaço aliada às informações coletadas em campo, foram delimitadas as unidades sistêmicas. Estas, serviram de suporte para a proposição de um zoneamento, onde foram identificadas quatro tipologias de zona para a área em pesquisa: Zona de Preservação Ambiental, Zona de Uso Sustentável, Zona de Recuperação Ambiental e Zona de Expansão Urbana. A sugestão das medidas de recuperação para as áreas degradadas levou em consideração as particularidades de cada zona e teve como principal preocupação a viabilidade econômica da execução dos projetos técnicos recomendados. Os produtos finais deste exame científico se configuram como ferramentas de auxílio à gestão ambiental capazes de contribuir significativamente para a promoção do desenvolvimento sustentável caso adotadas pela municipalidade. Ademais, espera-se que esta investigação sirva de modelo para aplicação desta metodologia em outras regiões que apresentem áreas degradadas.

Palavras-chave: semiárido; degradação ambiental; recuperação de áreas degradadas; planejamento ambiental.

ABSTRACT

Degradation is a problem that affects several spheres such as the environment, society and economy. One of the main factors that trigger this environmental impact is the inappropriate use and occupation of land, a fact that often occurs due to the lack of territorial planning. The Brazilian semiarid region is the most affected by this process due to its natural and socioeconomic conditions, being common the occurrence of areas susceptible to the irreversible phase of this damage: desertification. Thus, the objective of the research was to propose an environmental zoning of the municipality of Alto Santo - CE as a means of contributing to the delimitation of methods and procedures for the recovery of degraded areas in this spatiality, functioning as a subsidy to the sustainable development process of the region. The thesis had as theoretical foundation the following themes: environment, systemic analysis, land use planning, environmental degradation and degraded land recovery. Regarding the methodology, the study was based on integrated environmental analysis and on the Geosystemic Theory. From this, the environmental, use and occupation and socioeconomic characterization was carried out, in addition to the thematic mapping. Through an interdisciplinary view of the variables that compose the space combined with information collected in the field, systemic units were delimited. These, served as support for the proposition of zoning, where four types of zones were identified for the research area: Environmental Preservation Zone, Sustainable Use Zone, Environmental Recovery Zone and Urban Expansion Zone. The suggestion of recovery measures for degraded areas took into account the particularities of each zone and had as main concern the economic viability of the execution of the recommended technical projects. The final products of this scientific examination are configured as tools to assist environmental management capable of significantly contributing to the promotion of sustainable development if adopted by the municipality. Furthermore, it is expected that this investigation will serve as a model for the application of this methodology in other regions with degraded areas.

Keywords: semiarid; environmental degradation; degraded land recovery; environmental planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas Susceptíveis à Desertificação - ASD's do Ceará	46
Figura 2 – Delimitação do semiárido brasileiro, de acordo com a Resolução nº 115 da Sudene, de 23 de novembro de 2017.....	47
Figura 3 – Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa	55
Figura 4 – Relevo suave ondulado na Depressão Sertaneja de Alto Santo	66
Figura 5 – Pavimentos desérticos em Alto Santo	67
Figura 6 – Chapada do Apodi	68
Figura 7 – Tabuleiro Interior em Alto Santo	70
Figura 8 – Planície Fluvial em Alto Santo	70
Figura 9 – Índice de aridez dos municípios do Ceará	74
Figura 10 – Riacho da Serra	76
Figura 11 – Caatinga Arbustiva Aberta em Alto Santo	84
Figura 12 – Cultivo de cajueiros nos tabuleiros interiores de Alto Santo	85
Figura 13 – Mata ciliar com carnaúbas em Alto Santo	86
Figura 14 – Mudanças no limite municipal de Alto Santo – CE	89
Figura 15 – Estádio Municipal Arena Coliseu	111
Figura 16 – Pórtico de entrada de Alto Santo – CE	112

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Precipitação média anual de Alto Santo - CE, série histórica 1991-2020	73
Gráfico 2	– Precipitação média mensal de Alto Santo - CE, série histórica 1991-2020	73
Gráfico 3	– Área de culturas permanentes e temporárias em Alto Santo (1991-2020)	90
Gráfico 4	– Rendimento do cultivo de banana em Alto Santo (1991-2020)	91
Gráfico 5	– Rendimento do cultivo de laranja em Alto Santo (1991-2020)	92
Gráfico 6	– Rendimento do cultivo de limão em Alto Santo (1991-2020)	92
Gráfico 7	– Rendimento do cultivo de girassol, mamona e sorgo em Alto Santo (1991-2020) .	93
Gráfico 8	– Rendimento do cultivo de feijão e milho em Alto Santo (1991-2020)	94
Gráfico 9	– Rendimento do cultivo de batata-doce em Alto Santo (1991-2020)	94
Gráfico 10	– Rendimento do cultivo de mandioca em Alto Santo (1991-2020)	95
Gráfico 11	– Rendimento do cultivo de melancia em Alto Santo (1991-2020)	96
Gráfico 12	– Quantidade produzida de carnaúba em cera e em pó em Alto Santo (1991-2020) .	97
Gráfico 13	– Quantidade produzida de carvão vegetal em Alto Santo (1991-2020)	97
Gráfico 14	– Quantidade produzida de lenha em Alto Santo (1991-2020)	98
Gráfico 15	– Quantidade produzida de madeira em tora em Alto Santo (1991-2020)	99
Gráfico 16	– Número de cabeças bovinas em Alto Santo (1991-2020)	100
Gráfico 17	– Número de cabeças de suínos, caprinos, ovinos e galináceos em Alto Santo (1991-2020)	101
Gráfico 18	– Número de estabelecimentos comerciais atacadistas e varejistas de Alto Santo (2001-2020)	105
Gráfico 19	– Número de empresas de serviços de Alto Santo (2002-2020)	106
Gráfico 20	– Número de empresas industriais de Alto Santo (2003-2021)	106
Gráfico 21	– Número estimado da população de Alto Santo (2001-2021)	107
Gráfico 22	– Número de estabelecimentos de ensino em Alto Santo – CE (2001-2019)	109
Gráfico 23	– Relação dos estabelecimentos de ensino Rural e Urbano de Alto Santo – CE	

(2001-2019)	110
Gráfico 24 – Classificação dos estabelecimentos de ensino de Alto Santo – CE (2001-2019) ...	110

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Localização do município de Alto Santo – CE	22
Mapa 2 – Litologia de Alto Santo – CE	64
Mapa 3 – Geomorfologia de Alto Santo – CE	71
Mapa 4 – Hidrografia de Alto Santo – CE	77
Mapa 5 – Solos de Alto Santo – CE	81
Mapa 6 – Fitoecologia de Alto Santo – CE	83
Mapa 7 – Uso do solo de Alto Santo – CE	103
Mapa 8 – Sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE	118
Mapa 9 – Zoneamento ambiental de Alto Santo – CE	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos materiais cartográficos utilizados na pesquisa	58
Quadro 2 – Sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE	118
Quadro 3 – Descrição do Subsistema Ambiental – Planaltos Sedimentares da Formação Açú ..	120
Quadro 4 – Descrição do Subsistema Ambiental – Sertões de Alto Santo	121
Quadro 5 – Descrição do Subsistema Ambiental – Planícies Fluviais do Médio Curso do Rio Jaguaribe	122
Quadro 6 – Descrição do Subsistema Ambiental – Tabuleiros Interiores de Belas Águas	123
Quadro 7 – Descrição do Subsistema Ambiental – Tabuleiros Interiores de Bom Jesus	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Valor da produção de culturas permanentes e temporárias de Alto Santo em 2020 .	104
Tabela 2	– Valor da produção de produtos extrativos de Alto Santo em 2020	105
Tabela 3	– Valor da produção de produtos de origem animal de Alto Santo em 2020	105
Tabela 4	– Número da população urbana e rural de Alto Santo	107
Tabela 5	– Número de homens e mulheres de Alto Santo	108
Tabela 6	– Dados sobre unidades de saúde ligadas ao SUS	113
Tabela 7	– Principais indicadores de saúde de Alto Santo – CE no ano de 2020	114
Tabela 8	– Abastecimento de água em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)	115
Tabela 9	– Tipos de tratamento de água em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)	116
Tabela 10	– Tipos de esgotamento sanitário em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)	116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP's	Áreas de Preservação Permanente
Art.	Artigo
ASD's	Áreas Susceptíveis à Desertificação
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCM's	Complexos Convectivos de Mesoescala
CE	Ceará
CPRM	Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais
EAS	Estudo Ambiental Simplificado
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EVA	Estudo de Viabilidade Ambiental
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FPA	Frente Polar Atlântica
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GLASOD	Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
ITPS	Intergovernmental Technical Panel on Soils
LADA	Land Degradation Assessment in Drylands Project
LI	Linhas de Instabilidade
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
MEAS	Massa de Ar Equatorial do Atlântico Sul
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
OLI	Operational Land Imager
ONU	Organização das Nações Unidas
PAE-CE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PAN-BRASIL	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e

	Mitigação dos Efeitos da Seca
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PMAS	Prefeitura Municipal de Alto Santo
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRAD	Plano de Recuperação de Áreas Degradadas
PROCEAGRI	Programa Cearense de Agricultura Irrigada
RAS	Relatório Ambiental Simplificado
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
Rio + 20	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
Rio – 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
SAF	Sistemas Agroflorestais
SEAGRI	Secretaria da Agricultura e Reforma Agrária
SESA - CE	Secretaria da Saúde do Estado do Ceará
SIAB	Sistema de Informação de Atenção Básica
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SIRGAS 2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre saneamento
SRH – CE	Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TIRS	Thermal Infrared Sensor
UFC	Universidade Federal do Ceará
UNCOD	United Nations Conference on Desertification
UNEP	United Nations Environment Programme
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transversa de Mercator
VCAN's	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
km ²	Quilômetro quadrado
°	Grau
'	Minuto
”	Segundo
S	Sul
W	Oeste
m	Metro
km	Quilômetro
mm	Milímetro
n°	Número
XX	Vinte
IV	Quatro
VIII	Oito
§	Parágrafo
bits	Binary Digits
R	Red
G	Green
B	Blue
Ma	Milhões de anos
Kg	Quilograma
ha	Hectare
m ³	Metro cúbico
hab	Habitantes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	26
2.1	Evolução das preocupações ambientais	26
2.2	Paradigma do pensamento sistêmico e sua incorporação em estudos ambientais	30
2.3	Instrumentos de ordenação do território	33
2.3.1	<i>Ordenamento territorial/ambiental: conceitos e finalidade</i>	34
2.3.2	<i>Planejamento ambiental e zoneamento ecológico-econômico</i>	36
2.4	Degradação ambiental	41
2.4.1	<i>Degradação de terras no semiárido brasileiro</i>	47
2.5	Recuperação de áreas degradadas	49
3	METODOLOGIA	52
3.1	Teoria Geossistêmica e análise ambiental integrada como aportes metodológicos na ordenação do espaço e nos estudos ambientais	52
3.2	Procedimentos técnico-operacionais	54
3.2.1	<i>Fase de organização e inventário</i>	56
3.2.2	<i>Fase de análise</i>	57
3.2.3	<i>Fase de diagnóstico e prognóstico</i>	59
3.2.4	<i>Fase propositiva</i>	60
4	CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E DE USO E OCUPAÇÃO DE ALTO SANTO – CE	61
4.1	Geologia e geomorfologia	61
4.2	Clima e recursos hídricos	72
4.3	Solos e vegetação	78
4.4	Uso e ocupação	87
4.4.1	<i>Histórico de ocupação</i>	87
4.4.2	<i>Usos da terra</i>	89
4.4.2.1	<i>Culturas permanentes</i>	90
4.4.2.2	<i>Culturas temporárias</i>	93
4.4.2.3	<i>Extração vegetal e silvicultura</i>	96
4.4.2.4	<i>Pecuária</i>	99

4.4.3	<i>Mapeamento do uso do solo de Alto Santo – CE</i>	101
5	CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE ALTO SANTO – CE	104
5.1	Economia e população	104
5.2	Educação e cultura	108
5.3	Saúde e saneamento	113
6	UNIDADES SISTÊMICAS DE ALTO SANTO – CE	118
7	PROPOSIÇÕES PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL: ZONEAMENTO DE ALTO SANTO – CE	125
7.1	Zona de Preservação Ambiental	127
7.2	Zona de Uso Sustentável	127
7.3	Zona de Recuperação Ambiental	128
7.4	Zona de Expansão Urbana	128
8	DISTRIBUIÇÃO POR ZONA DOS MÉTODOS E TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS A SEREM IMPLANTADOS EM ALTO SANTO – CE	130
9	CONCLUSÃO	133
	REFERÊNCIAS	135

1 INTRODUÇÃO

Até a década de 60 os problemas ambientais não se configuravam como temática de interesse de pesquisadores, de políticos, de economistas e ainda menos da sociedade em geral. Essa situação começou a mudar em virtude do crescente movimento ambientalista, o qual teve apoio e visibilidade com a criação do Clube de Roma, que iniciou as primeiras discussões sobre o desenvolvimento sustentável, e com a publicação do livro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, onde foram divulgados os impactos gerados a partir do uso demasiado de pesticidas. Desde então, o meio ambiente passou a ganhar espaço nas conferências e debates políticos internacionais, recebendo suporte de um dos maiores órgãos intergovernamentais, a ONU (Organização das Nações Unidas). Como exemplo disso, pode-se citar a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – realizada no Rio de Janeiro em 1992 –, onde foram criadas a Convenção Sobre Diversidade Biológica, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima e a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação nos Países Afetados por Seca Grave e/ou Desertificação.

Dentre os três temas de destaque nas convenções da ONU, a desertificação é um dos impactos ambientais que apresenta um dos graus de expansão maiores e mais rápidos, além de ser extremamente influenciado por diversos aspectos negativos que ocorrem no meio ambiente como as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade, o uso inadequado da terra, as excessivas explorações de recursos naturais, entre outros. Vale salientar que a desertificação é a consequência final de um outro problema ambiental: a degradação que, por sua vez, é passível de recuperação e/ou mitigação, o que evitaria a progressão desse dano ambiental.

A degradação, em especial a do solo ou de terras, pode ser facilmente observada nas regiões semiáridas do globo. No Brasil, essas áreas concentram-se principalmente no Nordeste, onde, além das condições climáticas adversas de baixa pluviosidade, temperaturas elevadas e alta taxa de evaporação, os problemas socioeconômicos como pobreza, desigualdade social, concentração de terras e exploração de recursos acima da capacidade de suporte do ambiente surgem como intensificadores desse problema.

Em relação às complicações de ordem ambiental e, sobretudo, socioeconômica, estas poderiam ser bem menores se houvesse uma gestão adequada do espaço por meio de ferramentas de ordenamento como o planejamento e o zoneamento. Ressalta-se, entretanto, que essas áreas onde a degradação é bastante incisiva recebem pouca atenção governamental.

Isso é perceptível ao observamos que as principais tentativas de organização espacial realizadas no país se concentram em ambientes onde é possível obter significativas vantagens econômicas como a Amazônia, as regiões costeiras e as grandes metrópoles. Esse fato reflete o grau de urgência na necessidade de intervenção por parte dos diferentes atores sociais, essencialmente da comunidade científica, para que haja uma mudança desse cenário.

Uma das poucas iniciativas governamentais em relação ao impacto ambiental da degradação foi a delimitação das áreas susceptíveis à desertificação pelo PAN-BRASIL (Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca), que tinha como intuito nortear as políticas de desenvolvimento sustentável no país (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004). Tais políticas têm como propósito priorizar o desenvolvimento de medidas para a recuperação das áreas degradadas, evitando que o estágio de desertificação seja atingido e, assim, que o potencial ambiental daquela espacialidade seja perdido. Ademais, estas também trazem benefícios de ordem socioeconômica para a região, uma vez que possibilita que a terra não perca a sua capacidade produtiva e que os conflitos pela posse de terras sejam reduzidos.

Devido ao sucesso desse projeto, este foi estendido ao nível estadual, o que possibilitou a criação de outros programas como o PAE-CE (Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca). Nele, estão delimitadas as áreas mais suscetíveis à desertificação (ASD's) do estado, as quais têm como características degradação vegetal; ablação dos horizontes superficiais dos solos; barragens e alterações do regime hidrológico; comprometimento da capacidade produtiva dos solos e vulnerabilidade da capacidade de suporte dos recursos naturais renováveis. Essas áreas encontram-se divididas em 3 núcleos de desertificação: Núcleo 1 - Sertões de Irauçuba e Centro Norte (abrangendo os municípios de Canindé, Irauçuba, Itapajé, Miraíma e Santa Quitéria); Núcleo 2 - Sertão dos Inhamuns (abrangendo os municípios de Arneiroz, Independência e Tauá); e Núcleo 3 - Sertões do Médio Jaguaribe (abrangendo os municípios de Alto Santo, Jaguaratama, Jaguaribara, Jaguaribe e Morada Nova) (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2010).

Juntos, os 3 núcleos ocupam quase 18% do território do estado, uma porção expressiva que demonstra a necessidade da adoção de medidas que controlem e mitiguem os processos degradacionais que se desenvolvem por essa espacialidade. Em 2015, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos elaborou o Zoneamento Ecológico-Econômico dos núcleos 1 e 2, onde os fatores geocológicos, sociais e econômicos foram caracterizados, além da composição do próprio zoneamento dessas ASD's e da proposição de ações para

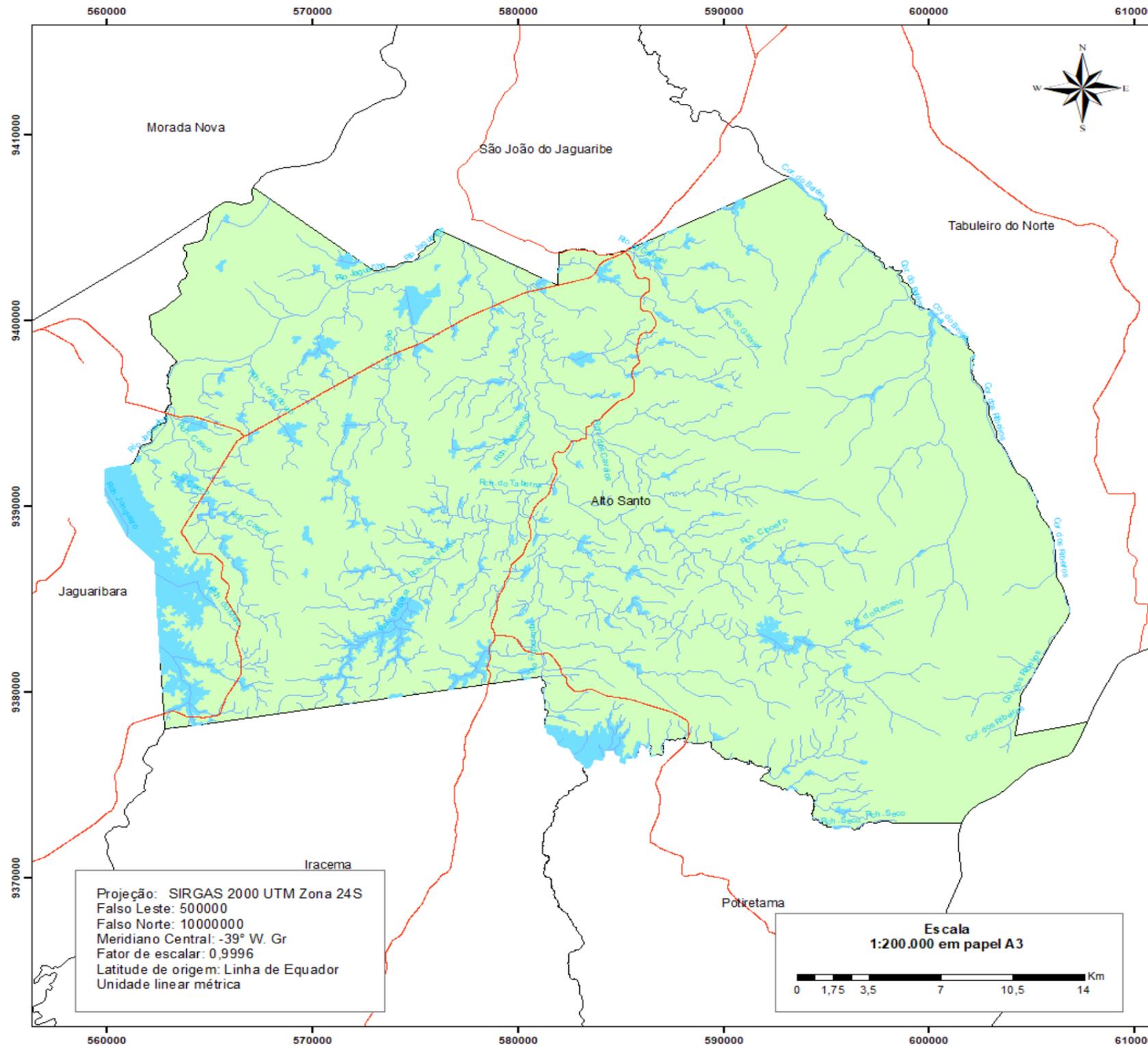
atenuação dos efeitos da degradação. Convém mencionar, contudo, que este zoneamento ainda não foi desenvolvido para o núcleo 3 - Sertões do Médio Jaguaribe, estando esse com carências de informações sobre quais ações devem ser realizadas para conter o avanço da degradação e recuperar as terras degradadas.

A falta do ordenamento territorial nos Sertões do Médio Jaguaribe, que abrangem uma área de 8.238,03 km² (5,5% do Ceará), colabora para o desencadeamento de usos inadequados da terra, os quais são responsáveis pelo processo de degradação no semiárido de maneira geral. Portanto, é notório que um zoneamento é primordial para a adequação desses usos e redução da degradação.

Em virtude da grande extensão do núcleo 3, o estudo completo dessa região torna-se inviável para uma dissertação. Tendo em vista este fator limitante, a pesquisa concentrou-se apenas no município de Alto Santo – CE. Além de ser uma área bastante susceptível à desertificação, essa espacialidade apresenta características geológicas distintas que influenciam significativamente no estabelecimento de diferentes níveis de degradação ao longo do seu território. Acrescenta-se ainda ao motivo da escolha deste município o fato de ter 46% de sua área com elevado grau de degradação, segundo Santos (2018), o que representa a urgência na proposição detalhada de medidas de recuperação e ordenamento para essa área. Concluindo as justificativas dessa escolha tem-se o fato de ser um município com poucas pesquisas acerca de suas condições ambientais, socioeconômicas e de degradação quando comparado a outros municípios inseridos nas ASD's.

Como mencionado acima, a área selecionada para o desenvolvimento desta pesquisa foi o município de Alto Santo – CE (Mapa 1), localizado na porção leste do estado, na mesorregião do Jaguaribe e na microrregião do Baixo Jaguaribe, na latitude 5° 31' 15" S e longitude 38° 16' 18" W. Com altitude média de 79 m, compreende atualmente uma área de 1.147,208 km² (quase 15% menor que a extensão anterior de 1.345,701 km²) de acordo com a nova delimitação instituída pela Lei nº 17.382/2021. Essa mudança, motivada por interesse social, tornou parte dos distritos de Baixo Grande e Boa Fé do município de Alto Santo pertencente a Tabuleiro do Norte e parte do distrito de Olho D'água da Bica de Tabuleiro do Norte passou a ser território de Alto Santo. A subdivisão municipal compreende, assim, os distritos de Alto Santo (sede), Baixo Grande, Batoque, Boa Fé, Bom Jesus, Cabrito e Castanhão. Dista cerca de 254 km da capital Fortaleza, tendo como principal via de acesso a CE-138. Limita-se com os municípios de Morada Nova, São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Jaguaribara, Iracema, Potiretama e Apodi, sendo este último pertencente ao estado do Rio Grande do Norte.

Mapa 1 - Localização do município de Alto Santo - CE



Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007).

Fonte: Elaborado pela autora.

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSA MELO DOS SANTOS
ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
2022

**MAPA DE LOCALIZAÇÃO
ALTO SANTO - CE**

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Rodovias	Alto Santo
Cursos d'água	Limites municipais
Corpos hídricos	

LOCALIZAÇÃO DE ALTO SANTO NO CEARÁ

Inserido no semiárido brasileiro por meio de delimitação legal desde sua criação, exhibe condições ambientais de precipitação média anual inferior a 800 mm e índice de aridez menor que 0,5, que são fatores que colaboram para o estabelecimento da degradação ambiental. Tem ainda como características dominantes um clima Tropical Quente Semiárido com chuvas escassas e concentradas nos primeiros meses do ano, elevadas taxas de evaporação, balanço hídrico deficitário, ocorrência de rios intermitentes, períodos de secas, solos com profundidades pequenas e com pedregosidades e vegetação associada ao Domínio Fitogeográfico da Caatinga.

Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para 2021, possui uma população de 16.077 pessoas (após a mudança territorial), distribuídas quase que igualmente entre a zona rural (50,85%) e urbana (49,15%) do município (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010). Apesar do setor de serviços ter uma dominância em relação ao PIB de Alto Santo, a agropecuária ainda tem grande importância para a economia local. Isso pode ser explicado ao observarmos a área ocupada pelos estabelecimentos agropecuários (93.346 hectares), que corresponde a quase 70% do território do município (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017). Esse dado traduz que uma parcela muito significativa da região está sob influência de uma atividade bastante impactante, a qual é capaz de desencadear erosão, compactação, acidificação e perda de nutrientes do solo, dentre outros. Isso colabora para o desenvolvimento e aceleração do processo de degradação, que pode culminar na geração de áreas desertificadas.

Levando-se em consideração as informações e justificativas apresentadas acima, o objetivo geral desta dissertação é propor um zoneamento ambiental do município de Alto Santo – CE como meio de contribuição para a delimitação de métodos e procedimentos de recuperação de áreas degradadas nessa espacialidade, funcionando como um subsídio ao processo de desenvolvimento sustentável da região.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Realizar uma análise ambiental integrada do município de Alto Santo – CE, por meio de levantamentos e caracterizações de seus aspectos ambientais e de uso e ocupação, sociais e econômicos.
- Delimitar e caracterizar os sistemas e subsistemas ambientais da espacialidade em estudo, destacando suas limitações e potencialidades.
- Identificar as áreas degradadas passíveis de recuperação a partir do zoneamento ambiental.

- Elaborar propostas de métodos e técnicas de recuperação de áreas degradadas de acordo com a necessidade de cada uma das zonas delimitadas.

A dissertação foi estruturada em nove capítulos, visando atender às necessidades dos objetivos traçados. No capítulo 1 “Introdução” é realizada uma contextualização do início das discussões ambientais, enfatizando um dos principais impactos atuais, a desertificação. Nele, ainda é possível encontrar a justificativa da pesquisa, uma breve descrição da área de estudo delimitada para a realização do trabalho, os objetivos (geral e específicos) e o detalhamento dos capítulos que compõem essa análise científica.

No capítulo 2 “*Referencial teórico*” encontra-se todo o aporte conceitual para o desenvolvimento metodológico, onde são discutidos temas como meio ambiente, análise sistêmica, planejamento e zoneamento ambiental, degradação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

O capítulo 3 “*Metodologia*” trata da teoria Geossistêmica e da análise ambiental integrada como meio de contribuição no ordenamento territorial e nos estudos ambientais. Além disso, traz a delimitação e explicação dos procedimentos técnicos-operacionais realizados ao longo do trabalho.

No capítulo 4 “*Caracterização ambiental e de uso e ocupação de Alto Santo – CE*” são apresentadas, por um viés integrado, as características das variáveis ambientais (geologia, geomorfologia, pedologia, fitoecologia, climatologia e hidrologia) e a dinâmica de uso e ocupação das terras do município.

O capítulo 5 “*Caracterização socioeconômica de Alto Santo – CE*” aborda as condições socioeconômicas da população, com ênfase em dados demográficos, econômicos, educacionais e sanitários.

No capítulo 6 “*Unidades sistêmicas de Alto Santo – CE*” são delimitados e caracterizados os sistemas e subsistemas ambientais do município, com destaque para os impactos configurados, os níveis de estabilidade, o estágio degradacional, os cenários tendenciais, as limitações e as potencialidades.

O capítulo 7 “*Proposições para o ordenamento territorial: zoneamento de Alto Santo – CE*” apresenta um modelo de organização espacial para o município, onde este é segmentado em zonas com especificidades ambientais, de uso e ocupação, sociais e econômicas com certa homogeneidade.

No capítulo 8 “*Distribuição por zona dos métodos e técnicas de recuperação de áreas degradadas a serem implantados em Alto Santo – CE*” são delimitadas as áreas

passíveis de recuperação em cada zona bem como são estabelecidos os métodos e técnicas adequados para tal finalidade por unidade do zoneamento.

O capítulo 9 “*Conclusão*” versa sobre a recapitulação dos principais resultados da pesquisa, trazendo reflexões acerca da importância destes para a sociedade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção contém o aporte teórico utilizado para a realização da pesquisa no município de Alto Santo – CE, por meio da abordagem de temáticas essenciais tais como meio ambiente, análise sistêmica, planejamento e zoneamento ambiental, degradação ambiental e recuperação de áreas degradadas.

A questão ambiental será fundamentada prioritariamente em função das definições e regulamentações estabelecidas em conferências como as das Nações Unidas (Estocolmo, Rio – 92, Rio + 20), assim como nos relatórios e agendas derivados desses eventos (Brundtland, Agenda 21, Agenda 2030).

A análise sistêmica será abordada levando-se em consideração o seu histórico de criação, além dos pensamentos e produções dos principais autores internacionais e nacionais como Bertalanffy (1973), Sotchava (1977), Bertrand (1972), Monteiro (1982, 2000) e Souza (1988, 1994, 2000, et al. 2005).

Em relação ao planejamento e zoneamento ambiental, degradação ambiental e recuperação de áreas degradadas, o suporte teórico será proveniente em grande parte dos documentos e programas internacionais (Carta Europeia do Ordenamento do Território, Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas) e das legislações brasileiras (Constituição Federal de 1988, Lei nº 6.938/81, Decreto nº 4.297/02, Decreto nº 97.632/89). Todavia, esses conteúdos também se fundamentarão nas contribuições científicas de especialistas nesses assuntos como Moraes (2005), Santos (1996), Ogata (2005), Rodriguez e Silva (2018), Ross (2009), United Nations Convention to Combat Desertification (2015), Araújo, Almeida e Guerra (2010), Corrêa e Melo (1998), Dias e Griffith (1998) e Martins (2017).

A variedade nos tipos de fontes utilizadas para a produção desse referencial foi adotada com o intuito de sustentar e fortalecer as discussões acerca dos referidos temas em análise e garantir uma base consistente para assegurar o desenvolvimento de uma metodologia adequada e eficiente para a pesquisa.

2.1 Evolução das preocupações ambientais

Até as primeiras décadas do século XX, não se conheciam ao certo os danos ambientais e o risco de doenças que estavam sendo gerados a partir das produções em massa das indústrias e do uso de produtos químicos em plantações. A década de 60 foi considerada como o marco inicial da tomada de consciência sobre as questões relacionadas ao meio ambiente, em virtude da publicação do livro *Primavera Silenciosa* de Rachel Carson, que

tratava acerca dos danos ocasionados pela utilização demasiada de pesticidas, e da criação do Clube de Roma, organização que reunia políticos, economistas, ambientalistas e outros profissionais de diferentes países para discutir sobre temas relevantes como o desenvolvimento sustentável. Como resultado das ações do Clube de Roma em parceria com pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT) foi publicado, em 1972, um relatório intitulado *Os Limites do Crescimento*, que abordava as principais problemáticas ambientais geradas a partir do iminente crescimento populacional esperado pelos pesquisadores da época (MEADOWS et al., 1972).

No mesmo ano da publicação desse relatório, a Organização das Nações Unidas (ONU) realizava pela primeira vez uma notável conferência com a participação de chefes de estado, a fim de discutir sobre o meio ambiente em uma esfera internacional. Esta, recebeu o nome de Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano por buscar o equilíbrio entre as ações do homem e a natureza, promovendo o que entendemos atualmente como desenvolvimento sustentável. Também conhecida por Conferência de Estocolmo, em referência à cidade sueca que sediou a reunião, teve como produto final uma declaração com 26 princípios, onde a premissa era garantir que o meio ambiente fosse preservado para as gerações futuras (NAÇÕES UNIDAS, 1972). Em reforço ao que já haviam feito em relação à temática ambiental, a ONU, ainda em 1972, cria o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Este, tem como função promover a conservação do meio ambiente e o uso eficiente de recursos no contexto do desenvolvimento sustentável, por meio de monitoramentos contínuos, emissão de alertas em situações de ameaças à natureza e recomendações para manutenção da harmonia entre o homem e o meio ambiente (NAÇÕES UNIDAS, [201-?]).

A Conferência de 1972 foi muito importante para o entendimento dos problemas ambientais que estavam ocorrendo no mundo e foi a partir dela que o tema desertificação ganhou maior visibilidade com a constatação da necessidade de um evento específica para discutir esse assunto. Dessa forma, em 1977, ocorreu em Nairóbi a Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, onde foi criado o Plano de Ação Mundial contra a Desertificação. Como resultado mais efetivo dessa conferência temos a introdução das áreas áridas e semiáridas nas discussões internacionais, além da observação da grande influência da pobreza nesses ambientes (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, [201-?]).

A ONU, no início da década de 80, criou a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a qual era chefiada pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Em 1987, foi elaborado por essa comissão o Relatório Brundtland

intitulado também por Nosso Futuro Comum. Nele, foi tecida uma crítica ao modelo de crescimento econômico vigente nos países industrializados e foram feitas recomendações de medidas eficazes para a promoção de um desenvolvimento sustentável.

Em 1992, foi realizada outra grande Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, nessa ocasião sediada na cidade do Rio de Janeiro, onde foram aprovadas convenções importantes sobre biodiversidade, combate à desertificação e mudanças climáticas. Além disso, outro símbolo dessa reunião foi a assinatura da Agenda 21 Global, instrumento de planejamento que traz em seu conteúdo diretrizes a respeito das dimensões sociais e econômicas, conservação e gestão de recursos, atuação de grupos sociais e meios de execução (NAÇÕES UNIDAS, 1992). Dez anos após a criação da Agenda 21 Global, ocorreu em Joanesburgo a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, que teve como objetivos observar as conquistas até então alcançadas desde a conferência de 1992 e estabelecer novas metas de acordo com o cenário ambiental, social e econômico da época. Em 1994, aconteceu uma nova conferência, o Programa de Ações de Barbados, para reafirmar os compromissos da Agenda 21 Global e inseri-los em políticas e medidas de âmbito nacional, regional e internacional (UNITED NATIONS, [201-?]).

Novamente no Rio de Janeiro foi realizada no ano de 2012 mais uma conferência que ficou conhecida como Rio + 20. Nela, os chefes de Estado presentes se reuniram para desenvolver um conjunto de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), adotar políticas de economia verde e criar um documento com medidas claras e práticas para implementar o desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, [2012?]). Em 2015, na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, realizada na sede da ONU em Nova Iorque, os ODS foram inseridos como parte de uma nova agenda de desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável apresenta 17 objetivos (UNITED NATIONS, 2015):

1. Erradicação da pobreza;
2. Fome zero e agricultura sustentável;
3. Saúde e bem-estar;
4. Educação de qualidade;
5. Igualdade de gênero;
6. Água potável e saneamento;
7. Energia acessível e limpa;
8. Trabalho decente e crescimento econômico;
9. Indústria, inovação e infraestrutura;

10. Redução das desigualdades;
11. Cidades e comunidades sustentáveis;
12. Consumo e produção responsáveis;
13. Ação contra a mudança global do clima;
14. Vida na água;
15. Vida terrestre;
16. Paz, justiça e instituições eficazes;
17. Parcerias e meios de implementação.

Dentre os ODS, o número 15, que se refere à vida terrestre e que tem como premissa “proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda” (UNITED NATIONS, 2015, tradução nossa), é o que melhor se alinha com o pressuposto desse trabalho desenvolvido no município de Alto Santo. De forma ainda mais específica, essa pesquisa realizada no semiárido brasileiro busca contribuir com a meta 15.3 da Agenda 2030 que estabelece que até o ano de 2030 deve-se “combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo” (UNITED NATIONS, 2015, tradução nossa).

Os esforços dos últimos anos em relação às questões ambientais, em uma escala global, deram-se a partir de ações conduzidas pela ONU, que tem como um de seus ideais a promoção do desenvolvimento sustentável, o qual é fundamentado em três pilares: ambiente, sociedade e economia. Esse tripé, ao englobar esferas além do meio ambiente, possibilitou uma maior adesão por parte dos governos e, assim, difundiu potencialmente as medidas de proteção ambiental. Suscitar um desenvolvimento sustentável é hoje um dos principais objetivos das nações, uma vez que quando alcançado, este contempla um cenário onde diferentes problemas como pobreza, doenças, desigualdades e poluição são minimizados ou até dissipados.

O termo meio ambiente apresenta diversos significados, os quais variam de acordo com o momento histórico e com o pensamento de estudiosos do ramo ou de áreas afins. Uma das principais visões, que prevaleceu por séculos, era a de que a natureza se configurava apenas como provedora de recursos para a humanidade; todavia, essa concepção ainda se mantém aceita por parte da sociedade atual. Dessa forma, impactos ambientais de grande escala como mudanças climáticas, derretimento de geleiras, poluição atmosférica, degradação de terras, extinção de espécies, destruição de habitats, dentre outros tendem a

continuarem intensificando-se e degenerando cada vez mais o meio ambiente. A tomada de consciência sobre os problemas ambientais já atingiu as esferas governamentais de muitos países, falta, contudo, que estes ponham em prática medidas efetivas de sustentabilidade e que estendam conhecimentos sobre essa temática para a sociedade, para então, em ação conjunta, reduzirem os atuais impactos enfrentados.

2.2 Paradigma do pensamento sistêmico e sua incorporação em estudos ambientais

O pensamento sistêmico surgiu como um novo paradigma científico em meados do século XX. A partir dessa nova concepção, o estudo antes apenas setorizado ou disciplinar passa a ser realizado de modo integrado e interdisciplinar. Salienta-se, todavia, que as pesquisas segmentadas e especializadas ainda são de suma importância como subsídio ao entendimento das interações entre os componentes do sistema. É possível inferir que essas análises especializadas seriam a etapa inicial de um estudo de sistemas, seguido de pesquisas a respeito das relações entre os elementos desse sistema. Conclui-se, portanto, que para compreender um objeto de estudo que se configura como sistema, é preciso que haja um trabalho coletivo de diferentes especialistas ou de um generalista, ambos com conhecimentos interdisciplinares.

O meio ambiente, segundo a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) brasileira (1981), refere-se ao “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. Essa definição é bem ampla e permite a interpretação de que o meio ambiente engloba não somente os componentes abióticos e bióticos, mas também a conexão e dependência entre eles. É possível, inclusive, encontrar uma relação direta entre essa concepção e o que se entende por sistema, que é a interligação entre elementos de um conjunto que refletem uma determinada unidade e integridade (RODRIGUEZ; SILVA, 2018). A partir disso, pode-se depreender que o meio ambiente não só pode como deve ser entendido como um sistema e, portanto, deve ser estudado como tal.

A Teoria Geral dos Sistemas apareceu pela primeira vez em artigos do biólogo Karl Ludwig von Bertalanffy na década de 1930. Contudo, esta ganhou amplo destaque a partir da publicação do livro *General Systems Theory: Foundations, Development, Applications* no ano de 1968, o qual apresentava uma visão de que o todo era formado a partir da interação das partes e que estas quando analisadas isoladamente apresentavam comportamentos diferentes de quando estudadas no todo (BERTALANFFY, 1973). Criada inicialmente para explicar questões referentes à Biologia, essa teoria ganhou força e passou a

ser adotada por diferentes campos científicos como Geografia, Física, Química, Ciências Sociais dentre outros. Por constituir a base metodológica da abordagem sistêmica, a teoria proposta por Bertalanffy deixou uma importante contribuição para um ramo da ciência que estuda o meio ambiente e que seria criado anos depois: as Ciências Ambientais.

Anteriormente à criação de um campo científico exclusivo para o estudo do meio ambiente, este era estudado em parte pela Ecologia. Um dos grandes autores dessa área, Tansley (1935), propôs o conceito de ecossistemas, os quais correspondiam a sistemas compostos por fatores bióticos e abióticos que se relacionam e com dimensões que variam de um átomo até o universo. O botânico inglês inovou com essa definição pois, até então, os termos utilizados, como organismo complexo e comunidade biótica, sempre colocavam em destaque os organismos em detrimento dos fatores inorgânicos que em seu ponto de vista eram igualmente importantes (KATO; MARTINS, 2016). A partir disso, uma concepção mais integralizada da natureza passou a ser aceita, o que abriu precedentes para a construção de uma definição mais holística do meio ambiente. Não obstante, a expressão ecossistema continua fazendo parte das terminologias aceitas pela Ecologia, uma vez que atende às necessidades desta ciência.

De modo similar a como a abordagem sistêmica é atualmente utilizada nos estudos ambientais, os geógrafos físicos na década de 60 já faziam uso dessa metodologia. Provenientes das escolas geográficas russo-soviética e francesa, respectivamente, Sotchava e Bertrand apresentaram ao mundo uma nova forma de entender o espaço, por meio dos geossistemas. Visando promover um planejamento do território da antiga União Soviética, o russo Sotchava (1977) recorreu ao método sistêmico e expôs pela primeira vez o conceito de geossistemas como sistemas naturais abertos e dinâmicos, hierarquicamente organizados e influenciados por fatores de ordem tanto econômica quanto social. Já Bertrand (1972), empregou a ideia dos geossistemas para o estudo da paisagem em seu trabalho intitulado *Paysage et Géographie Physique Globale: Esquisse Méthodologique*, o qual foi traduzido pela professora Olga Cruz do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo e tornou-se a primeira publicação sobre geossistemas a chegar no Brasil. Para o autor francês (op. cit.), os geossistemas configuravam-se como uma combinação de fatores relacionados ao potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), à exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e à ação antropogênica. Além dele, outro francês obteve êxito no uso da abordagem sistêmica, Tricart (1977), em seus estudos geomorfológicos, definiu unidades ecodinâmicas a partir da análise integrada das características regionais do seu local de pesquisa. Para este autor (op. cit.), esse novo conceito fundamentava-se na ideia de sistema e tinha como referência para

suas determinações as relações entre os elementos originadores da dinâmica e, também, os fluxos de energia e matéria presentes no meio ambiente. O termo geossistema tornou-se bastante popular e passou a ser utilizado por outros pesquisadores que o adaptou aos seus objetivos por meio da incorporação de diferentes escalas, enfoques e metodologias como Gerasinov (1969), Chorley e Kennedy (1971), Christofolletti (1979, 1999) e Rougeri e Beroutchachvili (1991).

