



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO
DE RECURSOS NATURAIS
MESTRADO EM GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS**

POLIANA MARIA DA SILVA VALDEVINO ESTEVES

**AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL AO PROCESSO DE
DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURO VELHO E SÃO JOSÉ DOS
CORDEIROS NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO DE 1998 A 2018**

**CAMPINA GRANDE-PB
2022**

POLIANA MARIA DA SILVA VALDEVINO ESTEVES

**AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL AO PROCESSO DE
DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURO VELHO E SÃO JOSÉ DOS
CORDEIROS NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO DE 1998 A 2018**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências legais para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Gestão de Recursos Naturais

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo

**CAMPINA GRANDE-PB
2022**

E79a

Esteves, Poliana Maria da Silva Valdevino.

Avaliação da fragilidade ambiental ao processo de desertificação nos municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros no Cariri Ocidental Paraibano de 1998 a 2018 / Poliana Maria da Silva Valdevino Esteves. - Campina Grande, 2023.

130 f. il. color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. Sérgio Murilo Santos de Araújo".

Referências.

1. Fragilidade Ambiental. 2. Desertificação. 3. Indicadores Geoambientais. 4. Cariri Ocidental Paraibano. 5. Ouro Velho. 6. São José dos Cordeiros. 7. NDVI. 8. RGB. I. Araújo, Sérgio Murilo Santos de. II. Título.

CDU 504.123(043)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CNPJ nº 05.055.128/0001-76
POS-GRADUACAO EM RECURSOS NATURAIS
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

CERTIDÃO

Processo nº 23096.084784/2022-18

Certificamos a discente **Poliana Maria da Silva Valdevino Esteves** solicitou a homologação da defesa de dissertação intitulado: **AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL AO PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURO VELHO E SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO DE 1998 A 2018**, realizada 19 de DEZEMBRO de 2022, as 14:00 horas presencial, foi aprovado por unanimidade na Terceira Reunião Ordinária do Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, ocorrida no dia 26/04/2023.



Documento assinado eletronicamente por **VIVIANE FARIAS SILVA, VICE-COORDENADOR**, em 27/04/2023, às 18:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **3342219** e o código CRC **285D9CFC**.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
POS-GRADUACAO EM RECURSOS NATURAIS
Rua Aprígio Veloso, 882, - Bairro Universitário, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

FOLHA DE ASSINATURA PARA TESES E DISSERTAÇÕES

POLIANA MARIA DA SILVA VALDEVINO ESTEVES

**“AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL AO PROCESSO DE
DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURO VELHO E SÃO JOSÉ DOS
CORDEIROS NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO”**

Dissertação apresentada
ao
Programa
de
Pós-
Graduação
em
Engenharia
e
Gestão
de
Recursos
Naturais
como
pré-
requisito
para
obtenção
do
título
de
Mestre
em
Engenharia
e
Gestão
de
Recursos
Naturais.

Aprovada em: 19/12/2022

Dr. **SERGIO MURILO SANTOS DE ARAUJO/UF CG** (Orientador PPGEGRN).

Dr. **José Otávio Aguiar/UF CG**(Examinador Interno).

Dr. **João Damasceno/UEPB**(Examinador Externo).

Dr. **Sérgio Luiz Malta de Azevedo**□/UF CG (Examinador Externo).



Documento assinado eletronicamente por **SERGIO MURILO SANTOS DE ARAUJO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/12/2022, às 09:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Damasceno, Usuário Externo**, em 06/02/2023, às 10:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **SERGIO LUIZ MALTA DE AZEVEDO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 08/02/2023, às 16:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **JOSE OTAVIO AGUIAR, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 09/02/2023, às 13:22, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **2969175** e o código CRC **C32E4A2A**.

Referência: Processo nº 23096.084784/2022-18

SEI nº 2969175

A toda minha família, amigos, a Deus.
DEDICO

AGRADECIMENTO

Os agradecimentos são sempre o momento mais singular, a etapa em que o filme dos anos dedicados ao estudo passa pela cabeça. Não foi fácil... um mestrado, uma pesquisa em meio a uma pandemia foi desafiador: entre o medo do inesperado e a incerteza do futuro, muita coisa aconteceu, boas e menos boas.

Mas é tempo de agradecer, em primeiro lugar a quem sempre me sustenta e fortalece em todos os momentos, mesmo quando as circunstâncias parecem não ter solução: Deus e a espiritualidade sempre estiveram presentes, aliás, sempre estão, mesmo nas situações mais complicadas; minha família, que teve muita paciência, principalmente quando mais precisei de silêncio, de introspecção; aos colegas, que mesmo virtualmente sempre estiveram presentes, em especial Paula Brunet e Bárbara Denise, cujas palavras de encorajamento partilhadas serviram de incentivo para continuar a jornada; ao meu orientador, professor Sérgio Murilo, não só de graduação e pós graduação mas de vida, a quem devo o aprendizado, a calma e as palavras sábias para continuar mesmo nos momentos mais difíceis, o meu muito obrigada.

A todos os funcionários e professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais e também aos professores da Graduação em Geografia da UFCG, cujos ensinamentos continuam pautando a caminhada, que está apenas começando. A todos os integrantes da banca pela disponibilidade e a CAPES pelo apoio, agradeço.

A minha avó/madrinha (*in memoriam*) que partiu vitimada pela Covid, mas que está sempre comigo no pensamento, no coração e na vida, cuja certeza do reencontro é certa: não foi o fim, é um até logo.

A todos, que de uma forma ou de outra contribuíram para que essa etapa de vida fosse concluída, **muito obrigada!**

“Ser autêntico é forma de adquirir dignidade.

A ascensão é lenta para todos.

Quem hoje triunfa, começou a batalha antes.

Quem está combatendo, logrará a vitória depois.”

Joanna de Ângelis

ESTEVES, Poliana M. da S. V. **AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL AO PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURO VELHO E SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO DE 1998 A 2018**. Campina Grande – PB. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais). Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGEGRN – CTRN – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. 2022.

RESUMO

A desertificação no estado da Paraíba ocorre de forma intensa provocando impactos socioeconômico ambientais como: improdutividade do solo, perda da biodiversidade, insegurança alimentar, perda da cobertura vegetal, redução de renda e empobrecimento. Conduzir as ações humanas no rumo sustentável demanda entendimento das capacidades e fragilidades peculiares aos espaços geográficos. A degradação ambiental é característica do modelo predatório do uso inapropriado do espaço e requer, cada vez mais urgente, planejamentos não só físico-territoriais como também socioambiental. Nesse sentido, é necessário que as características físicas e socioeconômicas sejam avaliadas de forma integradas. Este estudo tem por objetivo caracterizar e avaliar as fragilidades ambientais que levam os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros, que fazem parte da microrregião do Cariri Ocidental Paraibano, ao processo de desertificação através do uso de geotecnologias na elaboração de mapas de geologia, declividade, solos, vegetação e clima para posteriormente construir os índices de fragilidade ambiental da microrregião. Para tal, foram utilizados dois modelos metodológicos, o de Ross (1994) e Crepani *et al.*, (2001) que resultou na confecção de mapeamentos físicos e gráficos de ordem socioeconômica do Espaço Geográfico em discussão. O uso de geoprocessamento mostra-se uma importante ferramenta na avaliação desse estudo em que foram manipulados os dados obtidos em software Quantum GIS 3.16.2 Hannover, Autocad e análise temporal do NDVI e na faixa do visível RGB. O mapa de fragilidade ambiental foi confeccionado a partir de mapas de geologia, declividade, solo, vegetação e clima. O estudo das Fragilidades Ambientais proporciona melhorar os direcionamentos relacionados à implantação de ações de gestão no espaço físico-territorial oferecendo subsídios para que medidas sejam implementados de forma planejada e consciente.

Palavras-chaves: Fragilidade Ambiental, Desertificação, Indicadores Geoambientais, Cariri Ocidental Paraibano, Ouro Velho, São José dos Cordeiros, NDVI e RGB.

ESTEVEES, Poliana M. da S. V. **AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL AO PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NOS MUNICÍPIOS DE OURO VELHO E SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO DE 1998 A 2018**. Campina Grande – PB. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais). Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais – PPGEGRN – CTRN – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. 2022.

ABSTRACT

Desertification in the state of Paraíba occurs intensely, causing socioeconomic and environmental impacts such as: soil unproductivity, loss of biodiversity, food insecurity, loss of vegetation cover, reduced income and impoverishment. Conducting human actions in a sustainable direction demands understanding of the capabilities and weaknesses peculiar to geographic spaces. Environmental degradation is characteristic of the predatory model of inappropriate use of space and requires, with increasing urgency, not only physical-territorial planning, but also socio-environmental planning. In this sense, it is necessary that the physical and socioeconomic characteristics be evaluated in an integrated way. This study aims to characterize and evaluate the environmental weaknesses that lead the municipalities of Ouro Velho and São José dos Cordeiros, which are part of the Western Cariri Paraíba micro-region, to the process of desertification through the use of geotechnologies in the elaboration of geological maps, slope, soils, vegetation and climate to later construct the environmental fragility indices of the microregion. For this, two methodological models were used, that of Ross (1994) and Crepani *et al.*, (2001) which resulted in the making of physical mappings and socioeconomic charts of the Geographic Space under discussion. The use of geoprocessing proves to be an important tool in the evaluation of this study in which the data obtained in software Quantum GIS 3.16.2 Hannover, Autocad and temporal analysis of NDVI and in the range of visible RGB were manipulated. The environmental fragility map was made from maps of geology, slope, soil, vegetation and climate. The study of Environmental Fragilities improves the directions related to the implementation of management actions in the physical-territorial space, offering subsidies so that measures are implemented in a planned and conscious way.

Keywords: Environmental Fragility, Desertification, Geoenvironmental Indicators, Western Cariri of Paraíba, Ouro Velho, São José dos Cordeiros, NDVI e RGB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esboço Cartográfico das Áreas em Risco de Desertificação da ONU, com destaque para a região semiárida do Brasil.....	28
Figura 2 – Limite das Áreas Suscetíveis à Desertificação e Região Semiárida no Brasil.....	32
Figura 3 – Mapa de Delimitação do Semiárido do Estado da Paraíba.....	34
Figura 4 – Áreas Fortemente Degradadas (AFDs) nas Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASDs) no estado da Paraíba.....	36
Figura 5 – Modelo Geral das Interações da Paisagem.....	41
Figura 6 – Modelo de Geossistema proposto por Bertrand (1968)	42
Figura 7 – Localização da Microrregião do Cariri Ocidental – PB.....	51
Figura 8 – Localização do município de Ouro Velho– PB.....	52
Figura 9 – Localização do município de São José dos Cordeiros– PB.....	53
Figura 10 – Localização da Bacia Hidrográfica dos municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros– PB.....	54
Figura 11 – Fluxograma de Indicadores para determinação das Áreas Suscetíveis a Desertificação.....	57
Figura 12 – Ilustração da resposta espectral da vegetação.....	69
Figura 13 – Mapa Geológico da microrregião do Cariri Ocidental.....	97
Figura 14 – Mapa da Vulnerabilidade Geológica do Cariri Ocidental.....	98
Figura 15 – Mapa Hipsométrico do Cariri Ocidental.....	99
Figura 16 – Mapa de Vulnerabilidade Geomorfológica do Cariri Ocidental.....	100
Figura 17 – Variabilidade espacial dos totais anuais médios das chuvas.....	102
Figura 18 – Mapa dos Solos de São José dos Cordeiros – PB.....	105
Figura 19 – Mapa dos Solos de Ouro Velho – PB.....	105
Figura 20 – Mapa Pedológico do Cariri Ocidental.....	106
Figura 21 – Mapa de Vulnerabilidade Pedológica do Cariri Ocidental.....	107
Figura 22 – Esboço Cartográfico Uso atual e Cobertura Vegetal – Cariri Ocidental.....	108
Figura 23 – Carta temática 01, NDVI da Microrregião do Cariri Ocidental.....	110
Figura 24 – Carta temática 02, NDVI do Município de Ouro Velho – PB.....	111
Figura 25 – Carta temática 03, NDVI do Município de São José dos Cordeiros – PB.....	112
Figura 26 – Carta temática 04, composição RGB do município de Ouro velho – PB.....	113
Figura 27 – Carta temática 05, composição RGB do município São José dos Cordeiros – PB...	115

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de desertificação para o estado da Paraíba.....	36
Tabela 2 – Concentração de Terras Ouro Velho e São José dos Cordeiros – 2021.....	39
Tabela 3 – Classes de Declividade segundo categorias hierárquicas.....	60
Tabela 4 – Padrões de Classes de Desertificação de acordo com o IA.....	63
Tabela 5 – Especificações Técnicas das Bandas Espectrais do Landsat 5.....	64
Tabela 6 – Especificações Técnicas das Bandas Espectrais do Landsat 8.....	65
Tabela 7 – Valores dos Parâmetros - metadados 2018.....	65
Tabela 8 – Dados das Bandas Espectrais Para Correção Atmosférica.....	66
Tabela 9 – Valores de Radiância Espectral em: $W/(m^2.sr.\mu m)$	67
Tabela 10 – Radiância solar espectral no topo da atmosfera produtos – Landsat 5.....	68
Tabela 11 – Percentual de pessoas pobres e vulneráveis à pobreza – Brasil (1991-2000-2010) ...	71
Tabela 12 – Percentual de pessoas pobres e vulneráveis à pobreza – Paraíba (1991-2000-2010)	71
Tabela 13 – Percentual de pessoas pobres e vulneráveis à pobreza – Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros (1991-2000-2010)	72
Tabela 14 – Variáveis da população de Ouro Velho e São José dos Cordeiros – 2010-2021.....	74
Tabela 15 – Progresso do IDH-M dos municípios de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros (1991-2000-2010)	77
Tabela 16 – Analfabetismo – 18 anos ou mais (1991-2000-2010)	78
Tabela 17 – Progresso IDEB dos municípios de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros.....	79
Tabela 18 – Envelhecimento e dependência de idosos em Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros.....	82
Tabela 19 – Pessoas inscritas no Bolsa Família Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros.....	82
Tabela 20 – Benefícios e arrecadação de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros (2021)	84
Tabela 21 – Grau de Vulnerabilidade Geomorfológica para o Cariri Ocidental PB.....	100
Tabela 22 – Índice de Aridez Ouro Velho e São José dos Cordeiros.....	104

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição mensal da pluviometria do Cariri Ocidental – PB.....	60
Gráfico 2 – Proporção de Pobres em 2021 por Unidade da Federação (%)	72
Gráfico 3 – Linha da pobreza em Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros.....	73
Gráfico 4 – Quantitativo da população de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros – 2010-2021.....	74
Gráfico 5 – Quantitativo da população Urbana e Rural – 1991-2000-2010.....	75
Gráfico 6 – Frequência escolar por Faixa Etária – 1991-2000-2010	78
Gráfico 7 – Produto Interno Bruto – Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros – 2010.....	84
Gráfico 8 – Produção pecuária e Variação Pluviométrica Ouro Velho entre 2007 e 2021.....	87
Gráfico 9 – Produção pecuária e Variação Pluviométrica S. J. dos Cordeiros entre 2007 e 2021.	88
Gráfico 10 – Produção avícola Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros entre 2007 e 2021.....	88
Gráfico 11 –Produção de mel em S. J. dos Cordeiros entre 2009 e 2021.....	87
Gráfico 12 – Extrativismo Vegetal entre 2005 e 2021.....	91
Gráfico 13 – Produção de Milho e Feijão entre 2005 e 2021.....	93
Gráfico14 – Distribuição anual da pluviometria Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros 2005-2021.	93
Gráfico 15 – Distribuição mensal da pluviometria do Cariri Ocidental - PB.....	100
Gráfico 16 – Distribuição anual da pluviometria Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros 2000-2022	102
Gráfico 17 – Evapotranspiração Potencial e Média Climatológica anual.....	103
Gráfico 18 – Balanço das médias Pluviométricas e de Evapotranspiração em Ouro Velho e São José dos Cordeiros-PB.....	103

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classes de Fragilidade segundo Tipos de Solo.....	56
Quadro 2 – Avaliação da estabilidade/vulnerabilidade das Categorias Morfodinâmicas.....	57
Quadro 3 – Graus de Proteção segundo Tipos de Cobertura Vegetal	59
Quadro 4 – Níveis Hierárquicos segundo Situação Pluviométrica.....	60
Quadro 5 – Caracterização da Densidade Demográfica por hab/km ²	74

ABREVIATURAS E SIGLAS

- AESA** – Agência Executiva de Gestão das Águas
- ASD** – Áreas Suscetíveis à Desertificação
- CGEE** – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
- CNUCD** – Convenção das Nações Unidas para o combate à desertificação
- CNUMAD** – Conferência Internacional das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CODEVASF** – Companhia de Desenvolvimento dos Vales de São Francisco e do Parnaíba
- CPRM** – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- ETP** – Evapotranspiração
- Ia** – Índice de Aridez
- IBAMA** – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDEB** – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
- IFOCS** – Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas
- INSA** – Instituto Nacional do Semiárido
- IPEA** – Instituto de Pesquisas Aplicadas
- MDA** – Ministério do Desenvolvimento Agrário
- MDS** – Ministério do Desenvolvimento Social
- NDVI** – Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - (*Normalized Difference Vegetation Index*)
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PAE-PB** – Plano De Ação Estadual De Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
- PAN** – Plano de Ação Nacional
- PBMC** – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
- PNUD** – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PNUMA** – Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
- RADAM** – Radar da Amazônia
- RGB** – Índice de Vegetação na Faixa do Visível - (*Red, Green, Blue*)
- SAB** – Semiárido Brasileiro
- SIT** – Sistema de Informações Territoriais
- SICAR** – Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
- SUDENE** – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
- UNCCD** – Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas
- UNCOD** – United Nations Conference on Desertification
- USGS** – *United States Geological Survey*

Sumário

1. INTRODUÇÃO	18
1.1 Contextualização do Tema.....	18
1.2 Hipótese	18
1.3 Justificativa	20
2. OBJETIVOS	23
2.1 Geral.....	23
2.2 Específicos	23
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
3.1 Estado da Arte da Desertificação: conceituação	24
3.2 Desertificação no Mundo	25
3.3 Desertificação no Brasil.....	30
3.4 Desertificação na Paraíba.....	34
3.5 Desertificação no Cariri Paraibano	37
3.6 Relação paisagem-geossistema.....	40
3.7 Fragilidade ambiental	45
3.8 Vulnerabilidade socioeconômica	46
3.9 Indicadores de Desertificação	48
3.9.1 O Uso de Geotecnologias na Análise Ambiental	47
4. METODOLOGIA.....	50
4.1 Descrição da Área de Estudo: localização geográfica	50
4.1.1 Ouro Velho.....	51
4.1.2 São José dos Cordeiros.....	52
- <i>Bacia Hidrográfica</i>.....	51
4.2 Procedimentos Metodológicos.....	55
4.3 Características Geoambientais	58
4.3.1 Índice de Vegetação	58
4.3.2 Geologia e Declividade	59
4.3.3 Aspectos Climáticos	60
4.3.4 Características Pedológicas.....	59
4.3.5 Índice de Aridez.....	62
4.3.6 Uso do Sensoriamento Remoto.....	63
- <i>Landsat 5</i>.....	62

- <i>Landsat 8</i>	62
- <i>Calibração Radiométrica (Lλ)</i>	63
- <i>Reflectância Monocromática (ρλi)</i>	64
- <i>Correção Landsat 5 – TM</i>	65
- <i>Reflectância Monocromática do Topo da Atmosfera (ρλi)</i>	65
- <i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)</i>	66
- <i>Índice de Vegetação na faixa do visível (Banda RGB)</i>	68
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
5.1 Quadro Socioeconômico	71
5.1.1 Densidade Populacional	75
5.1.2 IDH-M e Educação	75
- <i>IDH-M</i>	73
- <i>Educação</i>	75
5.1.3 Políticas Públicas	80
- <i>Vulnerabilidades Socioeconômicas</i>	79
- <i>Benefícios Rurais</i>	81
5.2 Antropização	85
5.2.1 Pecuarização	85
5.2.2 Produção Extrativista Vegetal	89
5.2.3 Produção Agrícola e Pastagem	92
- <i>Palma Forrageira</i>	93
5.3 Diagnóstico do Meio Físico	96
- <i>Geologia</i>	96
- <i>Geomorfologia</i>	98
- <i>Clima</i>	100
- <i>Índice de Aridez</i>	104
- <i>Pedologia</i>	104
- <i>Vegetação (NDVI, RGB)</i>	107
5.4 Análise NDVI, RGB e da Vulnerabilidade Ambiental	106
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
7. REFERÊNCIAS	118

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema

Por muito tempo acreditou-se na existência de um equilíbrio dinâmico entre os elementos da natureza (meteorológicos e ambientais), até que os mesmos sofressem mudanças decorrentes de atividades climáticas e de intensas intervenções humanas no intuito de explorar seus recursos naturais, seja em busca de abrigo, segurança, bem-estar e até mesmo em busca de lucro. Qualquer alteração nesse equilíbrio natural pode comprometer o funcionamento do meio ambiente e dos fatores que atuam sobre ele causando vários problemas. As interferências agem “*desencadeando processos de degradação e dificultando ou impedindo a conservação do solo...*” (CAMPELLO, 2007).