No Brasil, a aplicação da teoria geossistêmica difundiu-se partir da década de 80 preferencialmente no campo teórico, todavia pôde ser observada na prática em trabalhos de autores como Troppmair (1983a, 1983b, 1983c), Schneider (1983), Ab'Saber (1984), Canali (1989), Monteiro (1982, 2000) e Veado e Troppmair (2001). Um dos autores que trabalhou essa abordagem no contexto do estado do Ceará e que teve grande destaque e importância dentro desse ramo de estudo foi Souza (1988, 1994, 2000, et al. 2005) que, por meio de suas análises das interações físicas, ecológicas e sociais, adotou uma nova nomenclatura para os termos apresentados previamente por Bertrand (1972), a fim de simplificar a compreensão destes. Os geossistemas seriam entendidos como sistemas ambientais e os geofáceis corresponderiam aos subsistemas ambientais, uma vez que estas novas denominações possibilitariam uma maior percepção da influência do fator humano como parte componente e como modificador do ambiente. Os geógrafos, ao utilizarem-se da abordagem sistêmica, costumam ter como objetivo principal a compreensão das paisagens. Já os cientistas ambientais, buscam por meio deste método apreender sobre o meio ambiente como um todo. A diferença entre os dois encontra-se no conceito adotado para o objeto de estudo, mas gradualmente essa distinção está sendo minimizada e diversos pesquisadores estão entrando em consenso e adotando o conceito de meio ambiente como base de suas análises sistêmicas. Em virtude disso, as terminologias introduzidas por Souza atendem às necessidades dos cientistas atuais e estão cada vez mais presentes em estudos de variados campos científicos e, portanto, serão utilizadas ao longo deste trabalho.

Ressalta-se que o meio ambiente, composto por rochas, solos, condições climáticas, organismos vivos e demais constituintes dependentes entre si, revela-se como um tema que apresenta demasiada dificuldade e heterogeneidade em sua análise. Ao ser dotado de características inerentes aos sistemas complexos tais como unidade coletiva (porções de um todo interrelacionadas), organicidade funcional, presença de subsistemas (múltiplas escalas), geração de propriedades emergentes por meio da dinâmica das partes e autorregulação poderia ser denominado como tal. No entanto, ao tratar de meio ambiente é necessário incluir

a espécie humana e suas relações sociais o que, por sua vez, o classificaria não como um sistema complexo, mas sim como um sistema supercomplexo.

Essa supercomplexidade inerente ao meio ambiente exige que este seja analisado de maneira integrada e interdisciplinar ou, ainda, por meio do uso de um método mais recente, a transdisciplinaridade. Esta, surge como um meio de obtenção de novos dados e informações a partir do combate à rigidez das definições e ao absolutismo da objetividade. Tem como principal característica a abertura aos diferentes tipos de conhecimento bem como às suas relações, proporcionando uma nova maneira de observar e entender o mundo (PRIMEIRO CONGRESSO MUNDIAL DA TRANSDISCIPLINARIDADE, 1994). Tal método passou a ser incorporado em diversos ramos da educação, sendo base para o ensinamento de muitas áreas científicas. Destaca-se seu diálogo perfeito com os ideais da teoria sistêmica, o que levou à busca pela sua inserção em diversos trabalhos.

Diante do que foi exposto, pode-se constatar que o método sistêmico embasado na interdisciplinaridade e na transdisciplinaridade corresponde a melhor forma de analisar e compreender esse conjunto de componentes interligados de maneira supercomplexa (meio ambiente) e, é por esse motivo que a adoção dessa metodologia é justificada para a pesquisa desenvolvida nessa dissertação.

2.3 Instrumentos de ordenação do território

A noção de planejamento está presente na sociedade desde os primeiros agrupamentos humanos, quando as regiões que seriam ocupadas eram escolhidas de acordo com a disponibilidade de recursos para sobrevivência. Ademais, qualquer atividade, por mais primitiva que seja como a caça ou a agricultura, exige um certo grau de planejamento. Tendo isso em vista, conclui-se que o ato de pensar e organizar um local ou uma função é algo inerente aos seres racionais, manifestado frequentemente em nosso cotidiano.

Com a evolução histórica, a posse da terra tornou-se um instrumento de dominação e de poder, o que fez emergir a ideia de território. Esse novo conceito passou a ser a base para a estruturação e arranjo dos elementos que compõem o espaço. Haja vista que os componentes de uma determinada área são mutáveis e dinâmicos, toda determinação de organização pode e deve sofrer alterações visando a sua melhoria e, por isso, é necessário que esta ação seja gerenciada por profissionais devidamente capacitados.

Objetivando-se uma maior qualidade no processo de ordenação dos territórios, instrumentos como o planejamento e o zoneamento surgem como meios diretos para

proporcionar um adequado uso das terras e, de forma geral, promover o bem-estar social, levando-se em consideração o meio ambiente e a economia.

O planejamento e o zoneamento são instituídos por instrumentos legais e estão comumente associados e presentes em leis e decretos de caráter ambientais. Em virtude disso, encontrá-los acompanhados da terminologia ambiental é algo costumeiro. Alguns autores preferem diferenciar planejamento e zoneamento territorial de planejamento e zoneamento ambiental por afirmarem que possuem enfoques distintos e que priorizam determinados fatores em detrimento de outros. Todavia, esses serão adotados como sinônimos neste trabalho em consequência da concepção de que ambos possuem a mesma finalidade (organizar o espaço e garantir a qualidade de vida da população) e que valorizam igualmente os aspectos relevantes para a suas constituições e determinações.

2.3.1 Ordenamento territorial/ambiental: conceitos e finalidade

Os territórios podem ser configurados como “entidades históricas, que expressam o controle social do espaço por uma dominação política institucionalizada” (MORAES, 2005, p.43). A relação de posse e poder sobre um determinado local foi e continua sendo o motivo de muitas disputas e guerras entre países, consistindo-se em um assunto de relevante importância mundial que costuma ser bastante discutido pelas Ciências Sociais.

Em virtude das disputas iminentes, observa-se a necessidade de se estabelecer uma organização do território que, inicialmente, foi adotada pelos Estados, tendo em vista a busca por novas áreas e a necessidade de delimitação de fronteiras. A origem da noção de ordenamento territorial é atribuída à geografia regional francesa da década de 60, onde havia o interesse em ordenar para promover o desenvolvimento (MORAES, 2005). Apesar do propósito ser o desenvolvimento, é imprescindível a presença do viés ambiental no processo de arranjo do território. Isso é coerente, à medida que é dentro dos limites territoriais que estão presentes todos os recursos naturais necessários à vida e é dentro dele que se dão os usos e as ocupações da terra. Além, claro, de englobarem todas as relações sociais, políticas e econômicas. Sobre o assunto, Santos (1996) afirma que a configuração territorial é constituída por todos os componentes ambientais (lagos, rios, florestas, planícies, montanhas) e pelos fatores de criação humana (estradas, açudes, cidades), ou seja, é o conjunto integral de tudo que compõe a natureza em seu aspecto superficial e visível.

A pertinência dessa atividade de organização do espaço é tão flagrante que a Europa adotou a Carta de Torremolinos ou Carta Europeia do Ordenamento do Território (1983), a qual tratava da definição do que seria o ordenamento do território e de seus

objetivos. Conforme o conteúdo desse documento, esse termo pode ser entendido simultaneamente como uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política que deve ser trabalhada de maneira interdisciplinar e que visa um desenvolvimento regional equilibrado e uma organização física do espaço consoante com uma estratégia geral. É visto ainda como a expressão geográfica das políticas econômicas, sociais, culturais e ecológicas da sociedade e tem como finalidades: o desenvolvimento socioeconômico equilibrado das regiões; a melhoria da qualidade de vida; a gestão responsável dos recursos naturais e a proteção do ambiente e a utilização racional do território.

No Brasil, o mais eminente documento sobre esse tema é a Constituição Federal da República de 05 de outubro de 1988, que, em seu capítulo IV, Art. 30, inciso VIII, impõe aos municípios a competência de promover o ordenamento territorial, a partir do planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano. Normalmente, essa diretriz é concretizada por meio do Plano Diretor, o qual é obrigatório para cidades que possuam mais de vinte mil habitantes. Apesar da extrema importância dessa temática e da expressiva abrangência do território brasileiro (8.510.295,914 km²), segundo revisão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística publicada em 2020, o Poder Legislativo do país até o momento não desenvolveu uma Política Nacional de Ordenamento do Território. Em reforço à escassa quantidade de regulamentações concernentes à organização espacial brasileira, o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 apresenta-se como uma grande ferramenta de auxílio ao estabelecer os critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE. Este, será abordado com maior profundidade na seção seguinte.

A respeito dos conceitos, o ordenamento costuma apresentar um certo consenso entre os estudiosos do ramo. Todavia, ainda é possível perceber uma tentativa de distinção ao encontrá-lo acompanhado da palavra territorial ou ambiental. A seguir, há algumas definições, onde é notória a semelhança entre as duas terminologias.

Segundo Ogata (2005, p.66), o ordenamento territorial:

consiste no disciplinamento do uso dos recursos ambientais, de modo a possibilitar os melhores usos do espaço geográfico, do ponto de vista ambiental, social, econômico, dentre outros, valorizando as suas potencialidades e respeitando as suas restrições e limitações.

Agra (2005), por sua vez, defende que a orientação e a indução do uso sustentável dos espaços, atendendo às aspirações de desenvolvimento da sociedade representa o ordenamento territorial. Para Sá (2005), mais do que o uso sustentável, é necessária uma

organização que leve em consideração as múltiplas dimensões (física, cultural, política, econômica e social) em diferentes escalas geográficas.

De acordo com Lira (2001), o ordenamento ambiental do território corresponde a uma organização do território em termos econômicos e sociais, incorporando os valores ambientais, as aspirações sociais e o crescimento das atividades econômicas. Na visão de Rodriguez e Silva (2018, p.165), essa expressão é utilizada para designar a “projeção no espaço da política ambiental de um território através da implementação do padrão espacial dos sistemas ambientais e baseado na projeção no espaço das atividades, usos e infraestrutura, através da definição de zonas funcionais”.

Comprova-se, assim que, independentemente do autor, há um consenso na inclusão do fator ambiental na delimitação da organização do território, fator que viabiliza a utilização dos dois termos citados anteriormente como sinônimos. Vale salientar que, não somente os conceitos são semelhantes, como também a finalidade de promover uma estruturação do uso e ocupação do espaço, buscando um desenvolvimento sustentável.

É importante frisar que os primeiros geógrafos (russo-soviéticos, franceses, alemães e australianos) ao trabalhar com essa temática de ordenamento já entendiam e consideravam em seus estudos o aspecto ambiental ao buscarem por meio de análises integradas realizar o ordenamento do território e, conseqüentemente, o planejamento do uso dos recursos naturais a partir das fragilidades e potencialidades dos sistemas ambientais (ROSS, 2009).

Entretanto, na prática nem sempre a esfera ambiental é priorizada pelas políticas públicas. Em muitas ocasiões o caráter desenvolvimentista prepondera em detrimento dos aspectos socioambientais. Mesmo com a atuação eficiente de organizações não governamentais e intergovernamentais e com a tomada de conscientização sobre a importância do meio ambiente, essa dinâmica de priorização econômica persiste e é sustentada pelas pressuposições do sistema capitalista vigente na maioria dos países. Sendo assim, para alcançar o objetivo de inserção do meio ambiente é essencial adotar mecanismos fortalecedores, dentre eles podemos citar o planejamento ambiental e o zoneamento ambiental.

2.3.2 Planejamento ambiental e zoneamento ecológico-econômico

A palavra planejar em sua essência significa se preparar para um evento ou situação futuro, normalmente por meio de diretrizes e de estratégias de ação. Sobre o tema, Mendez (1999) pontua que o planejamento é resultado da capacidade de projetar um possível

cenário futuro a partir de conhecimentos prévios e de sua articulação com o passado. Esse ato de programar-se pode ser aplicado no dia a dia por qualquer pessoa, contudo ao ser realizado por entidades governamentais, organizações não-governamentais ou qualquer grupo social, o planejamento é capaz de atingir grandes proporções e até promover alterações significativas na sociedade. Vale salientar que a ideia de planejar geralmente remete a algo com consequências positivas, mas nem sempre os mecanismos e as tomadas de ações possibilitam um resultado favorável para os envolvidos. Isso reforça a necessidade de atenção e zelo profissional durante a realização desse processo.

O conceito abordado acima nos é de interesse para estudo quando utilizado dentro do âmbito administrativo, onde é empregado como uma forma de governança, de gestão e de controle do processo social, ou seja, como uma intervenção para alcançar um determinado objetivo (RODRIGUEZ; SILVA, 2018). Por apresentarem certa similaridade, principalmente dentro da perspectiva da organização do território, os termos planejamento e gestão são frequentemente utilizados como análogos. Esta sinonimização é equivocada, pois são palavras que remetem a temporalidades distintas além de reportarem-se a tipos diferentes de atividades. Enquanto a gestão é algo que se refere a uma atividade do presente em busca de administrar a situação atual e atender às necessidades imediatas, o planejamento já é algo relacionado ao futuro como a busca pela prevenção de problemas e o aproveitamento de cenários benéficos (SOUZA, 2002).

Na visão de Santos (2004, p. 28), o planejamento “consiste na adequação de ações à potencialidade, vocação local e à sua capacidade de suporte, buscando o desenvolvimento harmônico da região e a manutenção da qualidade do ambiente físico, biológico e social”. Tendo como base essa definição, o desenvolvimento deve sim ser uma das metas, mas este deve ser compatível com o ambiente no qual está inserido. Todavia, isso não costuma ocorrer. A busca pelo desenvolvimento é bem evidente em diversos segmentos, mas a ênfase, na maioria das vezes, é colocada somente sobre o viés econômico.

Promover atividades visando à prosperidade apenas econômica, sem analisar a capacidade de suporte do meio, pode culminar em danos como a perda de eficiência produtiva, escassez de recursos e degradação das terras. Os governos ao realizarem planejamentos com o intuito de gerar um desenvolvimento deveriam atentar-se igualmente para os três pilares fundadores da sustentabilidade: ambiente, sociedade e economia. Como compilador desses aspectos temos como uma das principais ferramentas o Planejamento Ambiental, que, para Ross (2009), é um termo compatível com os princípios do

desenvolvimento sustentável ao transpor meios sociais e econômicos além das relações humanas com a natureza.

Os principais tipos de planejamento observados atualmente são o Territorial Estratégico, Econômico-Ecológico, Sociocultural, Agrícola e Paisagístico, os quais de acordo com Franco (2008) são englobados pelo Planejamento Ambiental. Este, para a autora (op. cit.), pode ser entendido como um planejamento das interferências antrópicas sobre o meio, considerando a capacidade de suporte dos ecossistemas em diferentes escalas, respeitando a ética ecológica e aspirando uma melhora na qualidade de vida humana.

Ao pensarmos no planejamento dentro da esfera ambiental, podemos colocar que o principal objetivo deste é evitar e/ou minimizar os impactos ambientais. Tendo isso em vista, observa-se que de um único propósito é possível obter diversos benefícios como a preservação/conservação de florestas, animais, corpos d'água, solos; manutenção/melhoria da qualidade do ar, dos solos, das águas superficiais e subsuperficiais; redução da proliferação de doenças; melhoria da qualidade de vida, economia de gastos com remediações e recuperações de áreas degradadas entre outros.

Para realizar um Planejamento Ambiental é necessário seguir algumas etapas tais como definição de objetivo, diagnóstico, identificação de alternativas e tomada de decisão. Esses estágios apresentam uma série de procedimentos, os quais podem ou não variar conforme as ferramentas adotadas para alcançar as metas do planejamento. Dentre os principais instrumentos de planejamento estão os Zoneamentos, os Planos Diretores Ambientais, os Planos de Manejo e os Estudos de Impactos Ambientais. Com finalidades distintas, mas com um objetivo comum (Planejamento Ambiental), esses mecanismos tornam-se cada vez mais presentes e fundamentais na ordenação do território.

No Brasil, a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981) adotou como um de seus princípios o planejamento do uso dos recursos ambientais e como um de seus instrumentos o zoneamento ambiental. Segundo o Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) configura-se como um instrumento de organização do território que deve ser respeitado pelas atividades públicas e privadas, sendo responsável por determinar medidas e padrões de proteção ambiental e, assim, promover o desenvolvimento sustentável.

Santos (2004) aponta que o zoneamento é resultado da compartimentação de uma região em áreas homogêneas a partir da observação de seus atributos e dinâmicas. A autora (op. cit.) ainda coloca que o ZEE, por meio de uma análise sistêmica dos elementos naturais e

socioeconômicos e dos fundamentos jurídicos e institucionais, delimita zonas de planejamento.

Becker e Egler (1996) colocam que o ZEE tem por objetivo otimizar o uso do espaço e as políticas públicas por meio da integração de dados que possibilitam um aumento na eficácia das decisões políticas, caracterizando-o, assim, como um instrumento de caráter tanto técnico quanto político voltado ao planejamento.

Ross (2009), ao tratar do zoneamento ambiental, sugere que este deve integrar os conhecimentos técnico-científicos, considerando as potencialidades do meio natural e adequando os programas de desenvolvimento e os meios institucionais à relação homem-natureza para enfim alcançar um ordenamento baseado no desenvolvimento com viés conservacionista.

De acordo com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (2015), o zoneamento refere-se à divisão territorial em zonas onde as potencialidades de uso (existente ou induzido) são consideradas para o disciplinamento das atividades e obras dentro de uma determinada subdivisão do território, por meio de disposição jurídica. Já para Figueiredo (2005), ele é um instrumento técnico de gestão territorial que compatibiliza o desenvolvimento com a sustentabilidade e que respeita as diferentes territorialidades ao longo do planejamento.

De maneira geral, pode-se observar que essas diversas definições de zoneamento têm alguns pontos chaves que são recorrentes como: o atributo de ser um instrumento político de planejamento do território, o aspecto integrador das variantes ambientais, a finalidade de preservação ambiental e a busca pelo desenvolvimento sustentável. Isso provavelmente deve-se ao fato de que essas são questões pertinentes e que também estão presentes no decreto que regulamenta o ZEE (nº 4.297, de 10 de julho de 2002)

Art. 4º O processo de elaboração e implementação do ZEE: I - buscará a sustentabilidade ecológica, econômica e social, com vistas a compatibilizar o crescimento econômico e a proteção dos recursos naturais, em favor das presentes e futuras gerações, em decorrência do reconhecimento de valor intrínseco à biodiversidade e a seus componentes; II - contará com ampla participação democrática, compartilhando suas ações e responsabilidades entre os diferentes níveis da administração pública e da sociedade civil; e III - valorizará o conhecimento científico multidisciplinar (BRASIL, 2002).

A história do ZEE no Brasil ainda é bastante recente, uma vez que apenas na década de 80 as preocupações ambientais ganharam espaço significativo no país com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente. Dito isso, foi somente na década seguinte

que se iniciaram a elaboração dos primeiros projetos de zoneamento como o da Amazônia Legal, o da bacia do Alto Paraguai e o da Zona Costeira.

Os zoneamentos gerados após a publicação do decreto de regulamentação nº 4.297, de 10 de julho de 2002 devem seguir algumas diretrizes específicas. Uma das principais são as escalas exigidas para reconhecimento pelo Poder Público Federal dos produtos gerados. No que se refere ao ZEE nacional, a escala de apresentação deve ser 1:5.000.000 e a de referência 1:1.000.000. Nas macrorregiões a escala de referência é de 1:1.000.000 ou maiores. Nos Estados ou Regiões as escalas de referência são de 1:1.000.000 a 1:250.000, nas Macrorregiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste e de 1:250.000 a 1:100.000 nas Macrorregiões Sudeste, Sul e na Zona Costeira. Por fim, o ZEE local deve adotar como escala de referência 1:100.000 ou maiores. Além disso, o decreto também estabelece as funções do ZEE de acordo com as escalas:

- 1:1.000.000 – Utilizado como indicativo estratégico de uso do território e como referência para definição de prioridades em planejamento territorial e gestão de ecossistemas.
- 1:250.000 e maiores – Usado como indicativo de gestão e ordenamento territorial estadual ou regional, podendo servir para indicar a definição dos percentuais para fins de recomposição ou aumento de reserva legal.
- 1:100.000 e maiores – Serve como indicativo operacional de gestão e ordenamento territorial, a exemplo dos planos diretores municipais, planos de gestão ambiental e territorial locais e usos de Áreas de Preservação Permanente.

Outro aspecto relevante estipulado pelo decreto é a divisão do território em zonas conforme as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável. Para a definição das zonas devem ser observados pontos tais como: diagnóstico dos recursos naturais, da socioeconomia e do marco jurídico-institucional; informações constantes do Sistema de Informações Geográficas; cenários tendenciais e alternativos e demais diretrizes (delimitação de atividades por zonas respeitando a capacidade de suporte do ambiente, definição das áreas de unidades de conservação, medidas de controle das atividades, planos e programas que viabilizam as atividades nas zonas, entre outras).

O caráter multi e interdisciplinar do ZEE pode ser claramente observado nas suas delimitações legais. A inclusão de várias áreas do conhecimento permite que o ambiente seja analisado como um todo, em especial de forma integrada e sistêmica. Essa abordagem possibilita uma maior facilidade na detecção das potencialidades e limitações do espaço, o

que proporciona um adequado estabelecimento dos usos da terra. Consequentemente, as ferramentas de gestão territorial, com foco ambiental, são de extrema importância para a manutenção dos ecossistemas. O manejo adequado na distribuição dos usos do espaço, com base nas suas características naturais, no seu grau de estabilidade, no seu grau de degradação e na sua capacidade de suporte garante o atendimento de muitos dos objetivos da Agenda 2030. Dessa forma, alcançar o desenvolvimento sustentável em uma região onde há um zoneamento adequado torna-se algo bem mais exequível.

O município de Alto Santo - CE, o qual localiza-se em uma área que apresenta bastante susceptibilidade à degradação em virtude de características tanto naturais quanto decorrentes dos impactos humanos, configura-se como um espaço que necessita de uma intervenção política incisiva para a regulamentação dos usos da terra. Ambas as condições geoambientais e socioeconômicas dessa localidade exibem grandes fragilidades que precisam ser corrigidas ou amenizadas. Para alcançar tal objetivo, o Zoneamento Ecológico-Econômico é o instrumento de planejamento mais adequado e, por isso, será adotado nesse estudo.

2.4 Degradação ambiental

A degradação ambiental é um termo bem abrangente, o qual pode referir-se tanto a uma perda da qualidade ou das propriedades de um aspecto específico como solo, água, ar, fauna, flora quanto do ambiente como um todo. Esse caráter genérico pode ser observado em algumas definições dadas a essa expressão tais como a instituída pela Política Nacional de Meio Ambiente brasileira (Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981), onde a degradação ambiental é vista como uma alteração adversa das características do meio ambiente, e a estabelecida por Sánchez (2008), que a estipula como um impacto ambiental negativo oriundo de mudanças desfavoráveis dos processos, funções e componentes ambientais.

Esse impacto ambiental, de acordo com a United Nations Convention to Combat Desertification (2015), tem origens antrópicas e naturais, sendo frequentemente intensificado pelas alterações climáticas e estreitamente relacionado com a perda de biodiversidade. Araújo, Almeida e Guerra (2010) também compartilham desse ponto de vista ao estabelecerem que a degradação é resultante de processos naturais (ressecamento do clima atmosférico, erosão, invasão de plantas e animais nocivos) e de ações humanas (diretamente sobre o terreno ou indiretamente em razão das mudanças climáticas induzidas pelo homem).

As causas naturais da degradação são em sua maioria relacionadas a fenômenos hidrometeorológicos, climatológicos, geofísicos ou biológicos como inundações, enxurradas, terremotos, erupções vulcânicas, proliferação de plantas e animais nocivos, entre outros. Os

impactos gerados por esses processos intrínsecos à natureza são comumente intensificados pelo Homem, principalmente em virtude da má gestão e organização do território. Vale salientar que o meio ambiente é em sua essência resiliente e, por isso, muitas vezes é capaz de recuperar suas condições originais sem a necessidade de uma intervenção humana.

Já em relação à degradação de origem antrópica, esta é resultante majoritariamente de ações, métodos e técnicas relacionados a realização de duas atividades econômicas essenciais à sociedade: a agropecuária e a indústria. Os exemplos de danos ambientais ocasionados por essas práticas são bastante numerosos, alguns dos mais recorrentes são citados abaixo:

- Desmatamento: processo realizado para a abertura de áreas com fins de plantio, pasto ou construção, além de exploração madeireira. Responsável pela extinção de espécies da fauna e da flora, mudanças climáticas locais, erosão e assoreamentos de corpos hídricos, ainda contribui com impactos de grande escala como o aumento do efeito estufa e o aquecimento global;
- Perda de habitats e de biodiversidade: consequência direta dos processos de retirada da vegetação natural, os quais podem gerar outros problemas como o desencadeamento de doenças zoonóticas. Pode-se citar como exemplo disso a pandemia do coronavírus que já infectou milhões de pessoas ao redor do mundo e ocasionou um número elevado de mortes.
- Compactação e erosão de solos: ocasionado pelo uso de maquinários, superpastoreio, remoção da cobertura vegetal, irrigação incorreta, entre outros. Traz problemas para a produção agrícola, afetando a economia e a sociedade;
- Poluição do ar, das águas e do solo: decorrente de fumaças e fuligens industriais, da queima de combustíveis fósseis, da disposição incorreta de resíduos e da utilização de substâncias químicas com elevado potencial contaminante como pesticidas e fertilizantes. Responsáveis por uma série de doenças, além de prejuízos econômicos.

Como visto acima, a degradação pode manifestar-se em vários componentes ambientais. Todavia, essa expressão é preeminentemente associada na literatura aos solos ou à terra. A Food and Agriculture Organization of the United Nations (1979, p. 3, tradução nossa) em um dos primeiros documentos que discutia sobre esse assunto determinou que “a degradação do solo é o resultado de um ou mais processos que diminuem a capacidade atual

e/ou potencial do solo de produzir (quanti e/ou qualitativamente) bens ou serviços”. Ainda tratando sobre conceitos, as publicações a partir dos anos 2000 trouxeram um caráter mais sistêmico e passaram a levar em consideração outros aspectos além dos prejuízos ao elemento solo. A Millennium Ecosystem Assessment (MEA) (2005) conduz o pensamento sobre degradação de terras para uma redução na capacidade de realizar serviços ecossistêmicos necessários a sociedade. Outra noção incorporada a esse termo foram os ideais da sustentabilidade, principalmente no que se refere à garantia de recursos ambientais para as gerações futuras. Esse fato pode ser observado na definição do Land Degradation Assessment in Drylands Project (LADA) da Food and Agriculture Organization of the United Nations (2011, p. 7, tradução nossa) que interpreta esse impacto como uma “redução da capacidade da terra em fornecer bens e serviços ecossistêmicos, durante um período de tempo, para seus beneficiários”.

O termo degradação é ainda relacionado e, muitas vezes, confundido com a desertificação. Esta última, foi definida em 1992 pela United Nations Conference on Desertification (UNCOD) como degradação de terras em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 1992). Tendo este conceito em vista, podemos apontar como principais diferenças entre esses dois impactos ambientais o enfoque da desertificação em apenas um aspecto (solo ou terra) e sua delimitação a espaços com condições climáticas específicas (árido, semiárido e subúmido seco). Contudo, quando tratamos especificamente da degradação de terras as semelhanças são ainda maiores e a distinção torna-se cada vez mais abscondita. Sendo assim, a melhor forma de compreender a desertificação é admitindo esta como consequência ou estágio final da degradação. Esses problemas ambientais em conjunto atingem 33% da superfície da terra, o que afeta cerca de 2,6 bilhões de pessoas ou 42% da população mundial (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

Nas últimas décadas, o aumento das preocupações ambientais por parte da sociedade geral possibilitou que cada vez mais as consequências dos processos degradacionais fossem estudadas e contabilizadas. Em 1990, o PNUMA financiou um projeto chamado GLASOD (Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation), o qual demonstrou que globalmente 15% das áreas analisadas encontravam-se degradadas e que o continente sul-americano tinha aproximadamente 14% de sua área total afetada pela degradação de fonte antrópica (OLDEMAN; HAKKELING; SOMBROEK, 1991). Em estudo mais recente, a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) e a Intergovernmental

Technical Panel on Soils (ITPS) (2015) demonstraram em seu livro *Status of the World's Soil Resources* que 30% dos solos do mundo estão degradados e que se os níveis atuais de erosão permanecerem as taxas de perdas agrícolas superarão os 10% até o ano de 2050. Esse prognóstico à primeira vista desfavorável em termos econômicos, é ainda pior quando analisado pelo viés social. Uma redução na produção intensificará o cenário de insegurança alimentar que já atinge diversos países, em especial as regiões africanas propensas à desertificação. Os períodos de secas e a perda de fertilidade dos solos comuns em áreas sob processo de degradação induzem as populações a migrarem, aumentando ainda mais o isolamento social e econômico dos mais vulneráveis membros da comunidade que se mantiveram na localidade (United Nations Convention to Combat Desertification, 2016). Esses são exemplos claros de como uma alteração adversa na natureza afeta negativamente tanto a economia quanto a sociedade, sendo, portanto, fundamental a realização de medidas preventivas e corretivas.

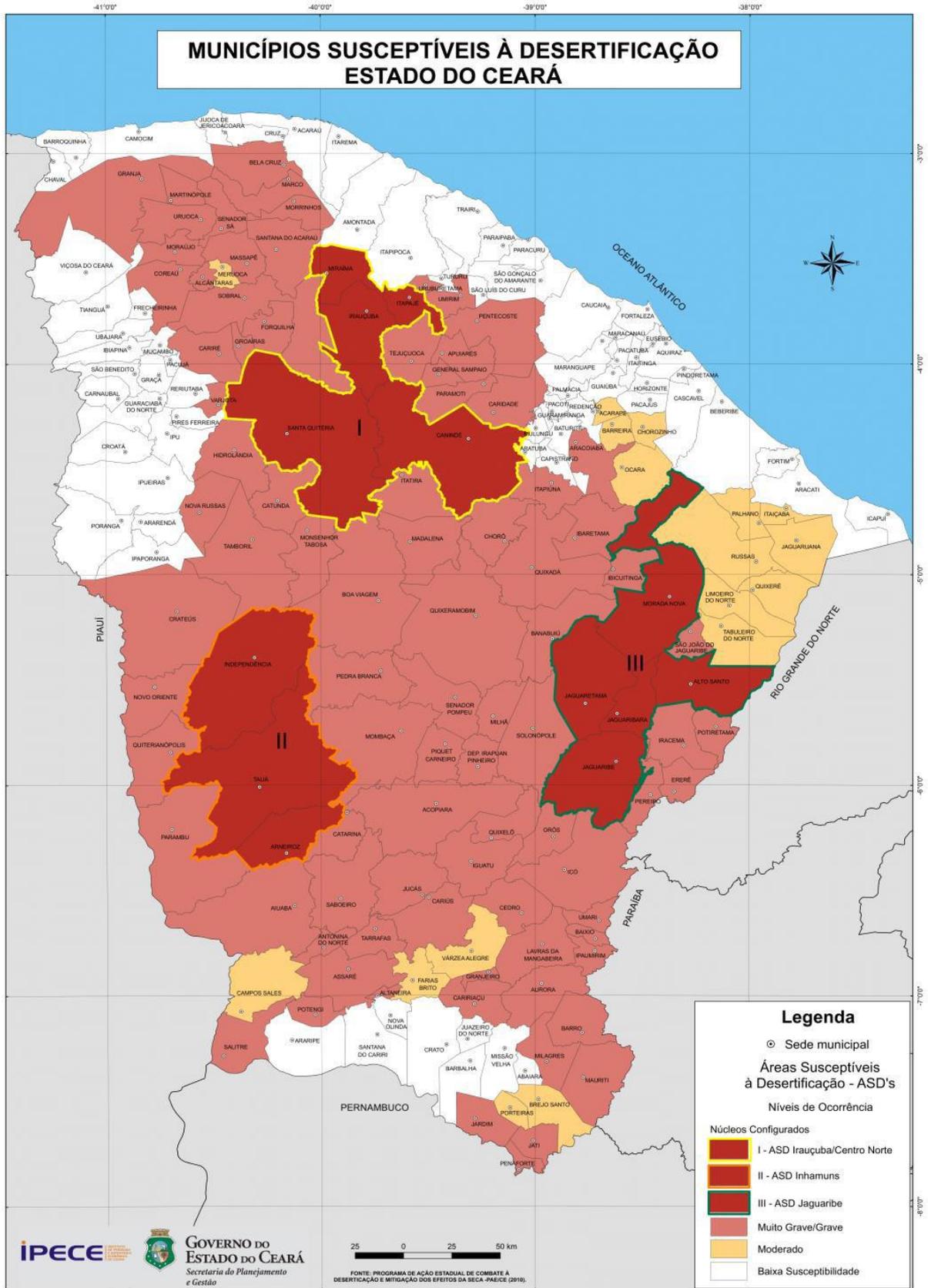
Com o intuito de evitar e solucionar os impactos decorrentes da desertificação, foi criado no Brasil no ano de 2004 o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). Este, tinha como premissa nortear o processo de transformação da realidade das áreas susceptíveis à desertificação, no contexto das políticas de desenvolvimento sustentável e, para isso, reuniu nesse documento informações como: conceitos relacionados à desertificação; ações desenvolvidas no país em relação ao combate à desertificação; o processo de construção do PAN-Brasil; os marcos estratégicos e os eixos centrais do Programa; as ações e o sistema de gestão do PAN-Brasil; entre outras (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

Visando implementar o PAN-Brasil a nível estadual, outros programas foram criados como o PAE-CE (Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca) que engloba a área de estudo dessa pesquisa. Nele, estão delimitadas as áreas mais suscetíveis à desertificação (ASD's) do estado (Figura 1), destacando em particular os três núcleos de desertificação: Núcleo 1 - Sertões de Irauçuba e Centro Norte (abrangendo os municípios de Canindé, Irauçuba, Itapajé, Miraíma e Santa Quitéria); Núcleo 2 - Sertão dos Inhamuns (abrangendo os municípios de Arneiroz, Independência e Tauá); e Núcleo 3 - Sertões do Médio Jaguaribe (abrangendo os município de Alto Santo, Jaguaretama, Jaguaribara, Jaguaribe e Morada Nova).

Como observado a partir das informações acima, o município de Alto Santo, onde o trabalho foi desenvolvido, está localizado em um dos núcleos de desertificação do estado. Este fato pressupõe que a região se encontra em processos avançados de degradação e, isto

pode ser confirmado na pesquisa de Santos (2018), onde foi identificado que 46% do território apresentava elevado grau de degradação e que as demais áreas já estavam sob influência moderada ou baixa desse impacto ambiental. Em virtude do estágio degradacional significativo enfrentado pela região, ações objetivando evitar (zoneamento ecológico-econômico) e mitigar (recuperação de áreas degradadas) esse dano ao meio ambiente são necessárias em grau de urgência e, por isso, configuram-se como finalidade desta pesquisa.

Figura 1 - Áreas Susceptíveis à Desertificação - ASD's do Ceará



Fonte: Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (2010).

2.4.1 Degradação de terras no semiárido brasileiro

O semiárido brasileiro, segundo sua mais recente delimitação disposta na Resolução nº 115 da Sudene (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste) (2017b), engloba 1.262 municípios do país (Figura 2). Juntos, estes ocupam quase 1.000.000 km², sendo a Região Nordeste detentora de aproximadamente 89,5% do espaço total (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010).

Figura 2 - Delimitação do semiárido brasileiro, de acordo com a Resolução nº 115 da Sudene, de 23 de novembro de 2017



Fonte: Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (2017a).

Apesar de legalmente serem classificados como uma região semiárida, essa porção do território apresenta variações ambientais significativas. Perez-Marin e Santos (2013) afirmam que essas áreas possuem diferentes topografias, precipitações pluviométricas e pluriatividades, ressaltando-se, assim, que este espaço está longe de ser homogêneo, monótono e pobre em diversidade. Todavia, em geral as condições ambientais, especialmente as climáticas, do semiárido são propícias aos processos naturais de degradação. Além disso, a influência antrópica impulsiona ainda mais a ocorrência desse fenômeno.

Os estudos e pesquisas sobre degradação ambiental no semiárido concentram-se em torno da degradação de terras ou do solo, uma vez que esta variável é a mais afetada na região. Em relação aos aspectos naturais dessa espacialidade que cooperam com esse impacto, temos os baixos índices pluviométricos, a concentração de chuvas em um curto período de tempo, as altas taxas de evapotranspiração, as encostas desprotegidas de vegetação, a geologia predominantemente cristalina e os solos rasos e pedregosos. As condições ambientais dessa área também induzem a ocorrência do fenômeno das secas, que são responsáveis pela falta de umidade para as árvores, ocasionando a morte de diversas espécies e, assim, o desmatamento das terras. Ademais, os fortes ventos nessa área ocasionam a retirada de grande parte da cobertura dos solos, dificultando o estabelecimento e a resiliência da vegetação nesses ambientes. Somando-se a isso, tem-se a ocupação inadequada próxima aos corpos d'água devido às secas e à escassez hídrica que acarretam a destruição da mata ciliar, a qual tem grande importância para a proteção dos recursos hídricos.

Em relação aos aspectos socioeconômicos, estes manifestam-se sobremaneira no desenvolvimento da degradação no semiárido. A condição de pobreza e fome de uma boa parcela da população leva a uma sobre exploração da terra a fim de gerar fontes de renda e alimentos para subsistência. Isso em pouco anos faz com que a área se torne degradada e inviável, aumentando ainda mais as condições de pobreza e fome. Dessa forma, cria-se um ciclo sem fim, onde cada vez mais os solos da região estarão inaptos à produção agrícola. Outros problemas enfrentados pela população dessa região são a concentração e a desigualdade na distribuição de terras, oriundos das heranças da arcaica estrutura agrária regional (SILVA et al., 2010). Os autores ainda colocam que há um predomínio de sistemas agrícolas diversificados de base familiar, explorados com baixa eficiência de produção, responsáveis por uma crescente degradação dos recursos naturais. Santos (2018) acrescenta que uma das principais razões para a ocorrência do processo de degradação no semiárido é a estrutura fundiária do país, onde a posse de extensas áreas concentra-se nas mãos de poucos

latifundiários, enquanto a maioria dos trabalhadores rurais possuem pequenas porções de terra para desenvolver suas atividades agropecuárias.

A erosão, que pode ser originária de fatores naturais, antrópicos ou da combinação de ambos, é uma das principais causadoras da degradação de terras no semiárido. Ela é caracterizada pela perda de uma parte do solo (normalmente o horizonte A, que contém a maior parte da matéria orgânica), tornando-o mais raso e pouco fértil. Outra justificativa da degradação está na acidificação, onde a utilização excessiva de fertilizantes, a fixação biológica de nitrogênio e a deposição de ácidos oriundos da atmosfera inviabilizam o uso da terra para a agricultura. A escassez hídrica e a necessidade de suprir a falta de nutrientes no solo leva à prática excessiva de irrigação e adubação que estimulam a salinização, fator este que também é considerado degradante. Apesar de falarmos principalmente das atividades agropecuárias como geradora da degradação, as atividades industriais e de mineração igualmente impactam o ambiente por meio da contaminação do solo com metais pesados, que permanecem por muito tempo no ambiente e impossibilitam muitas vezes a recuperação da área (GUERRA, 2007; ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2010; CUNHA; GUERRA, 2010).

2.5 Recuperação de áreas degradadas

Em situações onde o estágio degradacional ainda permite que o ambiente se autorregene, diz-se que este encontra-se perturbado (CORRÊA; MELO, 1998). Já quando as áreas não são capazes de retornarem às suas condições naturais ou de equilíbrio dinâmico após um grande impacto, ou seja, quando há perda do potencial de resiliência, estas podem ser classificadas como degradadas (MARTINS, 2017). Dessa forma, na primeira situação a intervenção humana serve apenas como um meio de acelerar a recuperação desses espaços e, na segunda esta surge como a única forma de solucionar ou mitigar esse dano ambiental.

Conhecida como um dos princípios da Política Nacional de Meio Ambiente brasileira, a recuperação de áreas degradadas, segundo Dias e Griffith (1998), configura-se como um agrupamento de medidas que procuram reestabelecer o equilíbrio e a sustentabilidade anteriores à degradação. O decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, que regulamenta a recuperação no país, coloca que o objetivo desta é a busca pelo “retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, visando a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente” (BRASIL, 1989).

O termo recuperação é o mais utilizado quando tratamos de solucionar os problemas das áreas degradadas. Todavia, existem outras terminologias que definem exatamente os tipos de procedimentos realizados nesses ambientes impactados, são elas:

- **Recuperação:** apesar de comumente ser entendida como uma expressão geral que engloba as demais atribuições dos outros termos, esta tem funções específicas que são a recomposição topográfica e a revegetação. Diferencia-se por não ter como objetivo a busca pelo retorno às condições originais do ecossistema degradado. Além disso, esse processo pode agir não somente sobre a área em estado degradacional como também sobre os fatores que induziram a esse dano, ou seja, esta expressão apresenta um caráter mais holístico ao tentar promover uma recuperação do ambiente de forma integrada (MARTINS, 2017).
- **Restauração:** destaca-se pela ênfase no esforço de assegurar uma restauração prioritariamente ecológica, a fim de garantir a integridade, a biodiversidade e a estabilidade a longo prazo. Distingue-se da recuperação pois busca restituir o ecossistema ou a população silvestre degradada de maneira mais similar possível da sua condição original (BRASIL, 2000). Conforme apontado por Martins (2017), este termo pode adquirir dois sentidos: restrito, onde a intenção é o retorno absoluto do ecossistema aos aspectos ambientais anteriores ao impacto, e amplo, no qual o propósito seria reconstituir o ecossistema e suas interações a longo prazo e, assim assegurar sua sustentabilidade.
- **Redefinição ou redestinação:** consiste na recuperação do espaço visando um novo tipo de uso/destinação. Método no qual as condições do ecossistema atual foram fortemente moldadas pela intervenção antrópica, não mantendo vínculo com o ecossistema anterior à degradação.
- **Reabilitação:** nesse caso, o intuito é buscar o retorno das características do ambiente original, mantendo-o estável e atribuindo uma nova função ao espaço. Em suma, pode-se colocar que a reabilitação seria a volta da área degradada a um estado apropriado para o uso humano (MAJER, 1989; MARTINS, 2017).

A escolha da adoção de um desses procedimentos para recuperar uma área depende de um conjunto de fatores, sendo os mais frequentes: o nível/estágio do impacto da degradação, as exigências legais, os interesses dos proprietários do espaço, o orçamento e a disponibilidade de tempo para promover a recuperação.

Os objetivos almejados para a remediação de uma área degradada são fundamentais para estabelecer o projeto de recuperação e configuram-se, junto com a definição da escala, como fase inicial desse processo. Em termos legais, o Brasil exige por meio do Art. 225, § 2º de sua Constituição Federal (1988) que aqueles que explorarem recursos minerais tem o dever de recuperar o espaço, de acordo com a solução técnica requerida pelo órgão público competente. Além disso, o Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989, estabeleceu a obrigatoriedade do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para outras atividades e empreendimentos com potencial degradador. Todavia, as legislações e, conseqüentemente, os termos de referência para o PRAD disponibilizados pelos órgãos ambientais são mais aplicáveis a espaços com dimensões menores que a de um município ou de uma bacia hidrográfica, por exemplo. Dessa forma, nos casos onde é necessário a recuperação de uma área com uma escala ampla, o zoneamento ambiental se faz imprescindível nas primeiras etapas do projeto. Nele, pontos fundamentais como características ambientais (relevo, clima, tipo de solo, vegetação, entre outros), usos do solo, fatores e estados da degradação são identificados, facilitando a delimitação das áreas mais afetadas, na adoção do método mais adequado para a região, na diminuição de custos e, principalmente, na eficiência da recuperação.

Em virtude do que foi exposto acima, a realização do zoneamento ecológico-econômico do município de Alto Santo – CE objetiva contribuir servindo de base para a definição dos métodos de recuperação adequados para cada zona delimitada, tornando esse processo mais viável prática e economicamente para as instituições públicas e privadas responsáveis pelo reestabelecimento das condições ambientais anteriores ao impacto.

3 METODOLOGIA

A metodologia de uma pesquisa é responsável por delimitar as etapas e ações a serem cumpridas com o intuito de se alcançar os objetivos traçados. Para desenvolvê-la adequadamente, os estudiosos devem fundamentar-se em teorias já conhecidas e aceitas pela comunidade científica. Essa fase dentro de um estudo serve tanto para legitimá-lo quanto para possibilitar a replicação deste por outros pesquisadores.

Tendo isso em vista, a realização deste trabalho apoiou-se nos preceitos teóricos referentes aos temas discutidos no capítulo anterior, com ênfase nos pressupostos da teoria Geossistêmica e da análise ambiental integrada presentes na seção 3.1. Além disso, para pôr em prática a composição de propostas para o zoneamento e a recuperação de áreas degradadas do município de Alto Santo – CE, foram executados uma série de procedimentos técnico-operacionais descritos na seção 3.2. A combinação desses dois elementos constituintes da metodologia foi essencial para a concretização dessa dissertação, estando detalhadamente explicados ao longo deste capítulo.

3.1 Teoria Geossistêmica e análise ambiental integrada como aportes metodológicos na ordenação do espaço e nos estudos ambientais

A Teoria Geossistêmica é utilizada na Europa desde a década de 60 como meio de compreensão do espaço e, conseqüentemente, como facilitadora no processo de organização territorial. Oriunda da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1930), essa nova abordagem dos sistemas é marcada pela segmentação do ambiente em estudo em áreas com certos graus de homogeneidade de seus componentes, servindo, assim, como uma opção para melhorar a gestão da espacialidade em questão. Traz como ponto de partida para o seu entendimento um termo que corresponde a um dos níveis taxonômicos mais conhecido e utilizado, o geossistema. Este, tem como principais características ser aberto, dinâmico, hierarquicamente organizado e resultante da interação entre ambiente, economia e sociedade. É exatamente o fato de tratar o meio ambiente como um produto da integração dos vários fatores que o compõem que garantiram o sucesso e a perpetuação dessa inovação no uso da Teoria Geral dos Sistemas.

Próprio da Geografia Física, esse modelo de análise ambiental só ficou conhecido no Brasil 20 anos após sua criação. Todavia, foi muito adotado pelos cientistas brasileiros como forma de promover uma ordenação do espaço. Alguns desses autores foram Monteiro (1982, 2000), Troppmair (1983a, 1983b, 1983c), Ab'Saber (1984) e Souza (1988, 1994, 2000,

et al. 2005), que adaptaram essa teoria ao contexto do país e também aos seus ramos de estudos. Dentre essas pequenas mudanças, a proposta presente nos trabalhos de Souza (1988, 1994, 2000, et al. 2005) em substituir o termo geossistema por sistemas ambientais e geofácies por subsistemas ambientais para refletir melhor a interação física, ecológica e social adequa-se melhor aos estudos ambientais (não exclusivamente geográficos) e, por esse motivo, esses novos termos propostos serão adotados nessa dissertação.

Apesar de as terminologias adotadas pelos primeiros pesquisadores dessa teoria não serem mais frequentemente utilizadas, a essência teórico-prática desse ramo da ciência sistêmica continua sendo incorporada e é uma das principais bases para o desenvolvimento de ordenamentos territoriais e de estudos ambientais. Isso ocorre em virtude de alguns aspectos que lhe são inerentes como a interdisciplinaridade, a capacidade sintetizadora, a abordagem multiescalar e a dinamicidade (RODRIGUES, 2001), que são extremamente valorizadas e requisitadas pelos cientistas da atualidade.

O fator principal da escolha de uma abordagem sistêmica para este trabalho é o seu caráter integrador. Uma análise do meio ambiente por esse viés garante que as influências de um dado componente ambiental sobre outro seja levada em consideração, refletindo, de maneira mais próxima à realidade, os processos dinâmicos que ocorrem no espaço em estudo.

A respeito da relação e da dependência entre as variáveis ambientais, bem como da necessidade de uma integralidade na análise destas, Ross (2009, p. 53 e 54) coloca que

As relações de troca energética, absolutamente interdependentes, não permite, por exemplo, o entendimento da dinâmica e da gênese dos solos sem que se conheça o clima, o relevo, a litologia e seus respectivos arranjos estruturais, ou a análise da fauna, sem associá-la à flora – e esta lhe proporciona suporte –, que, por sua vez, não pode ser entendida sem o conhecimento do clima, da dinâmica das águas, dos tipos de solo, e assim sucessivamente.

No Brasil, a análise ambiental integrada é incorporada em grande parte dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e nos seus respectivos Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), além de outros estudos ambientais exigidos para fins de licenciamento como o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), o Estudo Ambiental Simplificado (EAS), Relatório Ambiental Simplificado (RAS), Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA), entre outros. Destaca-se ainda o emprego desse método nos zoneamentos ambientais, sendo os mais relevantes no contexto nacional o da Amazônia Legal; os dos estados de São Paulo, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro; os da Zona Costeira nos estados do Ceará, Paraíba, Bahia e Santa Catarina; o do Castanhão (Ceará) e os das Áreas Susceptíveis à

Desertificação do Estado do Ceará (Núcleo I – Irauçuba/Centro-Norte e Núcleo II – Sertão dos Inhamuns).

Santos (2018) ressalta a importância desse tipo de análise integrada na avaliação ambiental para planejamentos, principalmente em áreas com grandes potenciais exploratórios, em área de expansão urbana e em áreas vulneráveis a processos de degradação e salienta que essa metodologia deve continuar sendo utilizada para elaboração de zoneamentos e realização de estudos de impactos ambientais.

Tendo isso em vista, a proposição do zoneamento ambiental para o município de Alto Santo – CE a ser desenvolvida nessa pesquisa terá como metodologia a análise ambiental integrada e a delimitação de sistemas e subsistemas ambientais.

3.2 Procedimentos técnico-operacionais

As pesquisas científicas apresentam como etapa inicial o estabelecimento de suas fundamentações teórico-metodológicas. A definição de uma base teórica é essencial para a delimitação dos processos técnico-operacionais necessários ao cumprimento dos objetivos traçados. Sobre o assunto, Ross (2010) afirma que a metodologia se configura como o norte da pesquisa e a instrumentalização e as técnicas operacionais são os suportes, sendo o tratamento metodológico um subproduto direto da teoria.

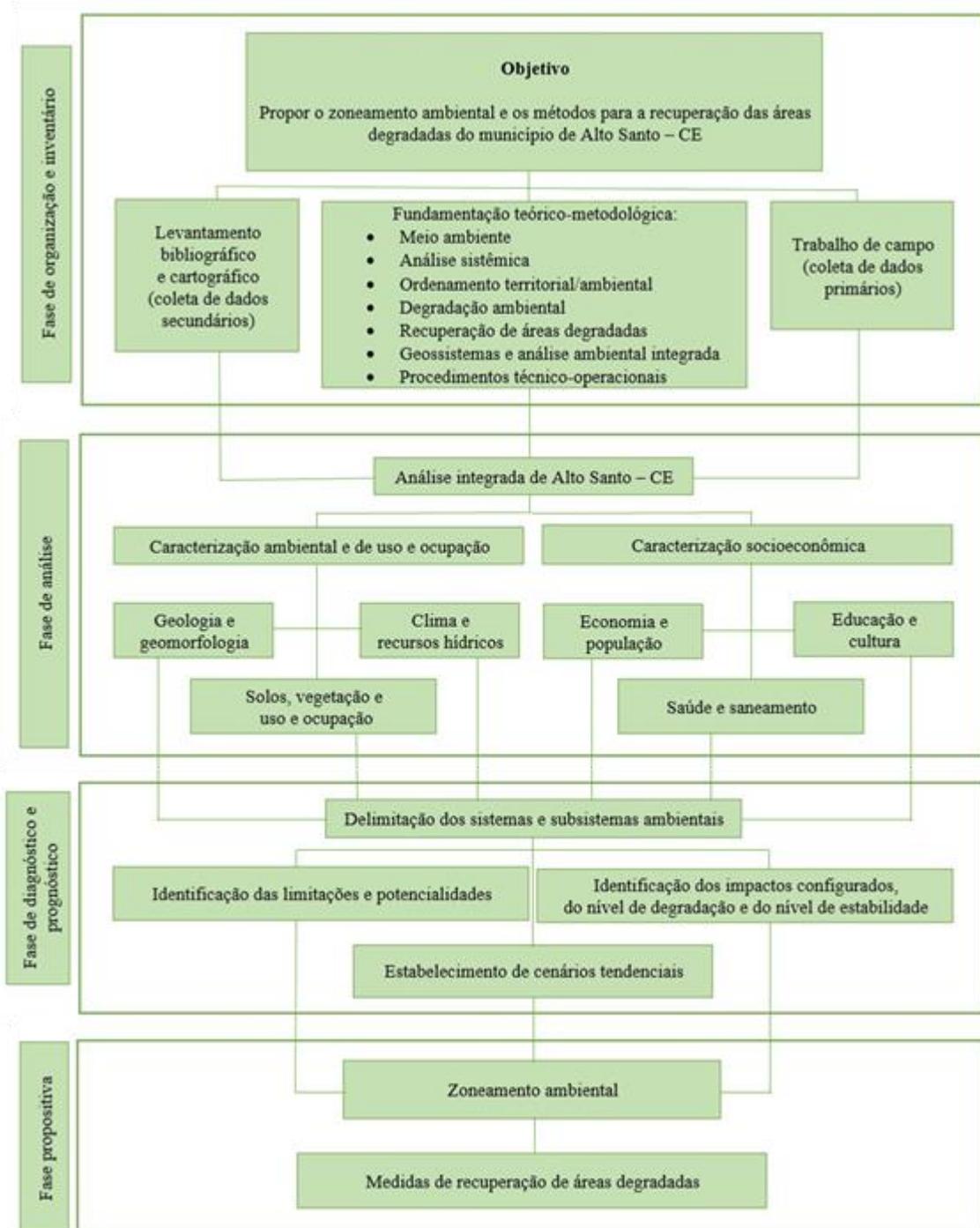
No caso desta pesquisa, as técnicas selecionadas direcionam-se para a obtenção de uma análise ambiental integrada do município de Alto Santo – CE como fase inicial do processo de zoneamento. Também tem como função possibilitar a identificação dos impactos ambientais, em especial a degradação, e conduzir à determinação das medidas de recuperação ambiental adequadas à espacialidade em questão.

Os procedimentos adotados basearam-se nas fases propostas por Rodriguez e Silva (2018) para o planejamento das paisagens. As atividades desenvolvidas em cada uma das fases foram adaptadas ou alteradas, a fim de atender às necessidades específicas deste trabalho, onde o objeto de estudo tem como conceito principal o meio ambiente e não as paisagens. Ademais, acrescenta-se a esse modelo uma nova etapa propositiva, a recuperação de áreas degradadas.

De maneira geral, as operações adotadas para a realização dessa dissertação foram levantamentos bibliográficos e cartográficos, uso de ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para a confecção de mapas, trabalhos de campo, análise de dados, diagnósticos ambientais e desenhos propositivos.

A seguir pode-se observar o fluxograma metodológico (Figura 3), onde as fases que compõem esta pesquisa estão esquematizadas e descritas de forma sintetizada. O detalhamento dos procedimentos técnico-operacionais encontra-se nas seções 3.2.1 “Fase de organização e inventário”, 3.2.2 “Fase de análise”, 3.2.3 “Fase de diagnóstico e prognóstico” e 3.2.4 “Fase propositiva”.

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2.1 Fase de organização e inventário

A fase de organização e inventário corresponde ao primeiro estágio da pesquisa, onde o projeto foi elaborado e os objetivos e a área de estudo foram delimitadas. A partir da estruturação básica, iniciou-se o processo de coleta de dados secundários.

Os levantamentos bibliográficos foram realizados a partir da consulta em livros, teses, dissertações, monografias, artigos e legislações em meio impresso e digital. Os principais portais eletrônicos visitados foram o da Organização das Nações Unidas (ONU), o da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), o do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o do IBGE cidades, o do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), o da Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM), o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), o da prefeitura de Alto Santo, o da Secretaria da Saúde do Estado do Ceará (SESA – CE), o do Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB), o do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o da Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará (SRH – CE), o da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), o do repositório da Universidade Federal do Ceará (UFC), o de periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e o do Science Direct.

Os termos mais utilizados na investigação foram: meio ambiente, impactos ambientais, geossistemas, sistemas ambientais, análise ambiental integrada, ordenamento territorial, planejamento ambiental, zoneamento ambiental, desertificação, degradação ambiental e recuperação de áreas degradadas. Estes, serviram de base para a pesquisa em periódicos e em repositórios, compondo a fundamentação teórica.

Em relação à obtenção de dados cartográficos, foram selecionadas bases disponibilizadas pelos seguintes órgãos: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Secretaria da Agricultura e Reforma Agrária (SEAGRI), Secretaria de Recursos Hídricos (SRH). A imagem de satélite usada como suporte à confecção dos mapas desta dissertação foi obtida por meio da plataforma online Earth Explorer e é fornecida gratuitamente pelo site da United States Geological Survey (USGS).

O trabalho de campo caracterizou-se como etapa primordial para a coleta de dados primários necessários ao processo de caracterização dos aspectos ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicos. A avaliação ambiental *in loco* serviu para verificar a autenticidade das informações secundárias coletadas e para identificar e descrever alguns

parâmetros não tão perceptíveis pela análise de imagens de satélites como os impactos ambientais configurados (principalmente os de nível local), as condições do solo e da cobertura vegetal, os usos da terra, o estágio degradacional. A maior parte dos pontos selecionados para visita correspondem a áreas onde as peculiaridades do espaço, observadas por imagens de satélite, sugerem a ocorrência de impactos significativos. Os demais lugares vistoriados foram escolhidos em virtude de seus atributos geológicos e geomorfológicos. A análise realizada foi complementada por uma série de registros fotográficos, a fim de comprovar as condições ambientais observadas no município.

3.2.2 Fase de análise

Essa etapa da dissertação é a mais trabalhosa e complexa por demandar uma série de procedimentos que requerem detalhe e atenção. Inicialmente, compilou-se todo o material bibliográfico referente à fundamentação teórico-metodológica recolhido na fase de inventário para o desenvolvimento da redação dos capítulos 2 “*Referencial teórico*” e 3 “*Metodologia*”.

Posteriormente, os dados primários e secundários obtidos por meio da atividade de campo e dos levantamentos bibliográficos e cartográficos foram reunidos e iniciou-se o processo de caracterização das variáveis ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas. A análise e descrição desses aspectos teve como preceito o entendimento do meio ambiente como sistema e, por isso, foi elaborada levando-se em consideração a integralidade e a dinâmica entre os elementos. Esse procedimento foi essencial para subsidiar a execução dos passos relativos à delimitação dos sistemas e subsistemas ambientais e identificação de potencialidades, limitações, impactos, nível de estabilidade e de degradação e cenários tendenciais e desejáveis, pertencentes à fase de diagnóstico e prognóstico.

A caracterização também incluiu o mapeamento temático do município, o qual foi desenvolvido com apoio do software ArcGis 10.5 (licença institucional) e em uma escala de análise de 1:100.000. Para a preparação dos mapas, foram empregadas informações do satélite Landsat 8 Level 1 que combina dados dos sensores OLI (Operational Land Imager) e TIRS (Thermal Infrared Sensor) para compor a imagem, tem como resolução espacial 15m no pancromático, 30m no multiespectral e 100m no termal e apresenta uma resolução radiométrica de 16 bits. Alguns fatores como atualidade, abrangência e visibilidade foram levados em conta para a escolha da imagem que tinha como atributos o fato de ser recente (02 de setembro de 2021), contemplar toda a área de estudo e ter uma cobertura de nuvens inferior a 10%. Essas especificações tiveram como objetivo possibilitar uma melhor avaliação da área, com a apreensão de informações mais próximas da realidade.

Visando a obtenção da cor natural da área, foi realizada uma composição red (R), green (G) e blue (B) nas bandas, 4, 3 e 2. Para a confecção dos mapas, utilizou-se como sistema de coordenadas geográficas o SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Já como sistema de projeção, o UTM (Universal Transversa de Mercator) com fuso 24S e com coordenadas métricas.

Os mapas temáticos foram produzidos com o auxílio do software de geoprocessamento citado anteriormente e tiveram como base os dados cartográficos levantados na primeira fase da pesquisa (Quadro 1).

Quadro 1 - Síntese dos materiais cartográficos utilizados na pesquisa

Bases cartográficas/Imagens de satélite	Fontes
Limites municipais	IBGE, 2021
Rodovias	IPECE, 2015
Geologia	CPRM, 2009
Solos	SEAGRI, 1988
Recursos hídricos	SRH, 2007/IPECE, 2015
Imagem do satélite Landsat 8	USGS, 2021

Fonte: Organizado pela autora.

A descrição detalhada de como ocorreu o processo de criação dos mapas pode ser encontrada a seguir:

- Mapa geológico: desenvolvido a partir de informações da base cartográfica do Atlas da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2009), a qual foi compatibilizada para a escala de trabalho com coleta e observação de material em campo.
- Mapa geomorfológico: realizado por meio da interpretação de imagem de satélite, que foi composta para refletir as cores naturais do ambiente, e de análises em campo para identificação das chaves de interpretação.
- Mapa pedológico: criado em consequência da adaptação para a escala de trabalho dos dados fornecidos pela antiga Secretaria da Agricultura e

Reforma Agrária (SEAGRI, 1988) e pelas informações coletadas por meio da observação de perfis em campo.

- Mapa hidrológico: constituído a partir dos dados disponibilizados pela Secretaria de Recursos Hídricos (SRH, 2007) e pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2015) e da interpretação da imagem de satélite para averiguação das mudanças de percurso e abrangência dos corpos hídricos do município.
- Mapa de uso e ocupação do solo: confeccionado por meio da análise da imagem de satélite com composição de bandas 5, 4 e 3, que realça o solo exposto, a vegetação, os corpos d'água e as áreas onde são desenvolvidas atividades agropecuárias, e de uma classificação supervisionada.

3.2.3 Fase de diagnóstico e prognóstico

O diagnóstico e o prognóstico na metodologia de planejamento utilizada como orientação para a execução desse trabalho são distribuídos em fases distintas, todavia nessa pesquisa estes encontram-se reunidos na mesma fase em virtude de comporem as informações necessárias ao desenvolvimento do capítulo 6 “*Unidades sistêmicas de Alto Santo – CE*”.

Nessa fase da dissertação, o primeiro procedimento foi a delimitação dos sistemas e subsistemas ambientais a partir de uma análise integrada dos componentes ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicos. Reforçando a tentativa de entender a dinâmica do ambiente para uma melhor identificação das áreas homogêneas, procurou-se ao máximo incluir no estudo os pressupostos da inter e transdisciplinaridade.

Após o reconhecimento das unidades sistêmicas, realizou-se os seus diagnósticos, ou seja, a descrição de suas condições. A partir do detalhamento das características de cada unidade, identificou-se alguns aspectos fundamentais para o prosseguimento das etapas desse estudo como:

- Potencialidades na utilização da terra e dos recursos e serviços ambientais.
- Fatores limitantes do uso e ocupação da terra.
- Impactos ambientais configurados.
- Nível de estabilidade
- Nível de degradação

Em relação à prognose, esta se deu por meio do estabelecimento, para cada unidade sistêmica, dos cenários tendenciais (fundamentado na observação da atual dinâmica

ambiental e socioeconômica da região e considerando a ausência de intervenções no sentido de promover uma organização espacial, uma proteção e preservação dos recursos naturais e uma recuperação das áreas degradadas) e dos cenários desejáveis (onde foi realizada uma prospecção baseada no equilíbrio entre o futuro idealizado pela sociedade e a tendência evolutiva do local).

Todas essas informações foram compiladas em quadros sínteses, os quais foram organizados respaldando-se na classificação ecodinâmica proposta por Tricart (1977) e nos modelos propostos nos trabalhos de Souza (1994, 2000 e et al. 2005).

O mapa das unidades sistêmicas foi elaborado baseando-se na interação entre os componentes ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicos, e teve como principal guia a compartimentação geomorfológica do município. A denominação dos sistemas e subsistemas ambientais foi estabelecida de acordo com os topônimos geográficos regionais.

3.2.4 Fase propositiva

Essa configurou-se como a fase final desta pesquisa, onde foram desenvolvidas as propostas para o ordenamento territorial/ambiental e para a recuperação ambiental. A projeção da organização espacial foi concebida por meio do desenho de um zoneamento ambiental que atendesse e respeitasse às necessidades locais. Este, foi elaborado levando-se em consideração todas as análises, diagnósticos e prognósticos delimitados para o município em estudo, além de incorporar aspectos essenciais como as legislações vigentes e os princípios da gestão ambiental. As categorias das zonas foram definidas de modo que houvesse uma adequação entre as exigências do meio natural e as aspirações da sociedade. Posto isto, adotou-se 4 tipologias: Zona de Preservação Permanente, Zona de Recuperação Ambiental, Zona de Uso Sustentável e Zona de Expansão Urbana.

Após todo o delineamento realizado para a disposição dos usos e ocupação de Alto Santo – CE, a etapa seguinte referiu-se ao processo de sugestão de medidas de recuperação para as áreas degradadas. As técnicas propostas observaram as condições ambientais de cada zona e foram distribuídas de acordo com os estágios degradacionais identificados, respeitando as particularidades do semiárido e atentando-se a viabilidade econômica da execução dos projetos de recuperação ambiental.

A fase propositiva foi a última cabível a uma dissertação, sendo a fase de execução, nesse caso, de responsabilidade dos órgãos governamentais.

4 CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL E DE USO E OCUPAÇÃO DE ALTO SANTO – CE

Este capítulo corresponde ao início da fase de análise. Nele, serão apresentadas e descritas as variáveis físicas ou ambientais como geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação. Haverá também uma investigação e diagnóstico dos usos e da ocupação da terra em Alto Santo - CE. Essas informações serão sumarizadas por meio de gráficos, imagens e mapas, a fim de facilitar a assimilação de tais aspectos.

A abordagem setorizada desses elementos ao longo dessa etapa da pesquisa servirá como subsídio aos estudos integrados, uma vez que para compreender o todo é necessário o entendimento das partes e de suas interrelações.

4.1 Geologia e geomorfologia

O conhecimento da conformação geológica de uma determinada espacialidade se faz fundamental para a apreensão dos componentes ambientais com os quais estabelece uma relação direta como a geomorfologia, a hidrologia e a pedologia, sendo ainda necessário na análise dos demais elementos integrantes do meio ambiente. Tendo isso em vista, a seguir serão expostos os principais dados acerca dessa temática no município de Alto Santo – CE.

O local de pesquisa encontra-se inserido na Plataforma Sul-Americana, assim como todo o território brasileiro. Destaca-se por exibir tanto o embasamento Pré-Cambriano (Escudo Atlântico), dominante em quase todo o estado do Ceará, quanto as coberturas fanerozóicas. Esse traço é um dos principais responsáveis pela diversidade das condições naturais e de uso e ocupação ao longo da extensão dessa área em estudo.

Conforme a compartimentação geotectônica, essa região pertence ao Sistema Orogênico da Borborema. Todavia, na literatura o termo Província Borborema, oriundo da compartimentação geológico-estrutural proposta por Almeida et al. (1977) e atualizada por Bizzi et al. (2003), costuma ser empregado com maior frequência. É formada por mosaicos de blocos tectônicos que abrangem rochas do embasamento Paleoproterozoico com esparsos núcleos arqueanos preservados, rochas supracrustais meso a neoproterozoicas e intrusões graníticas neoproterozoicas (BRITO NEVES; SANTOS; VAN SCHMUS, 2000). Limitada pelo Cráton São Francisco ao sul, pela Bacia do Parnaíba a oeste e por bacias litorâneas da margem passiva brasileira a leste, compreende uma área de aproximadamente 450.000 km² (ALMEIDA et al., 1981).

Em virtude de sua complexidade e extensão, essa província é analisada, muitas vezes, a partir de seus setores: Setentrional, Transversal e Meridional. Para esse trabalho, o

setor de interesse é o Setentrional, caracterizado pela ocorrência de rochas Paleoproterozoicas originadas do Ciclo Transamazônico e porções arqueanas do Ciclo Jequié. Levando-se em consideração o patrimônio litoestratigráfico, as feições estruturais, os dados geocronológicos e as assinaturas geofísicas, há ainda outra subdivisão em domínios, faixas e terrenos (BIZZI et al., 2003). Esses termos utilizados para a realização da compartimentação variam entre os autores. Por exemplo, para Hasui (2012), o município em análise faz parte do Domínio Orós-Jaguaribe. Todavia, de acordo com Bizzi et al. (2003), essa localidade pertence ao Domínio Rio Grande do Norte, mais especificadamente à Faixa Jaguaribeana.

Para efeito dessa pesquisa, adotaremos a extensão correspondente ao Domínio Orós-Jaguaribe, a qual é delimitada pelas zonas de cisalhamento Senador Pompeu e Portalegre. Sobre a composição geológica dessa espacialidade, temos cronologicamente a unidade gnáissica, evidenciada pelos gnaisses tonalítico-granodioríticos da era arqueana, como a primeira a ser formada. Posteriormente, na época Paleoproterozoica (Transamazônico), surgiram as unidades metavulcanossedimentares, representadas pelos complexos Acopiara e Jaguaretama. A partir do Paleoproterozoico (pós-Transamazônico), a unidade gnáissica Suíte Poço da Cruz, as unidades metavulcanossedimentares Orós, Serra São José e Ipueirinha e a suíte granitoide Serra do Deserto manifestaram-se. No Neoproterozoico, originaram-se a unidade metassedimentar do Grupo Ceará (unidade Arneiroz), as unidades granitoides sin- a tarditectônicas (Suíte Itaporanga e outras indiferenciadas) e as unidades granitoides tardi- a pós-tectônica (Suíte Pereiro). Finalizando esse processo, constituíram-se as unidades sedimentares com a Formação Catolé e o Grupo Rio Jucá de origem correspondente aos períodos Cambriano e Ordoviciano (HASUI, 2012).

A respeito dos aspectos específicos do município de Alto Santo – CE, pode-se salientar que este apresenta uma variada conformação litoestratigráfica devido à existência de diferentes formações, além da presença dos depósitos aluvionares.

O Complexo Nordeste, que ocupa a maior parte da área central do município, tem origem Pré-Cambriana e é composto por migmatitos, gnaisses, gnaisses migmatizados e granitoides, anfíbolitos, quartizitos, metarcóseos, calcários cristalinos, xistos, tabiritos, calcossilicatados e rochas cataclásticas (BRASIL, 1981).

A porção sudoeste de Alto Santo – CE apresenta rochas metamórficas do período Pré-Cambriano associada ao Grupo Ceará, que tem como característica a formação de faixas alongadas representando estreitas e alongadas sinclinais e que são concordantes com a estrutura regional. Manifesta-se nessa área em faixas sinuosas isoladas, constituídas em sua base por quartizitos bem recristalizados, muscovíticos e de coloração creme amarelada (de

natureza clástica); xistos, de cor cinza-escura e granulação média a grossa (de essência pelítica) e metassedimentos representados pelas fácies: cianita, moscovita, biotita, gnaisses, granadíferos, gnaisses quartzofeldspáticos e biotita-gnaisses (de caráter clástico-pelítico) e com o topo recoberto por um horizonte carbonático (calcário cristalino) (BELIA et al., 2016). Preenchendo toda a parcela leste do local de estudo, tem-se a Bacia Sedimentar Potiguar. Esta, tem como particularidade a forma geométrica de uma cunha que se espessa para norte em direção ao mar e atinge espessuras superiores a 1.000 m ainda na parte emersa da bacia, com mergulhos sub-horizontais. Em sua porção continental exibe uma dimensão de 21.500 km², já na região submersa ocupa cerca de 25.000 km² (BRASIL, 1981). O Grupo Apodi, nome pelo qual é mais conhecido dentro do estudo estratigráfico, possui diferentes formações, mas somente uma faz parte da composição geológica da área em análise: a Formação Açú.

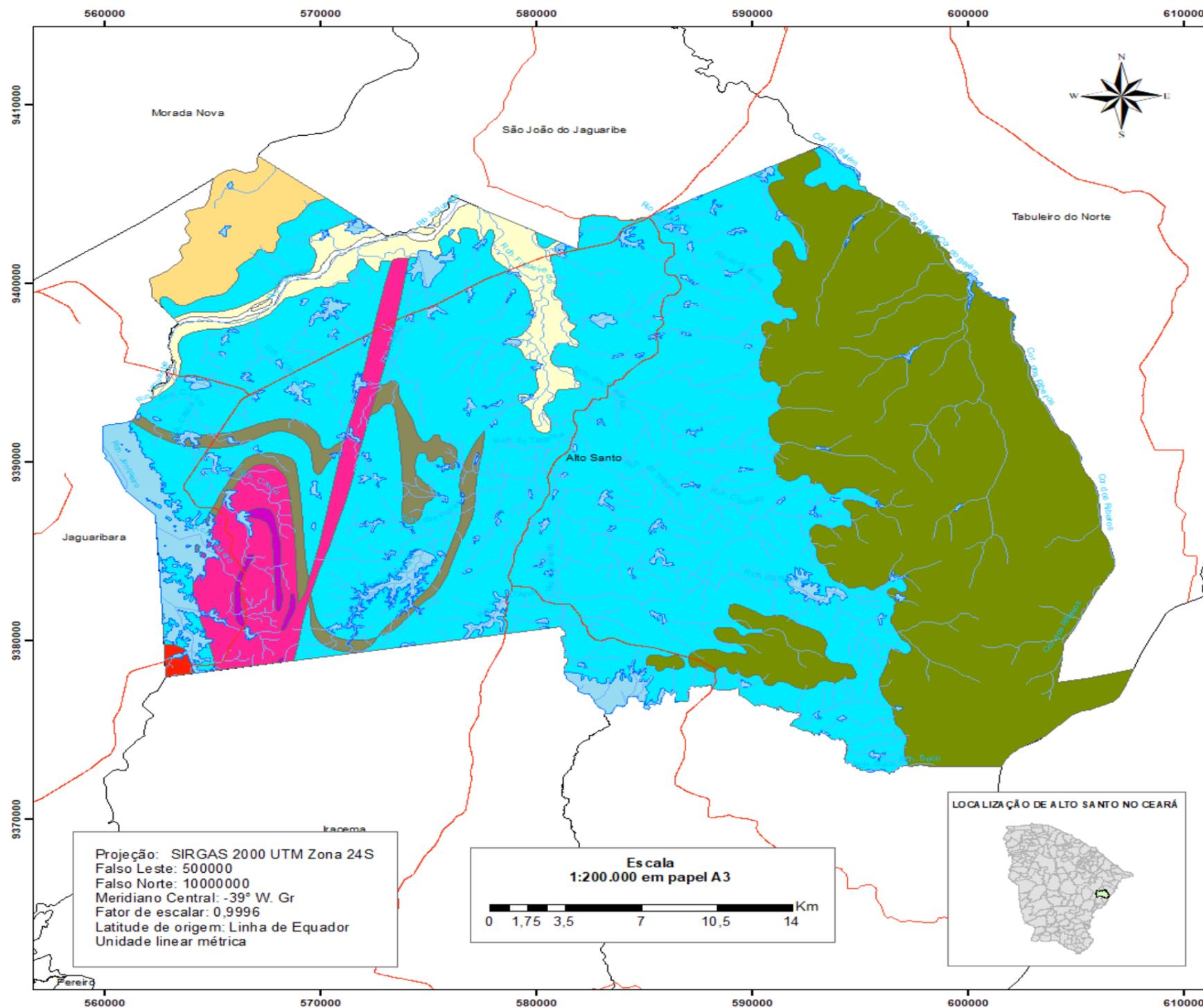
A Formação Açú corresponde a um pacote sedimentar clástico basal, de origem Cretácea, que circunda a Bacia Potiguar e localiza-se entre o embasamento cristalino e a base de escarpa que delimita seu contato com a Formação Jandaíra. É dividida em três membros: Upanema (arenitos brancos, cinza-esbranquiçado e avermelhados, de granulação média grosseira a conglomerática, com estratificações cruzadas e subparalelas, com algumas intercalações de folhelhos cinza-esverdeado escuros e folhelhos sílticos), Galinhos (folhelhos, arenitos muito finos a médios, localmente conglomeráticos, intercalados com siltitos e calcários) e Aracati (folhelhos intercalados com calcários, podendo ocorrer siltitos, arenitos e arenitos calcíferos) (BRASIL, 1981).

O Grupo Barreiras também está presente em um pequeno segmento na região noroeste do município, representado pela Formação Faceira. Esta formação pode ser verificada ao longo das margens dos vales dos rios Banabuiú e Jaguaribe no estado do Ceará e tem sua origem associada ao final do Terciário e início do Quaternário. Tem como representação litológica os conglomerados e arenitos grosseiros, mal selecionados, friáveis e pouco consolidados (BELIA et al., 2016).

As demais porções de Alto Santo – CE são compostas por Coberturas Colúvio-eluviais de distribuição irregular, encontradas normalmente nos terraços e nos leitos fluviais dos rios da região. A litoestratigrafia é simbolizada por argilas, areias argilosas e cascalhos pertencentes aos Depósitos Aluvionares.

A diversidade de litologias encontradas no município em estudo bem como a espacialização destas no território podem ser verificadas no mapa 2.

Mapa 2 – Litologia de Alto Santo – CE



Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Litologia - CPRM (2009).

Fonte: Elaborado pela autora.

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
 PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSA MELO DOS SANTOS
 ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
 2022

**MAPA LITOLÓGICO
 ALTO SANTO - CE**

LEGENDA

Rodovias Corpos hídricos
 Cursos d'água Limites municipais

LITOLOGIA	ÁREA (Km ²)
Arenitos, siltitos e folhelhos	350
Argilas, areias argilosas e cascalhos	41
Augenortognaisses graníticos	54
Conglomerados e arenitos	30
Granitóides diversos	2
Metarriolitos, metarriodacitos e metassedimentos	4
Ortognaisses migmatizados, paragnaisses e anfíbolitos	626
Quartzitos, paragnaisses e anfíbolitos	33

Fatores como a geologia, as variações paleoclimáticas e a morfodinâmica são os principais responsáveis pela formação das diferentes feições geomorfológicas existentes. Em determinados ambientes algum desses aspectos pode influir de maneira mais incidente nesse processo. Como exemplo, pode-se citar a região semiárida, onde a morfodinâmica apresenta uma maior atuação na modelagem das formas de relevo por meio dos fenômenos intempéricos, sobretudo os de origem física marcados pela erosão por escoamento superficial difuso e concentrado em fluxos de enxurrada (flash-floods).

A presença de diferentes litologias somada a ocorrência de processos físicos naturais de decomposição ou desintegração de rochas permitiram o estabelecimento de 4 unidades geomorfológicas diversificadas em Alto Santo – CE. São elas: Depressão Sertaneja, Planalto Sedimentar, Tabuleiro Interior e Planície Fluvial.

A Depressão Sertaneja é a unidade de maior expressividade no estado do Ceará e também no município em estudo (50%), sendo definida por Brandão e Freitas (2014, p.47) como “um conjunto de superfícies de aplainamento, que truncam e obliteram um complexo e diversificado conjunto de rochas ígneo-metamórficas, invariavelmente recobertas por caatinga”. Tem como característica o fato de localizar-se entre vertentes de rebordos erosivos e escarpas de planaltos e chapadas, como a Chapada do Apodi na região em análise.

Sua grande extensão permite que esta apresente acentuadas mudanças de natureza litológica e edáfica. No caso de Alto Santo – CE, essa feição associa-se aos ortognaisses migmatizados, paragnaisses e anfíbolitos e aos Neossolos Litólicos. É marcada por superfícies aplainadas ou ligeiramente onduladas (Figura 4), com níveis altimétricos inferiores a 100 m e declividade variando de 0 a 8%.

As condições climáticas e florísticas incidentes nessa região tem uma influência significativa na dinâmica morfogenética. As elevadas amplitudes térmicas diurnas bem como a concentração das chuvas nos primeiros meses do ano são respectivamente responsáveis pela desagregação das rochas e pelo carreamento desse material sem grandes dificuldades devido à baixa capacidade de retenção da vegetação que tem caráter caducifólio. O material superficial é, então, removido pela ação da erosão hídrica laminar, gerando solos rasos, pedregosos e, muitas vezes, com presença de pavimentos desérticos (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979). Tais pavimentos desérticos foram frequentemente observados em campo (Figura 5).

Figura 4 - Relevo suave ondulado na Depressão Sertaneja de Alto Santo



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 5 - Pavimentos desérticos em Alto Santo



Fonte: Arquivo pessoal.

A segunda unidade morfológica mais marcante no local de estudo, ocupando uma área de 340 km², é a Chapada do Apodi (Figura 6). Configura-se como o mais rebaixado planalto sedimentar do estado do Ceará, o qual é sustentado pelas rochas sedimentares litificadas da bacia Potiguar pertencentes à Formação Açu e à Formação Jandaíra. Ressalta-se que após a última mudança na delimitação da área pertencente a Alto Santo, a porção da Chapada composta pelos calcários da Formação Jandaíra passou a não compor mais a geomorfologia da região. Exibindo um relevo cuestiforme e levemente rampeado para Norte, o topo da chapada atinge cotas entre 80 m e 160 m (BRANDÃO, 2014). Além disso, apresenta uma superfície bem conservada até o nível de 100 m.

Figura 6 - Chapada do Apodi



Fonte: Arquivo pessoal.

Com declividades entre 0 e 5%, a Chapada tem uma topografia bastante regular. Os arenitos e calcários dessa região aumentam a sua permeabilidade, tornando-a menos susceptível a processos erosivos e evitando o estabelecimento de áreas muito degradadas (SOUZA, 2000; BRANDÃO, 2014). Apesar da alta taxa de percolação e infiltração da água no solo contribuir para a não ocorrência de dissecação do relevo, estas fazem com que a densidade de drenagem no topo seja muito baixa. Todavia, é possível observar um alto

potencial hidrogeológico nesse local. A predominância do clima semiárido com índices pluviométricos anuais entre 750 e 1.000 mm pode ser atribuída em parte à baixa altimetria desta Chapada, que não contribui para a formação de chuvas orográficas, pois não há grandes obstáculos ao deslocamento de ar (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979). Essas condições ambientais são responsáveis pelo desenvolvimento de vegetações semelhantes às encontradas nas suas regiões circunvizinhas (depressões sertanejas).

Na área composta pelo Planalto Sedimentar da Chapada do Apodi associado aos arenitos da Formação Açu podem ser observados rebordos erosivos com 50 m a 100 m de desnivelamento voltados em direção ao amplo vale do rio Jaguaribe, além dos pediplanos subjacentes (BRANDÃO, 2014).

Na área em estudo também podem ser encontrados alguns fragmentos de tabuleiros (Figura 7). Na parte mais noroeste do município, esta feição é composta por conglomerados e arenitos da Formação Faceira e na porção sul predominam os arenitos, siltitos e folhelhos. Esta feição costuma ser manifestada por meio de uma leve dissecação por vales alongados e de fundo chato, com cotas altimétricas baixas. É representada por uma superfície geomorfológica tabular, aplanada e com vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”. Constituídos em sua maioria por rochas sedimentares pouco litificadas, podem ser tanto costeiros quanto interiores (SILVA, 2008). Em Alto Santo – CE, os tabuleiros são do tipo interior e não ultrapassam a altitude de 120 m. Estes, são limitados por uma linha de escarpa de contorno bastante irregular, exibindo pequenos desníveis em relação à depressão periférica que o circunda (BELIA et al., 2016).

Completando as feições de relevo da região têm-se as planícies fluviais, que são superfícies de acumulação, formada pela deposição fluvial e que está sujeita a inundações periódicas. Constituídas pelos sedimentos inconsolidados do Quaternário, apresenta amplitudes e declividades inexpressivas quando comparada a outras formas de relevo (SILVA, 2008). Exibem setores homogêneos e facilmente identificáveis, com as larguras das áreas de vazantes dependentes do débito e do regime fluvial (SOUZA; LIMA; PAIVA, 1979).

Encontradas majoritariamente na porção norte do município, tem como destaque a originada pelo rio Jaguaribe (Figura 8). Apesar do caráter intermitente dos rios do semiárido, nesse local o acesso à água é facilitado em virtude dos aquíferos aluviais. Isso possibilita que os solos sejam um pouco mais profundos e de maior fertilidade, motivo pelo qual essas áreas são mais exploradas.

A espacialização das unidades geomorfológicas mapeadas no município de Alto Santo – CE podem ser observadas no mapa 3.