A degradação das terras é provocada por um conjunto de combinações, como: variabilidades climáticas, secas extensas e chuvas torrenciais assim como características do próprio ambiente (tipos e características do solo, declividade acentuada, drenagem etc.), causando erosão do solo através do vento e/ou da água, deterioração das propriedades físicas, químicas, biológicas ou econômicas do solo e destruição da vegetação por períodos prolongados (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012).

A interferência antrópica configura-se como um dos mais severos fatores que aceleram o processo de degradação das terras e que geram prejuízos econômicos, sociais, culturais e ambientais. Estudos nessa área são importantes para investigar as características e os processos que levam à desertificação.

Foi no decorrer dos anos 70 que o tema “Desertificação” começou a tomar grande proporção a nível mundial, década essa marcada por transformações tecnológicas, econômicas, sociais e sobretudo ambientais; primeiro com a preocupação decorrente do processo erosivo causado por meio de intervenções humanas, depois com as consequências verificadas, causando mudanças desastrosas em escala econômica, social e ambiental. Somente após essa década é que várias conferências, congressos e debates iniciaram as pautas ligadas a preocupações com o meio ambiente e que relacionavam tanto países em desenvolvimento quanto desenvolvidos.

De acordo com o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2015), as regiões semiáridas sofrerão os maiores impactos relacionados às mudanças climáticas com provável

ocorrência de secas e maior intensidade no Nordeste brasileiro. Dessa forma, ocorrerá repercussões negativas na agricultura, na economia e nas vidas dos habitantes.

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2016), a região Nordeste enfrentou entre os anos 2000 e 2015 um período de irregularidades pluviométricas. No ano de 2011 as chuvas ocorreram em torno da média e a produção agrícola foi abundante. De 2012 a 2015 houve períodos de secas consecutivas, com perdas agrícolas, reservatórios secos e dificuldade para conseguir água por carros-pipas.

Nos últimos anos as mudanças climáticas têm-se associado aos demais fatores de preocupação no avanço do processo de desertificação, e boa parte das áreas de clima semiárido se enquadra nas estatísticas. Em relação ao Brasil, segundo dados da Fundação Joaquim Nabuco (*apud* Gaspar, 2012), “*as áreas suscetíveis aos processos de desertificação estão localizadas no nordeste brasileiro, norte do estado de Minas Gerais e parte do Espírito Santo, onde cerca de 13% do território nacional se encontram comprometidos*”.

No semiárido brasileiro, a ação antrópica relacionadas ao sobrepastoreio¹, exploração dos recursos naturais, queimadas e desmatamento tem degradado o solo, causando perda da cobertura vegetal, impactos na segurança alimentar, perda de biodiversidade, desequilíbrios ecológicos e enfraquecendo a qualidade de vida da população que vive nessa região (SOUZA, 2007).

No estado da Paraíba os maiores níveis de degradação encontram-se em áreas associadas a ocorrências de regimes de menor precipitação pluviométrica, o que proporciona maior fragilidade ao uso intenso das terras quer por atividades agrícolas ou por pecuárias. Os municípios inseridos no Cariri Ocidental Paraibano possuem índices pluviométricos irregulares e deficitários, problemas de ordem socioeconômicos, entre vários outros fatores agravantes que justificam a escolha dessa região e dessa temática como foco do estudo proposto.

Cerca de um terço da área do território paraibano está comprometido com os impactos causados por processos de desertificação, afetando a vida de cerca de 653 mil habitantes, isso faz da Paraíba o estado brasileiro com maior nível de desertificação proporcional ao tamanho, segundo dados do Greenpeace no relatório “Mudanças de clima, mudanças de vida”.

¹ O fenômeno de sobrepastoreio ocorre quando as plantas estão expostas a pastoreio intenso durante longos períodos de tempo, ou sem períodos suficientes para a necessária recuperação ambiental. Reduz a utilidade, a produtividade e a biodiversidade dos terrenos e é uma das causas da desertificação e a erosão.

De acordo com a classificação do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado da Paraíba (PAE-PB), o estado da Paraíba sofre pressão antrópica acentuada e cerca de 93,7% do território encontra-se em processo de desertificação, sendo que 58% em nível alto de degradação, e é na microrregião do Cariri Ocidental onde os processos erosivos são mais evidenciados (PARAIBA, 2011).

Segundo dados do MapBiomas (2020), o estado da Paraíba perdeu 280 mil hectares de vegetação nativa entre os anos 1985-2020, tornando-os Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), sendo o estado com maior número de municípios em risco, provocado sobretudo pelo avanço da agropecuária, pastagem, queimadas e desmatamento da Caatinga. Dos 112 municípios classificados como ASD no Brasil, 45 estão localizados na Paraíba em situação considerada “grave” ou “muito grave”.

O impacto social, econômico e principalmente ambiental causados por processos cumulativos de degradação do meio ambiente reduz significativamente as áreas habitáveis, empobrece a população, amplifica os fluxos migratórios, deixa o solo exposto à constante erosão, causa empobrecimento e agravamento do processo de desertificação e diminui a biodiversidade, impactando a população, animais e vegetação.

A nova paisagem formada pelos processos erosivos pode passar despercebida por muitos devido às características do espaço, do tempo e da história da região, porém as consequências geradas (pobreza e exclusão) acabam por se tornar “terreno fértil” para o aproveitamento político e para indústria da seca, sem que haja o devido desenvolvimento, por parte dos setores competentes, de uma cultura de convivência com o clima semiárido (MATALLO Jr. 2001).

É de grande relevância para os estudos sobre desertificação integrar o meio social, visto que a luta contra a desertificação abrange não apenas os estudos físicos, como também os humanos, sendo esse um estudo multidisciplinar, conforme (ABRAHAM *et al.*, 2014). Diante dessa conjectura, é necessário primeiro conhecer as variáveis do meio físico-natural como: geologia, declividade, solos, vegetação e clima e fatores socioeconômicos. Também é importante conhecer as formas de uso e ocupação do solo que ocorrem nessa área de interesse e que refletem na funcionalidade do meio ambiente assim como os impactos produzidos, para posteriormente realizar análises das informações obtidas.

Os municípios de *Ouro Velho* e *São José dos Cordeiros* se enquadram nos aspectos climáticos, ambientais e antrópicos típicos de ambientes semiáridos: temperaturas elevadas, escassez e irregularidade de chuvas, longos períodos de estiagem, problemas ambientais e socioeconômicos. A área onde os municípios estão inseridos possui processos de desertificação acentuados, justificando a escolha dos mesmos.

A economia de São José dos Cordeiros tem na agricultura do algodão, feijão e milho a base principal do setor primário. Na criação de animais, o município se destaca na criação de ovino, caprino, bovino e produção de ovos a partir da criação de galináceos. (CPRM, 2005). Ouro Velho possui relevo predominantemente suave-ondulado com elevações residuais onde apresentam focos de erosão acentuados que tem se tornado comuns no semiárido nordestino. A intervenção humana sobre a área em estudo (Ouro Velho e São José dos Cordeiros), aliados às condições naturais e propensão à desertificação da região refletem em largos prejuízos à população e ao ambiente natural.

Perante o apresentado indaga-se: *Como os fatores ambientais e socioeconômicos atuam no agravamento dos processos de desertificação nos municípios da área de estudo?* Diante dessa problemática há necessidade de se conhecer as causas e consequências dos processos que levam à desertificação da área e posteriormente promoção de medidas que acarretem a sensibilização da sociedade e do poder público que direcionem o incentivo de práticas de manejo sustentável atenuando os problemas ambientais e socioeconômicos.

1.2 Hipótese

Baseado no desenvolvimento desses processos lançamos a hipótese de que o desequilíbrio ocasionado por fatores naturais e pressão antrópica ameaçam a estabilidade ecossistêmica e provocam devastação vegetal, comprometimento do solo e favorece a desertificação. O aumento do rebanho, principalmente caprino e ovino, tem ocasionado pressão sobre o meio ambiente aliado a retirada da madeira para uso da lenha como fonte de energia doméstica e outras atividades econômicas da região (olarias, padarias, etc.). A influência da densidade e pressão populacional interfere diretamente no quanto a vegetação pode se recuperar, necessitando que se avalie como e quanto essa pressão degrada o meio ambiente e quais as formas de mitigar essa realidade.

1.3 Justificativa

O presente trabalho tem como temática principal a análise da fragilidade ambiental e da desertificação nos municípios de *Ouro Velho* e *São José dos Cordeiros*, localizados na Microrregião do Cariri Ocidental Paraibano. Os municípios foram escolhidos por estarem localizados em região semiárida, onde os processos erosivos são proeminentes e as consequências visivelmente perceptíveis.

Nos estudos sobre desertificação, fatores relacionados à aspectos físicos, sociais, econômicos e de infraestrutura são fundamentais para que se possa compreender o fenômeno e apontar as principais causas e efeitos da degradação ambiental. A busca por dados oficiais decorreu através de sites e documentos obtidos por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e Ministério do Desenvolvimento Social (MDS), Programa das Nações Unidas (PNUD), Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA), Projeto Radam Brasil e outras fontes oficiais.

O uso de ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, (NDVI e RGB), é imprescindível na identificação de áreas afetadas e no acompanhamento da evolução da cobertura vegetal por meio de análises multi-temporal. A determinação do grau de degradação das áreas também leva em consideração as influências naturais em conjunto com dados sobre o índice de aridez, clima e estudos físicos do solo.

O interesse pelo tema é iniciado ainda na graduação em Licenciatura em Geografia e se estende pelo mestrado com intuito de continuar a pesquisa pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais da UFCG. Ao presente, deseja-se que o mesmo possa auxiliar na compreensão sobre os processos que levam à desertificação da área pesquisada, através da identificação dos principais agentes, e de alguma forma servir de embasamento para futuros trabalhos que hão de vir, dada a relevância social/ambiental/científica que a temática oferece.

2. Objetivos

2.1 Geral

Analisar o crescimento em diferentes níveis de risco à desertificação nos municípios *Ouro Velho* e *São José dos Cordeiros* da Microrregião do Cariri Ocidental, no semiárido Paraibano, a partir de indicadores físicos e socioeconômicos.

2.2 Específicos

- Realizar o diagnóstico das características socioeconômicas dos municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros;
- Realizar análises físico-ambientais dos municípios em estudo, juntamente com estudo integrado da pluviometria e índice de aridez;
- Gerar mapas para interpretação e identificação das áreas de maior fragilidade ambiental a partir de ferramentas e métodos de geoprocessamento entre 1998-2018;
- Identificar as áreas sob risco de desertificação dos municípios de acordo com as informações geradas nos mapas e encontradas nos dados oficiais pesquisados;
- Propor medidas alternativas para potencializar o uso e ocupação dos solos e de convivência com o ambiente da caatinga de forma a atenuar os impactos causados pelos efeitos da desertificação.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Estado da Arte da Desertificação: conceituação

As primeiras civilizações mantiveram junto à terra uma relação marcante de interação, não só na busca por alimento, mas também para promoção do bem-estar, abrigo e segurança. Desde então, as modificações no meio ambiente e as agressões à natureza se tornaram presentes. A descoberta do fogo pelo homem primitivo trouxe a princípio proteção, visto que afugentava os animais e predadores. Posteriormente foi usado como fonte de energia e nos tempos modernos usado para “*abrir novas fronteiras agrícolas e como um perigoso aliado na derrubada de matas para o estabelecimento de lavouras*” (FELDENS, 2018).

Essa perturbação das terras de forma abrupta pelo homem fez com que se intensificasse a exploração dos recursos naturais, deteriorando os ecossistemas produtivos, ameaçando principalmente a vegetação, o solo e os recursos hídricos: que são os três elementos constituintes da base natural da existência humana. (GLANTZ; ORLOVSKY, 1983).

Para Dias (1924), a implantação com base feudal das Sesmarias no Brasil pelos portugueses fez surgir os latifúndios e a expropriação pouco pacífica das terras indígenas. No caso dos sertões, a Caatinga era devastada para “*construção de casas, paliçadas e palanques de defesa*”, e o fogo usado como arma para afugentar os índios de suas terras, causando os primeiros focos de degradação das terras.

No Brasil, a exploração predatória dos recursos naturais, e o sistema de capitânicas hereditárias fez com que o latifúndio tornasse o marco principal da posse de terras e do estabelecimento da monocultura “*plantation*” nas grandes propriedades rurais, principalmente no litoral. No Nordeste brasileiro, o plantio da cana-de-açúcar atendeu aos interesses econômicos coloniais, porém deram início ao processo de derrubada da cobertura vegetal comprometendo o equilíbrio ecológico, esgotando a fertilidade do solo e degradando o ambiente. (CASTRO, 1984).

O termo “desertificação” é cercado de complexidade conceitual e as discussões em torno da temática ganharam caráter multidisciplinar diante das inquietações mundiais acerca do fenômeno. Segundo o dicionário etimológico “desertificação” está relacionado com improdutividade e significa ato ou efeito de desertificar (*desertificar + ção*), ou seja - *transformação gradual de uma região em deserto pela ação da natureza ou do homem, que transforma áreas de terreno fértil em zonas áridas ou semiáridas, com perda total ou parcial*

da fauna e da flora, resultante de intervenção humana e/ou de fatores naturais (seca, deflorestação, agricultura intensiva, etc.). (INFOPÉDIA.PT, 2022).

Ao longo da história, associou-se à desertificação à formação de deserto. Porém, embora tenham a mesma origem, denotam estruturas distintas. Como destaca NIMER:

“Deserto é um fenômeno de certa forma acabado e resultante da evolução de processos que alcançaram uma certa estabilidade final, e que pode ser definida como um clímax ecológico, isto é, por uma espécie de equilíbrio homeostático natural. Desertificação, ao contrário, como a substantivação da palavra deserto indica, é um fenômeno em transformação dinâmica cuja evolução ambiental está apontada para a direção do deserto”. (NIMER, 1988. p.8)

A Ecologia foi quem primeiro desenvolveu os estudos relacionados à desertificação, porém o caráter ambíguo da temática não estruturava a compreensão conceitual sobre o tema, pois os conceitos de seca, deserto e desertificação ainda eram tratados de forma similar e resultados das mesmas causas. (ALBUQUERQUE, 2020).

A dinâmica espaço-tempo no processo das modificações geradas pela degradação ambiental promove mudanças no ambiente e conseqüentemente nas atividades humanas, e nesse sentido a Geografia estuda o conjunto de interações entre a sociedade e a natureza através de marcas culturais e físicas definidas na paisagem e expressadas pela população. (NASCIMENTO, 2006). Diante dessa configuração, o meio ambiente se conecta a esse sistema não como um objeto coadjuvante, mas sim como parte ativa integrante e em constante transformação.

3.2 Desertificação no Mundo

A complexa interação existente entre a humanidade e o meio ambiente tem conduzido a atual geração a intensificar novos desafios no intuito de garantir que as futuras gerações busquem o desenvolvimento econômico sustentável. O processo de desertificação ocorre globalmente comprometendo e degradando regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, expandindo as regiões de aridez e comprometendo o equilíbrio ambiental do planeta, visto que a dinâmica da terra, do clima e da biodiversidade estão intimamente conectadas.

Para Freitas *et al.*, (2010), ao longo da história, o meio ambiente tem passado por intensas transformações que tem sido otimizada através dos séculos. O início das civilizações foi marcado pela busca incessante de interesses políticos e econômicos pautados na crença de

recursos naturais inesgotáveis onde o lucro e a geração de riquezas promoveram o aumento expressivo e desorganizado da exploração ambiental. A expansão populacional ocorrida durante a Revolução Industrial desencadeou problemas ambientais – desmatamento e contaminação dos corpos hídricos – ocasionados pela necessidade de ocupar terras e produção em larga escala.

Conforme Rego (2012), em 1949 o professor e zoólogo francês Louis Lavauden usou a expressão “desertificação” pela primeira vez quando estudava regiões desérticas do Saara Argelino no norte da África, originado pela transformação da floresta em savanas devastadas por incêndios, embora já se soubesse de eventos ligados à desertificação na Mesopotâmia e na parte oriental do Mediterrâneo, resultado do intenso processo de degradação e retirada predatória dos recursos naturais para dar lugar a campos de cultivos. (TAVARES, 2019).

Os países localizados na borda sul do Saara no continente africano são os países que mais sofre as consequências da desertificação, pois além de serem os mais pobres do continente, estão sujeitos a secas periódicas extremas. As terras secas africanas abrangem cerca de 20 milhões de quilômetros quadrados, cerca de 65% do continente, sendo um terço dessas terras desabitados. (RAFFERTY, 2020).

Para Macedo (2007), vários estudos sobre a desertificação a partir de 1930 deram início a uma série de estudos e pesquisas acadêmicas voltadas ao conhecimento dos processos de desertificação. Foi quando nos Estados Unidos, nos estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado, perdurou uma seca de 6 anos. O “*Dust Bowl*” (nuvens de poeira), como ficou conhecido, assolou as planícies do centro-oeste americano onde as terras já eram bastante degradadas por desmatamento descontrolado, inadequados métodos de prática agrícola e exposição do solo.

A preocupação da sociedade mundial com o avanço da desertificação iniciou-se quando uma seca severa afetou intensamente a Região Semiárida do Sahel, na África, entre 1968 e 1973 que ocasionou fome e a morte de milhares de pessoas e animais. O Sahel é uma região que se estende desde o Oceano Atlântico até o Mar Vermelho, e a faixa de deserto do Saara vem se expandindo reduzindo a biodiversidade e causando impactos sócio ambientais em áreas que anteriormente eram produtivas (CONTI, 2008). Com a expansão do deserto promove-se surtos de fome, redução de produção agrícola e disputas e conflitos por terras de solos

motivados pela posse do solo agricultável. Outros efeitos da expansão das áreas desertas são: as fugas em massa e formação de campos de refugiados. (PATRÍCIO, 2017).

Os debates iniciados na ONU e endossados por países onde o fenômeno já se tornava visível deram início em 1972 pela União Geográfica Internacional ao Grupo de Trabalho sobre Desertificação, o qual ganhou comprometimento de vários países que visavam incentivar estudos de caso e promover pesquisas sobre o tema. (CONTI, 2008).

Em 1977, motivados pela consequência humana e ambiental causada pela seca extrema ocorrida na região do Sahel, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU) organizou em Nairobi no Quênia uma Conferência Mundial sobre Desertificação, com a participação de mais de 90 países e entidades, além de organizações governamentais e ONG's (ABRAHAM *et al.*, 2014). A conferência no Quênia apontou várias consequências relacionadas à desertificação como: diminuição das colheitas, perda da cobertura da vegetação, redução da biomassa lenhosa, diminuição da água superficiais, aumento de inundações e poluição do ar. Dessa conferência resultou no Plano Nacional de Luta Contra a Desertificação e a posterior consolidação da temática no mundo, embora nem todos os países tenham se comprometido com a solução do problema.

Em 1992 os debates sobre seca e desertificação foram resgatados durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento na cidade do Rio de Janeiro. A Eco-92 ou Rio-92 ganhou notoriedade no cenário mundial após 20 anos da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo Suécia, no ano de 1972. O Rio-92 iniciou uma série de outras Conferências sobre o Meio Ambiente e contou com a presença de um expressivo número de ONG's e de 178 países e chefes de estado, além da presença de representantes do Banco Mundial e do FMI.

No intuito de comemorar a Conferência Rio-92, foi realizada em 2012 a conferência Rio+20, que reuniu cerca de 193 líderes mundiais discutindo temas relacionados a energia, segurança alimentar, emprego, cidades sustentáveis, água, oceanos e desastres naturais. Durante a conferência previu-se a criação de um fórum político sobre Desenvolvimento Sustentável dentro das Nações Unidas e foram reafirmados os princípios e responsabilidades discutidos no Rio-92 e fortalecendo o PNUMA – Programa das Nações Unidas sobre Meio Ambiente.

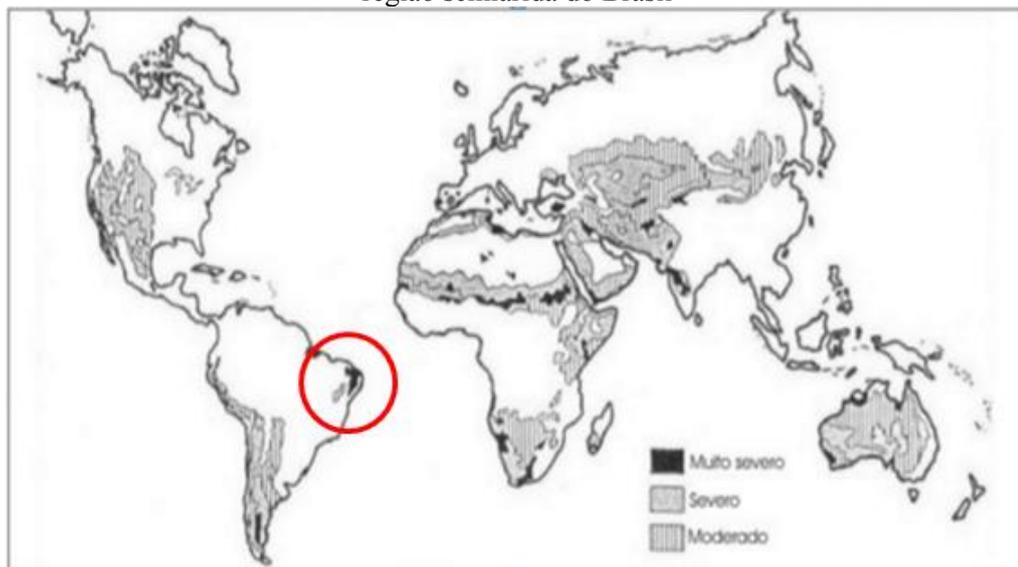
Destarte, o Novo Atlas Mundial da Desertificação, publicado pela Comissão Europeia (2018), abrange o nível de degradação das terras para 75% na atualidade, podendo aumentar a

área para 90% até 2050. Tais efeitos poderão reduzir o rendimento mundial de culturas agrícolas em torno de 10% e mais gravemente em países como Índia, China e África subsaariana, onde a redução da produção agrícola poderá ser reduzida em cerca de metade.

Dados da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação – CNUCD (2020) mostram que no continente europeu 15% do território dos países que fazem parte da União Europeia sofrem com problemas ligados à erosão e cerca de 45% já apresentam solos com níveis de matéria orgânica abaixo do teor, principalmente no Sul, Centro e na parte oriental do continente. O Relatório Especial nº33 do TCE (2018) apontam que já existem “áreas semidesérticas quentes na Europa Meridional” e que não existe uma eficaz estratégia a nível da União Europeia para combater a desertificação dos solos, embora haja planos de ação e programas que podem gerar efeitos positivos a longo prazo.

De acordo com o Secretariado da Convenção das Nações Unidas de Luta contra a Desertificação até o ano de 2050 quase metade da população mundial viverá em áreas com grande escassez hídrica. Serão mais de 700 milhões de pessoas que estarão em risco de deslocamento por causa dos efeitos da desertificação no mundo (ONU, 2013). A Carta das Nações Unidas (Figura 1), mostra as áreas propensas à desertificação em classificações que se dividem em: moderado, severo e muito severo.

Figura 1: Esboço Cartográfico das Áreas em Risco de Desertificação da ONU, com destaque para a região semiárida do Brasil



Fonte: Adaptado de Mainguet (1995), *apud* PAE-PB (2011)

Com exceção da Antártida, pode-se constatar a existência da desertificação em todos os continentes e em vários níveis, impactando a vida de milhões de habitantes. (ADEEL, 2005).

Esse fenômeno se torna mais perceptível nas terras secas, e foram nelas onde surgiram as primeiras grandes povoações da humanidade, que no decorrer da história se tornaram colônias de países europeus e sofreram com a exploração dos recursos naturais e humanos que acabaram contribuindo na degradação extensas áreas do território. (MATALLO, 2001).

As consequências da desertificação podem ser desastrosas para escala global, pois áreas afetadas podem estar localizadas a centenas de quilômetros das áreas desertificadas. É o que acontece em Pequim, que é frequentemente afetada por tempestades de poeira oriundas do deserto de Gobi durante a primavera, assim como a poeira do Sudeste Asiático e do Saara, que afeta regiões da América do Norte e recifes de coral no Caribe. (ADEEL, 2005. p-8).

Atualmente, a desertificação afeta mais de um terço das terras do planeta e países como África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, China, Estados Unidos, Itália e México estão entre os que mais sofrem com os efeitos da degradação ambiental extrema. (BRIASSOULIS, 2019). Sendo o meio ambiente usado para uma variedade de propósitos humanos (como agricultura, pastagem de animais e coleta de lenha), as várias atividades realizadas nele podem exacerbar o problema da desertificação e trazer mudanças irreversíveis aos ecossistemas. (RAFFERTY, 2020).

Segundo o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PANCD, 2019), os riscos de desertificação na Europa estão a aumentar progressivamente. Na Europa Meridional já existem áreas semidesérticas se alastrando para o norte. O sul de Portugal e da Itália, partes da Espanha, Malta, Bulgária, Romênia, Chipre e Grécia já se encontram gravemente afetados por erosão e salinização nos solos, perda de biodiversidade e deslizamentos. Diante da problemática, as Nações Unidas, por meio da UNCCD – Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação, adotaram a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que visa:

“proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade até 2030, combater a desertificação, e 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” (UNCCD, 2018)

Na América Latina e Caribe os problemas relacionados a degradação ambiental tendem a se agravar colocando em risco mais de 5 milhões de quilômetros quadrados de área, no qual

70% já se encontra fortemente afetada. Apesar da extensão de terras afetadas, o mapeamento dos territórios na América Latina ainda é impreciso, porém *“es evidente que revertir esta situación, será no solamente muy difícil sino sobre todo muy costoso, principalmente um los sectores más afectados, dado que um general las principales medidas correctivas o de rehabilitación tienen um alto costo por hectárea”*. (ABRAHAM *et al.* 2014).

Desta forma, os processos que levam à desertificação não apenas interferem na perda da capacidade produtiva da terra, mas geram consequências que afetam toda a sociedade aumentando a necessidade de estudos e discussões em torno da problemática estabelecida.

3.3 Desertificação no Brasil

No Brasil, muito antes de ser estabelecido o termo “desertificação” já se observava na história relatos documentais em que eram citados destruição de vegetação, destruição de solos, desmatamento indistinto para o plantio de monoculturas e processos erosivos. Souza (2008) menciona que José de Bonifácio, Marquês de Abrantes e Euclides da Cunha já relatavam em seus escritos suas observações sobre áreas afetadas por processos erosivos.

Para a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD – 2012), “[...] *é a degradação ambiental e socioambiental, particularmente nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de vários fatores e vetores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas.*” Este processo é ocasionado por vários fatores, e no caso do Nordeste Brasileiro os principais são: queimadas; desmatamento (causando perda na diversidade vegetal, animal e deixando o solo exposto); sobrepastoreio (ocasionando a fragilidade do solo e deixando-o com poucas chances de recuperação) e fatores naturais, provenientes de questões relacionadas ao clima.

Para SANTANA (2007), os aspectos ambientais de natureza geomorfológica, pedológica e climática associados às condições do solo, pluviometria, relevo e as formações de conservação vegetal do bioma, podem apresentar melhor representação das áreas suscetíveis à desertificação. Essas características, assim como a forma de uso e ocupação do solo observadas ao longo da história do semiárido brasileiro, estão vinculadas ao manejo inadequado dos recursos naturais por parte da ação humana.

João Vasconcelos Sobrinho, nos anos 1970, foi pioneiro nos estudos de campo sobre Desertificação no Brasil, selecionando áreas onde existiam processos de desertificação os quais ele chamou “Áreas Piloto”. Sobrinho estabeleceu indicadores que são aplicados até hoje para

avaliar os processos que levam à desertificação, utilizando dados relacionados ao solo, recursos hídricos, vegetação, clima e ações humanas que levam a perda da capacidade de recuperação das áreas. Desses estudos surgiram as primeiras ideias sobre Núcleos de Desertificação em áreas consideradas de alto risco. Desde então os estudos sobre o tema vêm crescendo e ganhando novas leituras e abordagens metodológicas. (PAN-BRASIL, 2004).

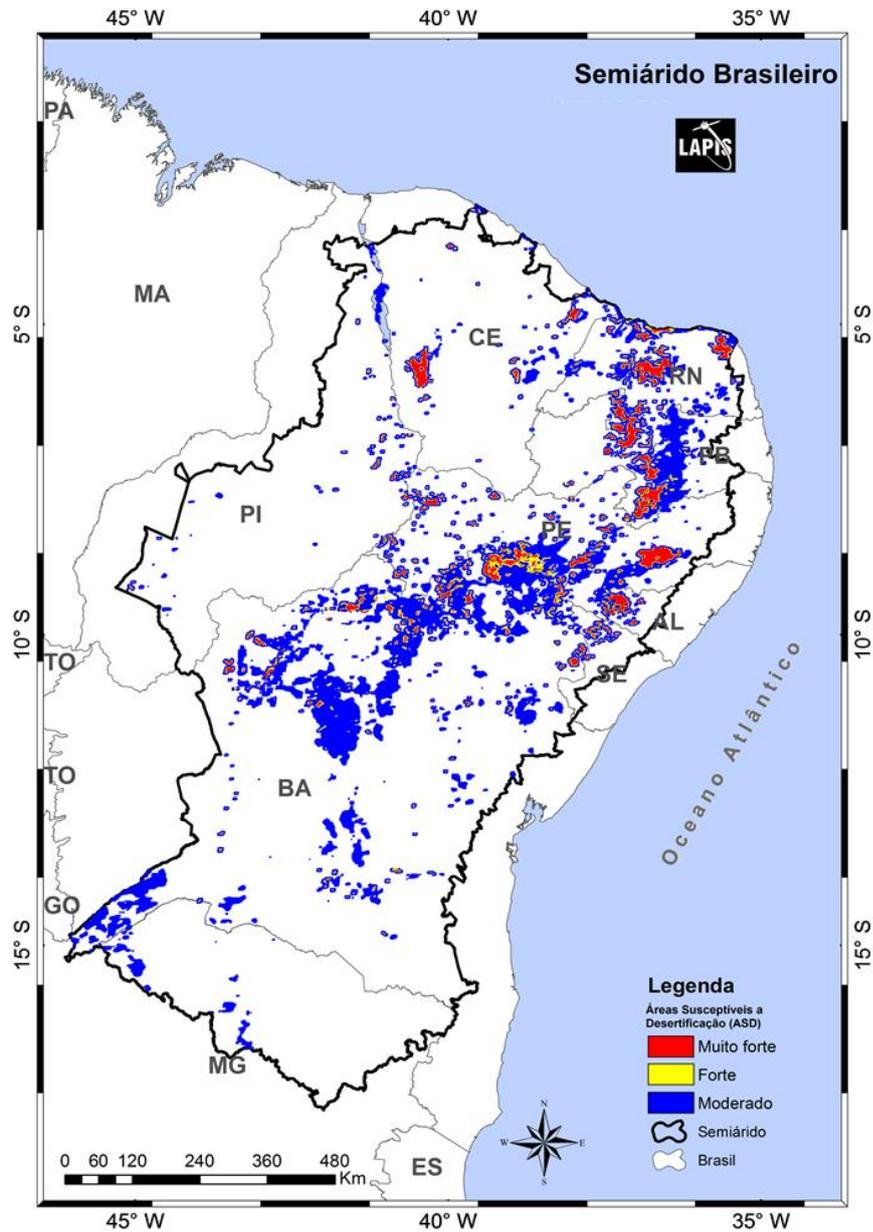
O geógrafo Aziz Ab'Sáber chamou atenção para a problemática da desertificação em 1977 quando lançou para a comunidade acadêmica o seu trabalho “*Problemática da Desertificação e da Savanização no Brasil Intertropical*”, em Nairobi no Quênia. Muito antes disso, em 1956 o Brasil já despontava nos primeiros estudos sobre a temática e durante o XVIII Congresso Internacional de Geografia na cidade do Rio de Janeiro, foi composta uma Comissão Especial para Estudos da Desertificação e Terras Áridas. (AB’SÁBER, 1977).

Na década de 1980, Nimer apresentou o mapeamento das áreas mais predispostas à desertificação no Brasil pelo programa *Subsídio ao Plano de Ação Mundial para combater a Desertificação*, que foi publicado pelas Nações Unidas levando em consideração dados climatológicos da região semiárida brasileira. Os estudos contidos nesse trabalho deram origem em 1988 a pesquisas de base metodológica em que o autor, através de estudos do meio físico (pedológico, geomorfológico e climatológico) apresentou cartas temáticas intituladas: *Potencialidade natural de semidesertificação no território Semiárido do Brasil*.

O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – Pan Brasil (2005), foi elaborado com o objetivo de identificar fatores que levaram a desertificação e definir formas de erradicar a pobreza e desigualdade em regiões com déficits ambientais, sociais, políticos e econômicos. O programa é baseado em eixos temáticos os quais norteiam os órgãos competentes a: combater à pobreza e à desigualdade; ampliar a capacidade produtiva sustentável; preservar e conservar e manejo sustentável de recursos naturais; e gerir de forma democrática o fortalecimento institucional.

No Brasil, as áreas suscetíveis à desertificação (ASD) compreendem 1.488 municípios compreendidos entre 1.344.944,60 km², que abrangem nove estados da Região do Nordeste Brasileiro, além de alguns municípios do Estado de Minas Gerais e Espírito Santo. Cerca de 13% do semiárido brasileiro sofre com problemas oriundos de processos ligados à desertificação em uma área que compreende 31 milhões de habitantes, cerca de 17% da população brasileira. (Figura 2).

Figura 2: Limite das Áreas Suscetíveis à Desertificação e Região Semiárida no Brasil



Fonte: Lapis Letras Ambientais (2019)

Para Perez (2021), um solo em processo de desertificação passa por uma sequência de etapas até ser considerado desertificado, que vão desde a ocupação humana da área; derrubada e queima da vegetação para uso do solo em atividades agrícola e pecuária, além da utilização da madeira e lenha para atividades domésticas e industriais tornando-o exposto a ação das intempéries naturais; redução da fertilidade do solo e capacidade produtiva, resultando na diminuição da renda familiar e consequentemente ocasionando migrações para centros urbanos tornando-as “*refugiadas ambientais, sem condições financeiras e instrução adequada para*

concorrer a um mercado trabalho altamente competitivo, se estabelecem em áreas periféricas geralmente inadequadas para ocupação”.

Nesse caso extremo, pode-se dizer que a desertificação atinge o mais alto grau de degradação das terras, tornando-se um problema de ordem não apenas ambiental, mas também econômico-cultural-político. Pois além de não haver perspectivas de retorno à terra, forma-se uma população estabelecida nas periferias, sem instrução adequada e inapta a concorrer ao mercado de trabalho (PEREZ, 2021). A vulnerabilidade do ambiente e da comunidade pode ser mitigada por meio de um sistema político-econômico voltado para o manejo sustentável, que incentive a produção agroecológica diversificada em que as atividades produtivas permitam o uso racional dos recursos naturais existentes.

A região semiárida brasileira possui as áreas mais sujeitas à degradação ambiental, pois a dinâmica socioambiental existente torna-a fortemente vulnerável. Os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco, Piauí, Ceará e Bahia possuem grandes extensões de terras degradadas onde a vegetação é escassa e o solo apresentando sinais de erosão. O estado da Paraíba é, proporcionalmente, o estado com maior extensão de área afetada, compreendendo cerca de 71% de seu território apresentando danos graves. (PEREZ-MARIN *et al.*, 2012). Nessas áreas observa-se perda da fertilidade do solo, escassez dos corpos hídricos, baixa produtividade e conseqüentemente abandono das terras pela incapacidade de sobrevivência da população. (SÁ *et al.*, 2021).

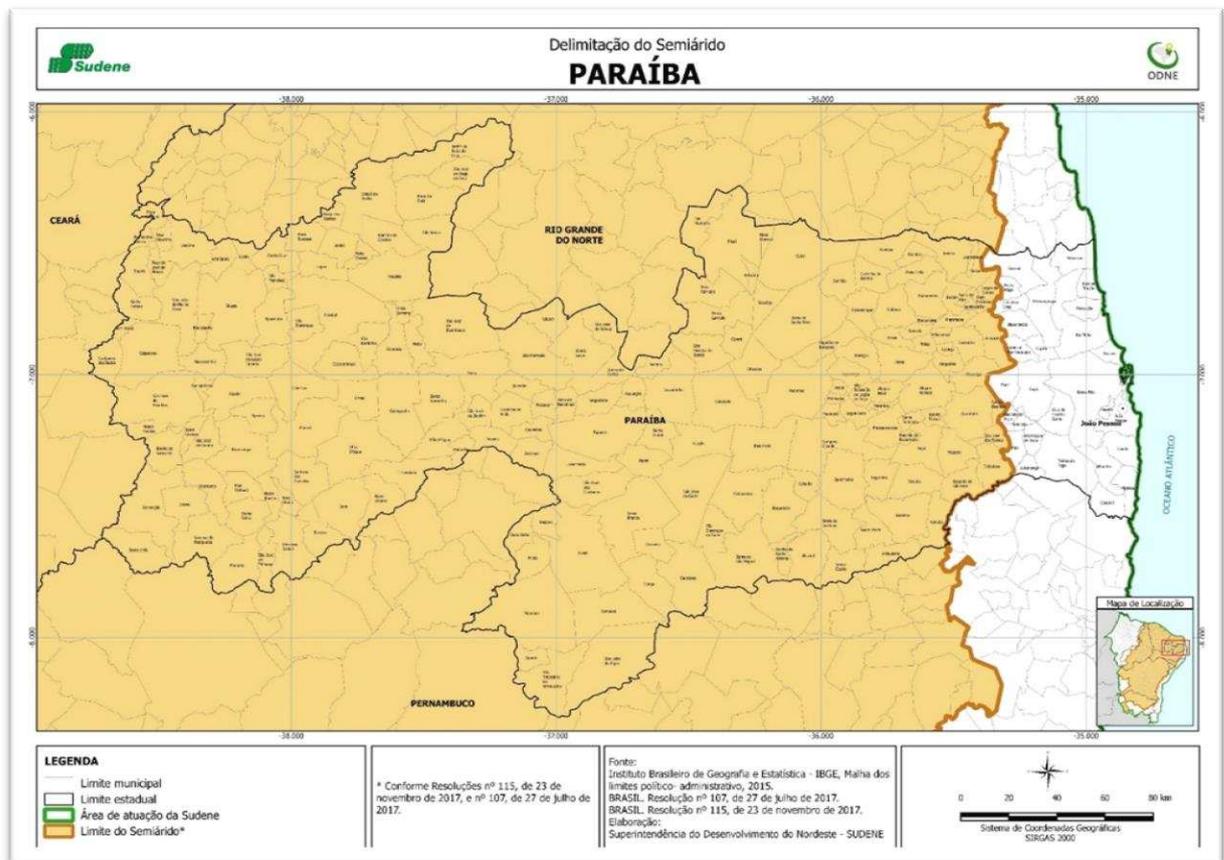
Segundo a FUNDAJ (2021), o processo de desmatamento e degradação da Caatinga está diretamente relacionado a produção de carvão e lenha que são utilizados para alimentar fornos de padaria, olarias e de outros setores de produção. Esse fator foi agravado a partir de 2012, quando se iniciou um regime de precipitação abaixo da média onde intensificou-se os efeitos da seca em várias áreas do Semiárido.

Nas décadas mais recentes, vários estudos sobre desertificação têm gerado bastante notabilidade no âmbito nacional, principalmente por órgãos como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional do Semiárido (INSA), Articulação para o Semiárido (ASA) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) que acentuaram a linha de pesquisa e impulsionaram o desenvolvimento de projetos com o intuito de amenizar os danos existentes.

3.4 Desertificação na Paraíba

O estado da Paraíba, abrange uma área de 56.467,242 km², com 223 municípios, e população estimada pelo IBGE (2022) de 4.077,091 habitantes. Possui clima predominante seco e diversos fatores de degradação do solo. De acordo com dados da SUDENE (2021), aproximadamente 90,91% da área do estado (51.338,777 km²) e 188 municípios² (84,30%) constituem o Semiárido Paraibano. (Figura 3).