Figura 7 - Tabuleiro Interior em Alto Santo



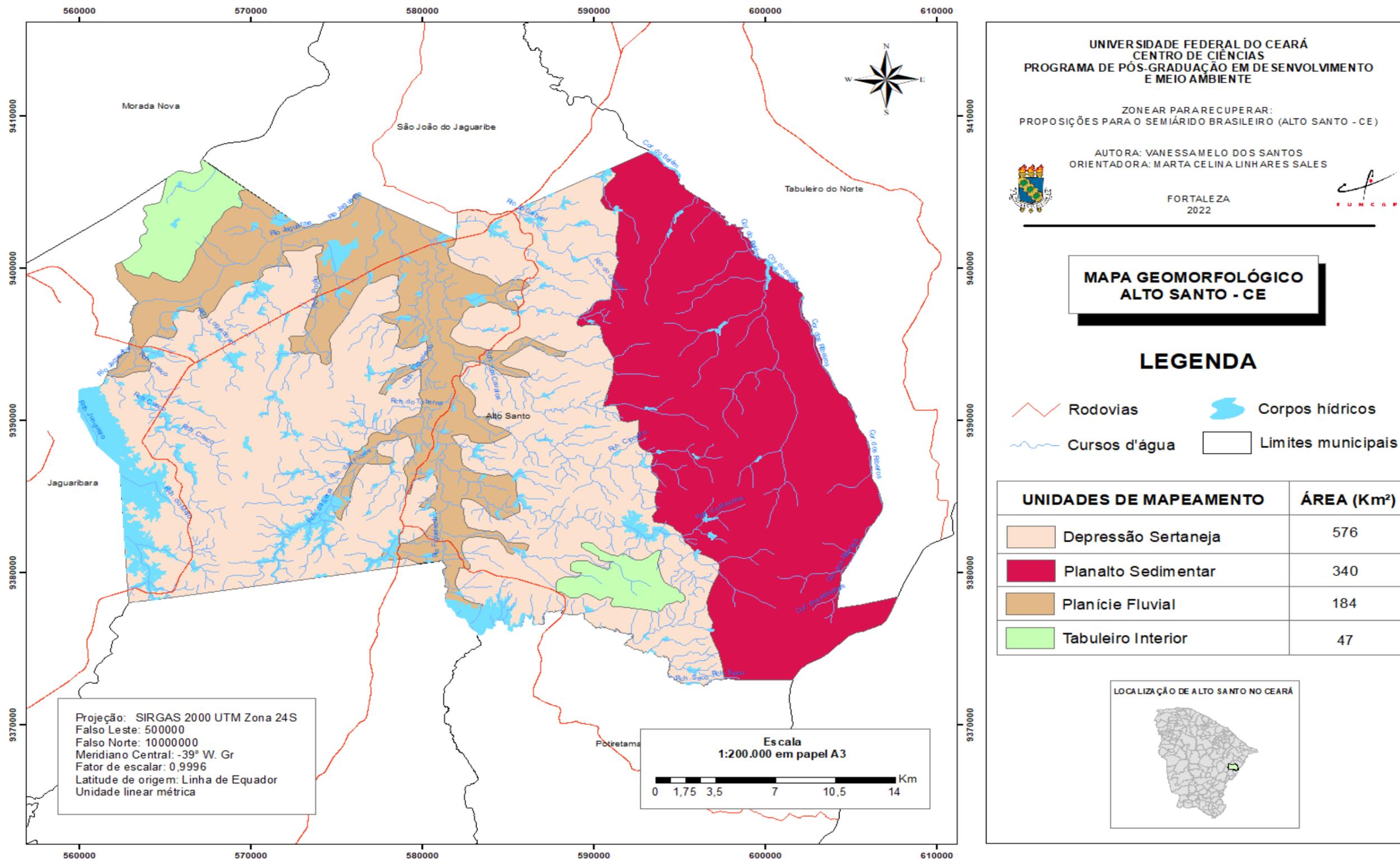
Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 8 - Planície Fluvial em Alto Santo



Fonte: Arquivo pessoal.

Mapa 3 – Geomorfologia de Alto Santo – CE



Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Geomorfologia - Interpretação da imagem de satélite e análises em campo para identificação das chaves de interpretação (2021).

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2 Clima e recursos hídricos

A definição climática da região Nordeste muitas vezes é simplificada somente ao semiárido, todavia a sua ampla extensão territorial e diversidade morfológica somadas aos padrões de circulação atmosférica garantem uma variabilidade de climas e índices pluviométricos (NIMER, 1989). Além da influência da Massa de Ar Equatorial do Atlântico Sul (MEAS) e da Frente Polar Atlântica (FPA), os fenômenos de escala global como o El Niño/La Niña, o Dipolo do Atlântico e a Oscilação 30-60 dias também são responsáveis pelo estabelecimento das condições do clima nesse ambiente. Aliado a esses fatores tem-se ainda os sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN's), as Linhas de Instabilidade (LI), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's), as Ondas de Leste e as Brisas Marítimas e Terrestres (SILVA et al., 2010; ARAÚJO, 2011; OLÍMPIO, 2013).

Em Alto Santo – CE ocorrem dois tipos climáticos de acordo com a classificação de Köppen: o tropical quente e úmido (As) e o semiárido quente (BSh). O primeiro tem como características ser megatérmico, sem estação invernal e com precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm. Já o BSh, é marcado pela aridez, escassez de chuvas e irregularidade em sua distribuição, baixa nebulosidade, forte insolação, temperaturas médias elevadas e evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual.

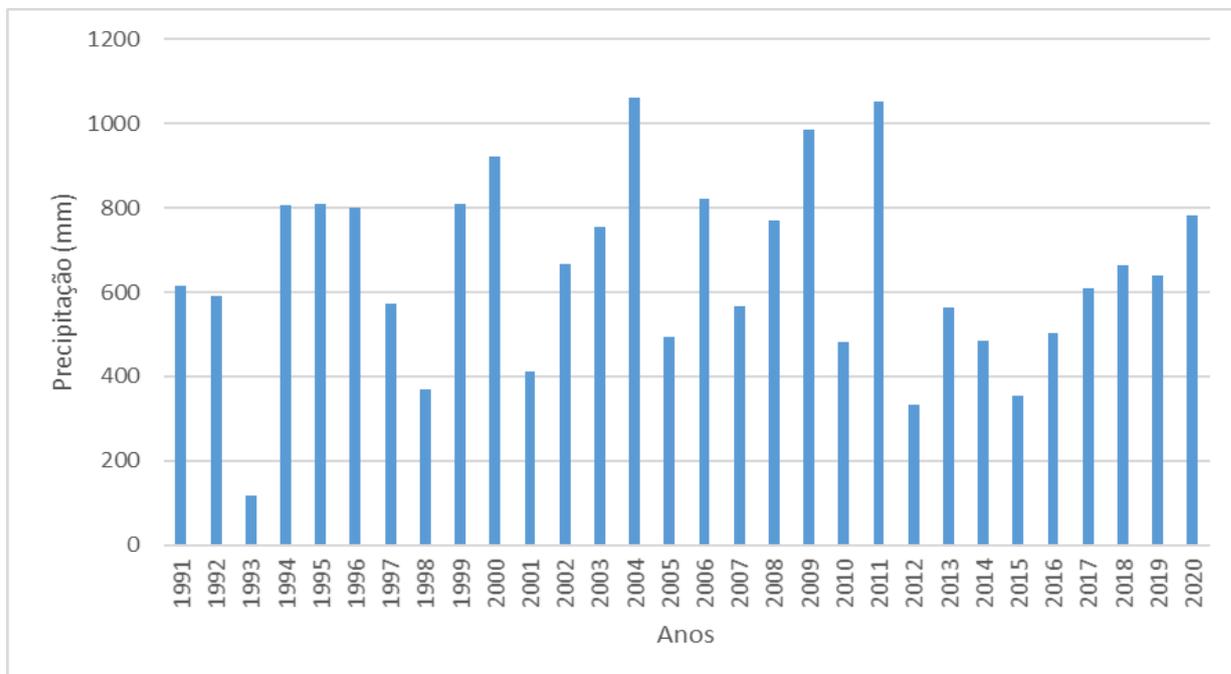
Via de regra, a área em estudo apresenta uma carência de chuvas e concentração destas em apenas 3 ou 4 meses do ano. A temperatura costuma ter baixa amplitude, variando entre 26°C e 28°C. A respeito da evaporação e da umidade, pode-se dizer que exibem altas taxas (por volta de 50%).

Nos últimos 30 anos, a precipitação média anual do município (Gráfico 1) manteve-se predominantemente inferior a 800 mm. Somente em 2000, 2004, 2009 e 2011 os valores foram um pouco maiores, no entanto não superaram 1100 mm. Já em 1993, 1998, 2012 e 2015, o nível de chuvas ficou abaixo dos 400 mm. Nesses anos ocorreram secas severas na região, gerando problemas socioeconômicos expressivos.

O gráfico 2 apresenta as médias mensais de precipitação em Alto Santo – CE (série histórica 1991-2020). Por meio dele, pode-se constatar que o período chuvoso se restringe aos primeiros meses do ano. Os maiores valores, que variaram de 80 a 160 mm, foram observados entre janeiro e abril, sendo o mês de março o de maior ocorrência de chuvas. Em relação ao segundo semestre, os dados demonstram que corresponde a um

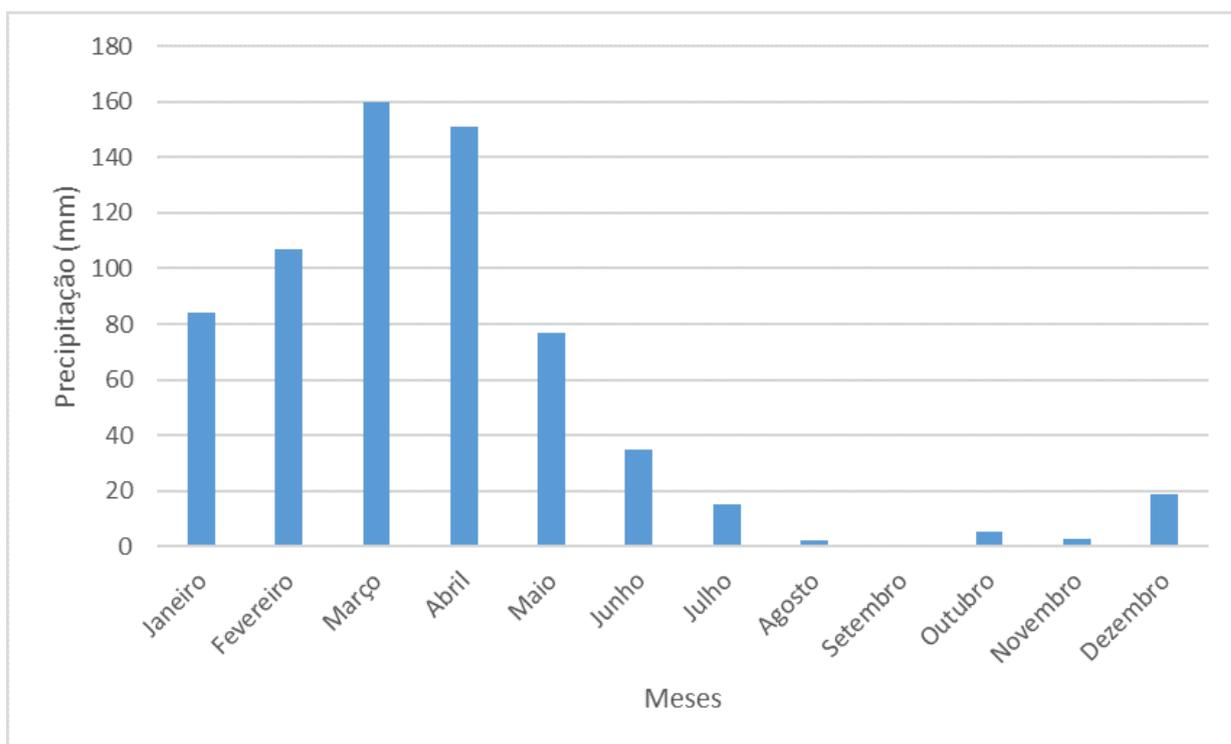
intervalo bem seco, onde as médias não ultrapassam os 20 mm. Salienta-se que o mês de setembro manifestou um valor inferior a 1 mm, configurando-se como o menos chuvoso.

Gráfico 1 - Precipitação média anual de Alto Santo - CE, série histórica 1991-2020



Fonte: Adaptado de Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

Gráfico 2 - Precipitação média mensal de Alto Santo - CE, série histórica 1991-2020

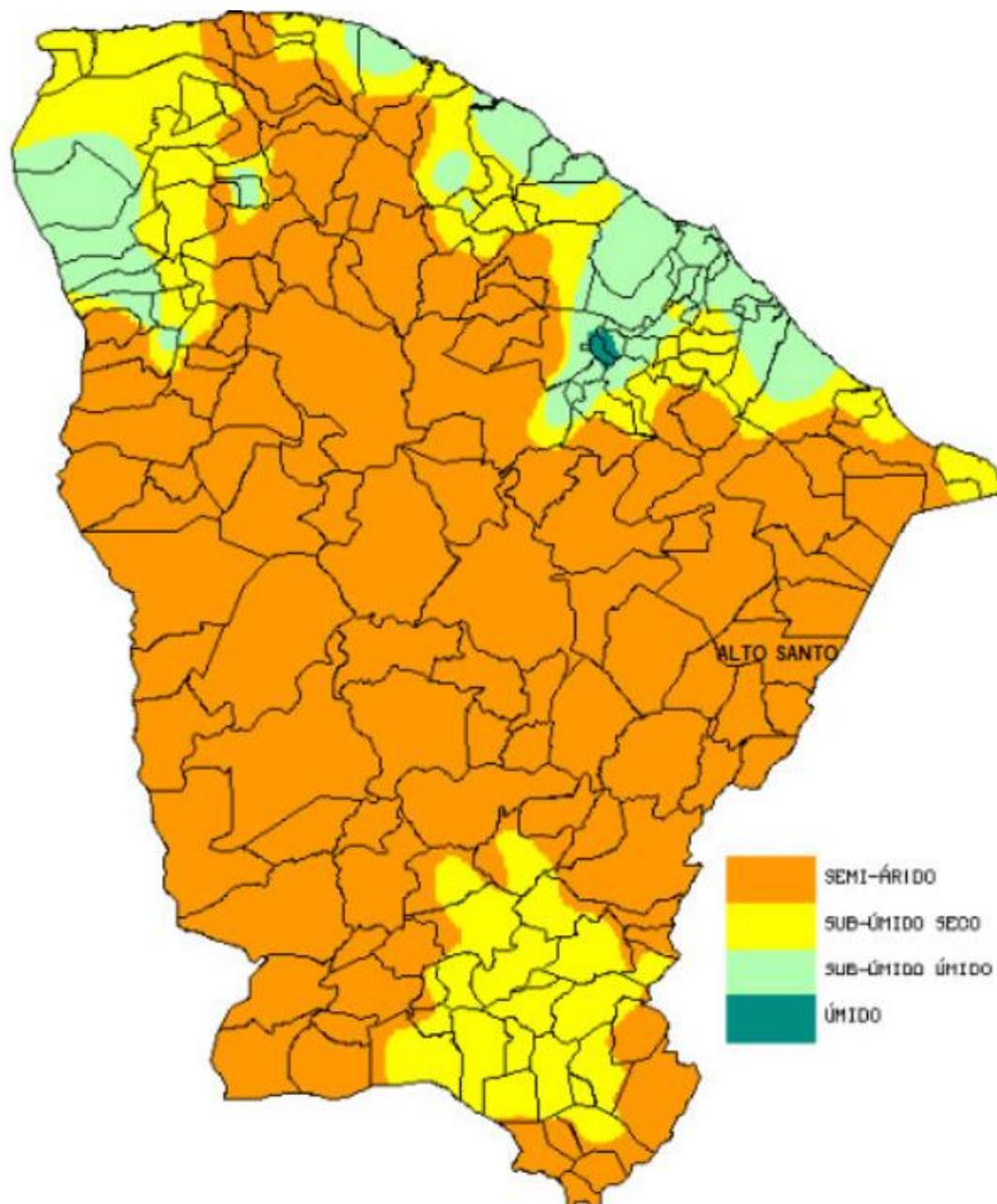


Fonte: Adaptado de Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos.

O histórico de chuvas do município em estudo comprova a escassez e a irregularidade destas, fator que torna essa região bastante propensa à aridez. De acordo com a

classificação da UNEP (United Nations Environment Programme), que leva em consideração os valores de precipitação média anual e de evapotranspiração de referência média anual do período de 1974 a 2016, Alto Santo – CE possui um índice de 36,78, o que corresponde a um ambiente semiárido (Figura 9).

Figura 9 - Índice de aridez dos municípios do Ceará



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos [201-].

A hidrologia do estado, de modo geral, é influenciada predominantemente por três fatores: precipitação, evaporação e geologia. Tendo em vista que a maior parcela do território cearense é composta por rochas cristalinas, observa-se que há na região um baixo potencial de armazenamento de água subterrânea. Além disso, os reduzidos níveis pluviométricos e as

elevadas taxas de evaporação contribuem com a escassez na disponibilidade hídrica. Esses aspectos naturais que já dificultam o acesso da população à água são ainda intensificados pelas atividades humanas exploratórias e poluidoras.

Em relação a drenagem superficial, destaca-se o caráter intermitente, com escoamentos presentes no período chuvoso (3 a 5 meses). Ademais, as secas prolongadas, por vezes, acarretam a ausência desses rios por todo o ano (FARIAS, 2015). Para suprir a demanda de água dos habitantes da região semiárida, as autoridades públicas adotam como medidas interventivas a construção de açudes e a perfuração de poços (SILVA et al., 2010).

Alto Santo encontra-se inserido no domínio da bacia hidrográfica do Médio Jaguaribe que tem como principal rio o Jaguaribe. Além deste, a drenagem superficial do município é bastante influenciada pelo rio Figueiredo, o qual configura-se como um dos afluentes do Jaguaribe. Em menores proporções, a hidrografia local ainda dispõe de alguns riachos como o Bezerra, Várzea Grande, das Flores e Seco.

Outro aspecto hídrico importante na área de estudo são os açudes Castanhão com 6.700.000.000 m³ de capacidade, o Riacho da Serra com 23.470.000 m³ de capacidade (Figura 10) e o Taborda com 700.000 m³ de capacidade (SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ, 2017), os quais são extremamente importantes no cenário de manutenção da convivência com o semiárido. A hidrografia completa do município pode ser observada no Mapa 4.

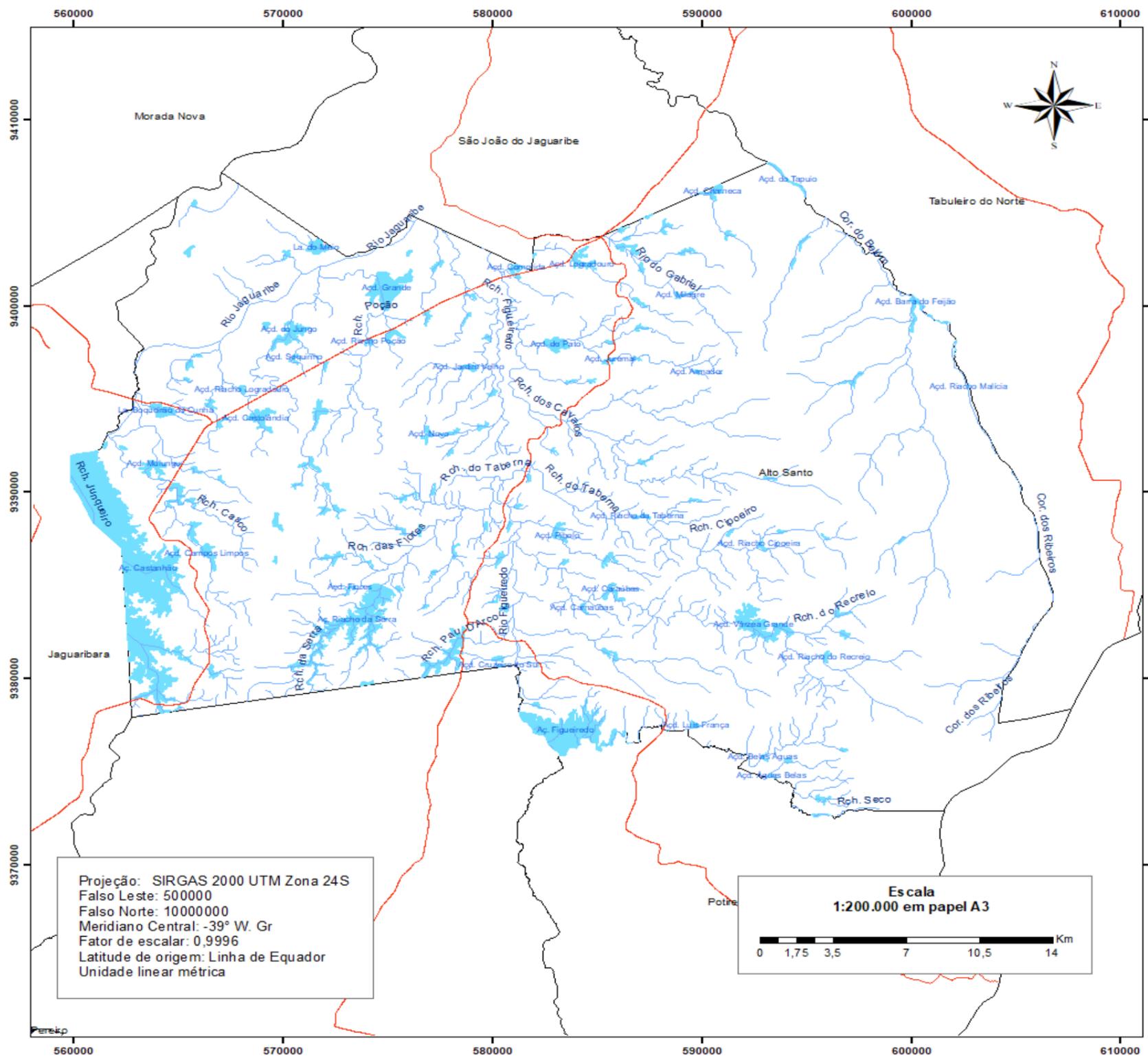
Em Alto Santo – CE pode-se identificar quatro domínios hidrogeológicos diferentes: rochas cristalinas, sedimentos mesozóicos da bacia do Apodi (aquífero Açú) e sedimentos fanerozóicos, envolvendo coberturas elúvio-colúviais e aluvionares. Na porção oeste (onde há embasamento cristalino) o potencial hidrológico, assim como na maior parte do semiárido, é reduzido. Nessa área há o predomínio de aquíferos fissurais, onde a água circula através das fraturas, fendas e falhas associados às rochas cristalinas. Apesar do baixo potencial hidrológico devido a problemas como a limitada vazão e a salinização da água consequentes da falta de circulação e dos efeitos do clima semiárido, ainda há o uso de poços para abastecimento de pequenas comunidades locais. Já na parcela leste do município, observam-se aspectos que fogem do padrão do estado pois seu caráter sedimentar facilita a infiltração da água e permite que haja um bom armazenamento subterrâneo. Como exemplo tem-se o aquífero Açú que apresenta um potencial hidrológico elevado com poços de altas vazões. As áreas que abrangem os sedimentos fanerozóicos não são muito expressivas nesse contexto em razão das espessuras reduzidas e descontinuidade dos sedimentos areno-argilosos (FEITOSA; OLIVEIRA; VASCONCELOS, 1998).

Figura 10 - Riacho da Serra



Fonte: Arquivo pessoal.

Mapa 4 – Hidrografia de Alto Santo – CE



Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zona 24S
 Falso Leste: 500000
 Falso Norte: 10000000
 Meridiano Central: -39° W. Gr
 Fator de escala: 0,9996
 Latitude de origem: Linha de Equador
 Unidade linear métrica

Esca
 1:200.000 em papel A3

0 1,75 3,5 7 10,5 14 Km

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
 PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSA MELO DOS SANTOS
 ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
 2022

**MAPA HIDROGRÁFICO
 ALTO SANTO - CE**

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Rodovias Cursos d'água
 Limites municipais Corpos hídricos

LOCALIZAÇÃO DE ALTO SANTO NO CEARÁ

Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007).

Fonte: Elaborada pela autora.

4.3 Solos e vegetação

Os solos são definidos como corpos naturais condicionados, durante longos períodos de tempo, pela ação integrada do clima, do relevo e dos organismos e que têm como características a tridimensionalidade, a dinamicidade, ser constituído por partes sólidas, líquidas e gasosas, ser composto por materiais minerais e orgânicos, conter matéria viva e poder ser vegetado na natureza onde ocorre, além de ser passível de modificações por meio de interferências antrópicas (BRADY; WEIL, 2013; EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018).

Sobre as condições pedológicas do semiárido brasileiro, Oliveira et al. (2009) declara que estas são resultantes dos fatores bioclimáticos incidentes na região, os quais são responsáveis pela formação e distribuição dos solos, bem como pelos tipos e formas como as atividades agrossilvopastoris e as atividades socioeconômicas são desenvolvidas. A predominância de embasamento cristalino, relevos pouco acidentados e clima quente e seco com poucas chuvas permitiram que os solos desse ambiente fossem tipificados em sua maioria como rasos, pedregosos e com deficiência hídrica. Esses tipos de solo são bastante suscetíveis à erosão, o que pode causar e/ou acelerar a degradação. De maneira geral, no Ceará os solos apresentam esses mesmos atributos, sendo apontados por Pereira e Silva (2007) como jovens ou pouco evoluídos, mas de boa fertilidade natural.

Em consequência principalmente da variação geológica presente em Alto Santo – CE, é possível encontrar uma certa variabilidade de tipologias de solo. A porção marcada pelo embasamento cristalino é recoberta predominantemente por Neossolos Litólicos, com pouca profundidade e bastante pedregosidade. Nos locais onde verifica-se os tabuleiros interiores é encontrado o Argissolo Vermelho Amarelo. Já nas áreas de planícies fluviais, observou-se a ocorrência de Neossolos Flúvicos. Por último, sobre a região da Chapada do Apodi, foram constatados solos de dois tipos: Argissolo Vermelho Amarelo e Neossolo Quartzarênico.

As classes mapeadas no local de estudo bem como as suas principais características conforme dispostas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e no folder Solos do Nordeste, ambos produtos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2018 e 2014, respectivamente), estão elencadas a seguir:

Argissolos - Formados por material mineral, possui acúmulo de argila em subsuperfície caracterizado pelo horizonte B textural de atividade naturalmente baixa. Apresentam uma profundidade que varia de alta a muita alta. São bem drenados e capazes de armazenar água e efluentes. Podem ser encontrados nas colorações vermelha, vermelho-

amarela, amarela, acinzentada ou brunada. A acidez tem teores moderados a elevados. Seus poucos nutrientes e sua baixa fertilidade exigem a adoção de técnicas corretivas para o uso agrícola. São ainda suscetíveis à erosão quando possui mudança textural abrupta, coesão natural em alguns solos amarelos e associação com relevo movimentado. Sobre esses solos é comum atividades como agricultura intensiva, pastagem, silvicultura e construção de estradas e casas.

Neossolos - Compostos por material mineral ou por material orgânico pouco espesso, com baixa atuação de processos pedogenéticos em decorrência das características do material de origem ou dos demais fatores de formação como clima, relevo ou tempo. Por serem pouco desenvolvidos, não dispõem de horizonte B diagnóstico. Possuem elevado teor de sódio e de alumínio. São solos jovens que variam de rasos a profundos dependendo da tipificação das subordens: Regolítico, Litólico, Flúvico ou Quartzarênico. Em Alto Santo, ocorrem três dessas subordens:

- **Neossolos Litólicos:** São encontrados geralmente em locais com relevo suave ondulado a montanhoso. Têm como principais características serem rasos, pedregosos, não hidromórficos e com rochiosidade generalizada. O horizonte A é pouco espesso, cascalhento e de textura predominantemente média, localizando-se logo acima da rocha. Apesar de atípico, esses solos podem ainda exibir horizonte C, contudo com uma baixa espessura. Seu contato lítico por volta dos 50 cm de profundidade e seu alto grau de suscetibilidade à erosão são alguns dos motivos pelo qual eles são pouco indicados para o uso agrícola. Em consequência das suas limitações de uso, são indicados para preservação ambiental.
- **Neossolos Flúvicos:** Originados a partir de sedimentos aluviais, sem relações pedogenéticas entre os estratos. São observados em áreas planas, sendo passíveis de inundações periódicas. Manifestam diversificadas espessuras e granulometrias, fertilidade elevada, potencial para agricultura e risco de salinização. Por abrigarem matas ciliares, as quais são destinadas à preservação ambiental, apresentam limitações para o uso agrícola. Todavia, é possível observar o uso desse substrato para a agricultura irrigada, culturas agrícolas anuais e pastagem e pecuária extensiva.
- **Neossolos Quartzarênicos:** Originados a partir de rochas ou sedimentos de natureza essencialmente quartzosa, estão localizados em regiões de

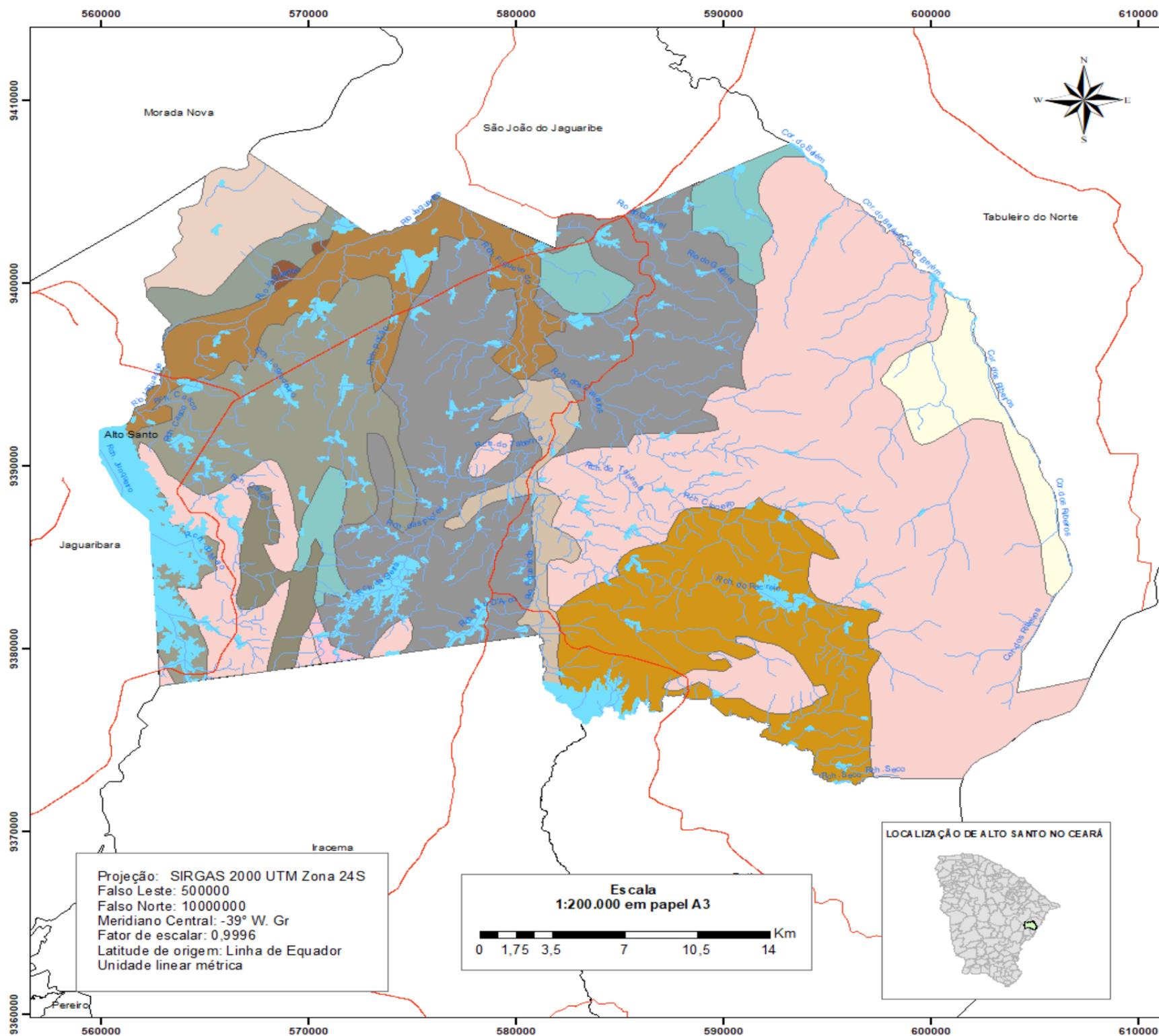
relevo suave ondulado. Possuem tonalidades claras e baixo teor de matéria orgânica, são bem profundos, pouco férteis e pouco suscetíveis à erosão em virtude das altas taxas de infiltração e do relevo sem muitas ondulações. É frequentemente utilizado para agricultura irrigada, pastagem, pecuária extensiva e preservação ambiental. Além disso, serve de fonte de areia para construção civil.

Luvissolos - Compreende os solos rasos, minerais e não hidromórficos, com argila de atividade alta e rico em bases. Costumam ter muitos nutrientes (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) e variam de moderadamente ácidos a neutros. Expressam significativas diferenças entre os horizontes A e o Bt, sendo o contraste de textura, cor e estrutura bem evidenciados. Essa diferença textural, os torna bastante suscetíveis a processos erosivos. Têm como fatores limitantes de uso a ocorrência habitual de pedregosidades na sua porção superficial, a instabilidade de sua consistência (muito duro quando seco e muito pegajoso quando molhado) e o risco de salinização e de solonização. É utilizado principalmente para agricultura de sequeiro, pecuária extensiva e preservação ambiental.

Planossolos - Caracterizados por serem solos minerais imperfeitamente ou mal drenados e por terem elevada saturação por bases. Têm pouca profundidade, com horizonte superficial de textura arenosa ou média e horizonte B plânico de consistência dura a muito dura. Exprime mudança textural abrupta entre os horizontes e os solos são imperfeitamente a mal drenado, apresentando cor pálida. Ocorrem em áreas planas ou levemente onduladas. Possuem risco de salinização e são altamente suscetíveis à erosão. O uso se dá por meio de pastagens, pecuária extensiva e agricultura de subsistência.

De maneira generalizada, em Alto Santo – CE há o predomínio de Neossolos Litólicos sobre os locais onde há embasamento cristalino e de Argissolos Vermelho Amarelos na região da Chapada do Apodi. Analisando detalhadamente, como pode ser visto no mapa 5 (elaborado a partir do shape de solos da SEAGRI, 1988), existem 14 variações de solos dentro do perímetro de pesquisa. Destes, o que apresenta maior abrangência é o Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico 9, que ocupa cerca de 35,8% do território e está localizado, principalmente, nas áreas marcadas pela Formação Açú. Ainda em termos de grande expressividade, tem-se o Neossolo Litólico Eutrófico 38, o Luvissolo Crômico 43 e o Neossolo Litólico Eutrófico 50 (20,7%, 11,6% e 10,5%, respectivamente). Já os tipos de solos menos evidenciados foram o Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico 103, os Afloramentos Rochosos 2 e o Luvissolo Crômico 45, os quais representam juntos menos de 0,4% da área total do município.

Mapa 5 – Solos de Alto Santo – CE



Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Solos - SEAGRI (1988).

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
 PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSAMELO DOS SANTOS
 ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
 2022

**MAPA PEDOLÓGICO
 ALTO SANTO - CE**

LEGENDA

Rodovias Corpos hídricos
 Cursos d'água Limites municipais

CLASSES DE SOLO	ÁREA (ha)
Afloramentos Rochosos 2	189
Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico 9	41021
Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico 103	250
Argissolo Vermelho Amarelo Álico 5	3151
Luvisso Crômico 43	13269
Luvisso Crômico 45	18
Neossolo Flúvico Eutrófico 16	2726
Neossolo Flúvico Eutrófico 18	7070
Neossolo Litólico Eutrófico 38	23732
Neossolo Litólico Eutrófico 50	12062
Neossolo Litólico Eutrófico 54	1696
Neossolo Litólico Eutrófico 58	1844
Neossolo Quartzarênico Distrófico 16	3673
Planossolo Nátrico 4	3949

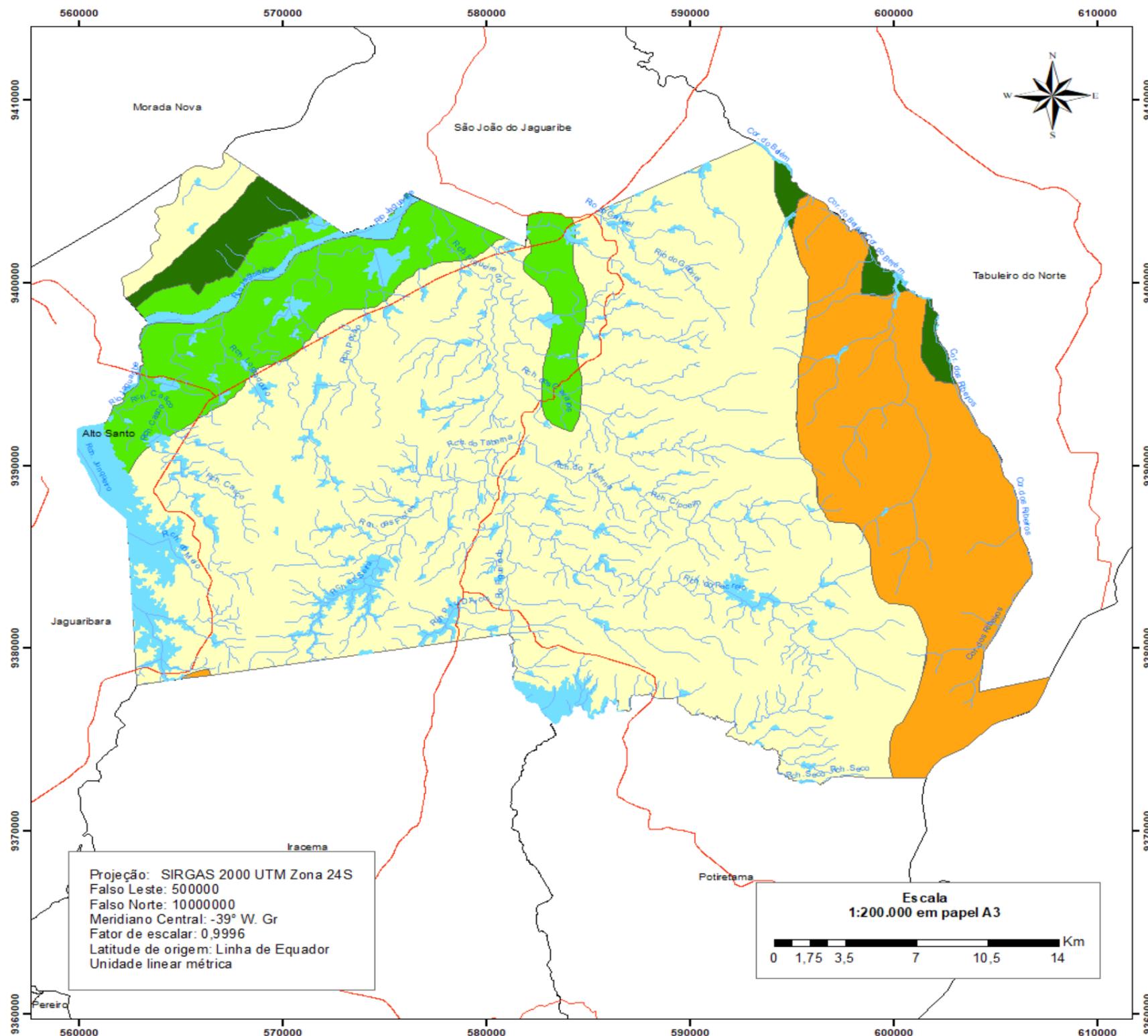
Fonte: Elaborado pela autora.

O aspecto vegetacional de um determinado local é resultante dos condicionantes ambientais e das interações destes no meio (FERNANDES, 1998). Tendo isso em vista, determinadas características de geologia, relevo e clima da região semiárida permitem o desenvolvimento do bioma caatinga nessa espacialidade. Sua cobertura vegetal é marcada por ser xerófila, caducifólia, lenhosa e com espécies frequentemente espinhosas. Apesar de pouco pesquisada em comparação com outros biomas brasileiros, a caatinga destaca-se por apresentar espécies vegetais com grande diversidade, endemismo e capazes de exemplificar relações biogeográficas que ajudam a esclarecer a sua dinâmica histórica vegetacional (GIULIETTI, 2004). Todavia, a importância desse ambiente é ainda desconhecida e/ou menosprezada por parte do governo e da sociedade. Uma comprovação disso é o fato de que cerca 30% desse bioma já foi alterado em virtude de atividades agropecuárias, principalmente nas áreas com vegetação lenhosa caducifólia espinhosa (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2015).

Embora seja comum a adoção do termo caatinga para definir a cobertura vegetal de todo território semiárido, esta simplificação facilitadora de planejamentos de políticas públicas em âmbito nacional não é adequada para estudos em escala estadual e municipal porque cada domínio fitogeográfico abrange um espaço geográfico heterogêneo, onde ocorrem diferentes tipos de vegetação (MORO et al., 2015). O Domínio Fitogeográfico da Caatinga, por exemplo, exibe diferentes fisionomias e adaptações às restrições hídricas, às temperaturas elevadas e aos solos rasos. Sua vegetação é, por vezes, segmentada no que convencionou-se denominar de caatinga do cristalino e caatinga do sedimentar. Tal divisão ocorre em consequência das diferenças geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e pedológicas que influenciam nos tipos e nos portes da composição florística que se desenvolve naquela espacialidade. O município de Alto Santo – CE é um dos poucos no estado que apresenta essas duas variedades vegetacionais da caatinga devido a sua composição por terrenos de origem cristalina e sedimentar.

De acordo com as informações presentes no shape disponibilizado pela FUNCEME (1996), no perímetro em pesquisa foram mapeadas 4 unidades fitoecológicas distintas: Caatinga Arbustiva Aberta, Caatinga Arbustiva Densa, Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea) e Floresta Mista Dicotilo-Palmaceae (Mata Ciliar com Carnáubas) (Mapa 6).

Mapa 6 – Fitoecologia de Alto Santo – CE



Projeção: SIRGAS 2000 UTM Zona 24S
 Falso Leste: 500000
 Falso Norte: 10000000
 Meridiano Central: -39° W. Gr
 Fator de escalar: 0,9996
 Latitude de origem: Linha de Equador
 Unidade linear métrica

Esca
 1:200.000 em papel A3

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
 PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSAMELO DOS SANTOS
 ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
 2022

**MAPA FITOECOLÓGICO
 ALTO SANTO - CE**

LEGENDA

Rodovias
 Corpos hídricos
 Cursos d'água
 Limites municipais

UNIDADES DE MAPEAMENTO	ÁREA (Km ²)
Caatinga Arbustiva Aberta	804
Caatinga Arbustiva Densa	30
Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbórea)	184
Floresta Mista Dicotilo-Palmaceae (Mata Ciliar com Carnaúba)	122

LOCALIZAÇÃO DE ALTO SANTO NO CEARÁ

Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Fitoecologia - FUNCEME (1996).