Figura 3: Mapa de Delimitação do Semiárido do Estado da Paraíba



Fonte: SUDENE (2021)

As cidades que estão inseridas na área semiárida possuem benefícios e acesso a políticas públicas, além de juro mais baixos, vantagens tributárias, acesso a crédito para implementação de obras e maior parte do FNE (Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste). Os municípios abrangidos pela área semiárida podem, em tempos de secas

² De acordo com a delimitação atual, o Semiárido paraibano passou de 194 municípios abrangidos na resolução de 2017 para 188, de acordo com o Conselho Deliberativo da Sudene (Condrel) com a Resolução nº 150/2021 de 13 de dezembro. Com essa atual resolução 10 municípios paraibanos ficaram de fora da região semiárida (Lagoa de Dentro, Borborema, Serra da Raiz, Serraria, Sertãozinho, Cuitegi, Duas estradas, Pilões, Pilõezinhos e Pirpirituba) e 4 inseridos (Areia, Bananeiras, Solânea e Natuba).

prolongadas, decretar estado de calamidade pública e não são obrigados a efetuarem licitações públicas para uma vasta série de ações, inclusive obras (SOUZA, 2022).

Outros programas direcionam benefícios aos municípios de áreas prioritárias inseridos no semiárido, como o de construção de cisternas e o Pronaf (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar), além do FNDE (Fundo de Desenvolvimento do Nordeste). A primeira delimitação do Semiárido foi definida em 1936 devido ao que era chamado “Polígono das Secas” e desde 2005 passa por atualizações periódicas por Conselhos Deliberativos da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, através de critérios técnicos de classificação de pertencimento dos municípios ao Semiárido que consideram o índice de aridez, a precipitação pluviométrica e o déficit hídrico como parâmetros.

Através de intensas e históricas explorações socioeconômicas, a desertificação no estado da Paraíba vem se intensificando e formando núcleos de solos erodidos, principalmente no Cariri e no Seridó, cujo modelo de exploração agropecuário paralelo ao extrativismo mineral-vegetal resulta no empobrecimento da população mais vulnerável e na redução da biodiversidade. (SOUZA, 2018).

As causas da desertificação no estado da Paraíba são similares as verificadas nos outros estados da região nordeste e resumem-se em um desequilíbrio sistemático ocasionado por fatores naturais e pressão antrópica, que ameaçam a estabilidade ecossistêmica provocando devastação da vegetação e comprometimento do solo.

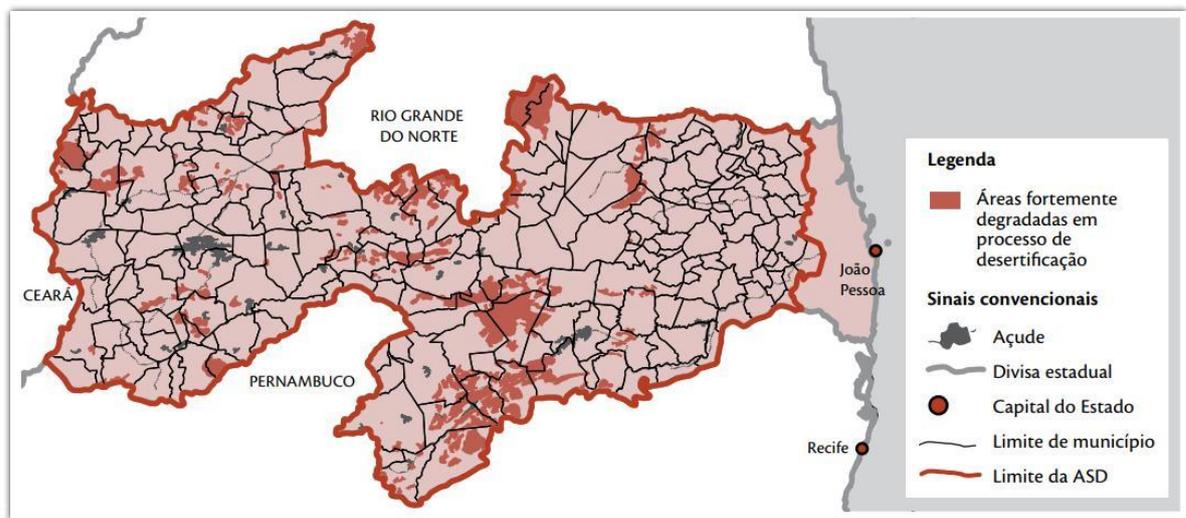
O processo de desertificação no estado da Paraíba, já se encontra bastante elevado, principalmente nas Microrregiões do Curimataú, Seridó e nos Cariris – Oriental e Ocidental, onde os níveis pluviométricos são os mais baixos do estado, entre 300 e 600 mm por ano, assim como em regiões subúmidas secas do estado. (ALVES *et al.*, 2009).

Dados do MapBiomas (2021), entre os anos de 1985 e 2020 o estado da Paraíba perdeu 300 mil hectares de vegetação nativa, sendo 280 mil hectares em áreas que se encontram suscetíveis à desertificação. Em 2020 o estado perdeu 2.756 hectares de vegetação e em 2021 essa área desmatada aumentou 6.863 hectares. Cerca de 70% da mata nativa desmatada é retirada de lenha, enquanto em outros estados o quantitativo é equivalente a 50%. As características lenhosas da Caatinga são atrativas para uso doméstico (cozinha e cercas) e em

fornos e carvoarias devido ao porte que apresentam, pois, seus galhos mais finos facilitam a queima e total aproveitamento.

Segundo o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2016), às Áreas Suscetíveis à Desertificação no estado da Paraíba correspondem ao percentual de 94,60% da área total do estado, a proporção de áreas fortemente degradadas em relação às áreas suscetíveis à desertificação chegam a 8,13% desse total, sendo perceptíveis manchas de degradação espalhadas por toda área do estado. (Figura 4).

Figura 4: Áreas Fortemente Degradadas (AFDs) nas Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASDs) no estado da Paraíba.



Fonte: Elaborado por Funceme e CGEE (2016)

De acordo com o relatório Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil do (CGEE, 2015 p.66), dos 223 municípios, no estado da Paraíba 84 (37,66%) se encontram fortemente degradados, numa área que equivale a 4.339,09 km² (8,12%) do estado. (Tabela 1).

Tabela 1: Dados de desertificação para o estado da Paraíba.

<i>Estado</i>	<i>Municípios n°</i>	<i>Área total do Estado da PB (km²)</i>	<i>Municípios fortemente degradados n°</i>	<i>Municípios fortemente degradados %</i>	<i>Proporção de ASD em relação a Área do Estado (%)</i>	<i>Área Susceptível à Desertificação o (ASD) km²</i>	<i>Proporção de áreas fortemente degradadas em relação à ASD (%)</i>	<i>Área fortemente degradada na ASD (km²)</i>
Paraíba	223	56.467,242	84	37,66%	94,60 %	53.437,068	8,12 %	4.339,09

Fonte: CGEE (2016)

Para a PAE-PB (2011), algumas localidades do Sertão, como Catolé do Rocha e do Vale do Piancó, na bacia sedimentar sertaneja entre Sousa e Cajazeiras, possuem áreas onde desenvolvem agricultura e pecuária bovina e já se encontram em nível de elevada degradação ambiental.

3.5 Desertificação no Cariri Paraibano

O Cariri Paraibano está localizado no centro-sul paraibano e é caracterizado por apresentar escassez de água que é provocada pelas precipitações irregulares, entre 300 mm e 600 mm, e concentradas em determinados períodos do ano. A deficiência pluviométrica registrada deve-se, entre outros fatores, à localização na vertente a sotavento no Planalto da Borborema, no fim do percurso dos fluxos úmidos, fazendo parte da diagonal da seca do Brasil. Porém, a irregular distribuição pluviométrica não é o único fator de degradação dos solos no Cariri paraibano. A forma como o solo é utilizado configura-se no principal motivo para os fatores que desencadeiam os processos de desertificação. A média anual da temperatura gira em torno de 19° a 29°C (ALVES *et al.*, 2015).

Trata-se de numa região de vegetação xerófila (arbusto-arbóreo aberta) e de relevo plano, rodeado por escarpas orientais do Planalto da Borborema e de áreas mais elevadas do estado de Pernambuco, cuja altitude varia entre 400 e 600 metros. (MDA, 2007). A formação do relevo do Cariri Paraibano foi resultado dos processos erosivos atuantes que propiciaram as formas aplainadas do centro do Planalto da Borborema.

O Cariri Paraibano apresenta diversidades de fatores que explicam as características socioambientais existentes relacionadas aos processos erosivos: solos pedregosos e rasos (inferior a 50cm) com elevados teores de salinidade; níveis de pluviosidade baixos e concentrados nos primeiros meses do ano de forma heterogênea; cidades pequenas com baixa densidade demográfica; a pecuária (bovinos, caprinos e ovinos), tem se mostrado uma das principais alternativas econômicas que geram renda e fixam as famílias nas terras.

Segundo SOUZA. *et al.*, (2010) a colonização do Cariri Paraibano tem início no século XVII com a catequização dos índios, e posteriormente com a expulsão dos mesmo por parte dos colonizadores europeus. Por se tratar de uma região com longa história de formação e ocupação, essas terras foram intensamente exploradas, iniciando então o processo de degradação. Para Mello (1994), o Cariri paraibano... “*compreende a maior parte do território*

paraibano, localizado no semiárido. Daí resultou a economia algodoeiro-pecuária. Nesta vasta região também se planta gêneros de subsistência”.

A colonização do interior é antiga, porém, à princípio houve pouco interesse em adentrar nos sertões por vários fatores: havia hostilidade por parte dos indígenas de regiões mais interiores e a fonte econômica de interesse se encontrava nos canaviais do litoral. Apenas com o surgimento das sesmarias no século XVI na Paraíba que se iniciou discretamente o processo de colonização no interior do estado:

Na segunda metade do século XVII e, principalmente no século XVIII, essas sesmarias alcançaram os pontos mais distantes do território paraibano, o que representou a expansão deste, com incorporação das terras sertanejas à colonização. A sesmaria, que originou o latifúndio, monocultor com a cana de açúcar no litoral e brejo, e binômio pecuária – algodão, no sertão, responsabilizou-se pela ocupação da Paraíba. (Mello, 1994. p-29)

Coube a colonos que acompanhavam os bandeirantes, sesmeiros e à família Oliveira Ledo a ocupação e colonização do interior da Paraíba, que adentraram de leste a oeste, latitudinalmente, operando por conta própria ou algum patrocínio do Governo, os quais deram origem a vários municípios, desde Campina Grande até a região do Cariri. As vias de penetração sertaneja partiram por duas direções: uma de Boqueirão através do curso do Rio Paraíba, até o Rio Taperoá e a outra, através do Sul partiu de Boqueirão até o território pernambucano chegando ao Pajeú.

A pecuária foi introduzida no Cariri por colonos de forma extensiva, com os gados soltos, após deslocar o gado através do curso dos rios e concentra-los em currais e campos cercados, deram início a construções rudimentares de habitações, o que posteriormente originou as grandes propriedades e fazendas de gado. Os colonos apropriaram-se de ribeiras onde habitavam indígenas das tribos Cariri e Tarairiú e que foram massacrados pelos bandeirantes de Domingos Jorge Velho e Teodósio de Oliveira Lêdo.

O crescimento da população no interior do estado favoreceu cada vez mais o desmatamento da Caatinga local, tanto para construir as moradias, quanto para o fornecimento de lenha e carvão. (SOUZA, 2010). A agricultura era uma economia auxiliar à pecuária, pois fornecia complementos para alimentação do gado e para subsistência da população, como o plantio de mandioca, milho, algodão e forragem para os animais.

Vários períodos de seca marcaram o território paraibano no século XVIII. Mello (1994) relata que de 1710 a 1712, 1724, 1777, 1791, 1792 e 1793 houve “sofrimento, fome e morte”. Em consequência, foi iniciado o plantio de algodão a partir do século XIX, o que ocasionou o deslocamento do gado para áreas mais distantes. Como relata Barreto (2000), nos anos de 1980 houve o declínio da cultura algodoeira devido a praga do bicudo (*Anthonomus grandis*) intensificado por questões econômicas, falta de competitividade e advento da fibra sintética).

Com a crise do algodão a criação de bovinos também entrou em estagnação, dando lugar para a pecuária de caprinos e ovinos a partir de incentivos governamentais, pois exigiam menos espaço e a alimentação não é seletiva, porém o aumento da pressão desses animais na caatinga, contribuiu para o fortalecimento da degradação ambiental.

Atualmente, segundo dados do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural dos municípios – SICAR (2021), o Cariri Paraibano possui elevado quantitativo de pequenos estabelecimentos rurais, a maioria com menos de 50 hectares onde estão concentrados produtores e trabalhadores com laço de parentesco, cuja maioria das propriedades não recebe assistência técnica nem empréstimos ou financiamento. Essas pequenas áreas produtivas não são suficientes para o aumento do rebanho, o que ocasiona uma maior pressão sobre o meio-ambiente. Os maiores produtores (3%) concentram cerca de 45% da área total produtiva, em áreas que equivalem cerca de 500 hectares. (Tabela 2).

Tabela 2: Concentração de Terras de Ouro Velho e São José dos Cordeiros – 2021

	OURO VELHO	SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS
Classes de Área (ha)	Nº de Imóveis Agropecuários	Nº de Imóveis Agropecuários
1 a 20	166	486
21 a 50	46	209
51 a 100	23	80
101 a 200	5	35
201 a 500	6	29
501 a 1000	7	7
Mais de 1000	6	1
TOTAL	259	847

Fonte: SICAR (2021)

A remoção da vegetação é o primeiro passo para o início do desequilíbrio ambiental, pois altera a umidade e temperatura da superfície do solo, os nutrientes do solo são arrastados junto com as enxurradas acelerando o processo de degradação. O pastoreio pode ocasionar

danos tanto na vegetação quanto no solo, pois os animais consomem as plantas até o chão reduzindo os tecidos que realizam fotossíntese e impedindo o crescimento. O solo pisoteado também pode matar a vegetação impedindo o rebrotamento e dificultando o desenvolvimento das raízes.

3.6 Relação paisagem-geossistema

A paisagem sempre foi um elemento de importante complexidade discutida na observação e no estudo da ciência geográfica, sendo essa uma ciência que proporciona a leitura da inter-relação sociedade-natureza de forma sistêmica. O caráter conceitual geográfico da paisagem fornece identidade e promove entendimento sobre as relações entre natureza e sociedade. Seja na noção dualista desenvolvida por influência alemã de Humboldt, ligada ao determinismo geográfico em uma perspectiva de paisagem natural existente, ou na visão francesa possibilista de La Blache e suas teorias em que havia interação entre o meio físico e o homem (TRAVASSOS, 2002).

Schama (1996), analisa a percepção da paisagem como um hábito, que se contempla através de mitos e de significados complexos em que a percepção humana abrange não apenas as modificações antrópicas, mas também um conjunto de mosaicos sensoriais de culturas, sentidos e lembranças. O próprio caráter geossistêmico da paisagem possibilita a representação e classificação em variadas aplicabilidades de interesses técnico, abrangendo um sentido mais vasto de compreensão, como explica SOCHAVA (1978) na Teoria dos Geossistemas.

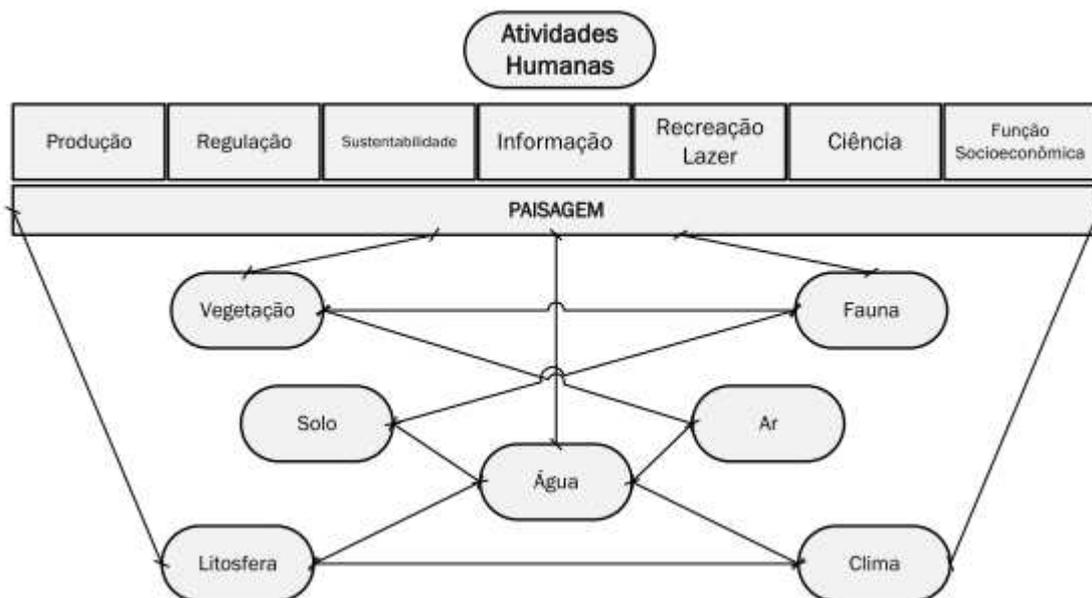
As ideias geossistêmicas deram evidência à Geografia Física, visto que até a década de 70 os estudos ligados às áreas físicas eram feitos separadamente e de forma setORIZADA, decrescendo as possibilidades de unificação. O advento do geossistema foi importante para compreender as complexidades que envolvem as relações de integração e evolução dos componentes naturais, culturais e socioeconômicos (NASCIMENTO *et al.*, 2001).

O geossistema é uma paisagem integrada onde se relacionam uma complexa relação entre vários agentes, alterando-se ao longo do tempo por motivos políticos, econômicos e culturais e que pode passar de um conceito teórico a uma dinâmica concreta situada em um ponto definido na superfície da terra (BÓLOS, 1981). Nesse sentido, o autor classifica a paisagem geossistêmica de acordo com sua estrutura e dinâmica em: paisagens naturais, equilibradas, abióticas, bióticas e paisagens antrópicas.

O estudo geossistêmico da paisagem baseia-se em uma relação de caráter ecológico fundamentado na relação entre os agentes inseridos no ambiente. Baseado nisso, Ross (2006) afirma que a integração de todos os componentes de um geossistema tem participação na unidade dinâmica sendo assegurado a funcionalidade do todo e obedecendo a níveis hierárquicos de sistema: planeta, região e local. Segundo o autor, o que distingue um sistema do outro é a intensidade das dinâmicas que ocorrem entre um sistema e outro interferindo na dinâmica de cada um.

Rodriguez *et al.*, (2022) afirma existirem várias áreas da ciência que se dedicam ao estudo da paisagem integrando o espaço físico à sociedade de forma inseparável, onde a definição de espaço terrestre abrange várias dimensões numa relação sistêmica entre paisagens natural, social e cultural. A interação dos elementos contidos na paisagem geossistêmica para Zonneveld (1979) desempenham identidades originadas por transformações espaço-temporal que relatam as relações espaciais existentes entre sociedade e meio natural refletidas no ambiente. Para o autor, a “*unidade de paisagem*” é formada pelas características impressas e mapeáveis da estrutura da Terra (relevo, vegetação, solo e mudanças antrópicas), que podem ou não obedecer a níveis de classificação, de menores unidades a maiores e mais complexas. (Figura 5).

Figura 5: Modelo Geral das Interações da Paisagem



Fonte: apud Rodriguez (2017), adaptado de Zonneveld (1986)

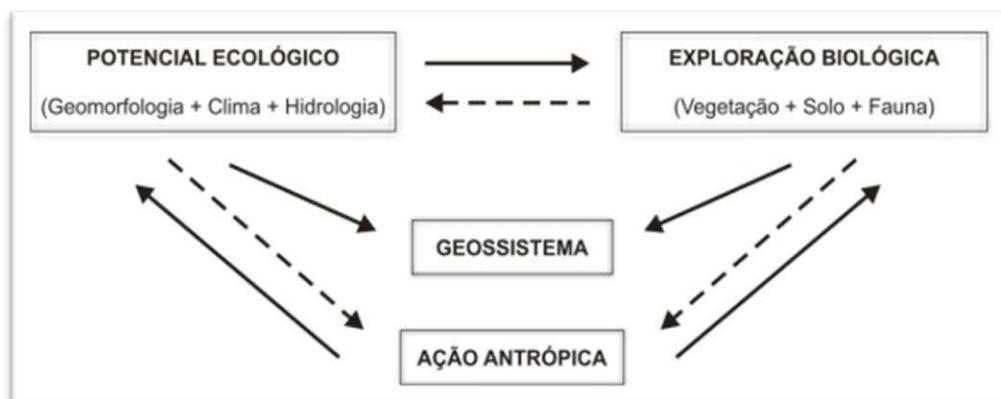
Para Deveau (2019), a paisagem é composta por elementos desiguais, pois tanto comporta elementos de milhões de anos como traços recentes, resultados da intervenção humana e que são capazes de transformar rapidamente o meio. Dessa forma, “*é importante aprender e distinguir, na complexidade da paisagem, os elementos de idade e de estabilidade desiguais, que combinados, formam o ambiente geográfico, e reconhecer se eles mantêm o equilíbrio*”, caso contrário podem resultar em destruição.

O estudo da paisagem mostra uma perspectiva de maior multiplicidade e aponta questões de caráter amplo e discursivo, principalmente no que diz respeito à relação existente entre o homem e a natureza. Para explicar tal afirmação ROMERO e JIMÉNEZ destacam que:

A paisagem é também aquela que alerta para os tipos e intensidades de uso da terra, das consequências das atividades humanas sobre o sistema natural e da magnitude dos impactos ambientais, ao mesmo tempo em que desperta a necessidade de proteção contra certos eventos naturais ou artificiais que são perigosos para a sobrevivência da paisagem e que ameaçam a integridade da sociedade que ocupa seu âmbito territorial [...]. (ROMERO; JIMÉNEZ: 2002, p. 16) (Tradução da autora).

Bertrand (1968), por influência das escolas russa e alemã, também propôs uma abordagem geossistêmica em que haveria uma dinâmica ecológica equilibrada entre: potencial ecológico, ocupação biológica e ação antrópica e definiu paisagem como uma combinação única e ativa, porém em constante evolução. (Figura 6).

Figura 6: Modelo de Geossistema



Fonte: Adaptado por Bertrand (1968)

O estudo integrado da paisagem geossistêmica proposto faz correlações com todos os componentes facilitando o entendimento “*entre o potencial ecológico: processos geológicos, climatológicos, geomorfológicos e pedológicos (a mesma evolução); a exploração biológica:*

o potencial biótico (da flora e da fauna naturais) e a ação antrópica: sistemas de exploração socioeconômicos” (JANISE, 2007).

Para o francês Jean Tricart (1977), o homem exerce uma ação constante sobre a natureza, e é necessário estudar a forma como ambos se interligam para que se possam corrigir certos aspectos negativos na exploração excessiva dos recursos naturais existentes. Geralmente as intervenções humanas afetam primeiramente a cobertura vegetal refletindo no solo, fauna, flora e conseqüentemente na fertilidade da terra.

O autor faz essa afirmação em seu conceito de unidades de paisagens ecodinâmicas integradas, em que destaca as mútuas relações entre os diversos componentes analisando a intensidade dos processos de Morfogênese, Pedogênese, estabilidade da paisagem, características fundamentais para a gestão e o planejamento ambiental. A metodologia utilizada por Jean Tricart, mostra a necessidade da análise dos fatores em conjunto, tornando possível a abordagem sistêmica através do método integrativo que delimita a análise tendo como base a intensidade, a periodicidade e a interligação dos processos evolutivos do ambiente.

Nesse ponto de vista, Tricart (1977) apresentou as unidades ecodinâmicas e caracteriza o ambiente em três categorias de degradação ou de conservação para melhor entendimento: “meios estáveis”, “intermediários (*intergrades*)” e “fortemente instáveis”. Para o autor,

Uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as bioceneses. Geralmente, a morfodinâmica é o elemento determinante (...). A morfodinâmica depende do clima, da topografia, do material rochoso. Ela permite a integração desses vários parâmetros (TRICART, 1977, p. 32).

Desta forma, Tricart classificou os meios morfodinâmicos conforme a intensidade de modificação dos processos ocorridos no meio ambiente, estabelecendo diferentes categorias resultantes dos processos morfogênicos (quando sobressaem os processos erosivos) cuja intensidade pode gerar ausência de vegetação e empobrecimento da biodiversidade, e pedogênicos (sobressaem os processos formadores de solo).

- **Estáveis:** relaciona-se ao processo de pedogênese, onde os processos mecânicos atuam lentamente, às vezes imperceptíveis. Os meios estáveis geralmente encontram-se em regiões com cobertura vegetal densa ou fechada, impedindo a incisão violenta de cursos d'água e com ausência de manifestações vulcânicas. São ambientes em “equilíbrio”

tendendo a uma condição de “clímax”. Nesse caso os solos são maduros e equilibrados com os demais componentes ambientais.

- **Intergrades:** representam o meio de transição entre os meios estáveis e os instáveis e o balanço pedogênese-morfogênese encontra-se em equilíbrio, denotando uma passagem gradativa entre ambos, porém sem nenhum corte brusco. Caracteriza-se pela “interferência permanente entre morfogênese e pedogênese de maneira concorrente no mesmo espaço”. Dessa forma, pode-se prevalecer uma ou outra: no caso de prevalecer a pedogênese, os meios passar a ser estáveis, e no caso de prevalecer a morfogênese, os meios tendem à fortemente instáveis.
- **Fortemente Instáveis:** a morfogênese é o elemento predominante na dinâmica natural “nestes meios, a morfogênese é o elemento predominante da dinâmica natural, e fator determinante do sistema natural, ao qual outros elementos estão subordinados”. As influências das ações do clima atuam diretamente na vegetação aberta influenciando nos processos morfodinâmicos impostos. O vulcanismo nesses casos mostra-se catastróficos sobre o meio ambiente devido aos efeitos causados pelas cinzas e lavas. No caso de solos pedregosos em ambientes de clima seco e intensa atividade antrópica, facilmente conduz-se ao surgimento de áreas desertificadas. (SOUSA, 2018)

O uso de técnicas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e de geoprocessamento de imagens (processamento informatizado de dados georreferenciados) surgem como ferramentas significativas e relevantes na captação de dados para análise de evolução da degradação do meio ambiente e para geração de mapas da paisagem, podendo atribuir sequenciadas perspectivas da intervenção antrópica verificadas no meio natural através de trabalhos sequenciados e aperfeiçoados (CHÁVEZ *et al.*, 2019).

Sendo uma técnica multidisciplinar e que possibilita variadas interpretações, o geoprocessamento de imagens promove análise dos dados captados e a representação dos resultados convertidos em mapas georreferenciados. Os mapas são fundamentais para fornecer interpretação fundamentada dos impactos ocorridos – por meio de diferenças de formas, tonalidades, declividades e padrões de imagens –, gerar prognósticos e sugerir formas de amenizar a problemática.

3.7 Fragilidade ambiental

Os ambientes naturais, a princípio, mantêm-se em equilíbrio e a intervenção do homem, como principal agente ativo e explorador, tem provocado consequências e profundas alterações na natureza, comprometendo a capacidade regeneradora desses ambientes (SPÖRL, 2001). Essas alterações desestabilizam o meio ambiente e comprometem não apenas o meio natural, mas também a vida das comunidades abrangidas por esse meio modificando a paisagem continuamente.

Segundo Ross (1990) *apud* Spörl (2001), “[...] *todas as modificações inseridas pelo homem no ambiente natural alteram o equilíbrio de uma natureza que não é estática, mas que apresenta quase sempre um dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua, quando não afetada pelos homens*”. O autor apontou que as ações antrópicas causam agressões irreversíveis ao meio e colocam em risco o dinamismo regenerador que os ambientes naturais possuem para manter-se equilibrados.

As fragilidades dos ambientes naturais nos mostram a necessidade de nos preocuparmos com a conservação e recuperação ambiental. Diante disso, o mapeamento da fragilidade ambiental permite avaliar as capacidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições (SCHIAVO *et al.*, 2016). Os estudos sobre Fragilidade Ambiental ultrapassam as características físicas encontradas no meio e integra elementos que compõem todo o espaço buscando compreender as interações existentes para a realização de planejamentos territoriais ambientais conscientes. Além de estudos básicos do solo, relevo, uso da terra e clima, faz-se necessário incluir as atividades humanas e a integração desse sistema modificado que tecem a paisagem.

Os estudos de Ross (1996) sobre a fragilidade dos ambientes naturais foram fundamentados pelos conceitos já citados elaborados por Tricart (1977) sobre as unidades ecodinâmicas – estáveis, *intergrades* e fortemente instáveis. O autor propôs a abordagem da fragilidade ambiental através do mapeamento das estruturas formadoras do meio físico: vegetação, clima, solo, pluviosidade e da relação correlata entre a declividade através de intervalos de classes, considerando as classes de fragilidade com o percentual de declividade observado.

3.8 Vulnerabilidade socioeconômica

No âmbito acadêmico, o termo “vulnerabilidade” é contextualizado na maioria das vezes como sinônimo de fragilidade ou insegurança pela ocorrência de fatores adversos, que está relacionado à incapacidade de responder prontamente às circunstâncias vividas no dia a dia (CEPAL, 2014). Tendo como base esse argumento, a vulnerabilidade pode ser entendida como o estado resultante da inexistência de condições básicas de subsistência humana: saúde, saneamento básico, educação, moradia, além de restrições no alcance a serviços públicos fundamentais.

De acordo com a (UNCCD, 1992), o grau de vulnerabilidade das regiões semiáridas varia conforme as condições socioambientais da região, sendo as causas naturais, fatores antrópicos e falta de políticas públicas adotadas os fatores que desencadeiam esse processo que reflete na degradação não só do espaço físico, como também na estabilidade familiar historicamente documentada por longos períodos de estiagem e falta de itens básicos de sobrevivência no campo.

Historicamente a região do semiárido brasileiro sempre foi relacionada a fatores de vulnerabilidade associados a falta de água, e desde a década de 50 uma série de medidas públicas assistencialistas foram implantadas para minimizar os efeitos do desabastecimento hídrico. Surgiram comissões para criação de açudes, barragens, barragens e perfuração de poços, como o IFOCS – Inspetoria de Obras Contra as Secas que foi substituído pelo DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, além da SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste e CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales de São Francisco e do Parnaíba, norteados pelos objetivos de: *“erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais”*. (CAMPOS, 2014).

Porém, como ressalta Lima & Magalhães, (2018), as melhorias por parte dessas políticas assistencialistas, principalmente entre as décadas de 50 e 70, não foram tão expressivas quanto esperado, repercutindo no enriquecimento de uma parte elitizada da sociedade local em detrimento da população mais necessitada que permanecia em situação de subsistência. Tal situação fomentou uma série de migrações ao longo dos anos para outros estados no país, pois, de certa forma, a disponibilidade hídrica da região gera impactos diretos na sobrevivência e na capacidade produtiva. Incentivar a convivência com o semiárido passou a configurar parte das

ações do governo, que fez da “indústria da seca” subsídio para o discurso do subdesenvolvimento além de favoritismo de empreiteiras e grandes propriedades rurais.

Ademais, as causas naturais de insegurança hídrica estão longe de serem entendidas como fator único de empobrecimento e declínio socioeconômico da região. Para Castro (1980 p.291), o atraso socioeconômico na região é um desafio principalmente político, sendo *“necessário por parte dos poderes públicos condicionar o desenvolvimento econômico e orientá-lo para fins bem definidos, além de dirigir a economia tendo como meta o bem-estar social da coletividade”*.

A melhoria da qualidade de vida dos habitantes locais consiste em melhorar o conhecimento e a consciência para a conservação dos recursos naturais e compreender a importância em garantir um equilíbrio sustentável entre os seres humanos e a natureza. Estudos do CGEE (2016) mostram que o perfil socioeconômico da população do semiárido tem influência sobre fragilidade ambiental da área. Todavia, as pesquisas mostram que a falta de informações a respeito da temática ainda é um dos fatores que requerem maior comprometimento por parte da gestão pública e órgãos competentes.

Conviver com os períodos de estiagem do clima Semiárido requer adequação e incentivo, principalmente através de ações governamentais para geração de atividades econômicas sustentáveis, e da consciência ambiental relacionada as potencialidades da região, de forma a valorizar o desenvolvimento local, conservar os recursos naturais e preservar as condições socioeconômicas sem comprometer as futuras gerações. Tal proposta não deve ser encarada com passividade nem acomodação aos efeitos da seca, pois, segundo Ab’Sáber, (2003), a população nordestina sabe historicamente conviver com as potencialidades do semiárido, o que falta são programas e políticas públicas eficazes de combate à pobreza e que deem acesso a população aos serviços sociais básicos.

Conforme Mendonça (2016), abordar as características socioeconômicas nos estudos sobre desertificação permite relacionar não apenas o social e o ambiental, como também envolver aspectos políticos e culturais da população diante da realidade na qual estão sujeitas, contextualizando diferentes aspectos das condições sociais as quais vivem. Estudar indicadores que discorram da influência desses aspectos sobre o meio ambiente, com variáveis relacionadas a Densidade populacional, IDH-M, Educação, Políticas Públicas, Pecuariação, Extrativismo Vegetal, Produção Agrícola aliada a criação de políticas públicas voltadas a segurança da

população mais vulnerável e meio ambiente, podem auxiliar a mitigação dos efeitos dessa problemática.

3.9 Indicadores de Desertificação

Devido a diversidade de fatores que abrangem o processo de desertificação, tanto em escala social como natural, várias metodologias foram desenvolvidas com a finalidade de acompanhar a evolução das pesquisas sobre desertificação pelo mundo e minimizar os impactos causados. Apesar da divergência entre pesquisadores sobre quais os métodos mais eficazes na precisão de indicadores de desertificação, as características locais/regionais da área são de fundamental importância para que se estabeleça as medidas preventivas e de recuperação.

Ainda que seja inegável a existência clara de processos de degradação ambiental, ainda é abstrata a consistência de um sistema de indicadores com precisão qualitativa. A baixa cobertura da vegetação é o primeiro indicador aceito de forma unânime pelos pesquisadores, pois aponta inexoravelmente o início dos processos de degradação ambiental. A inexistência de uma metodologia que analise os processos de desertificação de forma unificada, segundo Mattalo Jr (2001), aponta uma heterogênea amplitude de conhecimentos derivados de diversas áreas da ciência que contribuem na abordagem da temática em diversas questões.

Países da América do Sul como (Argentina, Bolívia, Brasil, Peru, Equador e Chile) vem tentando junto a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação desde 1996 estabelecer mecanismos que identifiquem as causas da Desertificação, porém o consenso é barrado devido as amplas particularidades regionais que envolvem os países.

No Brasil o pioneiro nos estudos sobre desertificação, Vasconcelos Sobrinhos (1978), identificou “*núcleos de desertificação*” no nordeste do Brasil, na tentativa de uma interpretação em nível local, através da metodologia de indicadores de desertificação indicada na Conferência das Nações Unidas (1977). A partir da relação entre indicadores físicos, biológicos, sociais e humanos, o autor estabelece as áreas piloto onde havia processos de degradação no solo e na vegetação. Nessas áreas piloto o fator humano foi apontado como o principal causador da degradação, onde a Caatinga foi substituída por agricultura, pecuária, retirada da madeira nativa para lenha e em determinados locais por exploração da mineração. (BRASIL, 2007).

Crepani, *et al.* (1996), baseado nos conceitos das unidades ecodinâmicas de Tricart (1977) desenvolveu uma metodologia para identificar as áreas suscetíveis à erosão. Tal método

relaciona morfogênese e pedogênese utilizando indicadores locais naturais e socioeconômicos. Método que será abordado nessa pesquisa.

Matallo Júnior (2001) ordenou os indicadores de desertificação em dois grupos; o primeiro de ordem social, climática e econômica (situação), e o outro com as características ambientais; vegetação, hidrologia e solo (desertificação). Os indicadores assinalados foram utilizados em conjunto, pois as características socioeconômicas e ambientais formam um sistema integrado necessários para os estudos sobre desertificação e configuram um padrão de referência entre os investigadores da contemporaneidade.

3.9.1 O Uso de Geotecnologias na análise ambiental

Accioly *et al.*, (2002), com o uso de imagens de satélite, estudaram a relação entre a cobertura vegetal e a degradação dos solos observando a relação existente entre os dados espaciais e outros indicadores como: referências bibliográficas e do manuseio de dados resultantes da combinação de vários indicadores de desertificação. O SIG (Sistema de Informações Geográficas), por meio de cartografia, sensoriamento remoto, geoprocessamento de imagens e outros auxiliam na captura, análise e referenciamento das informações processadas.

O sensoriamento remoto (*Remote Sensing*) é conceituado como “a técnica que utiliza sensores para a captação e registro à distância, sem contato direto, da energia refletida ou absorvida pela superfície terrestre” (FITZ, 2008). O geoprocessamento pode ser conceituado como, segundo Zaidan (2017), como “o conjunto de técnicas e métodos teóricos e computacionais relacionados com a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados, a fim de gerar novos dados e ou informações espaciais ou georreferenciadas”.

A análise multidisciplinar utilizando mapas gerados através de técnicas de geoprocessamento proporcionaram o avanço dos estudos ambientais de forma integrada, o que viabilizou estudos mais precisos sobre declividade, pedologia, clima, geologia, entre outros. O uso de imagens de satélites em técnicas de análise de dados como: índice de vegetação: *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI); índices de água: *Normalized Difference Water Index* (NDWI) e índices de solo: *Normalized Difference Soil Index* (NDSI) ampliaram as pesquisas detalhando com mais precisão as áreas afetadas e embasando possíveis soluções.

As bandas RGB (abreviação dos nomes *Red, Green and Blue*), referem-se as faixas do espectro eletromagnético visível.

Múltiplas áreas do conhecimento têm sido usadas no Brasil para associar fatores ligados à desertificação. Conhecimentos das ciências naturais, humanas, estatísticas e engenharias buscam abordar os processos que associam sociedade, economia e meio ambiente que abrangem a desertificação. Dessa forma, os indicadores de desertificação auxiliam na análise da problemática podendo usar métodos que compare o comportamento e evolução nas diferentes áreas do globo.

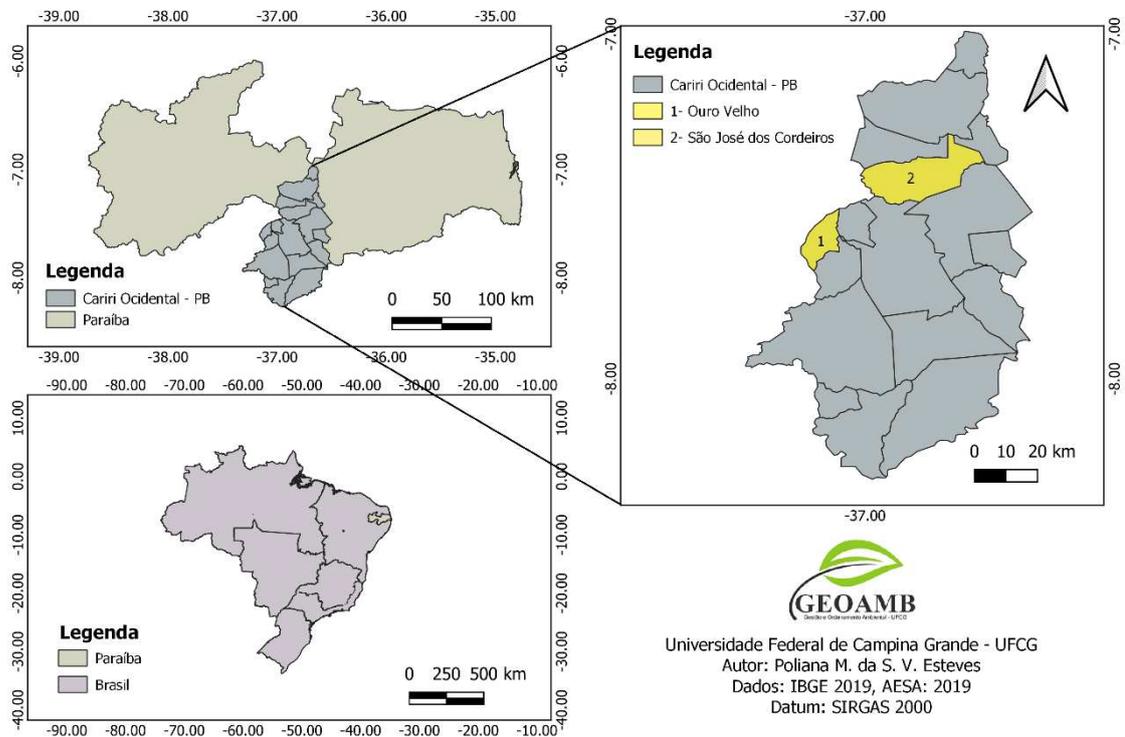
4. METODOLOGIA

4.1 Descrição da Área de Estudo: localização geográfica

A área estudada está localizada na Microrregião do Cariri Ocidental na porção Centro-Sul do estado que faz parte da Mesorregião da Borborema sendo enquadrada na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, Bioma Caatinga e Região Semiárida Nordestina. De solo raso e pedregoso, possui vegetação de caatinga e vários afloramentos rochosos. O clima da microrregião é do tipo Bsh – semiárido quente – segundo a classificação de Köppen ou Köppen-Geiger, o que significa que:

É caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição; baixa nebulosidade; forte insolação; índices elevados de evaporação, e temperaturas médias elevadas (por volta de 27°C). A umidade relativa do ar é normalmente baixa, e as poucas chuvas - de 250 mm a 750 mm por ano - concentram-se num espaço curto de tempo, provocando enchentes torrenciais. Mesmo durante a época das chuvas (novembro a abril), sua distribuição é irregular, deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas. A vegetação característica desse tipo de clima é a xerófila (Caatinga). (EMBRAPA, s.d)

A Microrregião é composta por 17 municípios: Amparo, Assunção, Camalaú, Congo, Coxixola, Livramento, Monteiro, *Ouro Velho*, Parari, Prata, São João do Tigre, *São José dos Cordeiros*, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé, Taperoá e Zabelê. Sua população estimada pelo IBGE em 2021 é de 129.316 habitantes e sua área total corresponde a 6.983,601 km². (Figura 7).