Fonte: Elaborado pela autora.

Associada às áreas de depressão sertaneja e de tabuleiros interiores (locais onde há embasamento cristalino), ocorre a Caatinga Arbustiva Aberta (Figura 11), responsável por recobrir a maior parte do município (70%). Esta, tem como principal aspecto a perda de folhas na estação seca devido às condições pedológicas de solos rasos e pedregosos, à severidade climática e à escassez hídrica. Além disso, recebe essa nomenclatura por exibir um maior espaçamento entre os arbustos se comparada com a Caatinga Arbustiva Densa. Seus exemplares mais recorrentes são a jurema (*Mimosa hostilis*), a catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul.) e o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*).

Figura 11 - Caatinga Arbustiva Aberta em Alto Santo



Fonte: Arquivo pessoal.

A abrangência desse tipo de vegetação teve um aumento significativo em virtude de ações antrópicas de caráter degradador. Como exemplo, temos a região dos tabuleiros interiores (bastante utilizada para atividades agropastoris), onde uma porção considerável do espaço anteriormente recoberta pela Caatinga Arbustiva Densa passou por severas desconfigurações e foi substituída pela Caatinga Arbustiva Aberta e pelos cultivos de cajueiros (Figura 12). A manutenção da exploração acima da capacidade de suporte do

ambiente pode expandir ainda mais a ocorrência dessa vegetação aberta e até extinguir alguma variante fitoecológica, em casos extremos.

Figura 12 - Cultivo de cajueiros nos tabuleiros interiores de Alto Santo



Fonte: Arquivo pessoal.

A Caatinga Arbustiva Densa, presente na faixa da Chapada do Apodi e nos tabuleiros interiores da Formação Faceira, é marcada por um adensamento do estrato arbustivo, condição esta que lhe confere um aspecto mais conservado em relação à Caatinga Arbustiva Aberta. Como mencionado acima, este tipo de vegetação está cada vez menos representado em Alto Santo - CE, uma vez que estas áreas estão sendo utilizadas tanto para atividades agrícolas em consequência do perímetro irrigado quanto para pecuária.

Na porção sedimentar do município há o predomínio da Caatinga Arbórea (Floresta Caducifólia Espinhosa). Esta, tem como características a perda de folhas na estação seca e a presença de espinhos (mecanismo de adaptação às condicionantes hídricas e climáticas).

Outra tipologia vegetacional encontrada na região é a Floresta Mista Dicotilo-Palmaceae (Mata Ciliar com Carnaúbas) (Figura 13) que está localizada ao longo das planícies fluviais devido a boa disponibilidade hídrica e elevada fertilidade dos solos desse

ambiente. Tem a *Copernicea prunifera*, popularmente conhecida como carnaúba, como a espécie mais representativa dessa categoria. O juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e a oiticica (*Licania rigida*), além de outras variantes de porte arbustivo e gramíneas, também compõem esse grupo. Os diferentes usos da terra nesse espaço ocasionam impactos que ao longo dos anos vem conduzindo uma descaracterização dessa vegetação. Um exemplo disso é a mata ciliar em torno do rio Figueiredo que é afetada consideravelmente pela devastação, destacando-se o trecho a jusante de Alto Santo – CE até a confluência com o rio Jaguaribe, onde há o predomínio de áreas irrigadas e em processo de antropização (BELIA et al., 2016).

Figura 13 - Mata ciliar com carnaúbas em Alto Santo



Fonte: Arquivo pessoal.

4.4 Uso e ocupação

O uso e ocupação de um território é resultante de fatores históricos, ambientais e econômicos. Apesar da importância desses três aspectos, as principais variáveis levadas em consideração para o estabelecimento das atividades socioeconômicas são o relevo, o clima e o solo. O cenário de evolução tecnológica e o investimento nesse ramo, principalmente a partir do século XXI, permitiram cada vez mais a instauração de algumas categorias de uso da terra que antes não eram compatíveis com determinados ambientes.

Dessa forma, pode-se dizer que as categorias de uso e ocupação do solo demonstram o grau de desenvolvimento técnico-científico e as relações entre natureza e sociedade, evidenciando de forma clara o grau de conservação, preservação e degradação dos recursos naturais, tendo em vista a ocupação histórica de uma região, assim como os seus processos produtivos.

4.4.1 Histórico de ocupação

O Ceará, assim como os outros estados brasileiros, era inicialmente povoado por índios de diferentes etnias que com a efetiva chegada dos portugueses para colonização sofreram processos de catequização, miscigenação, remoção e até extinção. A primeira grande mobilização para colonizar o território cearense ocorreu em 1603 com a missão dos bandeiristas liderada por Pero Coelho de Sousa. Esta, teve como propósito explorar o rio Jaguaribe e seus arredores para combater piratas, instituir a paz com os indígenas (dentro de seus termos) e tentar encontrar metais preciosos. O vale do Jaguaribe foi um dos principais caminhos para a ocupação e povoamento do sertão do estado, onde a criação de gado para produção do charque, que abastecia as áreas canavieiras do Nordeste Oriental e as de mineração da Bahia e Minas Gerais, conduziu ao estabelecimento de grandes fazendas destinadas à atividade de pecuária extensiva (SOARES, 2000).

Inserido dentro desse primeiro núcleo de povoamento ao longo das margens do rio Jaguaribe, encontra-se o objeto de estudo dessa pesquisa: Alto Santo – CE, que somente no ano de 1957 elevou-se à categoria de município, visto que anteriormente era apenas um distrito de Limoeiro do Norte e recebia a denominação de Alto Santo da Viúva. Sendo assim, seu histórico é atrelado ao de seu município de origem e por essa razão a descrição do passado da área em análise inicia-se nos relatos de ocupação da região do Baixo Jaguaribe.

Os povos originários (indígenas) no Ceará pertenciam aos seguintes grupos: Tupi, Cariri, Tremembé, Tarairú e Jé (Zé ou Jê). Os Tupis ocupavam grande parte do litoral

(abrangendo a porção que compreende o Baixo Jaguaribe) e ficaram conhecidos na localidade como Tobajaras e Potiguares, integrantes da grande família Tupinambá (STUDART FILHO, 1965). Os Potiguares foram uma das etnias Tupis que resistiu por mais tempo aos invasores portugueses e tinham como meio de sobrevivência a agricultura da mandioca e de outras raízes, a caça e a pesca.

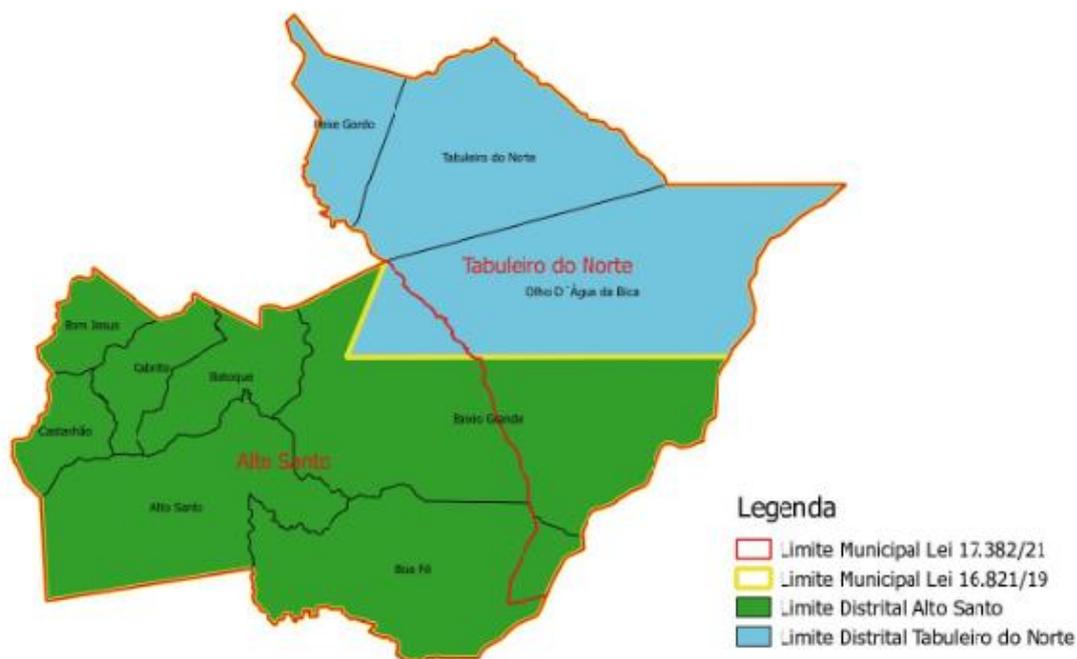
Na área de interesse dessa pesquisa ainda habitavam índios Paiacus, Tapairius, Panatis, Icós e Ariús. Os Paiacus, também denominados de Tapuias e Jaracus, eram encontrados nas terras entre o rio Açu (na Chapada do Apodi, no Rio Grande do Norte) e o Baixo Jaguaribe no Ceará. Estes foram aldeados e removidos de seu local de origem, em 1707, pelas missões jesuíticas (Missão dos Paiacu, localizada no município de Pacajus – CE). Os Icós praticavam a caça e a coleta e costumavam vagar pelo sertão nordestino antes de serem extintos no início do século XIX. Os Ariús viviam na Paraíba e no Rio Grande do Norte, mas como também eram nômades alguns remanescentes puderam ser notados no Ceará.

Na segunda metade do século XVII, os portugueses vindos do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco começaram a ocupar esse território. O ano de 1687 é datado como o marco inicial do povoamento de Limoeiro do Norte, pois foi quando o sargento-mor João de Sousa Vasconcelos saiu do Sertão do São Francisco e veio para a ribeira do Jaguaribe, depois de muitas lutas contra os índios Paiacus, estabelecendo-se no sítio São João das Vargens, o qual se tornou um desenvolvido arraial. As terras férteis propiciaram a agricultura e a pecuária, gerando dois núcleos: Tabuleiro de Areia e Limoeiro. O desenvolvimento urbano avançou ao redor da capela de Nossa Senhora da Conceição, concluída em 1845, quando Limoeiro do Norte pertencia a São Bernardo de Russas (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1959). A vila tornou-se cidade em 1897 e nesse período já tinha Alto Santo da Viúva como um de seus distritos. O surgimento do que viria a ser esse distrito é vinculado à criação de um núcleo urbano ao redor de uma fazenda de carne seca e charque e à construção de uma capela em 1866 pelo capitão Simplício de Holanda Bezerra, fazendeiro e proprietário de terras na margem direita do rio Figueiredo (PREFEITURA DE ALTO SANTO, 2010). Assim como ocorria em todo o estado, a questão religiosa conduziu ao povoamento na região que hoje corresponde ao município de Alto Santo – CE.

A respeito da sua formação administrativa, o Ato Provincial de 24-03-1871 que determinou a criação do distrito de Alto Santo da Viúva, subordinado ao município de Limoeiro, foi o primeiro passo para o ganho de autonomia desse território. O Decreto Estadual nº 378, de 20-10-1938, renomeou o distrito somente para Alto Santo. Já a Lei

Estadual nº 3.814, de 13-09-1957, foi responsável por tornar Alto Santo um município. Segundo a divisão territorial de 1-07-1960, o município era constituído de 2 distritos: Alto Santo e Castanhão. Em 1963, a Lei Estadual nº 6.654 elevou o distrito do Castanhão à município. No entanto, essa independência dura poucos anos já que em 1965, pela Lei Estadual nº 8.339, de 14-12-1965, Alto Santo readquire o território do extinto município do Castanhão. A divisão territorial de 31-12-1968, recoloca os distritos de Alto Santo e Castanhão como constituintes do município de Alto Santo – CE. Essa configuração continuou até a divisão territorial de 2007 (PREFEITURA DE ALTO SANTO, 2010). Sua mais recente delimitação foi estabelecida pela Lei Estadual nº 17.382/2021 que tornou parte de Alto Santo pertencente à Tabuleiro do Norte e uma pequena porção deste passou a compor o território do município em estudo (Figura 14). Dessa forma, o município encontra-se atualmente subdividido em sete distritos: Alto Santo (sede), Baixio Grande, Batoque, Boa Fé, Bom Jesus, Cabrito e Castanhão.

Figura 14 - Mudanças no limite municipal de Alto Santo – CE



Fonte: IBGE, 2021.

4.4.2 Usos da terra

O conhecimento do uso da terra de uma determinada região possibilita o entendimento das relações humanas com o meio ambiente. Todas as atividades econômicas

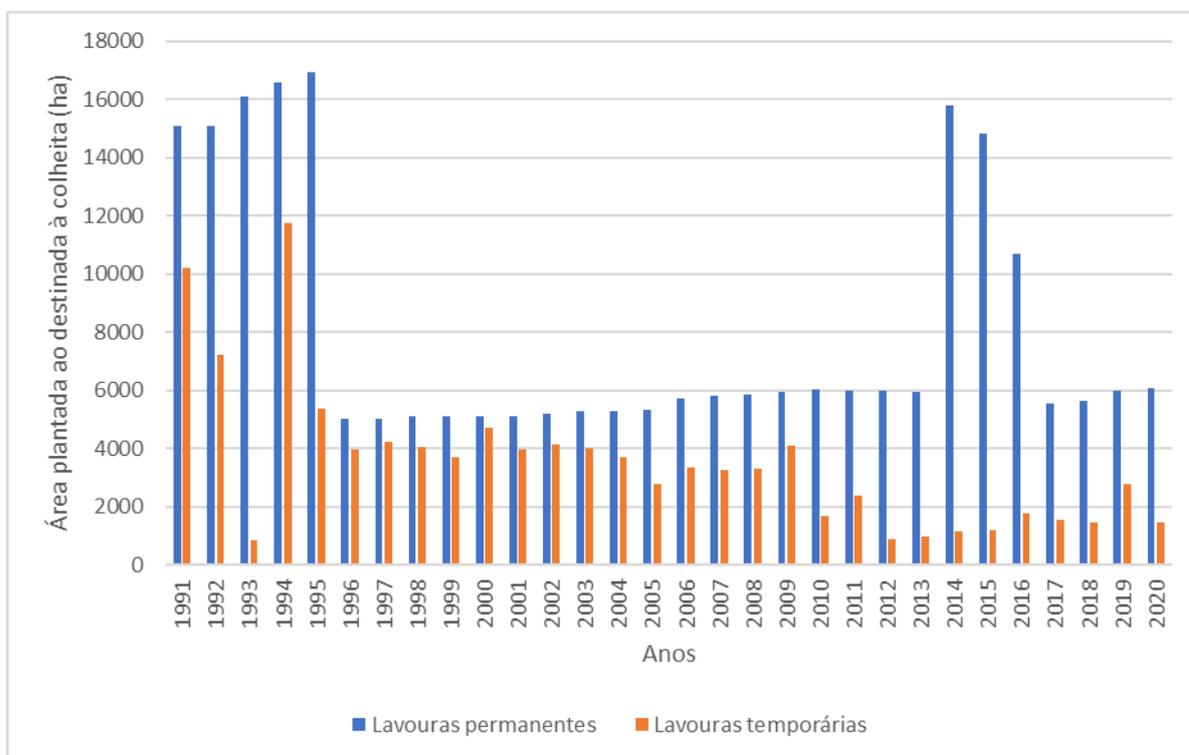
exigem em um certo grau a utilização do solo. Esta, pode se dar de maneira direta como na agropecuária e na mineração ou indireta quando se ocupa uma edificação, por exemplo.

Nesse sentido, para Alto Santo – CE foi realizada uma análise com enfoque nas culturas permanentes e temporárias, na extração vegetal e silvicultura e na pecuária, pois são as atividades responsáveis por ocupar a maior parte do território em estudo. A pesquisa levou em consideração o período de 1991 a 2020, sendo assim, os dados englobam a área referente à antiga delimitação do município que era superior à atual.

4.4.2.1 Culturas permanentes

As lavouras permanentes bem como as temporárias foram analisadas a partir da série histórica da Produção Agrícola Municipal. O gráfico 3 apresenta dados das áreas cultivadas em Alto Santo – CE no intervalo de tempo de 30 anos.

Gráfico 3 - Área de culturas permanentes e temporárias em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

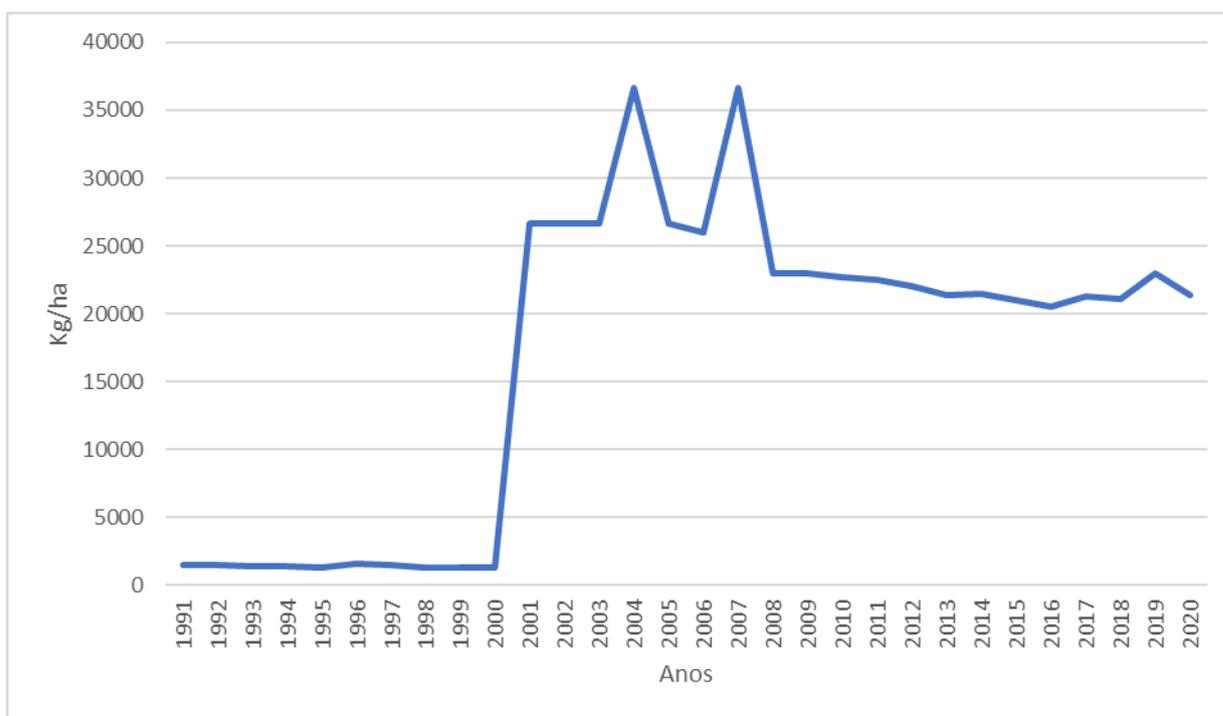
Observa-se na região o predomínio de cultivos permanentes, principalmente entre os anos de 1991 a 1995 e 2014 a 2016 onde a área plantada era superior a 10.000 ha. Essa discrepância entre os dois tipos de lavoura tornou-se ainda mais evidente nos últimos anos.

As culturas permanentes presentes em Alto Santo – CE no período analisado eram: banana, castanha de caju, coco da baía, goiaba, laranja, limão, manga e maracujá.

Levando-se em consideração o rendimento médio da produção, o cultivo de banana, laranja e limão foram os mais expressivos.

Nos anos 90, a produção de banana esteve bem abaixo da média não excedendo 1.600 kg por hectare (Gráfico 4). A partir dos anos 2000 houve um grande salto na produção, quando esta superou os 25.000 kg/ha. Uma provável justificativa para esse aumento foi a criação do Programa Cearense de Agricultura Irrigada – PROCEAGRI em 1999 que implantou no estado as bases para uma agricultura irrigada competitiva e sustentável (AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO CEARÁ, 2012). Já o ápice ocorreu nos anos de 2004 e 2007, onde o rendimento foi superior a 35.000kg/ha. De 2008 a 2020 os níveis permaneceram estáveis variando entre 20.000 e 25.000 kg/ha, configurando-se como o cultivo mais significativo do município nos últimos anos com base nos dados disponibilizados pelo IBGE. Alto Santo atualmente encontra-se na lista dos maiores produtores de banana do Ceará que faz uso da técnica de irrigação.

Gráfico 4 - Rendimento do cultivo de banana em Alto Santo (1991-2020)

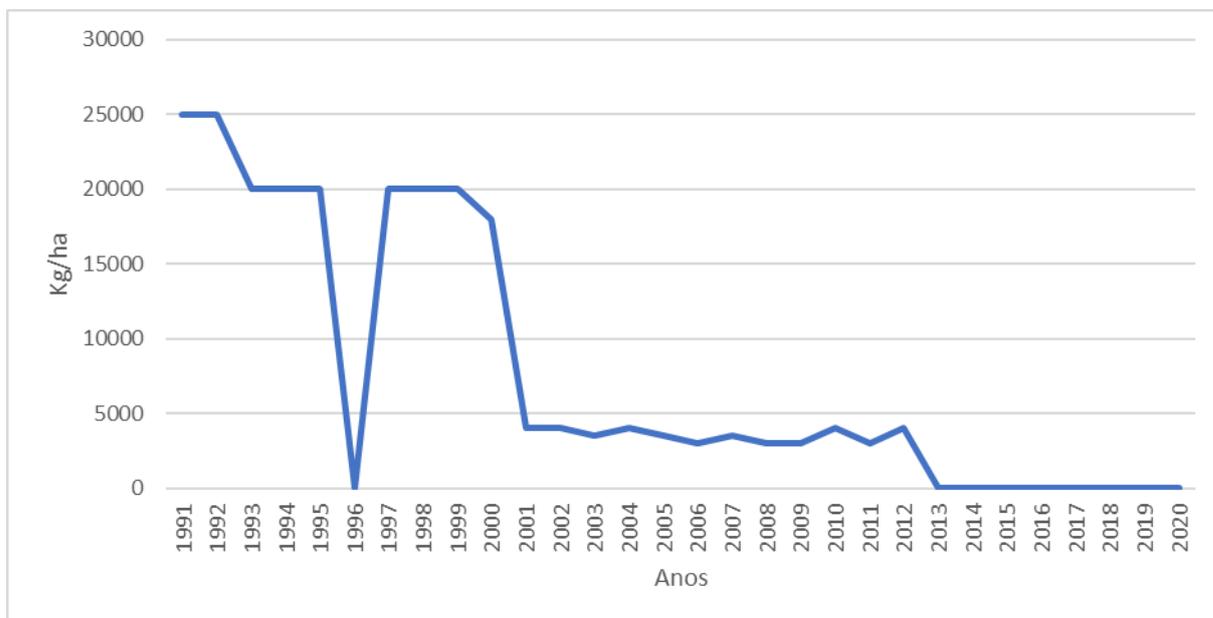


Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

A produção de laranja, por sua vez, teve uma progressão de crescimento distinta da banana (Gráfico 5). Nos primeiros anos da década de 90, os valores mantiveram-se entre 20.000 e 25.000 kg/ha. Em 1996, houve uma ausência de dados e nos anos seguintes até o ano 2000 a produção continuou elevada. Entre 2001 e 2012 o rendimento foi bem menor não

superando 4.000 kg/ha. A partir de 2013 não houve mais registros de produção de laranja no município.

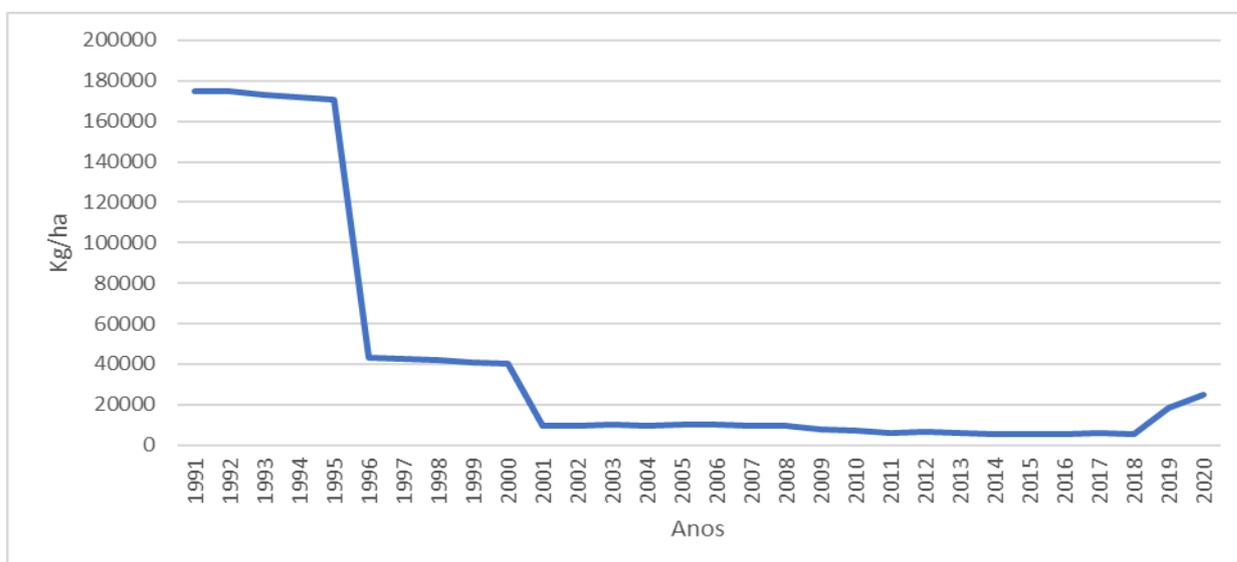
Gráfico 5 - Rendimento do cultivo de laranja em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

Outra cultura importante de Alto Santo é o limão, que na primeira metade da década de 90 atingia os maiores valores de rendimento registrados para o município com números superiores a 170.000 kg/há (Gráfico 6). Entre 1996 e 2000 a produção reduziu bastante e permaneceu por volta dos 40.000 kg/ha. De 2001 a 2018 houve mais uma significativa diminuição, onde o rendimento não ultrapassou os 11.000 kg/ha. Já em 2019 e 2020 houve um bom crescimento da produção, chegando a atingir até 25.000 kg/ha.

Gráfico 6 - Rendimento do cultivo de limão em Alto Santo (1991-2020)



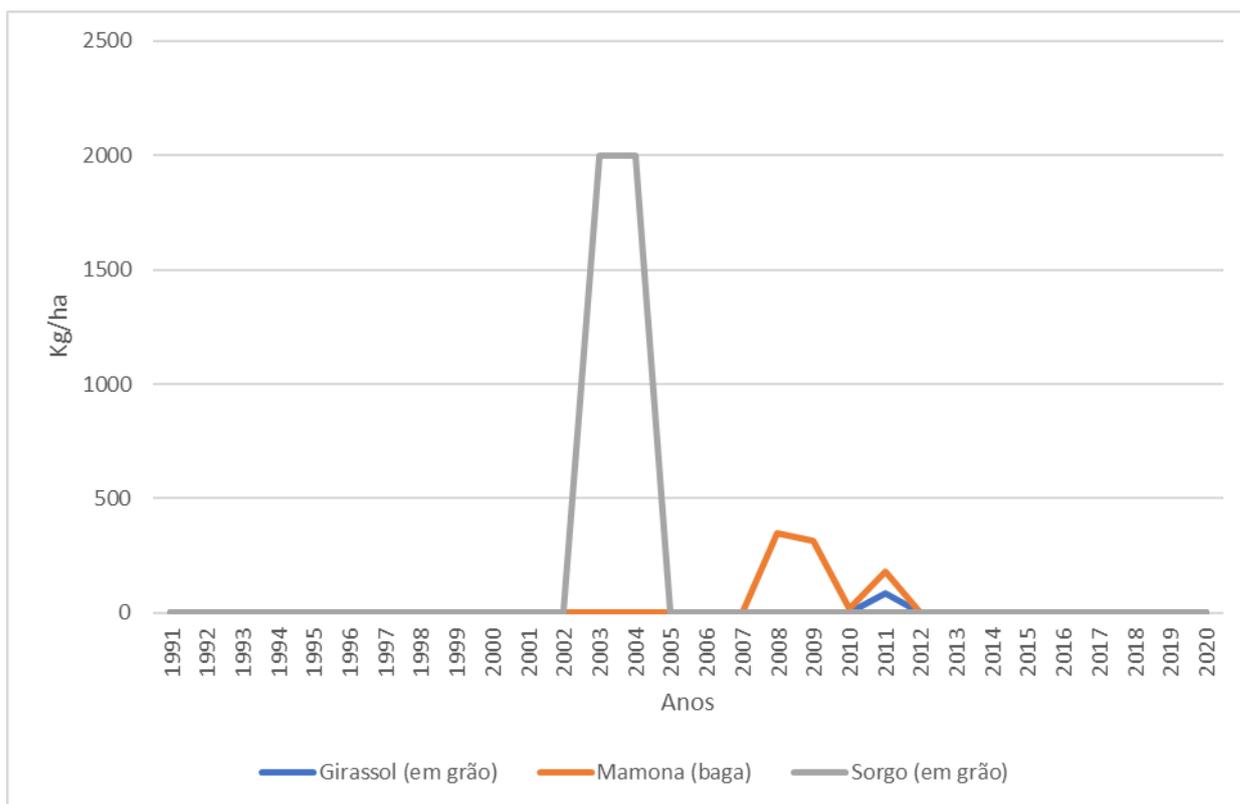
Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

4.4.2.2 Culturas temporárias

As áreas cultivadas de Alto Santo destinadas às lavouras temporárias sempre foram menores que as atribuídas às lavouras permanentes. Todavia, essa diferença tem sido mais evidente desde 2010 como pode ser observado no gráfico da cultura permanente (seção 4.4.2.1).

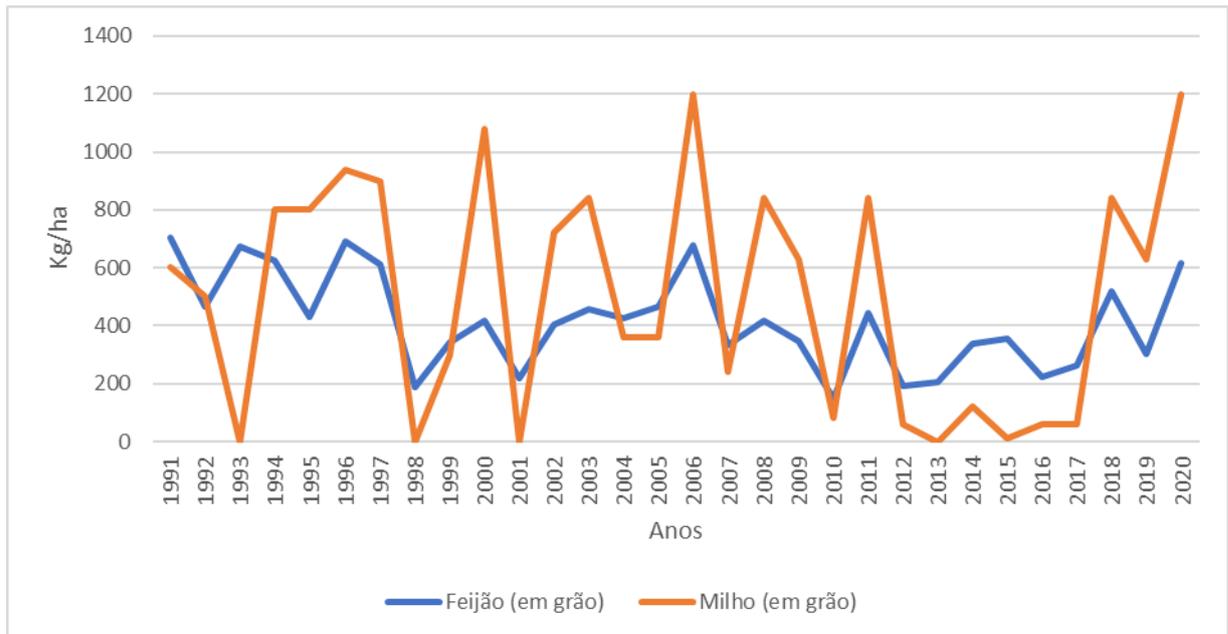
As culturas observadas no município em estudo foram: algodão herbáceo, arroz, batata-doce, feijão, girassol, mamona, mandioca, melancia, milho e sorgo. O plantio de girassol, mamona e sorgo tinha rendimentos bem baixos e o cultivo foi bem esporádico, concentrando-se durante os anos 2000 (Gráfico 7). Na década seguinte não foram encontrados mais dados sobre essas produções. O cultivo de feijão e milho não é muito expressivo na região (inferior a 1.200 kg/ha), mas manteve-se estável nos últimos 30 anos (Gráfico 8). O arroz tinha um bom rendimento nos anos 90, mas após esse período deixou de ser plantado. Já o algodão herbáceo tinha um rendimento menor e também teve sua produção encerrada em 2005. Por fim, os maiores rendimentos são atribuídos ao cultivo de batata-doce, mandioca e melancia.

Gráfico 7 - Rendimento do cultivo de girassol, mamona e sorgo em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

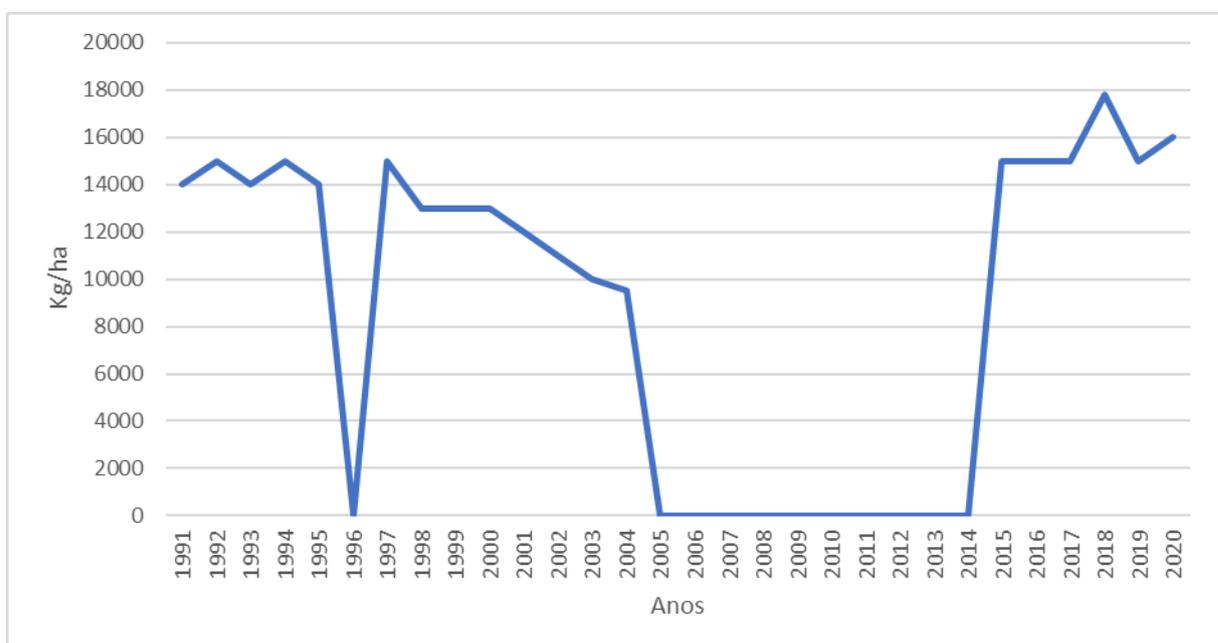
Gráfico 8 - Rendimento do cultivo de feijão e milho em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

A produção de batata-doce de 1991 a 2004 era a maior entre as culturas temporárias, variando entre 9.500 e 15.000 kg/ha (Gráfico 9). Salienta-se, contudo, que no ano de 1996 não foram encontrados dados relativos ao rendimento, assim como no período de 2005 a 2014. Nos últimos anos os valores retornaram ao padrão anterior, sendo até maiores com médias em torno de 15.000 kg/ha.

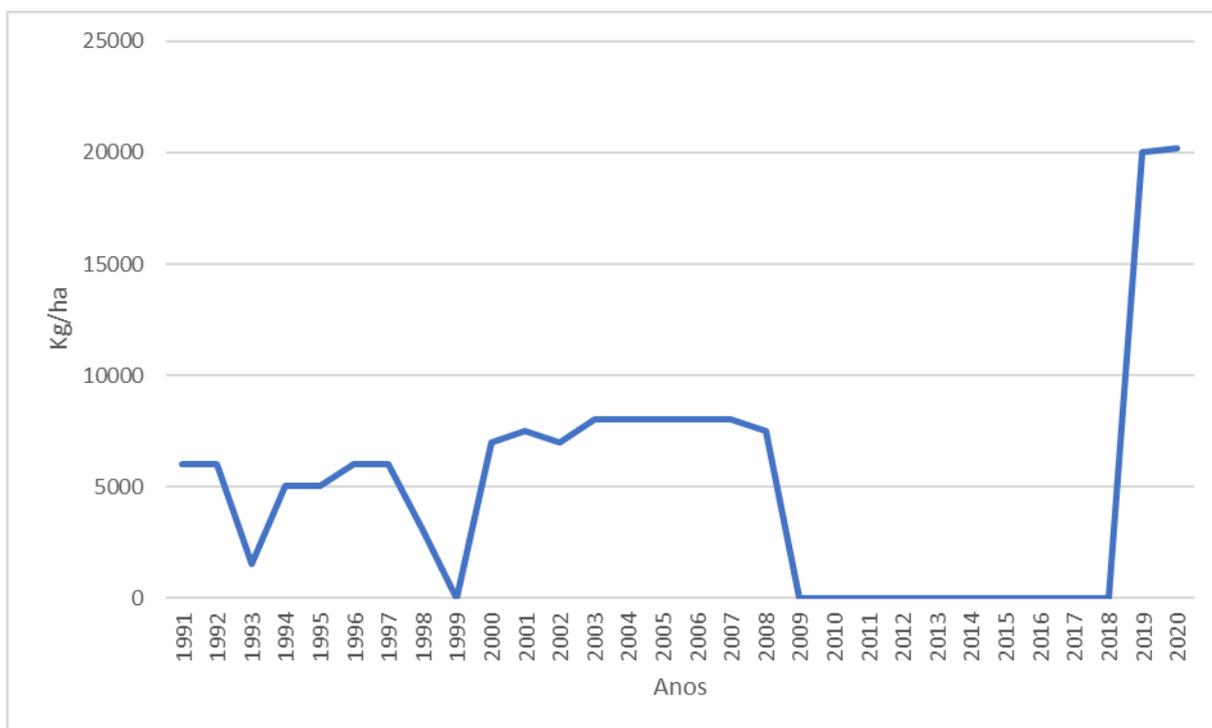
Gráfico 9 - Rendimento do cultivo de batata-doce em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

O rendimento da mandioca ao longo dos anos teve oscilações bem grandes. De 1991 a 2008 a média da produção era em torno de 6.000 kg/ha. Nos 10 anos seguintes não houve registros de cultivo. A partir de 2019 iniciou-se um novo padrão, o qual apresentava valores bem elevados, em torno de 20.000 kg/ha. Essas informações mais detalhadas podem ser verificadas no gráfico 10.

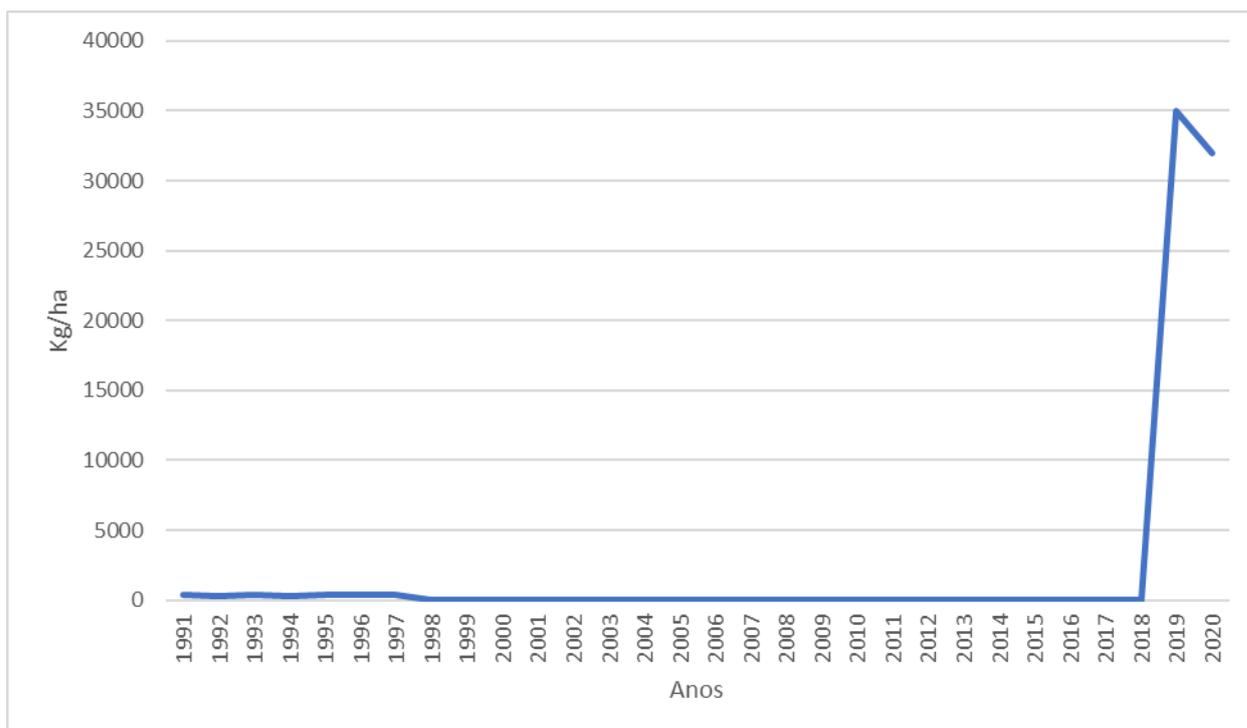
Gráfico 10 - Rendimento do cultivo de mandioca em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

O histórico do cultivo de melancia foge do padrão geral das lavouras do município nos últimos 30 anos. Essa fruta era pouco produzida na década de 90 (em torno de 300 kg/ha) de 1998 a 2018 ela nem era mais presente em Alto Santo. O que surpreende e coloca esse insumo com um dos mais importantes atualmente para a agricultura local são os números do rendimento a partir de 2019, onde o pico chegou até 35.000 kg/ha. O gráfico 11 demonstra claramente esse salto na produção.