Figura 7: Localização da Microrregião do Cariri Ocidental – PB**Mapa de Localização dos Municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros - PB**

Fonte: a autora (2022)

Os municípios destacados no mapa (*Ouro Velho e São José dos Cordeiros*) servirão de base comparativa para os parâmetros indicados na metodologia, visto que estão localizados em pontos distintos da microrregião e possuem características bastante diferenciadas de área, população e dados socioeconômicos. O espaço temporal correspondeu ao período entre os anos 1998 a 2018, pois nessa faixa temporal houve períodos de intensa estiagem assim como de pluviosidade acima da média.

4.1.1 Ouro Velho

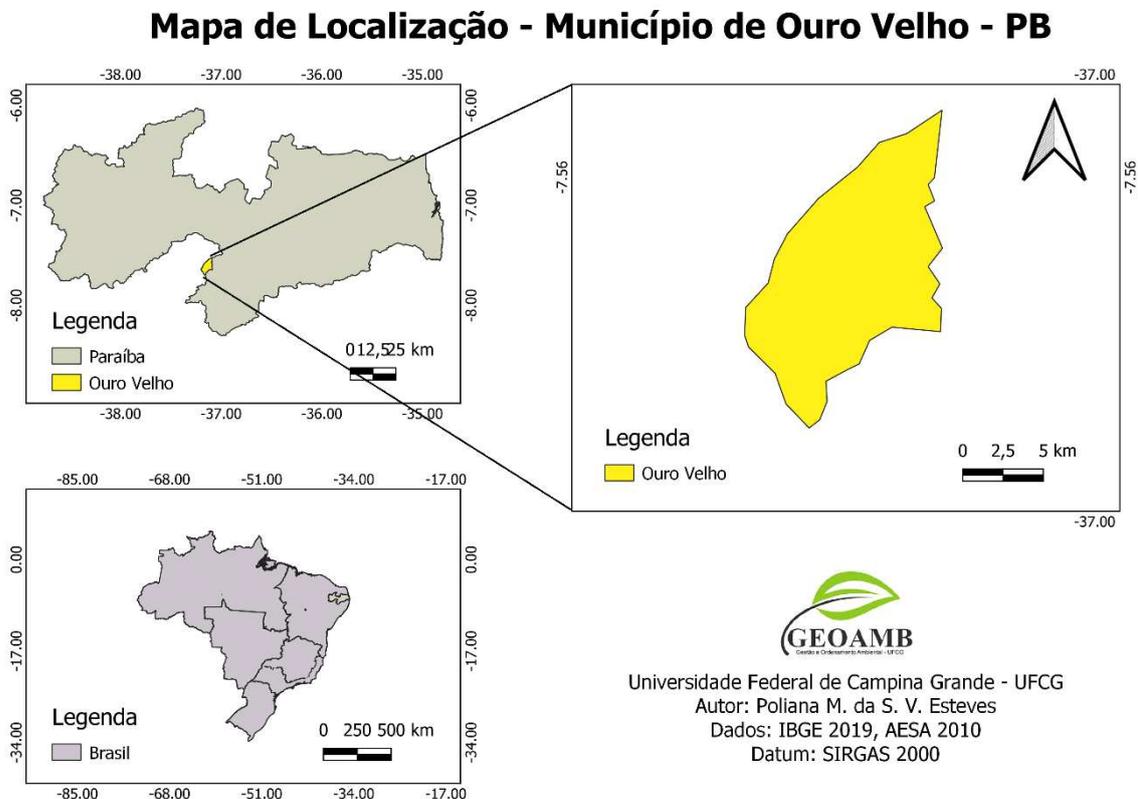
O município de Ouro Velho – PB localiza-se na Região Geográfica Intermediária de Monteiro – PB³, cuja população residente de acordo com o censo de 2010 constava de 2.928 habitantes. A população estimada pelo IBGE em 2021 foi de 3.052 habitantes, um aumento de

³ As regiões geográficas imediatas são agrupamentos de municípios que têm como principal referência a rede urbana e possuem um centro urbano local como base, mediante a análise do IBGE. Para sua elaboração foram levadas em consideração a conexão de cidades próximas através de relações de dependência e deslocamento da população em busca de bens, prestação de serviços e trabalho. Criadas pelo IBGE em 2017.

124 habitantes, dos quais 2.047 se encontravam na área urbana e 881 habitavam a zona rural, com densidade demográfica de 22,63 hab/km².

O município se estende por 129,4 km² e possui coordenadas geográficas: 7° 37' 12" Sul e 37° 09' 07" Oeste (AESA 2015), fazendo fronteiras com os municípios de Prata, Amparo e Tuparetama – PE. Possui altitude média de 591 metros, caracterizada por uma superfície de pediplanação, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Os solos são mal drenados, rasos, pedregosos e de fertilidade natural é mediana. (Figura 8).

Figura 8: Localização do município de Ouro Velho– PB

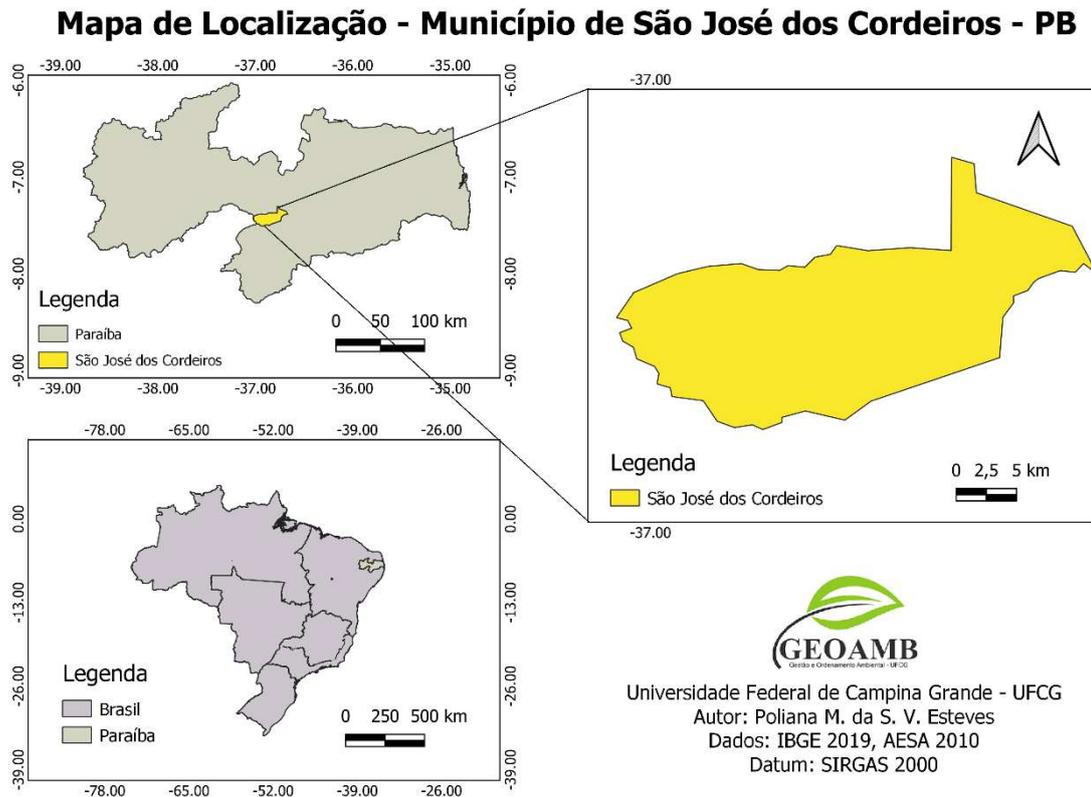


Fonte: a autora (2022)

4.1.2 São José dos Cordeiros

De acordo com o IBGE o município de São José dos Cordeiros – PB em 2021 possui população estimada em 3.607, porém em 2010 o censo apontava para 3.985, mostrando um decréscimo de 378 habitantes. Desse quantitativo 1.643 residiam na área urbana e 2.342 na zona rural, com densidade demográfica de 9,54 hab/km². (Figura 9).

Figura 9: Localização do município de São José dos Cordeiros– PB

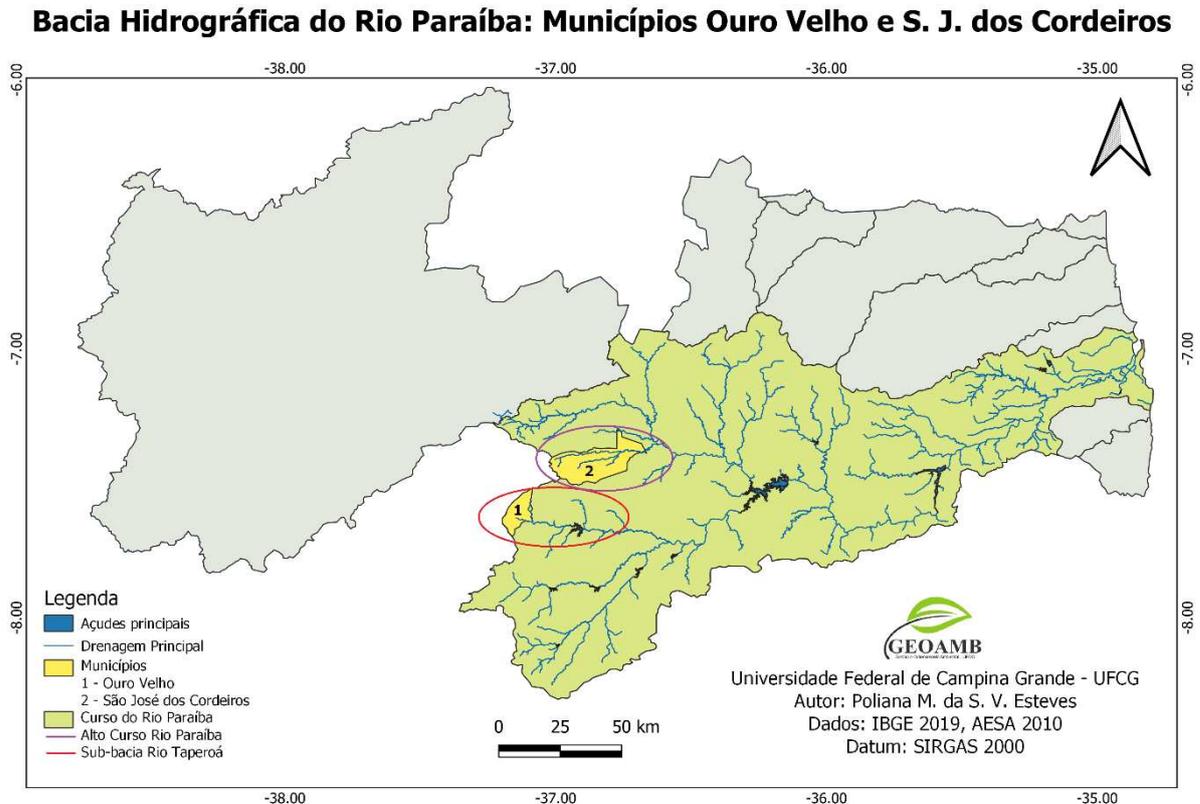


Fonte: a autora (2022)

O município está localizado na Região Geográfica Imediata de Sumé, possui área total de 417,744 km² e coordenadas geográficas de 7° 23' 26" Sul e 36° 48' 30" Oeste estando a 545 metros de altitude média. Faz fronteira com os municípios de Livramento, Parari, Sumé e Serra Branca e sua topografia apresenta relevo ondulado à suavemente ondulado.

Bacia Hidrográfica – Os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros estão inseridos respectivamente no Alto Curso do Rio Paraíba e na Sub-bacia do Rio Taperoá. As áreas de drenagem equivalem a 12.389,14 km² e estão compreendidas entre as latitudes de 06°51'47' e 08°18'12''S e longitude 36°00'10'' e 37°21'22''W (MARINHO, 2011). (Figura 10).

Figura 10: Localização da Bacia Hidrográfica dos municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros– PB



Fonte: a autora (2022)

Em ambos as bacias (Alto Curso do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá) possuem clima BSh – semiárido quente –, segundo a classificação de Köppen com chuvas esparsas que apresentam variação em sua distribuição espacial e temporal, além de uma estação seca que pode durar 11 meses (VAREJÃO-SILVA *et al.*, apud FRANCISCO, 2015).

O relevo do Alto Curso do Rio Paraíba é ondulado a fortemente ondulado, com variações hipsométricas que atingem a cotas acima de 1.000 metros. É formada por rochas do período pré-cambriano e o tipo de solo predominante é do tipo Luvisolos de pouca espessura, que cobre todo cristalino, com a presença de solos Litólicos, Regossolos e Cambissolos.

A Sub-bacia do Rio Taperoá apresenta relevo ondulado, forte ondulado e montanhoso. As variações de altitudes são consideráveis, excedendo a fração de 900 metros nas vertestes orientais do Planalto da Borborema. (MARINHO, 2011).

A caatinga hiperxerófila, hipoxerófila é a vegetação que predomina em ambas as bacias (Alto Curso do Rio Paraíba e na sub-bacia do Rio Taperoá), a vegetação é caducifólia e

subcaducifolia. Em algumas áreas a vegetação é rasteira e espinhosa, enquanto em outras áreas encontra-se vegetação mais densa e arbustiva. É comum encontrar vegetação seca e que perde todas as folhas nos períodos mais quentes.

As práticas agrícolas desenvolvidas na região são na maior parte temporárias, e os principais produtos são: algodão, batata-doce, abóbora, feijão e milho e mandioca. Entre as lavouras permanentes desenvolvem-se: coco-da-baía, manga, goiaba e maracujá.

As pastagens naturais são encontradas em ambos os municípios, porém, em São José dos Cordeiros há um quantitativo de pastagens plantadas em boas condições equivalentes a 86 hectares, fator esse não evidenciado em Ouro Velho.

4.2 Procedimentos Metodológicos

As principais etapas do projeto obedecem a uma sequência de pesquisa. A abordagem metodológica utilizada no estudo segue a sequência que consiste em três fases: *analítica, sintética e integrativa*. Na *primeira* fase foi realizada o levantamento bibliográfico e cartográfico que dão assistência à captação de dados documentais que correspondem aos aspectos de ordem naturais e socioeconômicos da área.

A *segunda* fase diz respeito à análise e convergência dos dados coletados anteriormente convertendo-os de acordo com os indicadores em questão, no intuito de gerar sistemas integrados e posteriormente serem avaliados. A *terceira* e última fase integra as fases anteriores de pesquisa e de dados coletados gerando mapas que verifiquem os níveis de vulnerabilidade ambiental do Cariri Ocidental Paraibano, usando como parâmetro os municípios anteriormente citados.

Com a finalidade de atingir as etapas referidas, foram necessárias algumas etapas até se obter mapas sínteses indicativos das áreas mais suscetíveis a fragilidade ambiental. A produção decorreu por meio da criação de um Banco de Dados Geográficos e de Geoprocessamento. O uso de Geotecnologias e Técnicas de Sensoriamento Remoto permite diagnosticar o grau de degradação das terras, sendo uma prática eficiente nos estudos da desertificação.

Para tornar o resultado da pesquisa concreto, analisou-se a distribuição da fragilidade entre os municípios de *Ouro Velho e São José dos Cordeiros* no Cariri Ocidental e quais as características que mais favorecem o processo de desertificação. A área de estudo se trata de

local com intensa modificação antrópica, sendo este um dos motivos para a avaliação da vulnerabilidade da área.

Foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e Ministério do Desenvolvimento Social (MDS).

Nesse estudo foram aplicados os métodos propostos da análise da fragilidade ambiental proposto por Ross (1994) com base nos conhecimentos referentes à declividade, geologia, pedologia, vegetação, geomorfologia e clima. Segundo o autor, os diferentes ambientes naturais são consequências das relações entre si, e não se pode conhecer o funcionamento do solo, por exemplo, sem ter conhecimento de outros fatores que atuam sobre o mesmo.

O tipo de solo é uma variável muito importante nos estudos de fragilidade ambiental, dessa forma, os estudos de Ross que envolvem o solo são agrupados em classes de fragilidade de acordo com as características da estrutura e composição pedológica. (Quadro 1)

Quadro 1: Classes de Fragilidade segundo tipos de Solo

<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Tipos de Solo</i>
1-Muito fraco	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho Escuro e Vermelho Amarelo textura argilosa
2-Fraco	Latossolo Amarelo e Vermelho-amarelo textura média/ argilosa
3-Médio	Latossolo Vermelho-amarelo, Terra roxa, Terra Bruna, Podzólico Vermelho-amarelo textura média/ argilosa
4-Forte	Podzólico Vermelho-amarelo textura média/arenosa, Cambissolos
5-Muito forte	Podzolizados com cascalho, Litólicos e Areias Quartzosas

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

O mapeamento da vulnerabilidade natural por Crepani *et al.*, (2001), baseia-se no uso integrado aos conceitos de unidades ecodinâmicas de Tricart (1977), que estabelece a análise ambiental através de categorias morfodinâmicas e de indicadores socioeconômicos empregando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, sendo o valor de instabilidade 1,0 para o meio estável, 2,0 para o meio intergrades e 3,0 para os meios instáveis. (Quadro 2).

Quadro 2: Avaliação da estabilidade/vulnerabilidade das categorias morfodinâmicas.

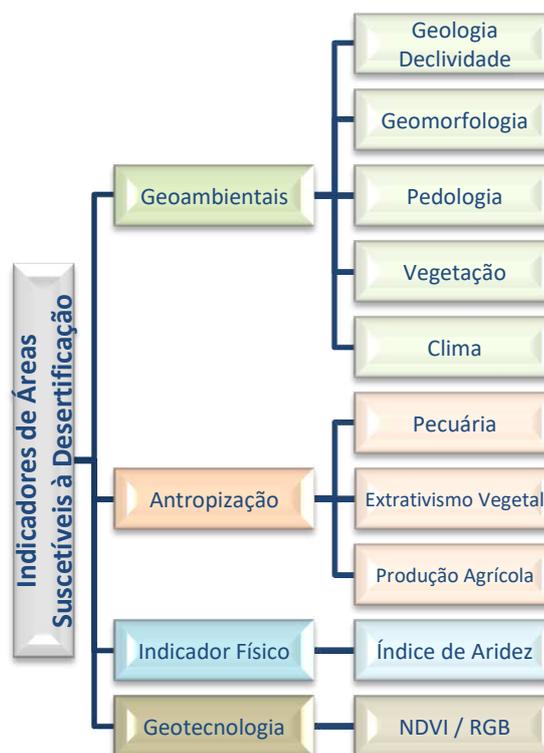
<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Relação Pedogênese/Morfogênese</i>	<i>Valor</i>
Estável	Prevalece a pedogênese	1,0
Intermediárias	Equilíbrio entre pedogênese e morfogênese	2,0
Instável	Prevalece a morfogênese	3,0

Fonte: Adaptado de Crepani, *et al.*, (2001)

De acordo com as classes de vulnerabilidade estudadas, Crepani *et al*, obtém o índice de vulnerabilidade natural a partir da média das classes obtidas, e dessa forma se atinge o grau de fragilidade.

Usando as metodologias e indicadores citados, e adequando-os à área de estudo, chegou-se à confecção de um fluxograma de combinação de indicadores que são capazes de fornecer apoio operacional no que se refere aos dados coletados e dispor de resultados satisfatórios que são capazes de estimar, avaliar e mapear as referidas áreas suscetíveis a desertificação nos municípios de estudo. (Figura 11).

Figura 11: Fluxograma de Combinação de Indicadores para determinação das Áreas Suscetíveis a Desertificação.



Fonte: a autora (2022)

4.3 Características Geoambientais

Existem uma ampla quantidade de indicadores que são capazes de analisar, em conjunto com outros indicadores, o nível de degradação de determinadas áreas. Os indicadores geoambientais são importantes no monitoramento de níveis de desertificação possibilitando acompanhar o surgimento de novas áreas degradadas, inclusive sob influência de ações antrópicas. (SILVA, 2014).