Gráfico 11 - Rendimento do cultivo de melancia em Alto Santo (1991-2020)



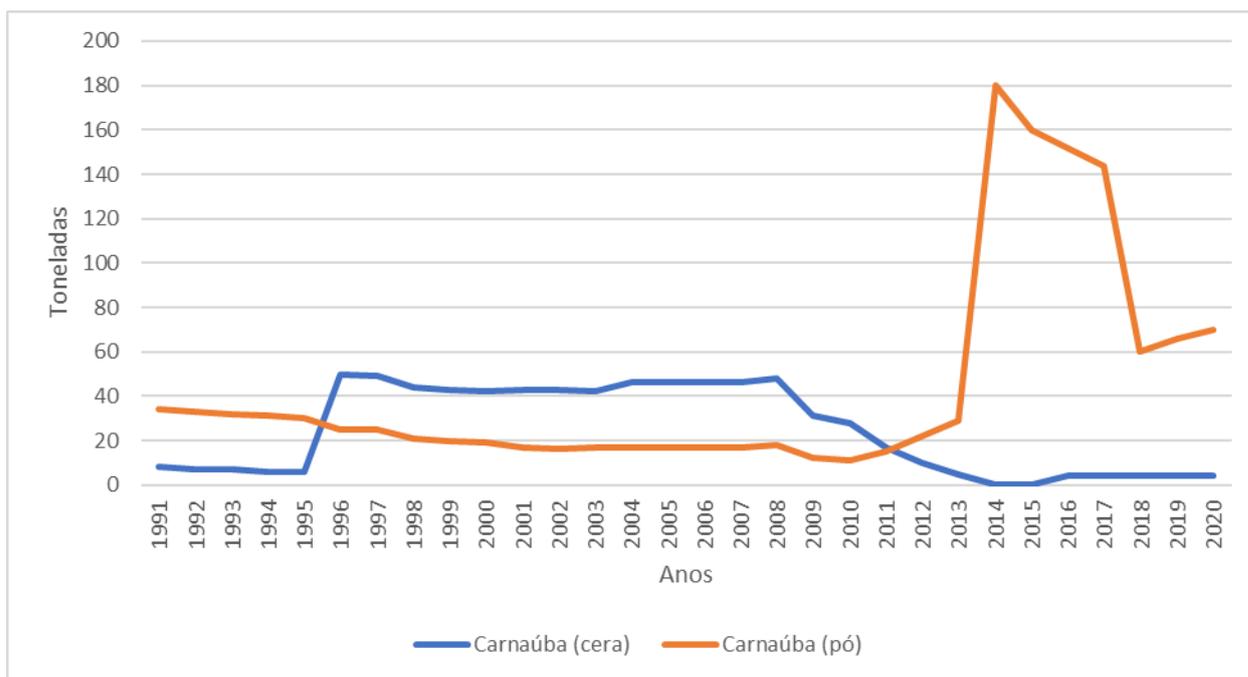
Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

4.4.2.3 Extração vegetal e silvicultura

A extração vegetal é caracterizada pela retirada de produtos em coberturas vegetais pré-existentes. Já a silvicultura, é marcada pela intervenção humana desde o plantio até a colheita. Em Alto Santo, de acordo com dados da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura do IBGE, foram obtidas informações somente a respeito da extração vegetal. Esse fato sugere que a prática da silvicultura não está presente na área de estudo.

Dentre os recursos vegetais extraídos no município tem-se a carnaúba (cera e pó), a oiticica (semente), o carvão vegetal, a lenha e a madeira em tora. Os valores em toneladas da extração da carnaúba em cera e em pó podem ser observados no gráfico 12. No início da década de 90 a retirada do pó da carnaúba era três vezes maior que a de cera. Já entre 1996 e 2010 a produção da cera passou a ser maior que do pó. De 2013 a 2020 a extração da cera diminuiu significativamente, tendo como média 4 toneladas. No entanto, a carnaúba em pó atingiu o recorde de produção do período analisado, com 180 toneladas em 2014. Nos anos seguintes a extração permaneceu com valores altos em comparação com o período inicial analisado. Em relação às sementes de oiticica, essas foram extraídas somente nos anos de 1991, 1992 e 1995.

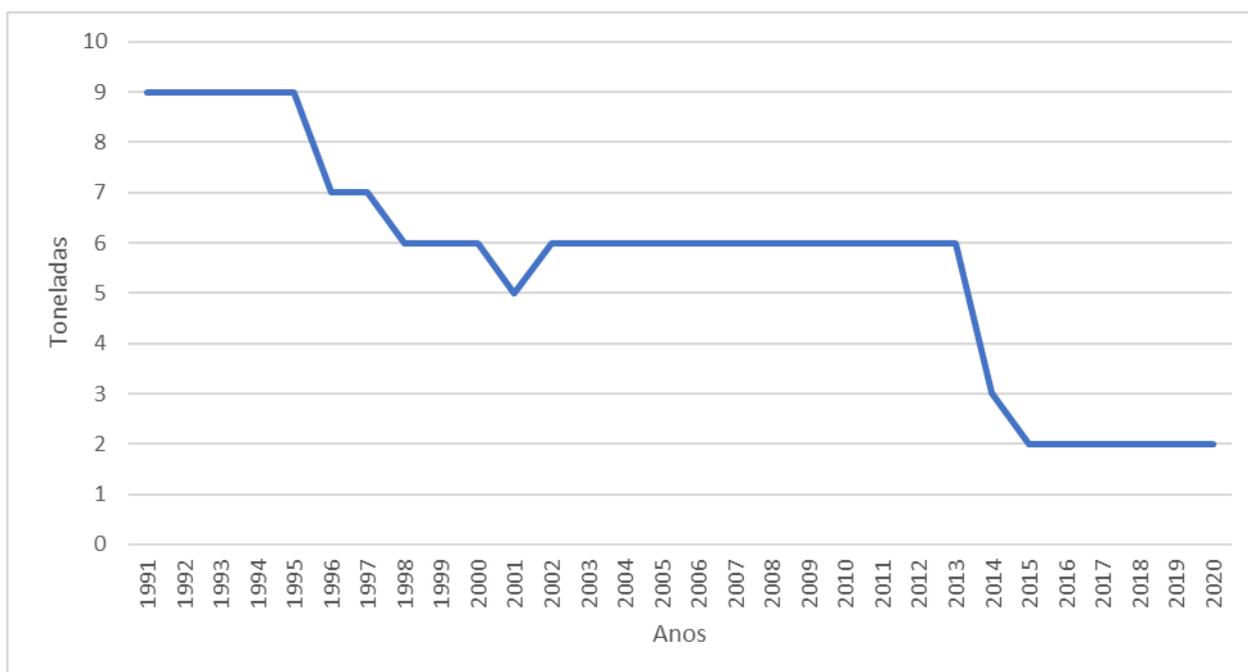
Gráfico 12 - Quantidade produzida de carnaúba em cera e em pó em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

A extração de carvão vegetal não apresentou grandes oscilações no período analisado (estando sempre abaixo de 10 toneladas), sendo a mais significativa a sua diminuição a partir de 2014 como pode ser observado no gráfico 13.

Gráfico 13 - Quantidade produzida de carvão vegetal em Alto Santo (1991-2020)

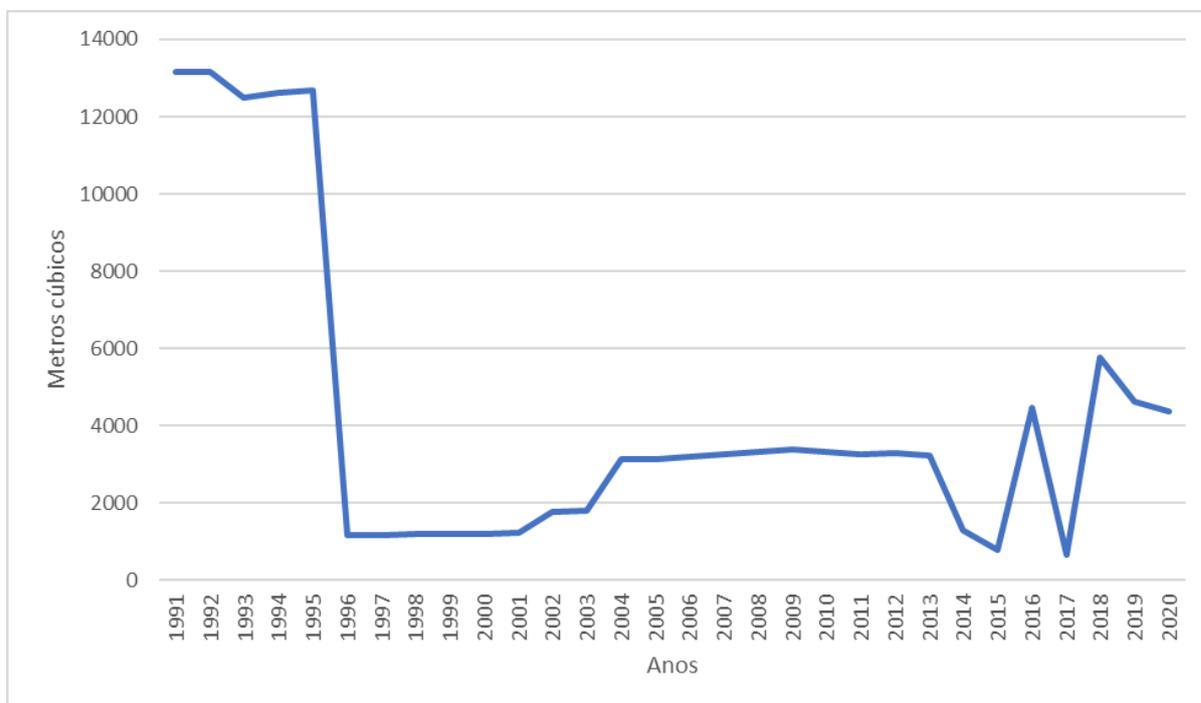


Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

A lenha teve sua maior produção entre 1991 e 1995 com valores médios em torno de 12.500 e 13.000 m³ (Gráfico 14). Já no ano de 1996, a extração decaiu substancialmente,

permanecendo em torno de 1.200 m³ até 2001. Nos anos seguintes até 2013 teve um leve aumento, com médias próximas à 3.000 m³. Posteriormente, a extração apresentou oscilações, tendo seu pico no ano de 2018 quando atingiu 5.770 m³.

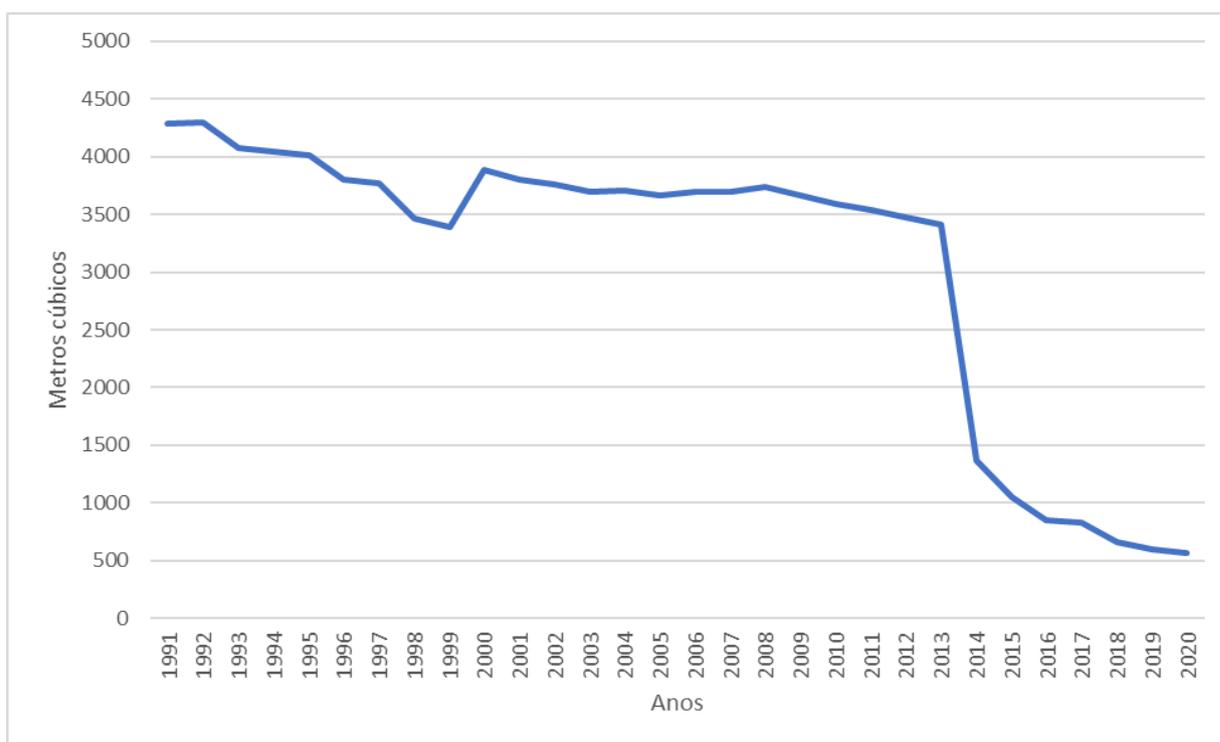
Gráfico 14 - Quantidade produzida de lenha em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

Acerca da extração de madeira em tora nota-se pelo gráfico 15 que durante um longo período de tempo (1991-2013) a produção teve leves oscilações, onde as médias estiveram em torno de 3.800 m³ e os menores valores ocorreram nos anos de 1998 e 1999. A partir de 2014 a produção foi decaindo e em 2020 foi registrado a menor quantidade (565 m³).

Gráfico 15 - Quantidade produzida de madeira em tora em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

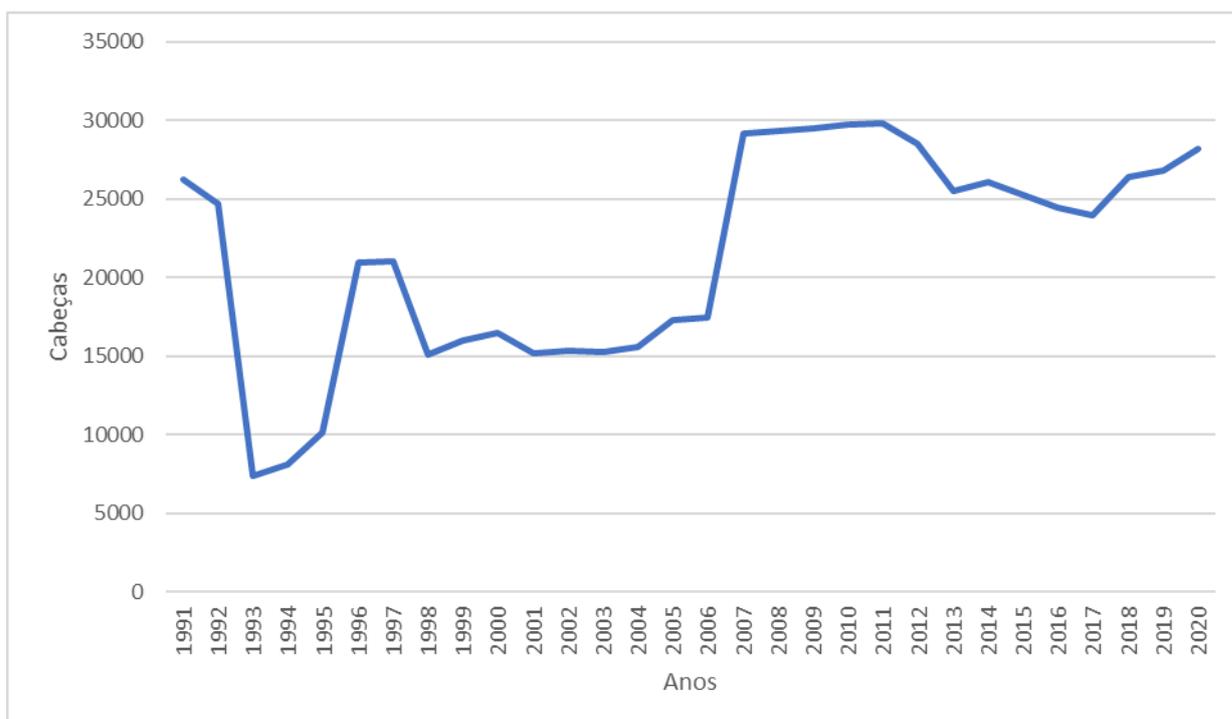
4.4.2.4 Pecuária

A pecuária no município de Alto Santo é uma atividade bem importante para a economia local, não limitando-se somente à criação de animais para abate, mas obtendo renda também por meio da venda de produtos como leite, ovos e mel.

Foram registrados pela Pesquisa Pecuária Municipal a presença de bovinos, equinos, suínos, caprinos, ovinos e galináceos. Desses, o maior número de cabeças está associado ao gado (média de 21.500 cabeças) e o menor aos cavalos (média de 774 cabeças).

Entre 1991 e 1992 a criação era superior a 24.000 cabeças, mas no ano seguinte esse número caiu para menos de um terço (7.400 cabeças). Essa diminuição permaneceu até 1995. Nos 10 anos seguintes (1996-2006) a criação não apresentou mudanças muito significativas, permanecendo em torno de 16.000 cabeças. De 2007 a 2020 o número cresceu bastante e manteve-se por volta de 27.000 cabeças. O gráfico 16 mostra detalhadamente a variação nos números de cabeças bovinas entre 1991 e 2020.

Gráfico 16 - Número de cabeças bovinas em Alto Santo (1991-2020)

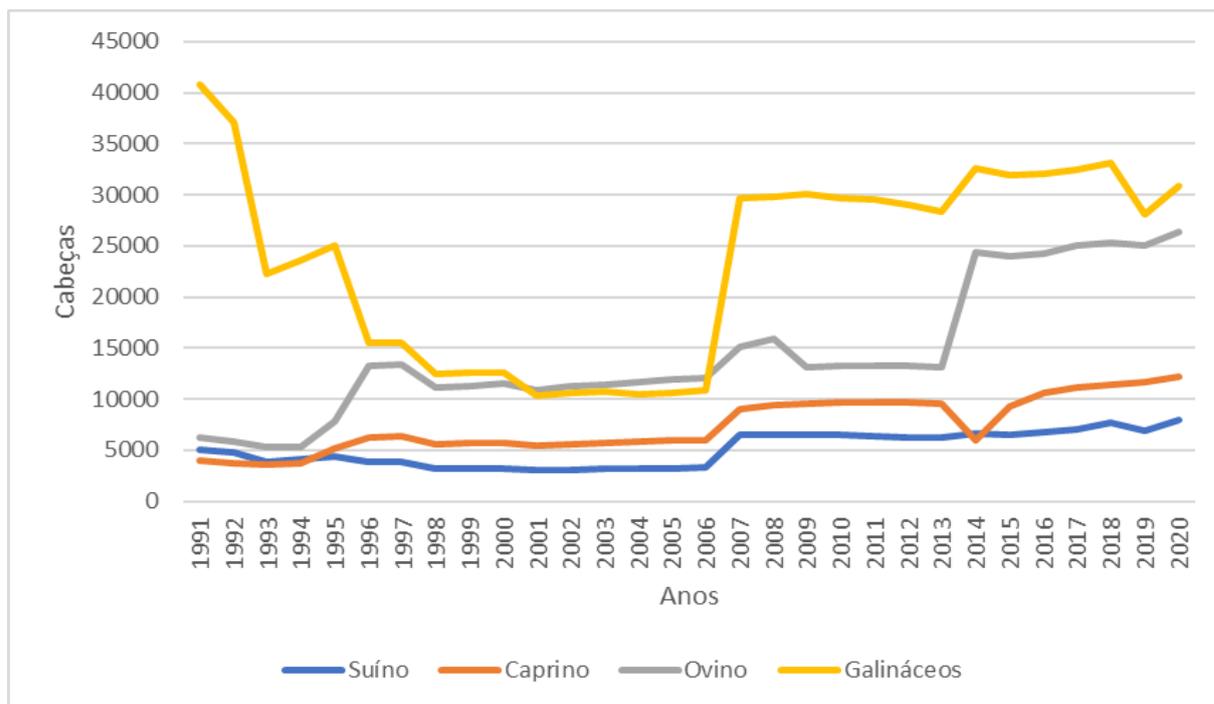


Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

Durante o período analisado a criação de suínos em Alto Santo não sofreu muitas mudanças. De 1991 a 2006, o número de cabeças era em média 4.000. Nos anos seguintes foi observado um leve aumento, onde em 2020 já eram registrados 7.900 cabeças. Em relação aos caprinos, estes seguiram em parte o padrão de crescimento da criação de suínos com a ampliação a partir de 2007. Um aspecto distinto foi a diminuição expressiva em 2014, mesmo ano em que pôde-se observar que houve um grande aumento no número de cabeças de ovinos.

Nos anos seguintes a criação de caprinos voltou a subir, atingindo em seu ápice 12.161 cabeças. Já sobre a criação de ovinos, é notável dois pontos de crescimento: 1996 (de 7.792 para 13.234 cabeças) e 2014 (de 13.157 para 24.432 cabeças). O aumento seguiu em menor escala nos anos posteriores, alcançando em 2020 a marca de 26.318 cabeças. Dentre as criações analisadas a de galináceos foi a que apresentou uma maior variação. Em 1991 a produção estava acima de 40.000 cabeças e dois anos depois já era de 22.263 cabeças. No final dos anos 90 e início dos anos 2000 o número de cabeças esteve bem abaixo, por volta de 10.500. Esse cenário mudou a partir 2007, quando a produção atingiu 29.746 cabeças. Nos anos seguintes, os números mantiveram-se com uma certa constância, sendo o ano de 2018 o que teve maior número de cabeças (33.070). Essas informações podem ser observadas no gráfico 17.

Gráfico 17 - Número de cabeças de suínos, caprinos, ovinos e galináceos em Alto Santo (1991-2020)



Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

4.4.3 Mapeamento do uso do solo de Alto Santo – CE

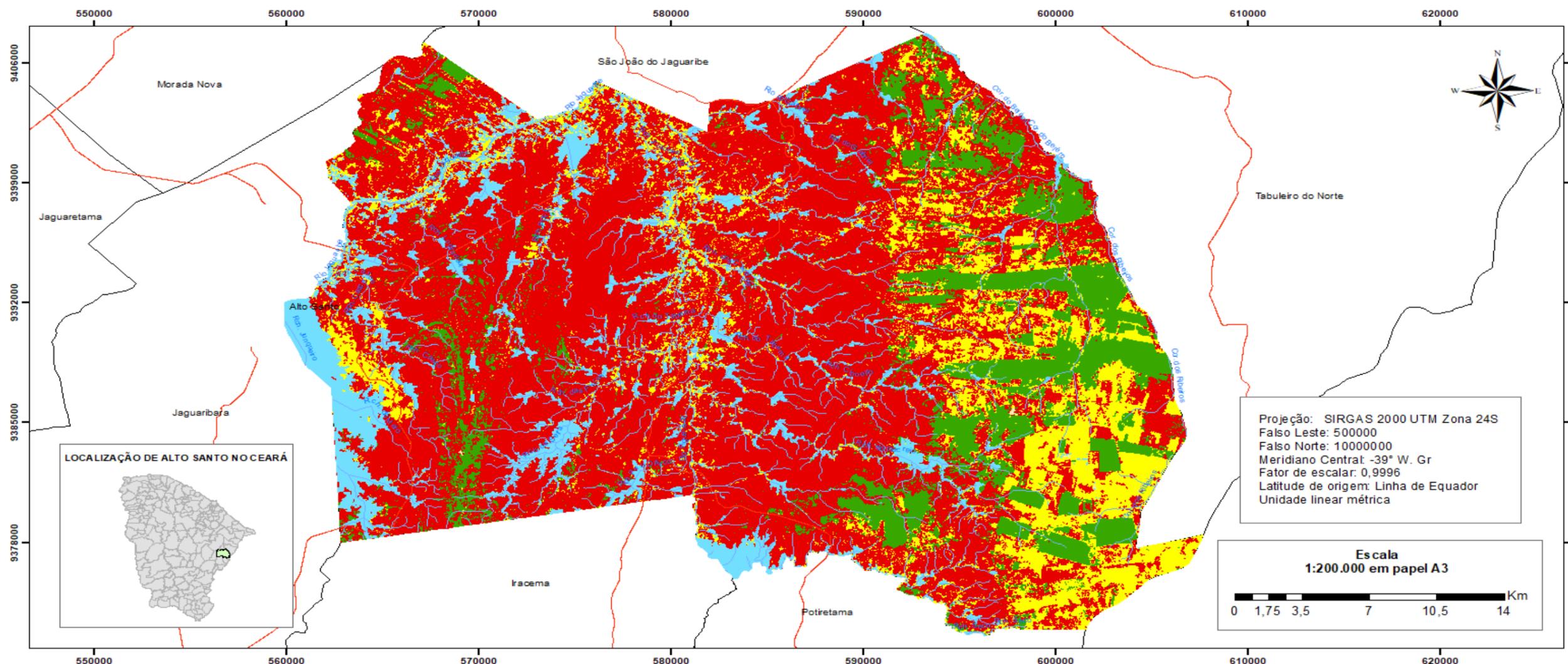
O mapeamento do uso do solo de Alto Santo – CE (Mapa 7) foi desenvolvido a partir da interpretação de imagem de satélite com composição de bandas 5, 4 e 3 que possibilitou a realização de uma classificação supervisionada. Esta, levou em consideração principalmente o grau de degradação da vegetação e as atividades desenvolvidas no município. Para a área de estudo foram definidas 4 classes:

- Caatinga em estágio degradacional leve a moderado associada a atividades agropecuárias e extrativistas: presente em parte da porção leste, próximo a algumas áreas de planícies fluviais e, principalmente na região da Chapada do Apodi. É marcada por uma vegetação com porte arbustivo-arbóreo mais aberta em consequência da exploração econômica do ambiente, podendo ou não apresentar áreas com pedregosidades. Ocupa cerca de 300 km², ou seja, 26% do município.
- Caatinga em estágio degradacional moderado a elevado associada a atividades agropecuárias e extrativistas: encontrada por todas as regiões de Alto Santo, em maior proporção nas porções da depressão sertaneja. Possui cobertura vegetal parcial a fortemente desconfigurada com grande

influência agropecuária. Ocorrência de solos rasos, pedregosidades e até pavimentos desérticos. Domina uma área de mais de 550 km², o que corresponde a aproximadamente 48% do território.

- Caatinga moderadamente conservada/em estado de pousio: corresponde às porções mais conservadas e estão localizadas na Chapada do Apodi, em parte dos tabuleiros interiores e numa pequena faixa do sudoeste do município. Tem como principal característica uma vegetação arbustivo-arbórea parcialmente conservada com características naturais remanescentes, associadas a solos mais profundos. São áreas, muitas vezes, em estado de pousio. Preenche uma área menos significativa (242 km² ou 21%) do perímetro em análise.
- Mata ciliar moderada a fortemente degradada associada a atividades agropecuárias, extrativistas e urbanas: compõem as áreas em torno dos corpos hídricos, sendo identificada em maior frequência na porção sudoeste e central do município. Tem uma vegetação que varia de médio a bastante desconfigurada devido à exploração ambiental, principalmente por englobar a região urbana de Alto Santo. Destaca-se por ser a classe menos representativa (22 km²), uma vez que está em sua maioria ligada a locais com corpos hídricos, os quais não são tão abundantes.

Mapa 7 – Uso do solo de Alto Santo – CE



Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Uso do solo - interpretação de imagem de satélite (2021).

Legenda

- Cursos d'água
- Corpos hídricos
- Rodovias
- Limites municipais

CLASSES DE USO DO SOLO		ÁREA (KM²)
	Caatinga em estágio degradacional leve a moderado associada a atividades agropecuárias e extrativistas	300,8
	Caatinga em estágio degradacional moderado a elevado associada a atividades agropecuárias e extrativistas	552,6
	Caatinga moderadamente conservada/em estado de pousio	242,1
	Mata ciliar moderada a fortemente degradada associada a atividades agropecuárias, extrativistas e urbana	22,1

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
 PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSA MELO DOS SANTOS
 ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
 2022

MAPA DE USO DO SOLO
ALTO SANTO - CE

Fonte: Elaborado pela autora.

5 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DE ALTO SANTO – CE

Neste capítulo estarão presentes as últimas informações pertencentes à fase de análise, as quais serão necessárias para a realização da delimitação dos sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE e para as demais etapas da pesquisa. O enfoque será em torno dos aspectos socioeconômicos com destaque nas temáticas a seguir: economia, população, educação, cultura, saúde e saneamento.

As caracterizações serão complementadas por meio de dados que estarão dispostos de maneira simplificada em gráficos e tabelas e por imagens que refletem as condições da região em estudo.

5.1 Economia e população

A economia é uma das principais variáveis que interfere incisivamente nas condições ambientais de um território. Ela reflete de que modo e em qual intensidade a sociedade está utilizando os recursos naturais (seja de forma direta ou indireta), permitindo avaliar em que grau o processo exploratório contribui na alteração do meio ambiente e, conseqüentemente, da qualidade de vida da população.

Em Alto Santo as atividades econômicas são atreladas à agropecuária, ao comércio, ao setor de serviços e à indústria. Acerca da agricultura, do extrativismo vegetal e da pecuária, a seção “4.4.2 Usos da terra” contém informações detalhadas sobre rendimento, quantidade produzida e número de cabeças. As tabelas 1, 2 e 3 trazem os valores da produção no ano de 2020 das culturas permanentes e temporárias mais relevantes, dos produtos extrativos e dos produtos de origem animal, respectivamente.

Tabela 1 - Valor da produção de culturas permanentes e temporárias de Alto Santo em 2020

	Culturas	Valor da produção (mil reais)
Culturas permanentes	Banana	2.504
	Coco-da-baía	130
	Limão	491
Culturas temporárias	Batata-doce	778
	Mandioca	453
	Melancia	163

Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

Tabela 2 - Valor da produção de produtos extrativos de Alto Santo em 2020

Produto extrativo	Valor da produção (mil reais)
Carvão vegetal	3
Lenha	88
Madeira em tora	48

Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

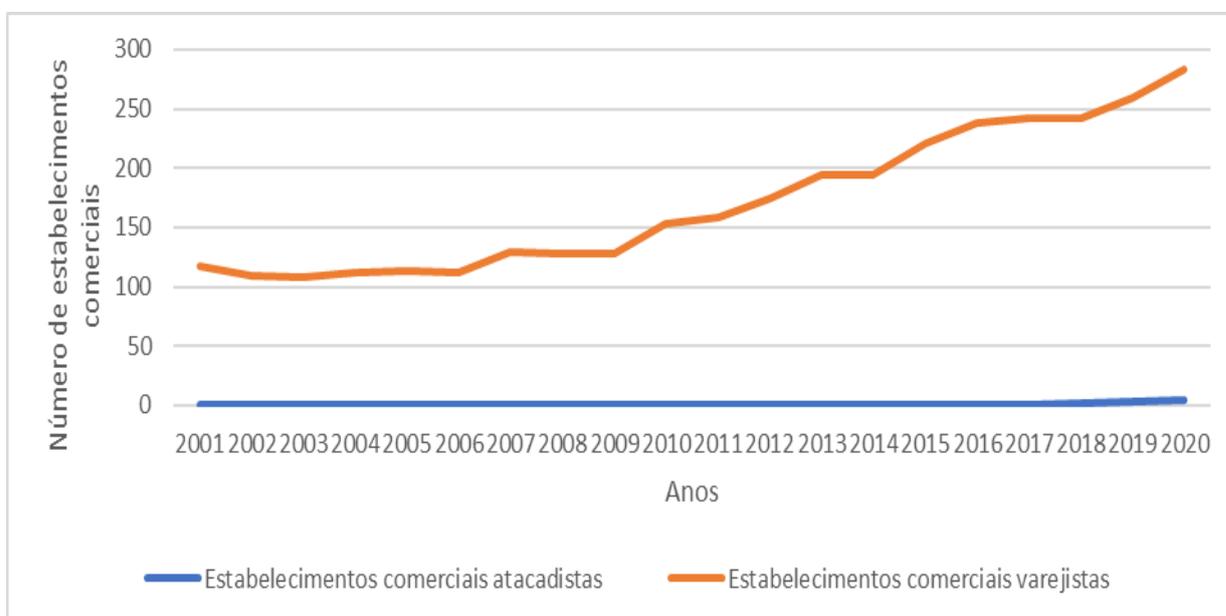
Tabela 3 - Valor da produção de produtos de origem animal de Alto Santo em 2020

Produto de origem animal	Valor da produção (mil reais)
Leite	38375
Ovos de galinha	495
Mel de abelha	1500

Fonte: Adaptado de SIDRA – IBGE.

O comércio em Alto Santo cresce a cada ano com a abertura constante de novos estabelecimentos, os quais concentram-se principalmente no perímetro urbano. Em 2001 foram registrados 119 estabelecimentos comerciais e alguns anos depois, em 2020, esse número mais do que duplicou, sendo listados 287 estabelecimentos comerciais. A predominância no município é de comércios varejistas como pode ser observado no gráfico 18. Enquanto o último dado catalogado para atacado foi de 4 estabelecimentos, o número de lojas de varejo no mesmo período era de 283.

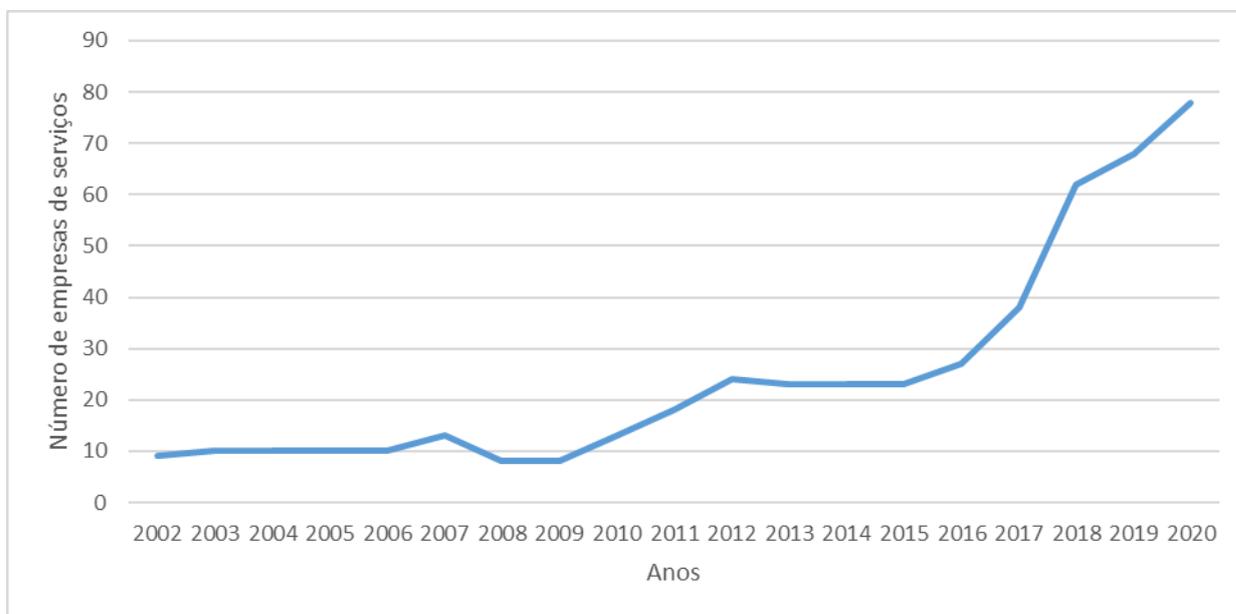
Gráfico 18 - Número de estabelecimentos comerciais atacadistas e varejistas de Alto Santo (2001-2020)



Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

O setor de serviços também apresentou um significativo crescimento na última década. O gráfico 19 mostra essa evolução ao longo do período de 2002 a 2020. O número de empresas de serviços foi de 9 para 78.

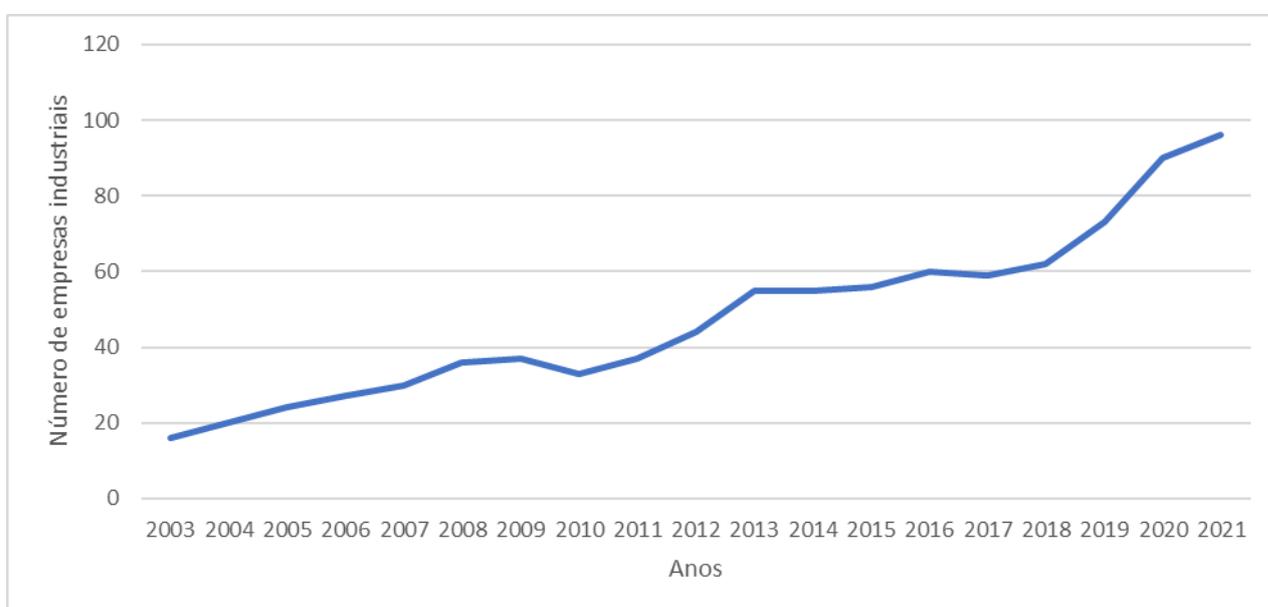
Gráfico 19 - Número de empresas de serviços de Alto Santo (2002-2020)



Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

Por fim, nota-se pelo gráfico 20 que o número de empresas industriais teve um bom aumento entre 2003 e 2021. A variação foi de 16 em 2003 para 96 em 2021. Somente no ano de 2010 houve uma diminuição, mas no ano seguinte o número já tinha subido novamente.

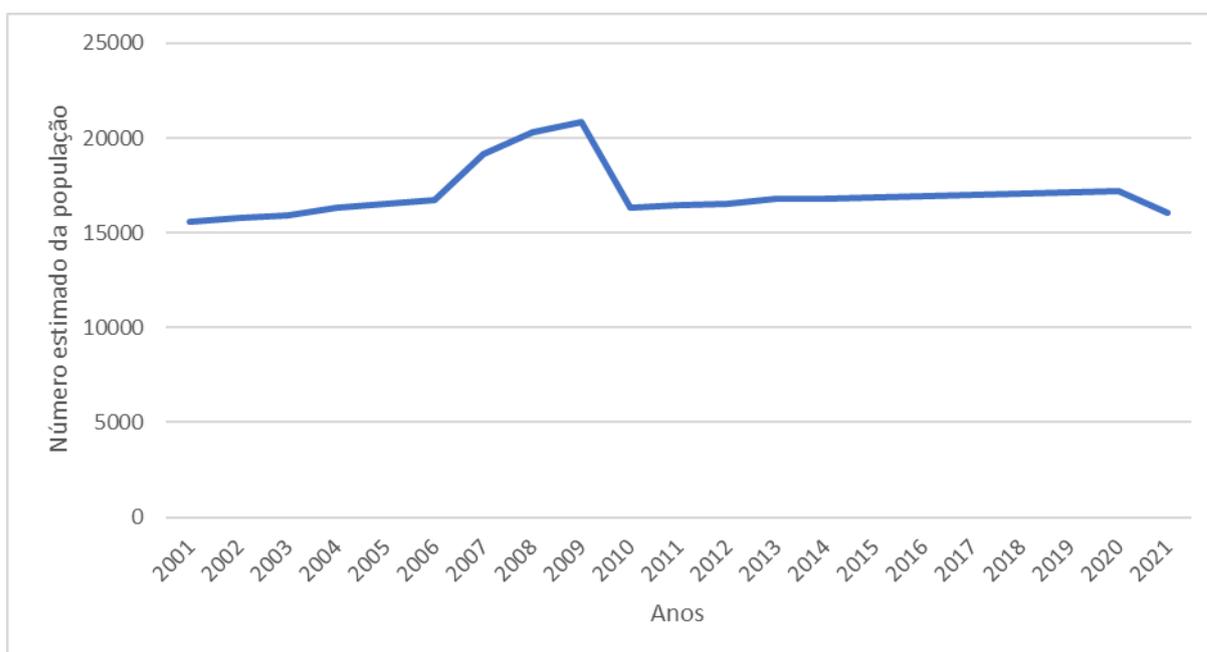
Gráfico 20 - Número de empresas industriais de Alto Santo (2003-2021)



Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

O número populacional de Alto Santo, segundo os dados estimativos do IBGE, sofreu algumas oscilações nos últimos anos (Gráfico 21). As mais importantes foram observadas nos anos de 2007 (com o aumento de 2.441 pessoas), 2010 (com uma queda de 21%) e 2021 (com uma redução de 17.196 para 16.077 pessoas). O último censo, o qual foi realizado no ano de 2010, registrou 16.359 pessoas no município e uma densidade demográfica de 12,22 hab/km².

Gráfico 21 - Número estimado da população de Alto Santo (2001-2021)



Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

Em relação à ocupação das zonas urbana e rural, a tabela 4 mostra que nos anos 70 a população localizava-se quase totalmente na zona rural (85%). Nas décadas seguintes o número de pessoas no meio urbano cresceu bastante, chegando em 2010 a quase se igualar com o número de pessoas do meio rural. Contudo, a predominância da população ainda se manteve no ambiente rural.

Tabela 4 - Número da população urbana e rural de Alto Santo

Ano	População	
	Urbano	Rural
1970	1767	10137
1980	3006	9944
1991	3919	9691
1996	4391	9041
2000	5447	9947

2007	7509	11645
2010	8041	8318

Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

A distribuição da população por sexo em Alto Santo, de acordo com os dados dos últimos censos, era bem equilibrada, com o número de homens um pouco acima do de mulheres como pode ser observado na tabela 5.

Tabela 5 - Número de homens e mulheres de Alto Santo

Ano	População total	Homens	Mulheres
1991	13.610	6.805	6.805
2000	15.394	7.705	7.689
2010	16.359	8.217	8.142

Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

5.2 Educação e cultura

A conscientização das populações acerca dos problemas ambientais tem como ponto de partida a educação. A garantia de um ensino de qualidade é essencial ao ponto de ser considerada um objetivo fundamental para o alcance do desenvolvimento sustentável.

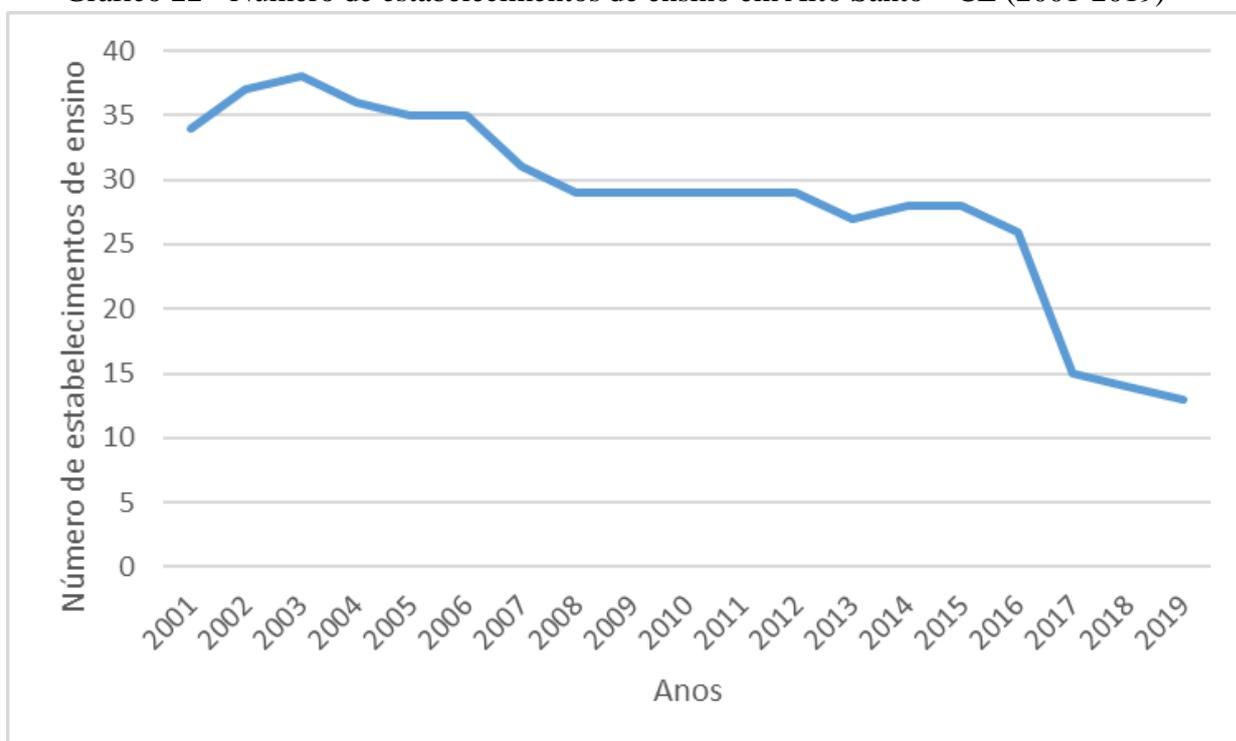
A incorporação da seguridade de uma educação inclusiva e equitativa de qualidade nos ODS se faz oportuna diante de um cenário onde cerca de 258 milhões de crianças, adolescentes e jovens estão fora das escolas (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2020). A falta de acesso à educação é frequentemente associada à pobreza, todavia observa-se que a questão econômica não se encontra isolada. Aspectos como gênero, sexualidade, deficiência, etnia, cultura e política também influenciam decisivamente na exclusão educacional.

Segundo informações do relatório da Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2021) sobre a política de educação brasileira, observou-se um crescimento em matrículas e nível de escolaridade que está em progresso desde o ano 2000, sendo as matrículas na educação infantil e superior as que mais apresentaram expansão nos últimos anos. No entanto, esse documento também pontua que o país enfrenta dificuldades multidimensionais de equidade e que a correção das adversidades relacionadas aos fatores socioeconômicos, geográficos e raciais são fundamentais para a garantia de uma educação equalitária.

Na região semiárida brasileira o acesso à educação sempre esteve cercado por restrições. O conhecimento do seu povo foi e, atualmente em menor escala, continua sendo desvalorizado, sendo a população rural a mais afetada por ser vista como atrasada e incapaz. Esse processo gerou um número significativo de analfabetos e escolas de baixa qualidade que propagam um ensino formal e descontextualizado, onde os jovens são estimulados a migrarem da zona rural e a negarem a possibilidade de convivência com o semiárido.

Em Alto Santo, o número de estabelecimentos de ensino reduziu significativamente nas duas últimas décadas como pode ser observado no gráfico 22. Dentre o período avaliado, o ápice ocorreu em 2003 quando existia 38 escolas. O dado mais recente refere-se ao ano de 2019, onde foram listadas apenas 13 instituições.

Gráfico 22 - Número de estabelecimentos de ensino em Alto Santo – CE (2001-2019)



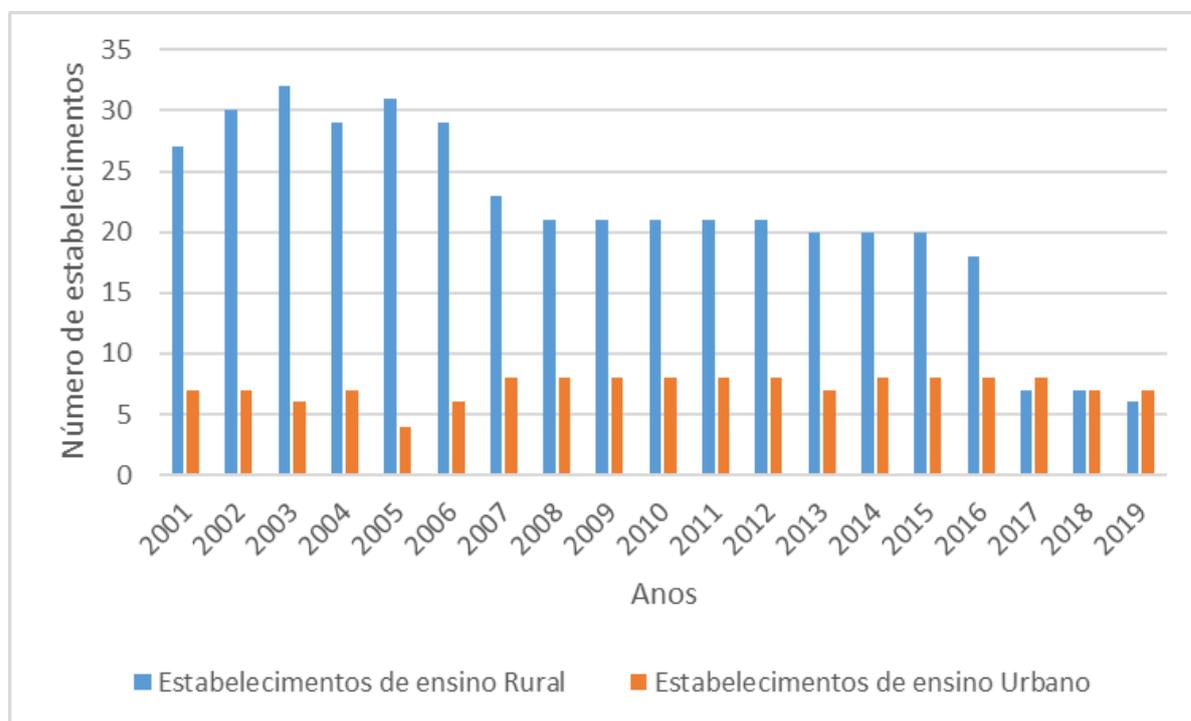
Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

O território do município em questão é predominantemente de caráter rural, o que poderia explicar a antiga concentração das escolas nessa zona. Todavia, a partir de 2017 com o grande fechamento de instituições de ensino, a quantidade de estabelecimentos da zona rural equiparou-se a da zona urbana (Gráfico 23).

Em relação à classificação dos estabelecimentos de ensino (Gráfico 24), nota-se que não há redes de domínio federal. Entre 2001 e 2019, o número de escolas estaduais não ultrapassou duas, sendo atualmente apenas uma operante. A maior parte das escolas são pertencentes à rede municipal, com 11 instituições em funcionamento no ano de 2019. Quanto

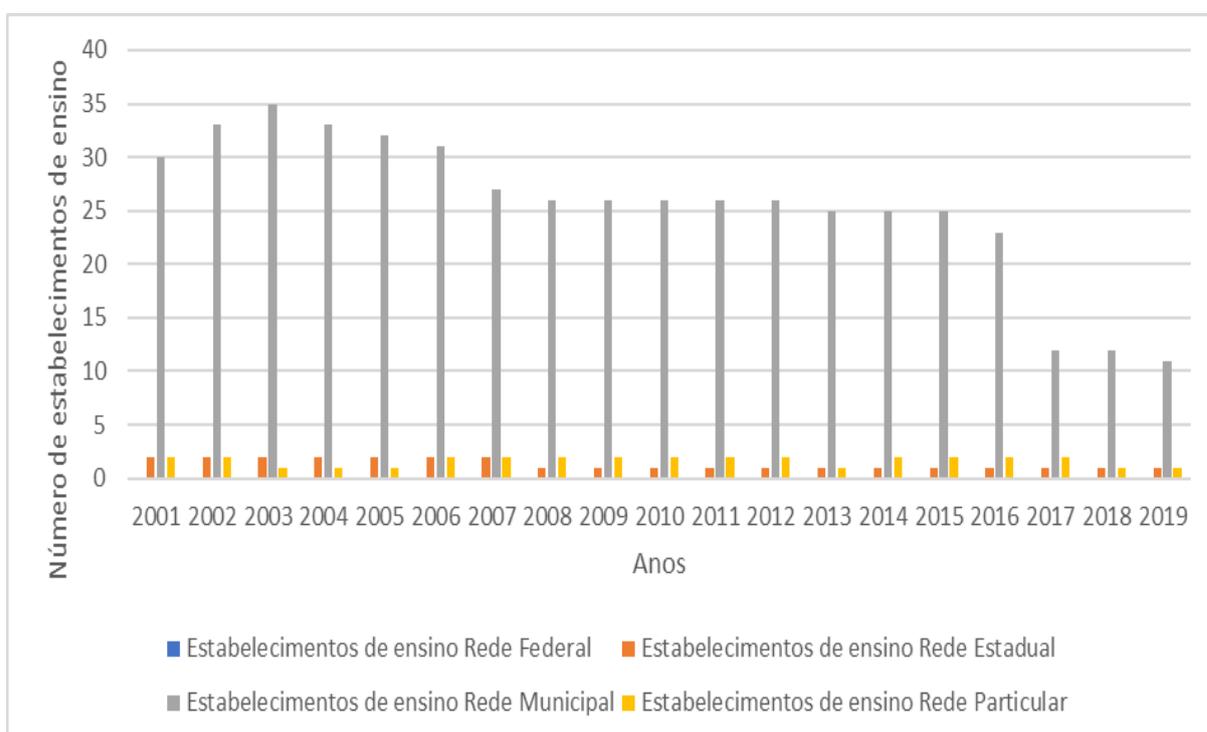
ao ensino privado, foram registradas somente 2 escolas no período em análise, das quais apenas uma permaneceu em funcionamento.

Gráfico 23 - Relação dos estabelecimentos de ensino Rural e Urbano de Alto Santo – CE (2001-2019)



Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

Gráfico 24 - Classificação dos estabelecimentos de ensino de Alto Santo – CE (2001-2019)



Fonte: Adaptado de IPECEDATA.

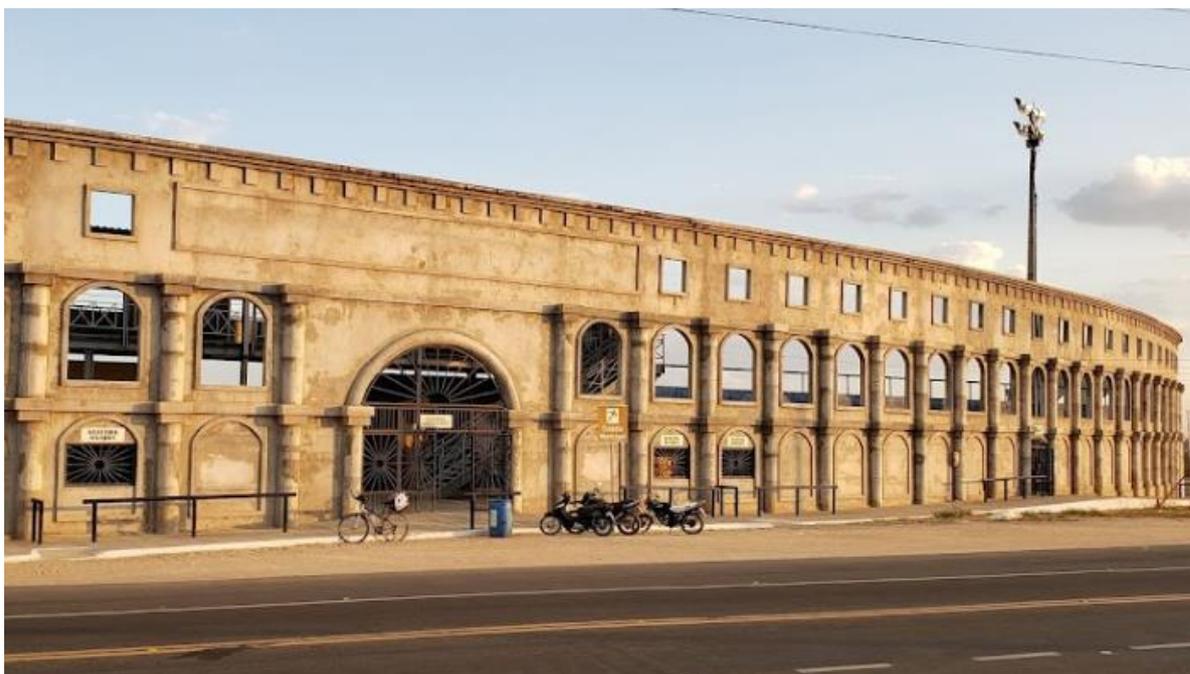
O ensino superior no município dispõe de apenas uma instituição privada (Faculdade Regional Jaguaribana - FRJ) que oferece cursos técnicos, de graduação e pós-graduação focados na área de saúde e educação.

Além das inúmeras dificuldades de acesso à educação já presentes na vida da população do semiárido, a pandemia de COVID-19 distanciou ainda mais essas pessoas do ensino. A indisponibilidade de instrumentos para aulas à distância e a falta de preparo para lidar com essa situação atípica paralisou ou restringiu o ensino dos cidadãos altosantenses.

Nesse cenário particular que é o semiárido, a simples criação de novas escolas é incapaz de atender a todas necessidades da sociedade. É preciso desenvolver uma educação contextualizada, a qual é marcada pelo respeito aos saberes locais, pelo ensino-aprendizagem, pelo estímulo à convivência com o semiárido e pela contemplação da educação ambiental.

Infelizmente, em virtude das condições históricas e socioeconômicas do município, a cultura não é prioridade nos investimentos locais. Apesar da afirmação anterior parecer errônea devido à grande quantia (R\$ 1,3 milhão) disponibilizada para a criação do Estádio Municipal Arena Coliseu (Figura 15), este foi um evento isolado, onde o valor empregado poderia ter sido melhor gerenciado e o excedente distribuído em outras áreas para a criação de bibliotecas, museus e praças.

Figura 15 - Estádio Municipal Arena Coliseu



Fonte: Arquivo pessoal.

Essa obra de grande dimensão foi inaugurada em 2015 após 6 anos do início de sua construção. O estádio possui uma capacidade de 5 mil pessoas e atendia ao time Alto

Santo Esporte Clube, que teve sua atuação suspensa nas competições da Federação Cearense de Futebol no ano seguinte. Esse fato ressalta ainda mais a dispensabilidade dos enormes gastos com esse projeto que hoje não atende sua função original (local para atividades esportivas) e serve basicamente de ponto turístico da cidade.

Outro aspecto cultural é a religiosidade, expressa pela Paróquia Menino Deus, localizada na Praça homônima. Esta, é ponto de encontro da população por ter quiosques que oferecem uma variedade gastronômica e por ser o local onde costumam acontecer os eventos da cidade como shows e apresentações culturais. Há também a Capela do Monte das Graças, que além de destino religioso é considerada um ponto turístico por ser um mirante do qual se pode ter uma bela vista da cidade. Acredita-se que o pórtico de entrada de Alto Santo (Figura 16) projetado por Ricardo Muratori tenha inspirações na auréola dourada em torno do padroeiro local (Menino Deus) (PREFEITURA DE ALTO SANTO, s.d.).

Figura 16 - Pórtico de entrada de Alto Santo – CE



Fonte: Jornal Diário do Nordeste.

A cidade apresenta ainda outro ponto de socialização da população, a Praça dos Alípios. Esta, possui um pequeno parque para crianças e atrai adultos no período noturno por ter locais para venda de comidas, petiscos e bebidas.

Em Alto Santo há também uma Biblioteca Pública Municipal que se encontra temporariamente fechada, fato esse que contribui ainda mais com a carência de espaços culturais ativos.

5.3 Saúde e saneamento

O fornecimento de um bom serviço de saúde e saneamento básico são fundamentais para uma qualidade de vida adequada. Assim como a educação, esses aspectos também fazem parte dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, suas análises se fazem imprescindíveis no processo de elaboração de um zoneamento ambiental.

Em Alto Santo, os serviços de saúde concentram-se dentro dos limites urbanos e são predominantemente públicos. Na tabela 6 pode-se observar a variação do número de unidades de saúde ligadas ao SUS (Sistema Único de Saúde) no período de 2001 a 2020 e a distinção destas entre públicas e privadas. É possível inferir uma certa melhora nesse setor com o aumento significativo de unidades de saúde a partir de 2018, todavia o cenário de precariedade de serviços especializados e avançados tecnologicamente ainda se encontra presente. Até o ano de 2020, existiam 6 unidades básicas de saúde e 1 hospital geral. Os casos de doenças mais complexas são passados para municípios próximos mais capacitados ou para a capital do estado. Na região não foram observados hospitais especializados, unidades de pronto atendimento nem unidades de vigilância sanitária.

Tabela 6 - Dados sobre unidades de saúde ligadas ao SUS

Ano	Unidades de saúde ligadas ao SUS	Unidades públicas	Unidades privadas
2001	9	6	3
2002	9	6	3
2003	10	7	3
2004	5	5	s.d.
2005	5	5	s.d.
2006	5	5	s.d.
2007	7	7	s.d.
2008	16	7	1
2009	20	9	1
2010	22	10	1
2011	22	10	1
2012	22	10	1

2013	20	9	1
2014	20	9	1
2015	20	10	s.d.
2016	20	10	s.d.
2017	20	s.d.	s.d.
2018	58	29	s.d.
2019	58	29	s.d.
2020	56	28	s.d.

*s.d.: sem dado.

Fonte: Adaptado de Secretaria de Saúde (SESA), disponível pelo IPECEDATA.

Com relação aos indicadores de saúde (tabela 7), verifica-se que não há uma discrepância significativa entre os dados do município e o do estado. Contudo, cabe salientar que isso não significa qualidade nas questões relativas à saúde, uma vez que a média estadual conta com um grande número de municípios que também apresentam baixa capacidade e aptidão nos atendimentos na área de saúde. As unidades de saúde e os leitos ligados ao SUS por mil habitantes em Alto Santo são de aproximadamente 1 e 2, respectivamente. Já o número de médicos, enfermeiros e dentistas por mil habitantes foram 0,93; 1,05 e 0,41. Observa-se também que a taxa de mortalidade infantil por mil habitantes foi bastante elevada no ano de 2020, com valor superior à média estadual.

Tabela 7 - Principais indicadores de saúde de Alto Santo – CE no ano de 2020

Indicadores	Alto Santo	Ceará
Unidades de saúde/1.000 hab.	1,63	0,46
Leitos ligados ao SUS/1.000 hab.	2,27	1,86
Médicos/1.000 hab.	0,93	1,65
Enfermeiros/1.000 hab.	1,05	1,27
Dentistas/1.000 hab.	0,41	0,36
Nascidos vivos	147	121.418
Óbitos	110	71.000
Taxa de mortalidade infantil de menores de 1 ano de idade/1.000 hab.	13,61	11,6

Fonte: Adaptado de Secretaria de Saúde (SESA), disponível pelo IPECEDATA (2020).

A saúde nos últimos dois anos (2020-2021) tornou-se um assunto de extrema relevância mundialmente em consequência da pandemia do coronavírus. O período de alto

contágio e de desconhecimento da doença levou milhões de pessoas à óbito e superlotou hospitais. Durante esse estágio inicial, as condições sanitárias foram insuficientes para muitas pessoas, em especial para as mais susceptíveis economicamente.

Em Alto Santo, até o dia 08 de março de 2022, foram confirmados 2.461 casos de infecção pelo vírus da COVID-19 e desses, 41 pessoas vieram à óbito (PREFEITURA DE ALTO SANTO, 2022). Com o início da vacinação em massa da população, os índices de contaminação, as internações e o número de mortes reduziram bastante. A Prefeitura continua realizando campanhas de conscientização, principalmente por meio das redes sociais, para informar e convocar todos a imunizarem-se.

De maneira geral, os municípios mais distantes da capital costumam ter uma qualidade menor em relação ao saneamento. A dificuldade de acesso à água, principalmente no cenário de escassez hídrica do semiárido é um dos principais fatores da redução da qualidade de vida desses locais. Soma-se a isso a falta de esgotamento sanitário e tratamento do lixo.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) para 2020, o abastecimento de água em Alto Santo é realizado pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e pela Prefeitura Municipal de Alto Santo (PMAS). Os 4.319 domicílios listados são abastecidos por rede pública, poços e nascentes ou outras formas. A tabela 8 mostra essa distribuição por tipologias e zonas. A maior parte é realizada pela rede pública (60%), seguida das outras formas (24%). O abastecimento pela rede pública é bem parecido entre zona urbana e rural, enquanto o por poços ou nascentes e outros é predominante no meio rural.

Tabela 8 - Abastecimento de água em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)

Tipo de abastecimento	Número de domicílios	Urbano	Rural
Rede pública	2.609	1.165	1.444
Poço/nascente	664	12	652
Outros	1.046	62	984

Fonte: Adaptado de Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB).

As informações disponibilizadas pelo Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) apontam que a água consumida é filtrada, fervida ou clorada, além de ter registros de consumo de água sem tratamento. Ao observar a tabela 9 pode-se perceber que na zona urbana o consumo é predominantemente de água filtrada. Já no meio rural, a maioria dos domicílios consomem água filtrada (53%) e clorada (42%). Todavia, ressalta-se que é nesse

ambiente rural, onde o acesso a água ainda não é garantido a todos, que há o maior consumo de água sem tratamento e, conseqüentemente, maior propensão a doenças.

Tabela 9 - Tipos de tratamento de água em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)

Tipo de tratamento	Número de domicílios	Urbano	Rural
Água filtrada	2.858	1.214	1.644
Água fervida	13	0	13
Água clorada	1.304	9	1.295
Sem tratamento	144	16	128

Fonte: Adaptado de Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB).

Em relação ao esgotamento sanitário, este é feito por meio de esgotos, fossas sépticas e céu aberto. Desses, a fossa séptica é a que está presente na maioria dos domicílios urbanos e rurais. Infelizmente, o despejo a céu aberto ainda é uma realidade bem presente no município, principalmente na zona rural (27% do esgotamento). A falta de estações apropriadas de tratamento faz com que esses rejeitos cheguem aos corpos hídricos sem nenhum procedimento de descontaminação prévio, o que resulta na degradação desses ambientes aquáticos. Os dados acerca do assunto estão dispostos detalhadamente na tabela 10.

Tabela 10 - Tipos de esgotamento sanitário em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)

Tipo de esgotamento sanitário	Número de domicílios	Urbano	Rural
Esgoto	174	3	171
Fossa séptica	3.295	1.213	2.082
Céu aberto	850	23	827

Fonte: Adaptado de Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB).

A destinação do lixo, por sua vez, é dividida em: coletado, queimado/enterrado e céu aberto. O principal problema é que, apesar de uma boa parte ser coletada, os números de domicílios que queimam/enterram ou deixam a céu aberto são muito elevados. Isso ocorre, como pode ser visto na tabela 11, em maior escala na zona rural. A poluição ocasionada pela destinação inadequada dos resíduos sólidos é uma das principais causas dos problemas ambientais evidenciados em Alto Santo. As conseqüências podem variar de degradação da qualidade do solo, das águas superficiais e subterrâneas e do ar até o desencadeamento de doenças como a dengue.

Tabela 11- Tipos de destinação do lixo em Alto Santo – CE (Dezembro de 2015)

Destinação do lixo	Número de domicílios	Urbano	Rural
Coletado	2.028	1.174	854
Queimado/enterrado	1.205	6	1.199
Céu aberto	1.086	59	1.027

Fonte: Adaptado de Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB).

6 UNIDADES SISTÊMICAS DE ALTO SANTO – CE

Para identificar e descrever os sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE foi necessário realizar uma análise integrada das características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas. Além disso, os aspectos levantados em campo foram essenciais para a constatação dos impactos das atividades econômicas e exploratórias da região, possibilitando estabelecer os níveis de estabilidade e de degradação de cada unidade mapeada.

A delimitação das unidades sistêmicas com base na diferenciação de regiões homogêneas teve como resultado 4 sistemas ambientais e 5 subsistemas ambientais, os quais podem ser observados no quadro 2 e no mapa 8.

A fim de reunir e simplificar as informações acerca desses sistemas e subsistemas ambientais foram elaborados quadros sínteses (Quadros 3, 4, 5, 6 e 7) que apresentam dados sobre: características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas; impactos ambientais configurados; nível de estabilidade; nível de degradação; limitações; potencialidades; cenários tendenciais e cenários desejáveis.

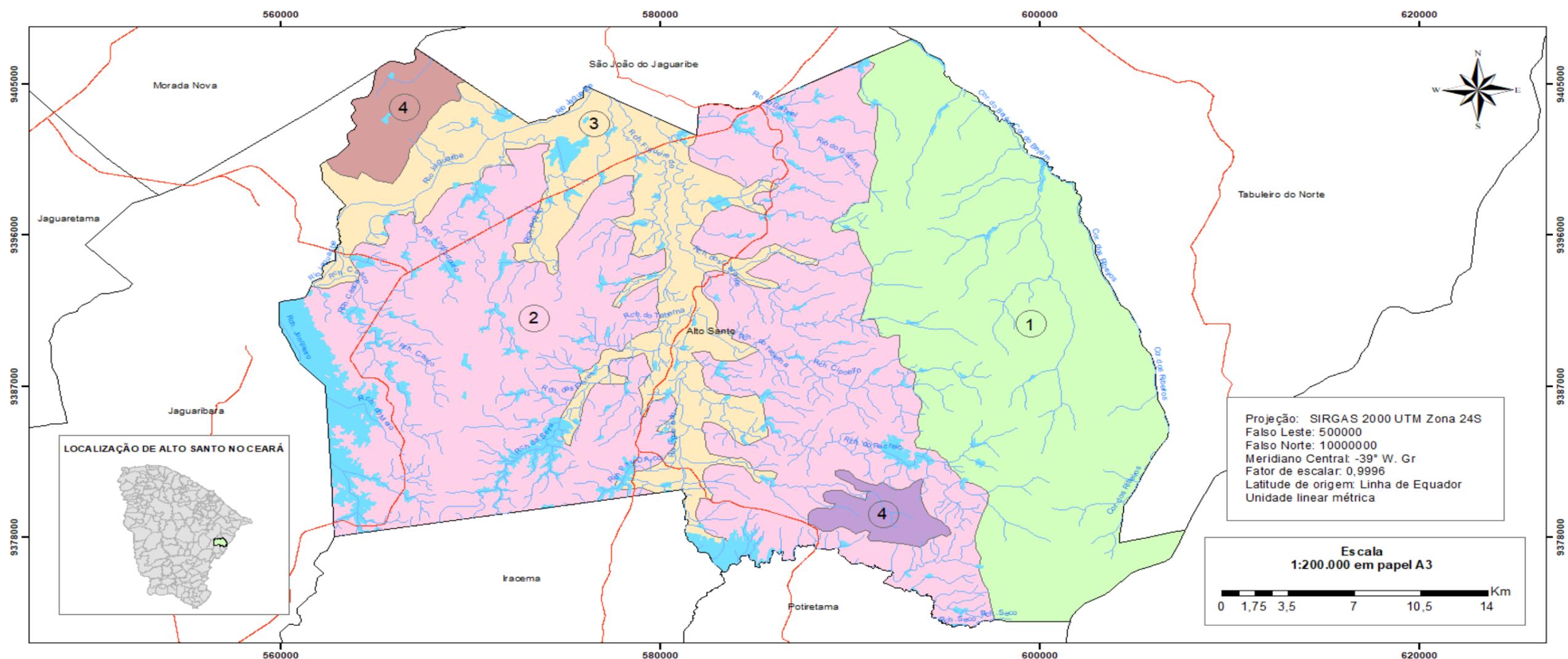
O conhecimento dos sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE pode servir de subsídio à criação de políticas públicas, ao planejamento ambiental, ao estabelecimento de áreas de proteção, entre outras ferramentas de gestão do território. No caso desta pesquisa, ele servirá como aporte para a proposição de um zoneamento ambiental e posterior recuperação de áreas degradadas.

Quadro 2 - Sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE

Sistemas Ambientais	Subsistemas Ambientais
Chapada do Apodi	Planaltos Sedimentares da Formação Açu
Depressão Sertaneja	Sertões de Alto Santo
Planície Fluvial	Planícies Fluviais do Médio Curso do Rio Jaguaribe
Tabuleiro Interior	Tabuleiros Interiores de Bom Jesus
	Tabuleiros Interiores de Belas Águas

Fonte: Organizado pela autora.

Mapa 8 – Sistemas e subsistemas ambientais de Alto Santo – CE



Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Sistemas e subsistemas ambientais - interpretação de imagem de satélite e levantamento em campo (2021).

SISTEMAS AMBIENTAIS		SUBSISTEMAS AMBIENTAIS		ÁREA (KM ²)
Chapada do Apodi	①	Planaltos Sedimentares da Formação Açú		340
Depressão Sertaneja	②	Sertões de Alto Santo		576
Planície Fluvial	③	Planícies Fluviais do Médio Curso do Rio Jaguaribe		184
Tabuleiro Interior	④	Tabuleiros Interiores de Belas Águas		18
		Tabuleiros Interiores de Bom Jesus		29

Legenda

- Cursos d'água
- Corpos hídricos
- Rodovias
- Limites municipais

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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
 PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSA MELO DOS SANTOS
 ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
 2022

**MAPA DE SISTEMAS E
 SUBSISTEMAS AMBIENTAIS
 ALTO SANTO - CE**

Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 3 - Descrição do Subsistema Ambiental – Planaltos Sedimentares da Formação Açú

Sistema Ambiental - Chapada do Apodi				
Subsistema Ambiental - Planaltos Sedimentares da Formação Açú				
Características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas	Impactos ambientais configurados	Nível de estabilidade	Limitações	Cenários tendenciais
<p>Representado geomorfologicamente pela feição de planalto, exhibe rebordos erosivos com 50 a 100 metros de desnivelamento. É composto pelos arenitos, siltitos e folhelhos da Formação Açú. Ocorrência de dois tipos climáticos: As e o BSh de Köppen. Temperaturas elevadas e concentração de chuvas em apenas 4 meses (nos primeiros meses do ano). Estão presentes na região os Argissolos Vermelho Amarelos, os Neossolos Quartzarênicos e os Vertissolos, os quais são bastante utilizados para a atividade agrícola. A vegetação é composta predominantemente pela Floresta Caducifólia Espinhosa (Caatinga Arbórea), mas há presença também da Caatinga Arbustiva Aberta e da Caatinga Arbustiva Densa. O uso do solo na região é destinado à agricultura irrigada de culturas temporárias e permanentes, à pecuária extensiva e à extração vegetal de madeira em tora, lenha e carvão vegetal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Início de processos degradacionais. • Desconfiguração da vegetação em virtude das atividades agropecuárias. 	<p>Ambiente com tendência natural à estabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dificuldades de acesso à água. • Falta de ordenamento nos usos do solo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanecendo-se as condições ambientais atuais de seca e aumentando-se a atividade de agricultura com irrigação é possível que ocorra processos de salinização do solo. • Exploração demasiada da terra, podendo gerar problemas como perda da capacidade de suporte.
		Nível de degradação	Potencialidades	Cenários desejáveis
		<p>Grau de degradação baixo a moderado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Possui condições ambientais favoráveis à exploração econômica controlada. • A vegetação mais conservada é propícia à criação de áreas destinadas à proteção e preservação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle do uso da técnica de irrigação. • Organização do uso e ocupação do solo. • Estabelecimento de áreas protegidas. • Implementação de políticas públicas que facilitem o acesso à água, estabeleçam o tratamento dos esgotos e destinem corretamente os resíduos sólidos.

Fonte: Organizado pela autora.

Quadro 4 - Descrição do Subsistema Ambiental – Sertões de Alto Santo

Sistema Ambiental - Depressão Sertaneja				
Subsistema Ambiental - Sertões de Alto Santo				
Características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas	Impactos ambientais configurados	Nível de estabilidade	Limitações	Cenários tendenciais
<p>Subsistema predominante no município, é marcado por uma grande diversidade de litotipos, sendo os mais encontrados os ortognaisses migmatizados, os paragnaisses, os anfibolitos e os augenortognaisses graníticos. É constituído de relevos planos, por vezes entrecortados por suaves ondulações, e que apresentam a ocorrência de ravinas e voçorocas. O clima é tropical, megatérmico e com precipitação inferior a 800 mm. Têm como principal tipo de solo os Neossolos Litólicos, os quais são rasos e pedregosos. Exibe uma grande quantidade de pavimentos desérticos. A vegetação associada a esse ambiente é a Caatinga Arbustiva Aberta. É nesse local que se encontram os sítios urbanos de Alto Santo, assim como é lá onde são desenvolvidas atividades econômicas ligadas ao comércio, serviço e indústria. A terra é utilizada para a pecuária extensiva (com pastagens naturais), para lavouras permanentes e temporárias e para extração vegetal de lenha e madeira em tora.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de áreas degradadas. • Solo e substrato expostos. • Descaracterização da cobertura vegetal primária. • Exploração da terra acima da capacidade de suporte. • Escassez hídrica. 	<p>Ambiente de transição com tendência à instabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solos rasos e pedregosos. • Degradação dos recursos naturais. • Escassez hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanecendo-se as condições de uso da terra e de escassez hídrica, verifica-se a tendência de intensificação dos processos erosivos bem como da degradação que pode culminar na desertificação do ambiente. • Inviabilidade do uso da terra para atividades agropastoris. • Possível aumento da descaracterização da vegetação local.
		Nível de degradação	Potencialidades	Cenários desejáveis
		<p>Elevado grau de degradação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Área com capacidade de recuperação ambiental. • Passível de exploração agropecuária desde que associada ao uso controlado e à aplicação de técnicas de recuperação de áreas degradadas. • Expansão urbana ordenada nas áreas onde não é necessário a retirada da vegetação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso disciplinado do solo. • Aplicação de técnicas de recuperação de áreas degradadas. • Implementação de políticas públicas que facilitem o acesso à água, estabeleçam o tratamento dos esgotos e destinem corretamente os resíduos sólidos.

Fonte: Organizado pela autora.

Quadro 5 - Descrição do Subsistema Ambiental – Planícies Fluviais do Médio Curso do Rio Jaguaribe

Sistema Ambiental - Planície Fluvial				
Subsistema Ambiental - Planícies Fluviais do Médio Curso do Rio Jaguaribe				
Características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas	Impactos ambientais configurados	Nível de estabilidade	Limitações	Cenários tendenciais
<p>Constituído por sedimentos inconsolidados do Quaternário, é um ambiente com gênese baseada em fatores como a deposição fluvial, a competência energética e o regime hidrológico da bacia na qual se insere. Está sujeito a inundações periódicas. É encontrado nos terraços e leitos dos rios da região, com larguras bastante significativas. Exibe condições climáticas de baixa pluviosidade e de temperaturas elevadas, com evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual. O solo presente é o Neossolo Flúvico associado à Mata Ciliar com Carnaúba e à Caatinga Arbustiva Aberta. A terra é explorada principalmente pelas atividades de agricultura e extração vegetal da cera da carnaúba.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação da cobertura vegetal, ocasionada pela agricultura de culturas de vazante. • Cultivos em área de preservação permanente. • Exploração ambiental superior à carga de suporte. 	<p>Ambiente de transição com tendência à instabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Região com áreas protegidas e que, muitas vezes, não podem ser exploradas. • Associada a rios de maioria intermitente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Caso não haja nenhuma mudança no cenário econômico da região ou na consciência ambiental da população, a tendência é o aumento da exploração ambiental e consequente aceleração dos processos de degradação. • Aumento do desmatamento das matas ciliares, configurando a perda de áreas de preservação permanente. • É provável a ocorrência de assoreamento dos corpos hídricos, além da diminuição da carga hídrica. • Conflitos pelo uso da água.
		Nível de degradação	Potencialidades	Cenários desejáveis
		<p>Grau de degradação moderado a elevado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Área com potencial para exploração de atividades agrícolas e extrativistas de maneira controlada. • Local apto à criação de áreas protegidas. • Desenvolvimento de atividades educativas e recreativas voltadas ao meio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da proteção das matas ciliares. • Controle da exploração ambiental. • Melhoria na gestão dos recursos hídricos. • Implementação de políticas públicas que facilitem o acesso à água, estabeleçam o tratamento dos esgotos e destinem corretamente os resíduos sólidos.

Fonte: Organizado pela autora.

Quadro 6 - Descrição do Subsistema Ambiental – Tabuleiros Interiores de Belas Águas

Sistema Ambiental - Tabuleiro Interior				
Subsistema Ambiental - Tabuleiros Interiores de Belas Águas				
Características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas	Impactos ambientais configurados	Nível de estabilidade	Limitações	Cenários tendenciais
<p>Formado por arenitos, siltitos e folhelhos da Formação Açu, exhibe relevo tabuliforme e aplanado com cotas que atingem cerca de 190 m.</p> <p>Apresenta um clima quente, com chuvas escassas e altas taxas de evapotranspiração. Tem como solo os Argissolos Vermelho Amarelos Distróficos, que podem ser bem aproveitados para atividades agrícolas a partir da correção de acidez e adubação. A vegetação configurada é a Caatinga Arbustiva Aberta, a qual encontra-se em algumas áreas descaracterizada pelo cultivo de caju. Os principais usos da terra são o cultivo de culturas permanentes (caju), a pecuária extensiva e a destinação de áreas para pastagens naturais.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Degradação da vegetação, devido à retirada para o plantio de caju. • Exploração acima da capacidade de suporte da terra. 	<p>Ambiente de transição com tendência natural à estabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abrange uma porção pequena do município. • Falta de políticas públicas destinadas à conservação. • Escassez hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possíveis problemas com salinização devido à prática de irrigação das culturas. • Perda de produtividade e aumento da demanda por recursos hídricos, se permanecer as condições de seca.
		Nível de degradação	Potencialidades	Cenários desejáveis
		<p>Baixo grau de degradação</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Passível de exploração agropecuária desde que associada ao uso controlado e à aplicação de técnicas de recuperação de áreas degradadas. • Apresenta porções com vegetação original em bom estado, que podem ser destinadas à proteção. 	<ul style="list-style-type: none"> • Controle e ordenamento dos usos do solo. • Manutenção da vegetação originária. • Implementação de políticas públicas que facilitem o acesso à água, estabeleçam o tratamento dos esgotos e destinem corretamente os resíduos sólidos.

Fonte: Organizado pela autora.

Quadro 7 - Descrição do Subsistema Ambiental – Tabuleiros Interiores de Bom Jesus

Sistema Ambiental - Tabuleiro Interior				
Subsistema Ambiental - Tabuleiros Interiores de Bom Jesus				
Características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas	Impactos ambientais configurados	Nível de estabilidade	Limitações	Cenários tendenciais
<p>Com cotas altimétricas de até 120 m, configura-se por ter uma superfície geomorfológica tabular e aplanada. Possui uma litologia composta por conglomerados e arenitos da Formação Faceira. O clima predominante é o As de Köppen, onde a pluviosidade varia entre 380 e 760 mm e a temperatura média é superior a 26 °C. Os solos da região têm uma profundidade mediana e são bem drenados (Argissolos Vermelho Amarelos), possibilitando o uso agrícola. Apresenta como vegetação a Caatinga Arbustiva Aberta e a Caatinga Arbustiva Densa, desconfiguradas em parte pelos cultivos de cajueiros. A ocupação do solo é dada pelos cultivos temporários e permanentes (com destaque para os plantios de cajueiros que predominam na região) e pela pecuária extensiva de bovinos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da área coberta pela Caatinga Arbustiva Densa. • Desconfiguração da vegetação, com retirada da cobertura original para possibilitar o cultivo de caju. 	<p>Ambiente de transição com tendência natural à estabilidade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Abrange uma porção pequena do município. • Escassez hídrica. • Apresenta áreas com estágios avançados de degradação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permanecendo-se o cenário de seca, o cultivo da terra se tornará inviável. • Exploração dos recursos ambientais superior à carga de suporte. • Possível aumento de áreas degradadas. • Conflitos pelo uso da água para consumo e para a agricultura. • Problemas como a salinização podem ocorrer em virtude da irrigação das culturas.
		Nível de degradação	Potencialidades	Cenários desejáveis
		<p>Apresenta elevada degradação na maioria do território, mas há presença de áreas mais conservadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Área com potencial agrícola, desde que respeitados os limites ambientais. • Apresenta porções degradadas que ainda são passíveis de recuperação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso ordenado do solo. • Aplicação de técnicas de recuperação de áreas degradadas. • Implementação de políticas públicas que facilitem o acesso à água, estabeleçam o tratamento dos esgotos e destinem corretamente os resíduos sólidos.

Fonte: Organizado pela autora.