Para Costa (2014), os indicadores geoambientais avaliam parâmetros como: vegetação, solo, clima, geologia, geomorfologia, e quanto maior os valores referenciados, melhores potencialidades de conservação do meio ambiente. Afirma-se então, que os geoindicadores representam, em suma, tanto os aspectos ambientais quanto a relação desses com ações antrópicas sobre os recursos naturais.

4.3.1 Índice de Vegetação

A vegetação do bioma Caatinga é na sua maioria composta por espécies caducifólias. Devido ao baixo índice pluviométrico predomina a vegetação arbustiva e esparsa, fazendo que se adapte à carência hídrica. Essa vegetação também pode se distribuir em arbóreas, rasteiras, de grande, médio ou baixo porte, densas além de cactos e herbáceas. (SOBRINHO & FALCÃO, 2006).

Nos Cariris a vegetação que predomina é a arbustivo-arbórea, reflexo da composição e estrutura da região. Embora essa região seja bastante devastada, ainda pode-se encontrar espécies diferenciadas existindo no mesmo espaço, desde rasteiras a vegetação mais densa, como especificou Alves (2007). Segundo o autor, há um predomínio de espécies lenhosas que coexistem com plantas herbáceas e gramínea e o principal fator que explica as diferentes texturas na vegetação é a precipitação.

Todavia, a pressão humana tem transformado a Caatinga, em especial os Cariris, em uma vasta área desnuda, savanizada e destinada a pasto e sua vegetação retirada para uso da madeira como lenha destinada a atividades econômicas da região (padarias, olarias, uso doméstico). Como consequência da degradação a paisagem vai sendo alterada em poucas áreas encontra-se remanescentes de vegetação nativa sem resquícios de interferência humana. (SILVA, 1993).

Conhecer a cobertura vegetal e a ação antrópica (uso da terra) que age sobre a região são fatores de extrema importância para estabelecer o grau de fragilidade do meio ambiente. Para tal, Ross (1994) apresenta graus de proteção associados ao tipo de cobertura vegetal da área afetada. A descrição e análise da vegetação predominante na área de estudo foi possível através da classificação morfoestrutural por critérios adaptados para a região. O NDVI e RGB obtidos através do processamento de imagens leva em consideração a classe de fragilidade e os tipos de solo. (Quadro 3).

Quadro 3: Graus de Proteção segundo tipos de Cobertura Vegetal.

<i>Classes de Fragilidade</i>	<i>Tipos de Solo</i>
1-Muito alta	Florestas; Matas naturais, florestas cultivadas com biodiversidade.
2-Alta	Formações arbustivas naturais com extrato herbáceo denso, formações arbustivas densas (mata secundária, Cerrado denso, Capoeira densa). Mata Homogênea de Pinus densa, Pastagens cultivadas com baixo pisoteio de gado, cultivo de ciclo longo como o cacau.
3-Média	Cultivo de ciclo longo em curvas de nível/ terraceamento como café, laranja com forrageiras entre ruas), pastagens com baixo pisoteio, silvicultura de eucaliptos com sub-bosque de nativas.
4-Baixa	Culturas de ciclo longo de baixa densidade (café, pimenta do reino, laranja com solo exposto entre ruas), culturas de ciclo curto (arroz, trigo, feijão, soja, milho, algodão com cultivo em curvas de nível/ terraceamento).
5-Muito Baixa	Áreas desmatadas e queimadas recentemente, solo exposto por arado/gradeação, solo exposto ao longo de caminhos e estradas, terraplanagens, culturas de ciclo curto sem práticas conservacionistas.

Fonte: Adaptado de Ross (1996)

A ação antrópica é responsável pela degradação das terras na área em estudo e como consequência ocorre o desaparecimento da vegetação nativa causando danos econômicos, esgotamento ambiental e empobrecimento da população que por vezes acaba por abandonar sua terra e buscar outras fontes de sobrevivência.

4.3.2 Geologia e Declividade

O Cariri Ocidental paraibano é composto por formação de rochas cristalinas pouco desenvolvidos Pré-Cambriana, onde predominam os granitos, gnaisses e migmatitos. (DANTAS & CAÚLA, 1982).

Para a pesquisa foram utilizados dados disponíveis no site oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da base de dados da Empresa Brasileira de Agropecuária (EMBRAPA), além de dados do projeto Radam Brasil e do Serviço Geológico

do Brasil (SGB-CPRM). De acordo, com o método de Ross (1994), a fragilidade ambiental de um local pode ser classificada em 5 (cinco) níveis hierárquicos de declividade, sendo eles; muita fraca, fraca, média, forte e muito forte. (Tabela 3).

Tabela 3: Classes de Declividade segundo as categorias hierárquicas

<i>Níveis Hierárquicos</i>	<i>Classes de Declividade (%)</i>
1-Muito fraco	Até 6%
2-Fraco	De 6% a 12%
3-Médio	De 12% a 30%
4-Forte	De 20% a 30%
5-Muito forte	Acima de 30%

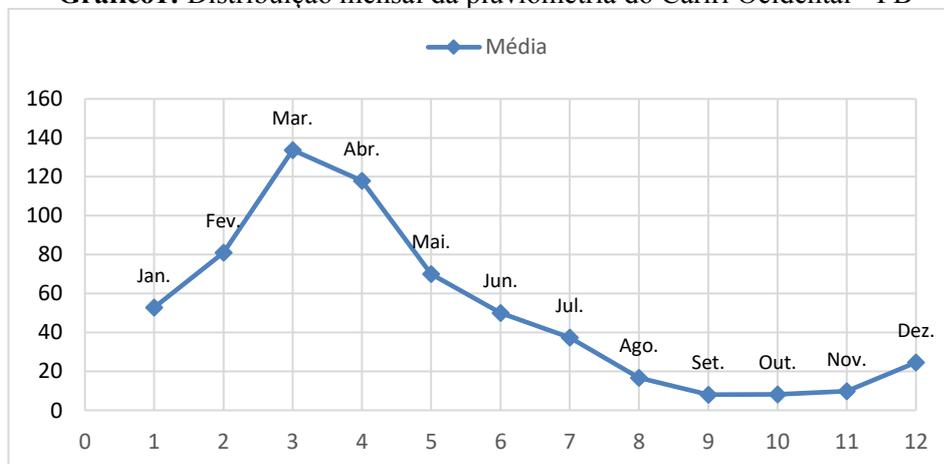
Fonte: Adaptado de Ross (1994)

O conceito de fragilidade ambiental diz respeito à vulnerabilidade que o ambiente possui em sofrer qualquer tipo de dano. Situações de elevadas declividades e alta suscetibilidade erosiva dos solos associam-se a fatores de instabilidade que podem ser de ordem natural ou antrópicas.

4.3.3 Aspectos Climáticos

Os dados climatológicos são extremamente importantes para a análise da fragilidade ambiental. A ação das chuvas pode contribuir diretamente para acelerar os processos erosivos, principalmente em ambientes onde o regime pluviométrico apresenta precipitações irregulares e concentradas em determinados meses do ano em regime de torrencialidade, como no caso do Cariri Ocidental paraibano. (Gráfico 1).

Gráfico 1: Distribuição mensal da pluviometria do Cariri Ocidental - PB



Fonte: Francisco *et al.*, (2018)

Ross demonstrou essa problemática relacionando níveis hierárquicos a características pluviométricas, pois a chuva não só agrava a erosão de solos já fragilizados como suprime a vegetação existente. (Quadro 4).

Quadro 4: Níveis hierárquicos segundo situação pluviométrica.

<i>Níveis Hierárquicos</i>	<i>Características Pluviométricas</i>
1-Muitobaixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 1000 mm/ano.
2-Baixa	Situação pluviométrica com distribuição regular ao longo do ano, com volumes anuais não muito superiores a 2000 mm/ano.
3-Média	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com períodos secos entre 2 e 3 meses no inverno, e no verão com maiores intensidades de dezembro a março.
4-Forte	Situação pluviométrica com distribuição anual desigual, com período seco entre 3 e 6 meses, alta concentração das chuvas no verão entre novembro e abril, quando ocorrem de 70 a 80% do total das chuvas.
5-Muito Forte	Situação pluviométrica com distribuição regular ou não, ao longo do ano, com grandes volumes anuais ultrapassando 2500 mm/ano; ou ainda, comportamentos pluviométricos irregulares ao longo do ano, com episódios de alta intensidade e volumes anuais baixos, geralmente abaixo de 900 mm/ano (semiárido).

Fonte: Adaptado de Ross (1994)

Para a caracterização da pluviosidade da microrregião, foram utilizados dados de médias pluviométricas da microrregião do Cariri Ocidental paraibano em uma série de 30 anos através do DCA – UFCG (Departamento de Ciências Atmosféricas) e de dados do Balanço hídrico climatológico para a capacidade de campo de Francisco e Medeiros (2018). Foram utilizados dados das médias de chuvas encontrados AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – para analisar a distribuição das precipitações nos municípios estudados.

4.3.4 Características Pedológicas

O solo apresenta-se como parte integrante do estudo da paisagem e as características como se apresentam relacionam-se com os elementos não só físicos, mas também sociais. No semiárido o solo reflete o uso e as limitações sob o qual são submetidos.

Em São José dos Cordeiros predomina os Luvisolos, Neossolos e Planossolos com pouca profundidade e jovem apresentando horizonte A pedregoso e rijo de grande

susceptibilidade à erosão. (EMBRAPA, 2014). O uso agrícola desse solo é pautado no plantio de milho, feijão e palma forrageira além da pecuária extensiva.

O solo em Ouro Velho é raso, com afloramentos rochosos, maioritariamente neossolo litólico de cobertura pedregosa, desnudo em algumas áreas mais vulneráveis onde a erosão provocada pelas chuvas deixa à tona evidentes sulcos. (ALENCAR, 2004).

Para o estudo foram utilizadas a base de dados do projeto Radam Brasil, carta SB-24 E SB-25 na escala 1:250.000, disponível no site oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE), além de base de dados da Empresa brasileira de agropecuária (EMBRAPA) e do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

4.3.5 Índice de Aridez

O índice de aridez (IA) também foi utilizado para determinar as áreas secas e em processo de desertificação e permite averiguar a relação existente entre a quantidade de chuva e a perda de água por evapotranspiração (FREITAS, 2005). Para Sampaio (2003), o fato de utilizar variáveis quantitativas faz com que o método seja considerado preciso nos resultados das análises dos dados obtidos.

Desde os anos 70 utiliza-se o método estabelecido por *Thornthwaite* (1948) e adotado pelas Nações Unidas para a aplicação do Plano de Ação de Combate à Desertificação (PACD) para identificar os diferentes níveis de aridez. Obtém-se o índice de aridez a partir da divisão entre a precipitação média anual e da evapotranspiração. (Equação 1).

$$IA = \frac{\text{Precipitação}}{\text{Evapotranspiração}}$$

Em relação à Precipitação e à Evapotranspiração Potencial, foram utilizadas as médias anuais, e quanto menor o valor da relação encontrado, maior será a aridez. Com os valores de Ia encontrados, foram determinados os níveis de risco para desertificação para os municípios da área de estudo do Cariri Ocidental.

De acordo com os valores calculados do Ia, determinou-se os riscos à desertificação para os municípios estudados, como também a classificação climática estabelecidas pelo CONAMA (1997). Com os índices de aridez classifica-se os riscos de desertificação para a microrregião em estudo (Tabela 4).

Tabela 4: Padrões de Classes de Desertificação de acordo com o IA

<i>Índice de Aridez</i>	<i>Nível de Risco para desertificação</i>
0,05 – 0,20	Muito Alto
0,21 – 0,50	Alto
0,51 – 0,65	Moderado

Fonte: Resolução CONAMA (1997)

O índice de aridez calculado a partir de dados anuais do balanço hídrico climatológico é considerado um instrumento de utilidade e praticidade na caracterização do clima.

4.3.6 Uso do Sensoriamento Remoto

Na década de 1960 o uso de geotecnologias foi se afirmando nos estudos das transformações ocorridas na natureza a partir de um conjunto de imagens de satélite. Para Moraes (2002) sensoriamento remoto é “conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos” e registros feitos a partir dessa técnica podem oferecer dados que relacionem as mudanças naturais na paisagem e das modificações antrópicas decorrentes da atividade humana.

O uso do sensoriamento remoto e do geoprocessamento é um recurso imprescindível na análise da vegetação e dessa forma obtém-se resultados mais precisos. O índice de vegetação configura-se como o mais importante indicador nas pesquisas disponibilizadas sobre desertificação, e consensualmente é o mais relevante para que se compreenda os processos de degradação ambiental que levam à desertificação das terras. (VIEIRA, 1978). De acordo com Matallo Júnior (2001), as primeiras mudanças evidenciadas na cobertura vegetal e o manejo inadequado do solo mostram vestígios de ação humana, fatores esses que tem potencial de degradar o meio ambiente dando início aos processos que levam a desertificação.

A análise da cobertura vegetal foi realizada tomando como base imagens do satélite Landsat 8, a partir da aplicação do índice de realce da vegetação conhecido como NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e RGB (*Red, Green and Blue - faixas do espectro eletromagnético onde é possível visualizar*). A confecção dos mapas deu-se com uso do Quantum GIS 3.16.2 Hannover e Autocad em dados em forma de *shapefile* (solos, geologia, relevo e pluviosidade). Depois de convertidos foram atribuídos pesos referentes a graus de fragilidade através da proposta de Crepani *et al.*, (2001).

O imageamento dos satélites sobre a Microrregião do Cariri ocidental do estado da Paraíba no qual gerou as imagens trabalhadas e avaliadas neste estudo, ocorreu nos dias:

02/08/1989, 14/10/1998 e 0/05/2018. Os satélites operavam na órbita: 2015, nos pontos:65 e 66. (INPE, 2019)

- Landsat 5

O projeto Landsat 5 desenvolvido pela NASA foi lançado em março de 1984. O satélite possui como sistema sensor, o Mapeador Temático (TM) com sete bandas espectrais incluindo um mapeado térmico (banda 6) para medir temperaturas de superfícies e um infravermelho médio. O Landsat 5 operava com duas resoluções espaciais, uma de 30m e a outra resolução de 120m para o canal termal. Conforme observado na (Tabela 5) o intervalo espectral associado a cada banda, varia de 0.45 μm (micrómetros) na região do azul a 2.35 μm na faixa do infravermelho médio. (USGS, 2022).

Tabela 5: Especificações Técnicas das Bandas Espectrais do Landsat 5

<i>Sensor</i>	<i>Bandas Espectrais</i>	<i>Resolução Espectral</i>	<i>Resolução Espacial</i>	<i>Resolução Radiométrica</i>
TM Mapeador Temático	(B1) AZUL	0.45 - 0.50 μm	30 M	8 BITS
	(B2) VERDE	0.50 - 0.60 μm		
	(B3) VERMELHO	0.63 - 0.69 μm		
	(B4) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.76 - 0.90 μm		
	(B5) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.55 - 1.75 μm		
	(B6) INFRAVERMELHO TERMAL	10.4 - 12.5 μm	20M	
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.08 - 2.35 μm	30 M	

Dados: USGS Landsat 5 (2022)

- Landsat 8

Lançado pela Nasa em fevereiro de 2013, o satélite Landsat 8 dispõe de dois sistemas sensores o (OLI) e o (TIR). O sensor Operational Land Imager (OLI) obtém informações na faixa do espectro visível nos canais do infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas. Utilizando princípios da Física Quântica para detecção de calor na superfície terrestre o sensor Thermal Infrared Sensor (TIR) afere a temperatura em seus canais termais. A resolução espacial das bandas dos sensores do satélite é de 30 metros e cobre uma faixa imaginadora de 185 Km. O satélite Landsat 8 possui 11 bandas espectrais com especificações distintas (Tabela 6) para diferentes propósitos. (USGS, 2022).

Tabela 6: Especificações Técnicas das Bandas Espectrais do Landsat 8

<i>Sensor</i>	<i>Bandas Espectrais</i>	<i>Resolução Espectral</i>	<i>Resolução Espacial</i>	<i>Resolução Radiométrica</i>
OLI Operational Land Imager	(B1) AZUL COSTEIRO	0.433 - 0.453 μm	30 M	16 BITS
	(B2) AZUL	0.450 - 0.515 μm		
	(B3) VERDE	0.525 - 0.600 μm		
	(B4) VERMELHO	0.630 - 0.680 μm		
	(B5) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.845 - 0.885 μm		
	(B6) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.560 - 1.660 μm		
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.100 - 2.300 μm		
	(B8) PANCROMÁTICA	0.500 - 0.680 μm	15 M	
	(B9) CIRRUS	1.360 - 1.390 μm	30 M	
TIR Thermal Infrared Sensor	(B10) INFRAVERMELHO TERMAL	10.30 - 11.30 μm	100 M	
	(B11) INFRAVERMELHO TERMAL	11.50 - 12.50 μm	100 M	

Dados: USGS Landsat 8 (2022)

- Calibração Radiométrica ($L\lambda$)

Entende-se por radiância espectral, a medida do comprimento de onda da energia solar refletida. No sensor OLI do Landsat 8 essa medida corresponde a cada pixel. Os números digitais são processados e posteriormente convertidos em radiância espectral $L\lambda$. (JENSEN, 2009). Dessa forma, para os produtos do Landsat 8, optou-se seguir o procedimento sugerido pela (USGS 2022) em que as bandas 2,3,4,5,6,7 e os canais termais 10 e 11 são submetidos a correção radiometria conforme a (equação 2)

$$L\lambda = ML * QCAL + AL \quad \text{Eq. 2}$$

Em que, ML corresponde ao fator de redimensionamento multiplicativo e AL , o aditivo de cada banda. Dessa forma, radiance mult band (ML) e radiance add band (AL). São valores em números científicos disponíveis no arquivo metadados (Tabela 7). $QCAL$ são os valores digitais das bandas trabalhadas.

Tabela7: Valores dos Parâmetros - metadados 2018

<i>Landsat 8</i>	<i>10/2018 ML</i>	<i>10/2018 AL</i>
Banda 2	1.2462E-02	-62.30881
Banda 3	1.1483E-02	-57.41703
Banda 4	9.6835E-03	-48.41728

Banda 5	5.9258E-03	-29.62896
Banda 6	1.4737E-03	-7.36845
Banda 7	4.9671E-04	-2.48356
Banda 10	3.3420E-04	0.10000

Fonte: INPE (2018)

- Reflectância Monocromática ($\rho\lambda i$)

A refletância monocromática consiste na correção dos efeitos atmosféricos de reflexão e atenuação captados pelo sensor dos satélites. É definida pela razão da parcela de radiação incidida e refletida. (ALLEN *et al.*,2002). A refletância foi calculada seguindo os procedimentos da (USGS, 2022) equação 3.

$$\rho\lambda i = \frac{MP*QCAL+UMP}{\text{COS } Z.dr} \quad \text{Eq.3}$$

Em que MP corresponde ao termo multiplicativo, e UMP ao aditivo. $QCAL$ são valores digital dos pixels de cada banda. Na refletância os valores dos termos multiplicativos e aditivos são comuns para todas as bandas. Dessa forma, $MP = 2.0000E-05$ e $UMP = -0.100000$. O parâmetro dr corresponde a distância relativa terra – sol calculada conforme equação 4. $COS Z$ é o cosseno do ângulo zenital solar adquirido a partir do ângulo de elevação do sol disponível nos arquivos metadados calculado conforme a (equação 5).

$$dr = 1 + 0,003 * \text{COS} \left(\frac{DSA*2*\pi}{365} \right) \quad \text{Eq.4}$$

$$\text{COS } Z = \text{COS} \left(\frac{\pi}{2} - E \right) = \text{SEN} \quad \text{Eq.5}$$

O parâmetro: (E) na equação 4 corresponde ao ângulo de elevação do sol. As informações estão contidas no arquivo metadados (Tabela 8). DSA na equação 3 é o dia de acordo com a sequência do ano.

Tabela 8: Dados das Bandas Espectrais Para Correção Atmosférica

	02/08/1989	14/10/1998	10/05/2018
Distância astronômica Terra-Sol	1.0147769	0.9973938	1.0000386
Ângulo de Elevação ao sol	45.11	60.5	64.9
Ângulo Azimutal do sol	55.8	93.8	85.9
Dia Juliano	214	287	130

Dados: INPE, 2019. Elaboração: Magdiel Bezerra (2019)

- Correção Landsat 5 – TM

A correção das bandas do satélite landsat 5 está pautada no procedimento sugerido por Chander & Markham (2003) em que os números digitais passam por um procedimento de conversão para obtenção da radiância espectral. Então, aplicou-se a (equação 6).

$$L_{\lambda i} = \text{Grescale} * \text{QCaL} + \text{Brescale} \quad \text{Eq. 6}$$

Na equação 6 o parâmetro ($L_{\lambda i}$) corresponde a radiância espectral. (*Grescale* e *Brescale*) são termos equivalentes utilizados para calibração da radiância. Os valores de radiância espectral sugeridos por Chander e Markham, (2003) para o Landsat 5 que foram utilizados para a correção podem ser consultados na (Tabela 9).