7 PROPOSIÇÕES PARA O ORDENAMENTO TERRITORIAL: ZONEAMENTO DE ALTO SANTO – CE

No contexto do semiárido, em especial nas áreas susceptíveis à desertificação, o ordenamento territorial é um instrumento de suma importância. Nessas regiões onde as variáveis naturais já dificultam a produtividade das terras e onde o desamparo socioeconômico está presente, a organização do espaço possibilita um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e assegura um aumento na qualidade de vida da população.

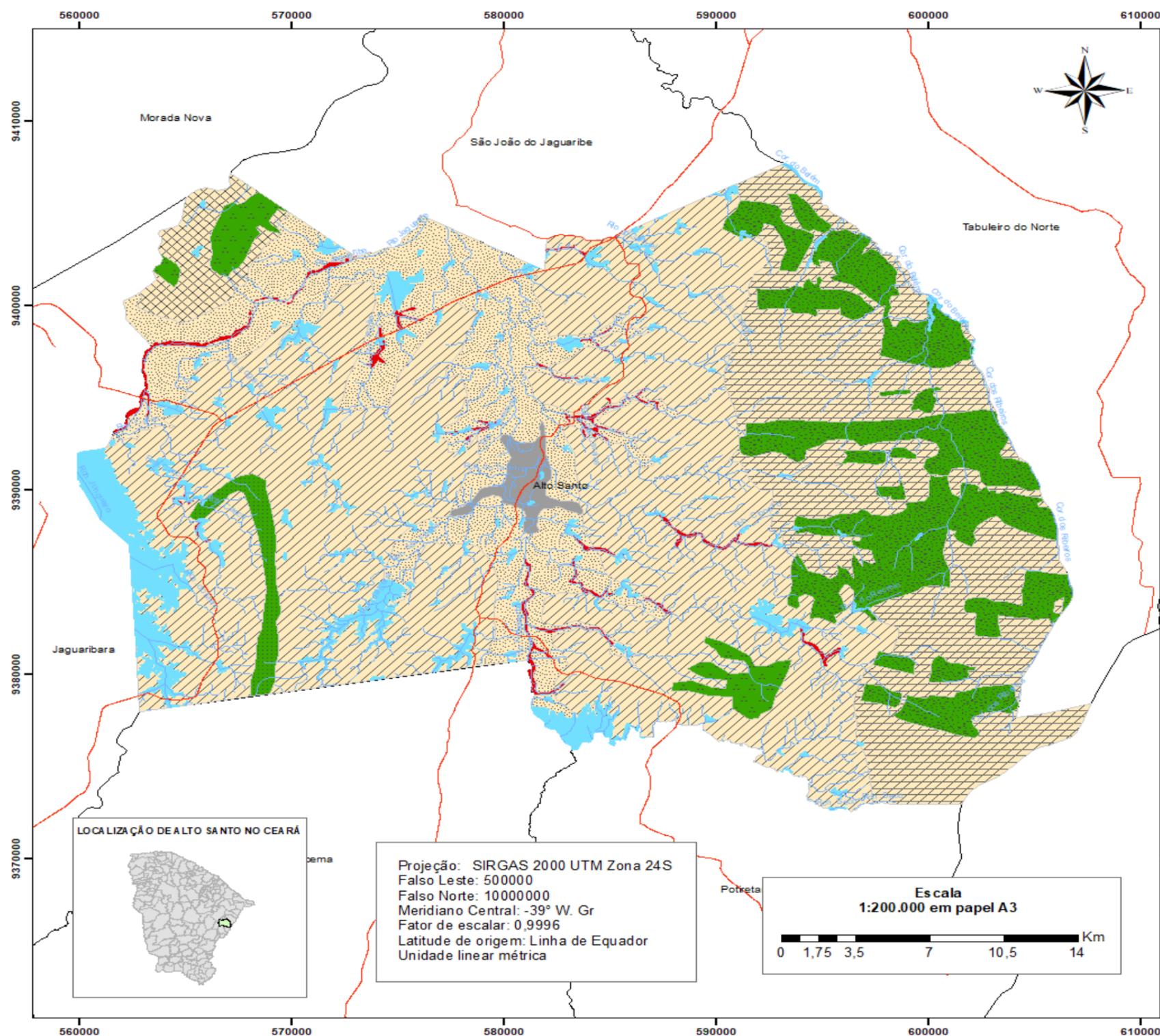
Conhecer as características, as limitações e as potencialidades de um espaço e organizá-lo de acordo com esses aspectos contribui no estabelecimento de estratégias governamentais e na criação de políticas públicas ambientais, sociais e econômicas adequadas.

Nesse sentido, o zoneamento ambiental configura-se como uma das principais ferramentas de gestão do território. Este, é responsável não somente pela distribuição dos usos e da ocupação da terra como também pela proteção do meio ambiente, sendo assim essencial na promoção de um desenvolvimento sustentável.

Tendo em vista a importância e as funções de um ordenamento, foi realizada para o município de Alto Santo uma proposta de zoneamento. Para elaborá-lo, foi necessário obter um conhecimento amplo da região por meio dos aspectos ambientais (geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos e vegetação), de uso e ocupação do solo e socioeconômicos (economia, população, educação, cultura, saúde e saneamento). A partir das informações coletadas, foi realizada uma análise integrada dessas variáveis que permitiu a segmentação dessa área em sistemas e subsistemas ambientais. Antes dessa repartição do território servir de base para a delimitação das zonas, alguns parâmetros foram averiguados como impactos ambientais configurados; nível de estabilidade; nível de degradação; limitações; potencialidades; cenários tendenciais e cenários desejáveis. Por fim, em posse de todos esses dados foi possível estabelecer as tipologias do zoneamento para a área de estudo.

Concluiu-se que, para atender as necessidades de Alto Santo, seria preciso definir 4 zonas: Zona de Preservação Ambiental, Zona de Uso Sustentável, Zona de Recuperação Ambiental e Zona de Urbanização, cujas espacializações podem ser observadas no mapa 9. As descrições e caracterizações dessas zonas estão dispostas nas seções seguintes.

Mapa 9 – Zoneamento ambiental de Alto Santo – CE



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

ZONEAR PARA RECUPERAR:
PROPOSIÇÕES PARA O SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ALTO SANTO - CE)

AUTORA: VANESSA MELO DOS SANTOS
ORIENTADORA: MARTA CELINA LINHARES SALES

FORTALEZA
2022

**MAPA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL
ALTO SANTO - CE**

LEGENDA

— Rodovias — Corpos hídricos
— Cursos d'água Limites municipais

ZONAS		ESPECIFICAÇÕES
Zona de Expansão Urbana	 ZEUpf	Zona de Expansão Urbana na planície fluvial de Alto Santo, onde encontram-se os principais sítios urbanos e concentrações populacionais.
Zona de Preservação Ambiental	 ZPApf	Zona de Preservação Ambiental das áreas de planícies fluviais e matas ciliares de Alto Santo.
Zona de Recuperação Ambiental	 ZRAca	Zona de Recuperação Ambiental na Chapada do Apodi, onde observa-se uma dinâmica de progressão do estágio degradacional.
	 ZRAds	Zona de Recuperação Ambiental na depressão sertaneja, onde são observados os níveis mais elevados de degradação em Alto Santo.
	 ZRApf	Zona de Recuperação Ambiental na planície fluvial, onde observa-se uma dinâmica de progressão do estágio degradacional.
	 ZRAti	Zona de Recuperação Ambiental nos tabuleiros interiores, onde observa-se uma dinâmica de progressão do estágio degradacional.
Zona de Uso Sustentável	 ZUSca	Zona de Uso Sustentável na Chapada do Apodi, onde observa-se áreas mais estáveis e conservadas.
	 ZUSdp	Zona de Uso Sustentável na depressão sertaneja, onde observa-se áreas mais estáveis e conservadas.
	 ZUSSti	Zona de Uso Sustentável nos tabuleiros interiores, onde observa-se áreas mais estáveis e conservadas.

Fonte: Limites municipais - IBGE (2021), Rodovias - IPECE (2015), Corpos hídricos - IPECE (2015), Cursos d'água - SRH (2007), Zoneamento - Interpretação da imagem de satélite e análises em campo (2021).

Fonte: Elaborado pela autora.

7.1 Zona de Preservação Ambiental

A Zona de Preservação Ambiental de Alto Santo localiza-se nas feições de planícies fluviais, as quais apresentam estágio degradacional moderado a elevado em decorrência de atividades agrícolas e extrativistas acima da capacidade de suporte do meio ambiente.

Essa zona corresponde às áreas do município que se inserem nas determinações da Lei nº 12.651/2012 para Áreas de Preservação Permanente (APP's), que são áreas protegidas, com ou sem vegetação nativa, responsáveis por garantir a preservação dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

As porções delimitadas não se restringiram somente ao que está estabelecido no Código Florestal. Foram selecionadas faixas marginais dos cursos d'água além do exigido bem como regiões onde a mata ciliar encontrava-se conservada.

Os objetivos dessa zona são preservar os recursos ambientais, proteger as matas ciliares, garantir a evolução dos processos naturais e o equilíbrio ambiental e promover a restauração ou recuperação quando necessário.

Ações como fiscalização periódica, proibição de atividades extrativistas e exploratórias, estímulo de pesquisas científicas e educação ambiental, monitoramento da qualidade das águas e manutenção da vegetação primária são fundamentais para assegurar o cumprimento das diretrizes estabelecidas para essa zona.

7.2 Zona de Uso Sustentável

A Zona de Uso Sustentável abrange porções da Chapada do Apodi, da depressão sertaneja e dos tabuleiros interiores. Essas áreas são as mais bem conservadas e estáveis do município, apresentando uma vegetação mais fechada e solos mais profundos. Caracteriza-se por ter condições ambientais equilibradas e potencial para o uso dos recursos naturais de forma controlada, respeitando os limites do meio.

Suas funções são proteger a capacidade produtiva dessas terras, garantir a continuidade dos processos naturais e o equilíbrio ambiental e restaurar ou recuperar o meio ambiente caso haja aumento da degradação.

Apesar do estímulo ao uso produtivo nessa zona, algumas medidas como coibição dos desmatamentos descontrolados, irregulares e sem medidas compensatórias; controle e

fiscalização da implantação de atividades ou técnicas muito impactantes; manejo sustentável dos recursos naturais e manutenção da qualidade do solo e dos recursos hídricos, devem ser tomadas para evitar que esse espaço se torne muito degradado.

7.3 Zona de Recuperação Ambiental

A Zona de Recuperação Ambiental é a mais abrangente do município, incluindo áreas da depressão sertaneja, da Chapada do Apodi, das planícies fluviais e dos tabuleiros interiores. Compreende as porções do território que exibem níveis moderados a elevados de degradação e estão susceptíveis a evolução para o estado de desertificação em virtude das alterações na dinâmica ambiental causada por ações que desconsideram as limitações naturais.

De maneira geral, a principal finalidade dessa zona é promover a recuperação dos sistemas e subsistemas ambientais que compreende. Além disso, tem-se como metas restaurar o equilíbrio ambiental, controlar os tipos de uso e ocupação do solo e estimular atividades compatíveis com a capacidade de suporte da terra.

Por englobar porções que se encontram fragilizadas ambientalmente, normas como proibição dos desmatamentos descontrolados e da exploração acima dos limites da terra, fiscalização e mitigação dos impactos das atividades econômicas, monitoramento da evolução da degradação e manejo sustentável dos recursos naturais são essenciais para melhorar as condições ambientais dessas áreas.

7.4 Zona de Expansão Urbana

A Zona de Expansão Urbana é formada pela delimitação e entorno imediato do sítio urbano de Alto Santo. Nela, estão presentes a sede e a maior aglomeração populacional do município. São áreas da planície fluvial que já sofreram descaracterização da vegetação e são atualmente ocupadas por residências, praças, igrejas, hospitais, comércios e indústrias, além do desenvolvimento de atividades do setor de serviços.

A sua criação visa controlar e ordenar a expansão urbana, direcionando o crescimento para regiões onde não seja preciso realizar grandes retiradas da vegetação e, com isso, aproveitar para redefinir ou redestinar algumas áreas degradadas e evitar a ocupação de locais destinados à preservação ambiental.

Tendo em vista que o município em análise não possui um número muito grande de habitantes e nem apresenta atividades econômicas ou turísticas que estimulem uma forte migração, o controle da expansão urbana não enfrentará grandes empecilhos. É necessário

apenas fiscalizar as novas construções e orientar por meio de um Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU).

8 DISTRIBUIÇÃO POR ZONA DOS MÉTODOS E TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS A SEREM IMPLANTADOS EM ALTO SANTO – CE

Os métodos e técnicas de recuperação de áreas degradadas são bem diversos, podendo demandar desde equipamentos e mãos de obra especializados e caros até medidas simples e sem custo como o pousio. A escolha da melhor opção depende de alguns fatores como capital disponível, estágio do impacto da degradação, exigências legais, interesses dos proprietários da terra e disponibilidade de tempo para executar a recuperação.

Quando se deseja realizar um projeto de recuperação de áreas degradadas o primeiro passo corresponde a delimitação da escala. No caso dessa pesquisa, tem-se uma ampla escala de abrangência (o município de Alto Santo – CE), o que exige a adoção de uma abordagem que facilite esse processo. Levando-se em consideração essa necessidade, aderiu-se ao zoneamento ambiental com a finalidade de simplificar a definição dos melhores métodos e técnicas a serem utilizados. Esse instrumento faz-se importante pois separa o objeto de estudo em zonas que exibem aspectos semelhantes relativos às características ambientais e socioeconômicas, ao uso e ocupação do solo, ao nível de degradação, aos impactos ambientais configurados, à legislação, às limitações e potencialidades, dentre outros e, com isso é possível obter um aumento da eficiência da técnica de recuperação e uma redução de custos.

Antes de trabalhar especificamente com a recuperação por zonas é importante conhecer e entender o contexto no qual o município se insere para estabelecer parâmetros básicos. Alto Santo localiza-se no semiárido brasileiro, região com baixa pluviosidade, elevados índices de aridez, áreas em estágios avançados de degradação, poucos investimentos em melhoria da qualidade de vida das populações, descaso governamental e diversos outros fatores agravantes que dificultam o alcance do desenvolvimento sustentável. Essa noção inicial já limita as escolhas dos métodos e técnicas de recuperação para medidas que se adaptem às condições naturais desse ambiente e que tenham um baixo custo. A seguir estão listados e descritos exemplos que podem ser seguidos no local de estudo:

- Pousio: técnica simples, econômica e natural, que consiste na regeneração espontânea da vegetação por meio do isolamento da área, ou seja, sem o desenvolvimento de atividades agrícolas e sem pastoreio.
- Plantio direto de espécies nativas: inserção direta de espécies adaptadas às condições ambientais de semiaridez como o sabiá, a jurema preta e a

catingueira. Essa medida tem como objetivo minimizar e estabilizar os processos erosivos.

- Sistemas agroflorestais (SAF): nele árvores leguminosas são plantadas em faixas distribuídas em nível entre as culturas anuais. As árvores leguminosas são cortadas e têm sua biomassa incorporada como cobertura morta, servindo de adubação orgânica.
- Cordões em contorno com pedras: servem para proteger o solo das perdas ocasionadas pelo escoamento superficial na região que exhibe elevada pedregosidade, além de contribuir após a remoção das pedras no manejo dos solos.
- Construção de barragem subterrânea: retém água da chuva que escoar em cima e dentro do solo, propiciando ao terreno uma umidade que permanece de dois a cinco meses após a época chuvosa e viabiliza o plantio mesmo em época de estiagem.

Na Zona de Preservação Ambiental, a prioridade é realizar a recomposição da mata ciliar. Esta, pode ocorrer por meio da regeneração natural ou da seleção e plantio de espécies nativas. Os usos dessa área devem ser compatíveis com a legislação pertinente, sendo de suma importância que haja uma efetiva fiscalização.

Já na Zona de uso sustentável, por apresentar os menores níveis de degradação do município e ter a vegetação mais conservada, os esforços devem se concentrar mais na preservação que na recuperação. Todavia, associar a utilização da terra para atividades agropecuárias ao método de pousio pode cooperar bastante para a redução do avanço da degradação nessa zona. Para conservar esse ambiente, as medidas preventivas tornam-se imprescindíveis e como principal exemplo tem-se a redução da expansão dos desmatamentos que visam a abertura de novas áreas agricultáveis.

As áreas com os mais altos níveis de degradação em Alto Santo estão inclusas na Zona de Recuperação Ambiental. Além de recobrir a maior parte do município, essa zona está presente em todos os sistemas ambientais mapeados. As ações voltadas à recuperação são prioritárias e devem ocorrer de maneira intensa nessa espacialidade. Para a Zona de Recuperação Ambiental da Chapada do Apodi sugere-se a adoção de métodos com o intuito de evitar a salinização dos solos em virtude da irrigação. Isso pode ser realizado por meio da lixiviação (lavagem dos sais do solo) e drenagem. Outras soluções são o emprego de água em quantidades corretas e de boa qualidade, além da redução do uso de adubos químicos. Tendo

em vista essas condições, os tipos de uso podem manter-se sob a condição de ser sustentável. A Zona de Recuperação Ambiental da depressão sertaneja possui áreas de extrema degradação, com recorrente presença de pedregosidades, solos expostos e voçorocas. Nessa área podem ser aplicadas diversas técnicas em conjunto ou isoladas. Como exemplo temos o pousio, o plantio direto de espécies nativas, a regeneração natural, a implantação de sistemas agroflorestais (SAF), a rotação de culturas, a adubação verde, o plantio de cordões de vegetação permanente, os cordões em contorno com pedras, a construção de barragem subterrânea, entre outros. Na Zona de Recuperação Ambiental das planícies fluviais, o objetivo maior é evitar o avanço da degradação para as Áreas de Preservação Permanente. Para tal propósito, a melhor alternativa é a restauração florestal associada ao disciplinamento dos usos da terra. A restauração no semiárido seria mais viável por meio da regeneração natural e dos sistemas agroflorestais. Já a Zona de Recuperação Ambiental dos tabuleiros interiores, exibe um avanço da degradação em virtude da exploração da área para o cultivo de caju. Sugere-se que nesse ambiente haja um maior controle da expansão da retirada da vegetação nativa para a abertura de áreas agricultáveis e que as propriedades rurais produtivas reservem áreas para pousio.

Por fim, na Zona de Expansão Urbana os esforços para melhoria da qualidade ambiental serão voltados ao controle da retirada da vegetação para obras residenciais, comerciais, industriais e de infraestrutura. As áreas urbanas degradadas podem ser reabilitadas ou redestinadas por meio da criação de praças e parques arborizados por exemplo.

De maneira geral, para que haja uma recuperação efetiva das terras do município de Alto Santo é necessário a realização de regulação, correção e promoção da sustentabilidade dos tipos de uso, os quais podem ser alcançados a partir das orientações sugeridas.

9 CONCLUSÃO

A análise ambiental integrada realizada em Alto Santo viabilizou o conhecimento das principais características ambientais, de uso e ocupação e socioeconômicas dessa espacialidade, as quais foram essenciais para a identificação dos impactos ambientais configurados no município. Dentre eles, o de maior expressividade foi a degradação das terras, estando presente em cerca de 76% do território com diferentes estágios degradacionais. Essa variação do nível de degradação é explicada pelas diversidades na conformação ambiental, principalmente na geomorfologia, bem como pelos usos e ocupações distintos.

A compreensão da área em estudo se fez ainda mais satisfatória a partir da segmentação em regiões homogêneas: os sistemas e subsistemas ambientais. Com isso, observou-se que todos os sistemas mapeados apresentaram algum indicativo de degradação, sendo o subsistema dos Sertões de Alto Santo o mais afetado por exibir recorrente presença de pedregosidades, pavimentos desérticos e voçorocas. Diante disso, salienta-se a necessidade de intervenção nesse cenário, uma vez que, permanecendo-se essas condições, em poucos anos a terra perderá toda a sua capacidade de suporte para os usos agropastoris e ocasionará graves problemas socioeconômicos para a população local. Ademais, alerta-se sobre a probabilidade de progressão para o estágio de desertificação, onde a recuperação se torna muito difícil ou impraticável.

A fim de organizar o território para posterior criação de propostas de recuperação ambiental para essas áreas degradadas, foi realizado o zoneamento do município. Como resultado obteve-se 4 tipologias de zona: Zona de Preservação Ambiental, Zona de Uso Sustentável, Zona de Recuperação Ambiental e Zona de Urbanização. Para a definição dessas delimitações foram levadas em consideração o estado ambiental, capacidade de regeneração, as limitações e as potencialidades. A partir disso, as particularidades de cada zona indicaram quais métodos e técnicas poderiam ser adotados. Observou-se que foi possível propor várias medidas para promover a recuperação que são condizentes com as características ambientais e com a situação econômica de Alto Santo. As soluções apresentadas são em sua maioria de fácil aplicação e baixo custo, tornando suas aplicações viáveis para um município do semiárido.

Ressalta-se que os produtos finais deste exame científico se configuram como ferramentas de auxílio à gestão ambiental capazes de contribuir significativamente para a promoção do desenvolvimento sustentável caso adotadas pela municipalidade. O apoio e

incentivo financeiro do governo são primordiais para a efetivação das propostas de recuperação ambiental. Além disso, a garantia da redução dos níveis de degradação depende também de atividades de fiscalização, controle e monitoramento das atividades desempenhadas no município.

Espera-se que esta investigação possa contribuir com a sociedade ao servir de modelo para aplicação desta metodologia em outras regiões do semiárido que apresentem áreas em processo de degradação.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Ecossistemas Continentais. In: OLIVEIRA, E. M.; KACOWICZ, Z. (Coords.). **Relatório da Qualidade do Meio Ambiente - RQMA**: Sinopse. Brasília: SEMA, 1984.
- AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO CEARÁ. **Frutas do Ceará**. Fortaleza: ADECE, 2012. 23p. Disponível em: https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2012/09/frutas-do-ceara_frutal_2012_pdf.pdf. Acesso em: 08 jun. 2022.
- AGRA, S. Visões Governamentais. In: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Para Pensar Uma Política Nacional de Ordenamento Territorial**: Anais da Oficina Sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR), 2005. p. 69. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=3fc31d16-e5f7-46fb-b8cc-0fb2ae176171&groupId=24915. Acesso em: 18 jun. 2020.
- ALMEIDA, F. F. M. et al. Brazilian Structural Provinces: An Introduction. **Earth-Science Reviews**, [s. l.], v. 17, p. 1-29, 1981. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0012825281900039?via%3Dihub>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- ALMEIDA, F. F. M. *et al.* **Províncias Estruturais Brasileiras**. Anais. Campina Grande, PB: [s.n.], 1977.
- ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. 322 p.
- ARAÚJO, S. M. S. A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica**, Paulo Afonso, v. 5, n. 5, p.89-98, dez. 2011. Disponível em: https://www.unirios.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/5/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf. Acesso em: 19 abr. 2021.
- BECKER, B. K.; EGLER, C. A. G. **Detalhamento da Metodologia para Execução do ZEE pelos Estados da Amazônia Legal**. Rio de Janeiro: LAGET/ UFRJ/ SAE-PR, 1996. Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/documentos/S9D00006.pdf>. Acesso em: 05 set. 2020.
- BELIA, V. *et al* (Coord.). **Programa de Desenvolvimento Urbano de Pólos Regionais - Vale do Jaguaribe e Vale do Acaraú**: Atualização do Plano de Desenvolvimento Regional. [s. l.]: Sociedade Portuguesa de Inovação/OIKOS Pesquisa Aplicada Ltda, 2016.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.
- BERTRAND, G. **Paisagem e Geografia Física Global**: Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra, São Paulo, n. 13, p.1-27, 1972.

BIZZI, L. A. *et al* (Ed.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil**: Texto, Mapas e SIG. Brasília: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2003. 692 p.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 686 p.

BRANDÃO, L. R.; FREITAS, L. C. B. (Org.). **Geodiversidade do Estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2014. 214 p.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988, atualizada até a Emenda Constitucional nº 106, de 07 de maio de 2020. Brasília, DF, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 18 jun. 2020.

BRASIL. Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. **Regulamenta o Art. 9º, Inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, Estabelecendo Critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras Providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 11 jul. 2002. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm. Acesso em: 20 ago. 2020.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989. **Dispõe sobre a Regulamentação do Artigo 2º, Inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981, e dá outras Providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 12 abr. 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/d97632.htm. Acesso em: 26 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras Providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 02 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm. Acesso em: 07 abr. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1º, Incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras Providências**. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 19 jul. 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 29 out. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe Sobre A Proteção da Vegetação Nativa; Altera as Leis nºs 6.938, de 31 de Agosto de 1981, 9.393, de 19 de Dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de Dezembro de 2006; Revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e 7.754, de 14 de Abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de Agosto de 2001; e dá outras Providências**. Brasília, DF: D.O.U, 28 maio 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 30 jun. 2022.

BRITO NEVES, B. B.; SANTOS, E. J.; VAN SCHMUS, W. R. Tectonic History of the Borborema Province. In: CORDANI U. G.; MILANI E. J. THOMAS FILHO A.; ALMEIDA D. A. (Eds), **Tectonic Evolution of South America**, Rio de Janeiro, 31th International Geological Congress, 2000, p. 151-182.

CANALI, N. E. *et al.* Estudo do Geossistema na Região Metropolitana de Curitiba como Contribuição ao Planejamento Geoambiental. **Simpósio Geografia Aplicada**. Nova Friburgo: 1989.

CEARÁ. Lei nº 17.382, de 7 de janeiro de 2021. **Modifica o Anexo CLXIX (Município de Tabuleiro do Norte) e o Anexo VIII (Município de Alto Santo), a que se Refere o art. 1º da Lei nº 16.821, de 14 de janeiro de 2019, de Autoria da Mesa Diretora, que Descreve os Limites Intermunicipais, na Forma que Indica**. Fortaleza, CE: Assembleia Legislativa do Ceará.

CHORLEY, R.; KENNEDY, B. **Physical Geography: A System Approach**. Prentice-Hall, Internacional Inc, London, 1971.

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletim Geografia Teórica** 16-17 (31-34 e 119-128), Encontro de Geógrafos da América Latina, Rio Claro, 1986-1987.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgar Blucher, 1999.

CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. Ecologia da Revegetação em Áreas Escavadas. In: CORRÊA, R. S.; MELO, B. F. (ed.). **Ecologia e Recuperação de Áreas Degradadas no Cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. p.65-99.

COUNCIL OF EUROPE CONFERENCE OF MINISTERS RESPONSIBLE FOR SPATIAL/REGIONAL PLANNING. **Resolution No. 2 on The European Regional/Spatial Planning**. Torremolinos: CEMAT, 1983. Disponível em: <https://rm.coe.int/6th-european-conference-of-ministers-responsible-for-regional-planning/168076dd93>. Acesso em: 18 jun. 2020.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. Cap. 7. p. 337-379.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e Caracterização de Áreas Degradadas. In: DIAS, L. E.; MELO, J. W. U. (Ed) **Recuperação de Áreas Degradadas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p. 1-7.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa Meio Ambiente: Recuperação de Áreas Degradadas**. 201-?. Disponível em: <https://cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=229&func=pesq#:~:text=Reabilita%C3%A7%C3%A3o%20retorno%20da%20%C3%A1rea%20degradada,de%20uma%20forte%20interven%C3%A7%C3%A3o%20antr%C3%B3pica>. Acesso em: 02 nov. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2018. 356 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Solos do Nordeste**. Recife, 2014, tiragem-1000 exemplares. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003864/solos-do-nordeste>. Acesso em: 10 maio 2021.

FARIAS, J. F. **Aplicabilidade da Geoecologia das Paisagens no Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Palmeira-Ceará/Brasil**. 2015. 222 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17632>. Acesso em: 03 mar. 2021.

FEITOSA, F. A. C.; OLIVEIRA, F. V. C.; VASCONCELOS, A. M. (Org.). **Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará: Diagnóstico do Município de Alto Santo**. Fortaleza: Ministério de Minas e Energia/CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 1998.

FERNANDES, A. G. **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Land Degradation Assessment in Drylands: Methodology and Results**. Rome: FAO, 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i3241e.pdf>. Acesso em: 13 out. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Report on the Second Meeting of the Working Group on Soil Degradation Assessment Methodology**. Rome: FAO, 1979. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ar114e/ar114e.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS; INTERGOVERNMENTAL TECHNICAL PANEL ON SOILS. **Status of the World's Soil Resources: Main Report**. Rome: FAO and ITPS, 2015. 650 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i5199e/i5199e.pdf>. Acesso em: 05 out. 2020.

FRANCO, M. A. R. **Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável**. 2. ed. São Paulo: Annablume; FAPESP, 2008. 258 p. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=nxNLntLYCIIC&oi=fnd&pg=PA9&dq=planejamento+ambiental&ots=EJL7dLCJ5H&sig=zUTUOyPQJjdc49vXhx21M_mu58#v=onepage&q=planejamento%20ambiental&f=false. Acesso em: 01 set. 2020.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Zoneamento Ecológico-Econômico das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Núcleo I - Irauçuba/Centro-Norte**. Fortaleza: Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos/Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 2015. 300 p.

GERASINOV, I. P. **Die Wissenschaft von der Biosphaere und ihre Umgestaltung**. Konstruktive Richtung des heutigen Geographischen Denkens, P. M., Ano 113: 49-51, 1969.

GIULIETTI, A. M. *et al.* Diagnóstico da Vegetação Nativa do Bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias para a Conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. P. 48-90.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. Cap. 4. p. 149-209.

HASUI, Y. Sistema Orogênico Borborema. In: HASUI, Y. *et al.* (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p. 254-288.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas Territoriais**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 20 ago. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em Síntese: Brasil/Ceará/Alto Santo - Panorama**. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/alto-santo/panorama>. Acesso em: 29 nov. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1959. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=227295&view=detalhes>. Acesso em: 21 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Semiárido Brasileiro**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-emapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?edicao=16195&t=sobre>. Acesso em: 07 abr. 2018.

KATO, D. S.; MARTINS, L. A. P. A “Sociologia de Plantas”: Arthur George Tansley e o Conceito de Ecossistema (1935). **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 189-202, fev. 2016. Disponível em: http://www.abfhib.org/FHB/FHB-11-2/FHB-11-2-Danilo-S-Kato_Lilian-A-C-P-Martins.pdf. Acesso em: 08 abr. 2020.

LIRA, P. F. M. **El Ordenamiento Territorial como Opción de Políticas Urbanas y Regionales en América Latina y el Caribe**. Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2001. 64 p. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5739/S01111024_es.pdf. Acesso em: 17 jun. 2020.

MAJER, J. D. Fauna Studies and Land Reclamation Technology: Review of the History and Need for Such Studies. In: MAJER, J. D. **Animals in Primary Succession: The Role of Fauna in Reclaimed Lands**. London: Cambridge University Press, 1989. p.3-33.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Áreas Degradadas: Ações em Áreas de Preservação Permanente, Voçorocas, Taludes Rodoviários e de Mineração**. 4. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2017. 266 p.

MEADOWS, D. H. et al. **The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind**. New York: Universe Books, 1972. 205 p. Disponível em: <http://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

MENDEZ, E. **Planificación y Gestión Ambiental para el Desarrollo Sostenible**. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, 1999. 131p.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Living Beyond our Means: Natural Assets and Human Well-being**. [s.l.]: MEA, 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.429.aspx.pdf>. Acesso em: 08 out. 2020.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Combate à Desertificação**. Brasília: MMA, [201-?]. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/gestao-territorial/combate-a-desertificacao>. Acesso em: 16 maio 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAN-Brasil**. Brasília: MMA, 2004. 213 p. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf. Acesso em: 19 out. 2020.

MONTEIRO, C.A.F. **Geossistemas: a História de uma Procura**. São Paulo: Contexto/GeoUSP. (Novas abordagens 3). 2000. 127p.

MONTEIRO, C.A.F. **The Environmental Quality in the Ribeirão Preto Region – SP: an Attempt**. Latin American Regional Conference Brazil/IGU – CEP. 1982.

MORAES, A. C. R. Ordenamento Territorial: Uma Conceituação para o Planejamento Estratégico. In: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Para Pensar Uma Política Nacional de Ordenamento Territorial: Anais da Oficina Sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial**. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR), 2005. p. 43-47. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=3fc31d16-e5f7-46fb-b8cc-0fb2ae176171&groupId=24915. Acesso em: 18 jun. 2020.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, R. C. Vegetação, Unidades Fitoecológicas e Diversidade Paisagística do Estado do Ceará. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 66, n. 3, p. 717-743, set. 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602015000300717. Acesso em: 19 maio 2021.

NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21 - Global**. Rio de Janeiro: ONU, 1992. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>. Acesso em: 21 fev. 2020.

NAÇÕES UNIDAS. **Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano**. Estocolmo: ONU, 1972. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-de-estocolmo-sobre-o-ambiente-humano.html>. Acesso em: 19 fev. 2020.

NAÇÕES UNIDAS. **PNUMA: Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**. Brasília: ONU Brasil, [201-?]. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/pnuma/>. Acesso em: 19 fev. 2020.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1989.

OGATA, M. G. Visões Governamentais. In: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Para Pensar Uma Política Nacional de Ordenamento Territorial**: Anais da Oficina Sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR), 2005. p. 66. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=3fc31d16-e5f7-46fb-b8cc-0fb2ae176171&groupId=24915. Acesso em: 18 jun. 2020.

OLDEMAN, L. R.; HAKKELING, R. T. A.; SOMBROEK, W. G. (Org.). **World Map of the Status of Human-induced Soil Degradation**: An Explanatory Note. 2. ed. Wageningen: International Soil Reference And Information Centre; Nairóbi: United Nations Environment Programme, 1991. Disponível em: https://www.isric.org/sites/default/files/isric_report_1990_07.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

OLÍMPIO, J. L. S. **Desastres Naturais Associados à Dinâmica Climática no Estado do Ceará: Subsídios à Gestão dos Riscos de Secas e de Inundações**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15845>. Acesso em: 19 abr. 2021.

OLIVEIRA, L. B. *et al.* Morfologia e Classificação de Luvisolos e Planossolos Desenvolvidos de Rochas Metamórficas no Semiárido do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p.1333-1345, 2009.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Relatório de Monitoramento Global da Educação – Resumo**. Inclusão e Educação: Todos, sem Exceção. Paris: UNESCO, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373721_por. Acesso em: 23 set. 2021.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Education Policy Outlook: Brazil – With a Focus on International Policies**. Paris: OECD, 2021. Disponível em: <https://www.oecd.org/education/policy-outlook/country-profile-Brazil-2021-INT-EN.pdf>. Acesso em: 03 nov. 2021.

PEREIRA, R. C. M.; SILVA, E.V. Solos e Vegetação do Ceará: Características Gerais. In: SILVA, J. B.; DANTAS, E. W.; CAVALCANTE, T. **Ceará: Um Novo Olhar Geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

PEREZ-MARIN, A. M.; SANTOS, A. P. S. (Coord.). **O Semiárido Brasileiro: riquezas, diversidades e saberes**. Campina Grande: INSA/MCTI, 2013. 73 p. Disponível em: <https://portal.insa.gov.br/acervo-cartilhas/699-o-semiarido-brasileiroriquezas-diversidades-e-saberes>. Acesso em: 07 abr. 2018.

PREFEITURA DE ALTO SANTO. **Bem Vindo a Alto Santo**. Alto Santo: Prefeitura de Alto Santo, s.d. Disponível em: <https://www.altosanto.ce.gov.br/turismo.php>. Acesso em: 17 jan. 2022.

PREFEITURA DE ALTO SANTO. **Boletim Epidemiológico**. Alto Santo: Prefeitura de Alto Santo, s.d. Disponível em: <https://www.altosanto.ce.gov.br/boletim.php>. Acesso em: 09 mar. 2022.

- PREFEITURA DE ALTO SANTO. **O Município:** Dados do Município. Alto Santo: Prefeitura de Alto Santo, 2010. Disponível em: <https://www.altosanto.ce.gov.br/omunicipio.php>. Acesso em: 21 jun. 2021.
- PRIMEIRO CONGRESSO MUNDIAL DA TRANSDISCIPLINARIDADE. **Carta de Transdisciplinaridade.** Portugal, Convento de Arrábida, 1994. Disponível em: <https://unipazdf.org.br/wp-content/uploads/2018/04/3-Carta-de-Transdisciplinaridade-1994.pdf>. Acesso em: 07 maio 2020.
- RODRIGUES, C. A Teoria Geossistêmica e sua Contribuição aos Estudos Geográficos e Ambientais. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 14, p. 69-77, maio 2001. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47314/51050>. Acesso em: 27 nov. 2020.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e Gestão Ambiental:** Subsídios da Geocologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica. 3. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2018. 370 p.
- ROGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. **Geósystème et Paysages, Bilan et Méthodes.** Paris: Ed. Armand Collin, 1991.
- ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil:** Subsídios para Planejamento Ambiental. 1ª reimpressão. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208 p.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia:** Ambiente e Planejamento. São Paulo: Contexto, 2010.
- SÁ, T. D. A. Visões Governamentais. In: MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Para Pensar Uma Política Nacional de Ordenamento Territorial:** Anais da Oficina Sobre a Política Nacional de Ordenamento Territorial. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Secretaria de Políticas de Desenvolvimento Regional (SDR), 2005. p. 70. Disponível em: http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=3fc31d16-e5f7-46fb-b8cc-0fb2ae176171&groupId=24915. Acesso em: 18 jun. 2020.
- SÁNCHEZ, L. H. **Avaliação de Impacto Ambiental:** Conceitos e Métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- SANTOS, M. A. **Metamorfoses do Espaço Habitado.** São Paulo: Hucitec, 1996.
- SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental:** Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.
- SANTOS, V. M. **Análise Ambiental e Verificação da Degradação de Terras no Semiárido (Alto Santo – CE).** 2018. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- SCHNEIDER, M. O. **Transformações na Organização Espacial da Cobertura Vegetal do Município de Uberlândia-MG - 1964 a 1979.** 1983. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1983.
- SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará:** Açudes Construídos no Estado. 2017. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/>. Acesso em: 06 maio 2021.
- SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-CE.**

Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 95p. Disponível em: <http://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2016/05/PROGRAMA-ESTADUAL-DE-COMBATE-A-DESERTIFICA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020.

SILVA, C. R. (Ed.). **Geodiversidade do Brasil: Conhecer o Passado, para Entender o Presente e Prever o Futuro**. Rio de Janeiro: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2008. 264 p.

SILVA, P. C. G. et al. Caracterização do Semiárido Brasileiro: Fatores Naturais e Humanos. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. (Ed.). **Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Cap. 1. p. 17-48. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/861906>. Acesso em: 19 abr. 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Série Histórica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2020. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SOARES, H. S. Elementos para uma Geografia Histórica do Baixo Jaguaribe: As Transformações do Espaço Agrário Regional. In: INSTITUTO DA MEMÓRIA DO POVO CEARENSE. **Propostas Alternativas, n.7 - Vale do Jaguaribe: Natureza e Diversidade Cultural II**. Fortaleza: Instituto da Memória do Povo Cearense, 2000.

SOTCHAVA, V B. **O Estudo de Geossistemas**. São Paulo: Lunar, 1977.

SOUZA, M. J. N. Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará. In: LIMA, L. C.; MORAIS, J. O. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará**. Fortaleza: FUNECE, 2000. Cap. 1. p. 6-104.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará. **Revista de Geologia 1**: 73-91, 1988.

SOUZA, M. J. N. *et al.* **Contexto Geoambiental das Bacias Hidrográficas dos Rios Acaraú, Curu e Baixo Jaguaribe - Estado do Ceará**. Fortaleza: Embrapa, 2005. Disponível em: http://www.cnpat.embrapa.br/cd/jss/acervo/Dc_101.pdf. Acesso em: 22 maio 2020.

SOUZA, M. J. N. **Geossistemas e Potencialidades dos Recursos Naturais: Serra de Baturité e áreas sertanejas periféricas**. FNMA/UFC/FUNCEME, Fortaleza, 1994.

SOUZA, M. L. **Mudar a Cidade: Uma Introdução Crítica ao Planejamento e à Gestão Urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 558 p.

SOUZA, M. J. N.; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. Compartimentação Topográfica do Estado do Ceará. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 9, n. 1/2, p.77-86, dez. 1979.

STUDART FILHO, C. **Aborígenes do Ceará**. Fortaleza: Instituto Ceará, 1965. 182p.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **Delimitação do Semiárido**. 2017a. 1 mapa, color. Disponível em: <http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 11 mar. 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017. **Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017**. Recife, PE,

23 de nov. 2017b. Disponível em: <http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 10 mar. 2018.

TANSLEY, A. G. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. **Ecology**, 16: 284-307, 1935.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/ecodinamica.pdf>. Acesso em: 04 maio 2020.

TROPPEMAIR, H. Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo. **Boletim de Geografia Teórica**, 13 (25): 27-36. Rio Claro: 1983b.

TROPPEMAIR, H. **Ecossistemas e Geossistemas do Estado de São Paulo**. Mapa escala 1:2.000.000. São Paulo: Instituto de Geografia, USP, 1983c.

TROPPEMAIR, H. **Landscape Synthesis as Basis for Planning Landscape Systems in São Paulo State-Brazil**. Landscape Synthesis Geocological Foundations of the Complex Landscape Management, UGI, Bratislava, 1983a.

UNITED NATIONS. **BPOA (1994) - Barbados Programme of Action**. New York: UN, [201-?]. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/conferences/bpoa1994>. Acesso em: 23 fev. 2020.

UNITED NATIONS. **Resolution 70/1. Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development**. New York: UN, 2015. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E. Acesso em: 28 fev. 2020.

UNITED NATIONS. **United Nations Conference on Sustainable Development, Rio+20**. New York: UN, [2012?]. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/rio20>. Acesso em: 23 fev. 2020.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Status of Desertification and Implementation of the United Nations Plan of Action to Combat Desertification**. Nairóbi: UNEP, 1992.

UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. **Land Degradation Neutrality: Resilience at Local, National and Regional Levels**. Bonn: UNCCD, 2015. 24 p. Disponível em: https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-08/v2_201309-unccd-bro_web_final.pdf. Acesso em: 01 out. 2020.

UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION. **The UNCCD: Securing Life on Land (2016–2017)**. Bonn: UNCCD, 2016. 10 p. Disponível em: https://catalogue.unccd.int/819_Securing_Life_on_Land_ENG.pdf. Acesso em: 05 out. 2020.

VEADO, R. W. A.; TROPPEMAIR, H. Geossistemas do Estado de Santa Catarina. In: **Teoria, Técnicas, Espaços e Atividades: Temas de Geografia Contemporânea**. GERARDI, L. H. O.; MENDES, I. A. (Org.). Rio Claro: UNESP-AGETEO, 2001.