Tabela 9 - Valores de Radiância Espectral em: W/(m².sr.µm)

<i>Valores até maio de 2003</i>			<i>Valores após 5 de maio de 2003</i>	
Canais	Grescale	Brescale	Grescale	Brescale
1	0,602431	-1,52	0,762824	-1,52
2	1,175100	-2,84	1,442510	-2,84
3	0,805765	-1,17	1,039880	-1,17
4	0,814549	-1,51	0,872588	-1,51
5	0,108078	-0,37	0,119882	-0,37
6	0,055158	1,2378	0,055158	1,2378
7	0,056980	-0,15	0,065294	-0,15

Fonte: Chander; Markham, (2003). **Elaboração:** Magdiel Bezerra (2022)

Então, as seguintes expressões foram formuladas na calculadora raster do Arcgis para os produtos de 1989 e 1998.

$$L_{\lambda i} = 0.814549 * \text{Banda 4 de 1989} + -1.51 \quad \text{Exp 01}$$

$$L_{\lambda i} = 0.805765 * \text{Banda 3 de 1989} + -1.17 \quad \text{Exp 02}$$

$$L_{\lambda i} = 0.814549 * \text{Banda 4 de 1998} + -1.51 \quad \text{Exp 03}$$

$$L_{\lambda i} = 0.805765 * \text{Banda 3 de 1998} + -1.17 \quad \text{Exp 04}$$

- Reflectância Monocromática do Topo da Atmosfera ($\rho_{\lambda i}$)

A reflectância obtida segue o procedimento metodológico de Chander e Markham (2003), os valores foram obtidos empregando a seguinte fórmula: (equação 7).

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi * L_{\lambda i}}{ESSUM * \cos Z * dr} \quad \text{Eq. 7}$$

(*ESSUM*) são valores de irradiância solar. ($L_{\lambda i}$) são números de radiâncias plicados conforme a Tabela 05. (*Z*) corresponde ao ângulo zenital do sol. Nos cálculos da distância relativa terra – sol utilizou-se a (equação 8). Os dados concernentes a correção dos produtos Landsat 5 está em evidência na (Tabela 10).

$$dr = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{DOA2\pi}{365}\right) \quad \text{Eq. 8}$$

Tabela 10 – Radiância solar espectral no topo da atmosfera produtos – Landsat 5

<i>Canais</i>	<i>Kλi (Wm-2μm-1)</i>
1	1957
2	1826
3	1554
4	1036
5	215,0
6	Canal Termal = 0
7	80,67

Fonte: Chander e Markham, (2003). Elaboração: Magdiel Bezerra (2022)

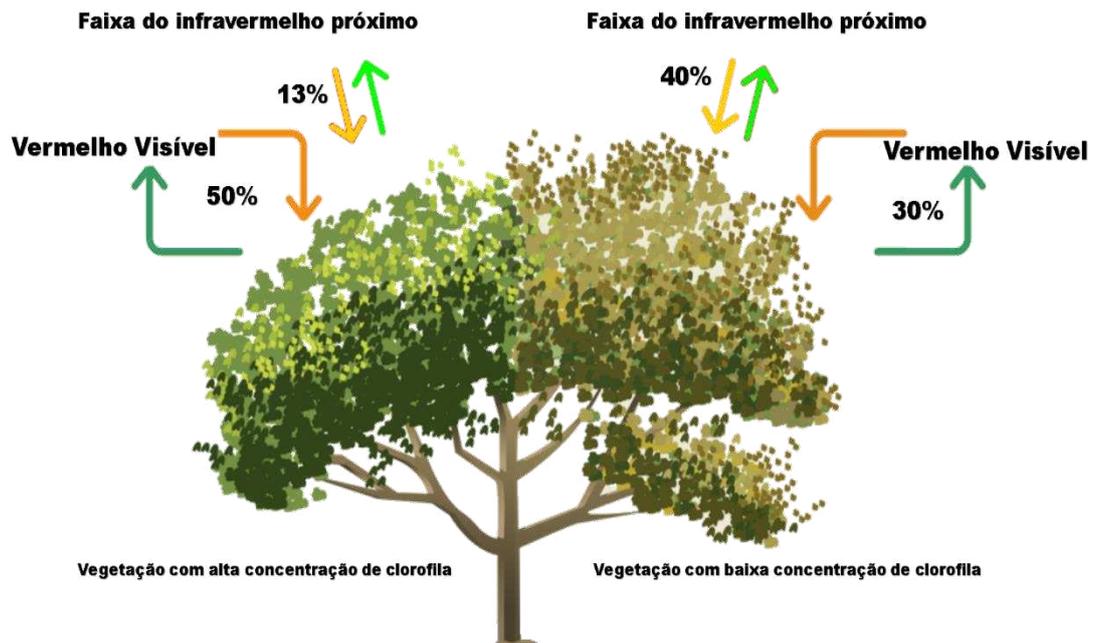
- **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**

O NDVI é um índice espectral desenvolvido por Tucker (1979) pautado no princípio da diferença normalizada onde se avalia através de um modelo matemático a quantidade de radiação absorvida e refletida da vegetação. Allen et al. (2002) ressalta que o cálculo está pautado nas diferenças de refletividade do canal do infravermelho próximo e do vermelho visível.

Conforme a ilustração na (Figura 12), no espectro de reflectância, na região do visível próximo de (400 – 700 nm), a vegetação saudável, verde e densa possui alta absorção de energia eletromagnética com índices de refletâncias baixos, próximo de 13 %. Essas condições indicam alta concentração de pigmentos da clorofila caracterizada pela presença de água, saúde e verdor das folhas, o seja, analisando do ponto de vista biológico, se a vegetação for verde, sadia e densa a absorção da luz será maior na região do vermelho, ao contrário, o dossiê da vegetação

espaçada, menos densa e com baixo teor de clorofila apresenta uma resposta espectral diferente com aproximadamente (700 – 1300 nm) além de possui uma baixa absorção da luz e um índice de refletância alto em torno de 40 %. (JENSEN, 2009).

Figura 12: Ilustração da resposta espectral da vegetação



Fonte: Adaptado de EOS (2009)

Por considerar a Caatinga um bioma com o dossel de vegetação relativamente baixo caracterizado por arbustos espaçados e densos com extratos herbáceos. O emprego do NDVI para mapear a situação da cobertura vegetal em diferentes períodos torna-se a técnica imprescindível. Dessa forma, os valores de NDVI são obtidos conforme a equação 9.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}} \quad \text{Eq.9}$$

Onde, NIR corresponde a banda 5 e RED a banda 4, sensor OLI para os produtos do Landsat 8. O Landsat 5 utiliza a tecnologia TM, então para o cálculo de NDVI se emprega as bandas: 4 que corresponde a NIR e Banda 3 que representa RED. Para tanto, formulou-se na calculador raster do Arcgis a (expressão 5) para o Landsat 8 e a (expressão 6) para o Landsat 5.

$$\text{NDVI} = (\text{Banda5 Cariri} - \text{Banda4 Cariri}) / (\text{Banda5 Cariri} + \text{Banda4 Cariri}) \quad \text{Ex.5}$$

$$\text{NDVI} = (\text{Banda4 Cariri} - \text{Banda3 Cariri}) / (\text{Banda4 Cariri} + \text{Banda3 Cariri}) \quad \text{Ex.6}$$

Os valores de percentual da vegetação foram calculados de acordo com a equação 10. A equação foi adaptada a base dos cálculos de cobertura percentual. Desse modo, todos os pixels negativos foram subtraídos dos NDVI transformando-se em -0. Os pixels com valores positivos foram reamostrados para o valor de: 1. Nesse sentido, se estabelece o intervalo: (-0 - 1) utilizando as variantes = ($NDVI_{\text{ÁGUA}}$) valor mínimo e ($NDVI_{\text{VEG}}$) valor máximo. Esse procedimento foi obtido conforme a (expressão 01) realizada na calculadora raster do Arcgis Pro. 2.6.2.

$$CV = \frac{NDVI - NDVI_{\text{ÁGUA}}}{NDVI_{\text{VEG}} - NDVI_{\text{ÁGUA}}} \quad \text{Eq.10}$$

$NDVI_{\text{água}}$ é o valor de um pixel de água, valor próximo de -0. $NDVI_{\text{Veg}}$ é o valor de um pixel da vegetação densa valor próximo de 1

Expressão 1

("NDVICARIRI" <= -0) * -0 + ("NDVICARIRI" > -0 AND "NDVICARIRI" <= - VALOR MÁXIMO) * "NDVICARIRI" / VALOR MÁXIMO + ("NDVICARIRI" > -VALOR MÁXIMO) * 1

Na expressão 1, o parâmetro: “valor máximo” corresponde ao maior valor do NDVI, esses valores são atribuídos a vegetação densa. Valores maiores que os pixel da vegetação densa, são valores fisicamente irrelevantes.

- Índice de Vegetação na faixa do visível (Banda RGB)

A banda RGB é a abreviação dos nomes em inglês (R *red*/vermelho, G *green*/verde e B *blue*/azul) e fazem referência as faixas do espectro eletromagnético na faixa visível, ou seja, que pode ser observado ao olho nu pelo ser humano. Os índices de vegetação que fazem uso da banda do visível ponderada do RGB apresentam consideráveis instrumentos de sensoriamento remoto para acompanhar as mudanças ocorridas na vegetação. (FIGUEIREDO, 2005).

Uma vantagem da combinação das três bandas de cores primárias (vermelho, verde e azul) é uma melhor visualização do contraste entre as comparações das áreas com vegetação e pouca vegetação, apresentando tonalidades mais próximas das cores reais, facilitando a análise e interpretação das imagens.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Quadro Socioeconômico

Os municípios do Cariri Ocidental paraibano estão inseridos em uma área de vulnerabilidade socioeconômica em que as desigualdades estão presentes tanto no meio rural quanto em pequenas cidades, onde se evidencia a incapacidade das famílias de proverem seu sustento com dignidade.

A pobreza, de acordo com Costa (2007) é um fenômeno social em que o indivíduo se encontra em “*situação de privação resultante da falta de recursos*”, refletindo negativamente nas condições mais básicas do ser humano: alimentação, habitação, trabalho, saúde, educação, cultura entre outros.

No Brasil, segundo dados do PNUD (2010), o percentual de pobreza caiu por décadas consecutivas alcançando proporções mínimas de 6,62% de pessoas extremamente pobres em 2010, um decréscimo equivalente a mais de 12%. (Tabela 11).

Tabela 11: Percentual de pessoas pobres e vulneráveis à pobreza – Brasil (1991-2000-2010)

	<i>Ano</i>	<i>Extremamente pobre⁽⁴⁾</i>	<i>Pobres</i>	<i>Vulneráveis à pobreza</i>
Brasil	1991	18,64%	38,16%	58,53%
	2000	12,48%	27,65%	48,39%
	2010	6,62%	15,2%	32,56%

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

Na Paraíba o índice de população pobre também seguiu a mesma proporção de quedas, decrescendo de 41,18% em 1991 para 13,39% em 2010. A proporção da pobreza extrema no estado da Paraíba atingiu queda que ultrapassou os 27% em três décadas seguidas. (Tabela 12).

Tabela 12: Percentual de pessoas pobres e vulneráveis à pobreza – Paraíba (1991-2000-2010)

	<i>Ano</i>	<i>Extremamente pobre</i>	<i>Pobres</i>	<i>Vulneráveis à pobreza</i>
Paraíba	1991	41,18%	68,29%	84,68%
	2000	25,17%	49,61%	72,39%
	2010	13,39%	28,93%	53,65%

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

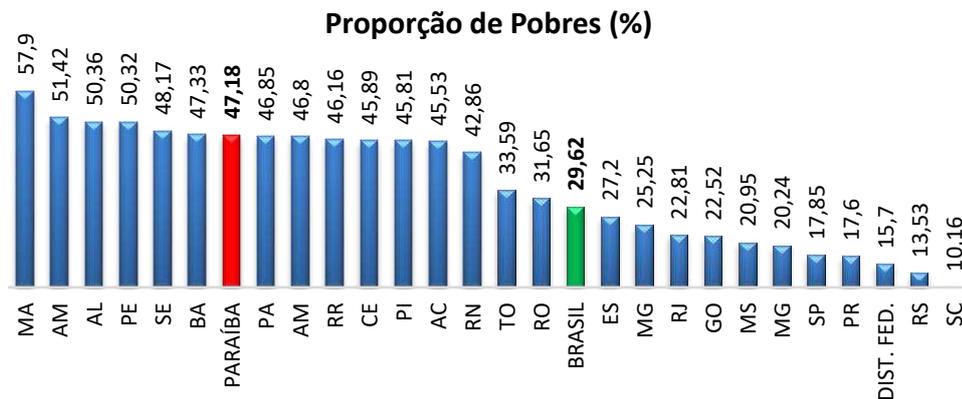
⁴ Proporção de *extremamente pobres* é dada pelo número de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 70,00 mensais.

Proporção de *pobres* é dada pelo número de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 140,00 mensais.

Proporção de *vulneráveis à pobreza* é dada pelo número de indivíduos com renda domiciliar per capita igual ou inferior a R\$ 255,00 mensais.

Porém, de acordo com pesquisa da FGV (2022), a taxa de pobreza da Paraíba voltou a subir em 2021 encontrando-se atualmente em 7ª posição entre os estados com maior taxa de pobreza, atingindo proporção de 47,18%, ficando atrás apenas de Maranhão, Amazonas, Alagoas, Pernambuco, Sergipe e Bahia. (Mapa da nova Pobreza – FGV 2022). (Gráfico 02).

Gráfico 02: Proporção de Pobres em 2021 por Unidade da Federação (%)



Fonte: FGV- a partir dos dados da PNADC (2022)

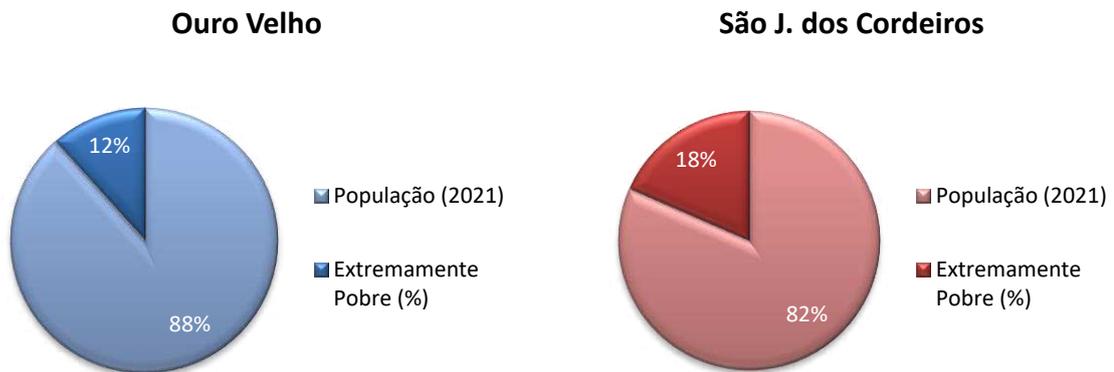
Os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros seguem a mesma tendência de pobreza referida ao estado da Paraíba, sendo observada queda nos percentuais de pobreza para ambos os municípios em todos os censos observados. (Tabela 13).

Tabela 13: Percentual de pessoas pobres e vulneráveis à pobreza (1991-2000-2010)

	Ano	Extremamente pobre	Pobres	Vulneráveis à pobreza		Extremamente pobre	Pobres	Vulneráveis à pobreza
Ouro Velho	1991	55,28%	86,92%	96,57%	São José dos Cordeiros	66,46%	85,59%	97,75%
	2000	34,93%	51,52%	78,13%		32,32%	66,87%	82,85%
	2010	13,08%	33,36%	58,69%		22,64%	43,76%	69,90%

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

Embora tenha sido observada queda nas taxas de pobreza em todos os índices, o quantitativo ainda continua elevado, visto que em Ouro velho mais de 12% da população vive com menos de 70 reais mensais e em São José dos Cordeiro quase 18% também está abaixo da linha de pobreza. (Gráfico 03).

Gráfico 03: Linha da pobreza em Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros

Fonte: IBGE (2021)

Entretanto, mais da metade da população dos municípios se encontram vulneráveis à pobreza, ou seja, com menos de 255 reais mensais de renda. Erradicar a pobreza em todas as suas formas até 2030 é a primeira meta das Nações Unidas cujos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável assumidos pelo Brasil garantem erradicar a pobreza extrema para todas as pessoas em todos os lugares, medida como pessoas vivendo com menos de PPC\$3,20 (paridade de poder de compra) per capita por dia. (IPEA, 2010). Dessa forma, mesmo com o incentivo através de políticas públicas de combate à miséria, ainda falta muito esforço para que se alcance a meta.

5.1.1 Densidade Populacional

A densidade populacional de uma região aponta em níveis práticos o quanto o ambiente sofre pressão de suas terras (hab/km^2), pois, quanto maior o quantitativo de pessoas, maiores os níveis de degradação daquela área. Na Conferência da ONU de 1972 foi redigida a Declaração de Estocolmo de 1972, que em seu capítulo 5 proclama: *“a taxa de crescimento demográfico ou as concentrações excessivas da população prejudicam o meio ambiente e o seu desenvolvimento, devendo-se adotar as normas e medidas apropriadas para enfrentar esses problemas”* (IPHAN, 2022).

A influência da pressão populacional em uma área influencia diretamente no quanto ela consegue se recuperar, daí a necessidade de avaliar o contingente populacional que exerce pressão sobre os recursos naturais e como se desenvolve. Mattalo Junior (2001) utiliza a seguinte caracterização de pressão demográfica no solo (Quadro 5).

Quadro 5: Caracterização da Densidade demográfica por hab/km²

Muito alta densidade demográfica	(> 30 hab/km ²)
Alta densidade demográfica	(entre 15 e 30 hab/km ²)
Moderada densidade demográfica	(até 15 hab/km ²)

Fonte: Mattalo Junior (2001)

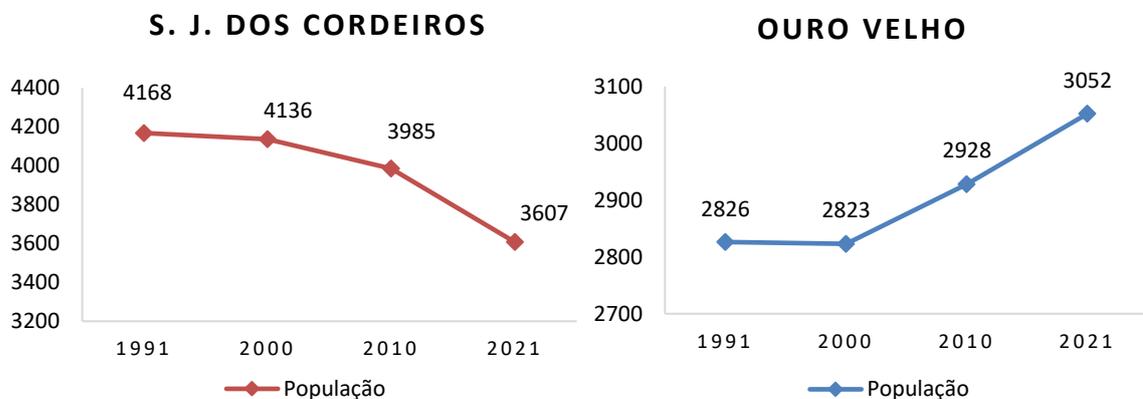
Nesse ponto de vista, segundo dados do IBGE, Ouro velho possui população de 3.052 habitantes com densidade demográfica de 22,63 hab/km², já São José dos Cordeiros tem população estimada em 3.607 hab/km² e menor densidade demográfica, cerca de 6,54 hab/km². (Tabela 14).

Tabela 14: Variáveis da população de Ouro Velho e São José dos Cordeiros – (2010-2021)

<i>Município</i>	<i>População em 2010</i>	<i>População em 2021 (estimada)</i>	<i>População Urbana</i>	<i>População Rural</i>	<i>Densidade Demográfica</i>
Ouro Velho	2928	3052	2047	881	22,63
S. J. dos Cordeiros	3985	3607	1643	2342	9,54

Fonte: IBGE sinopse do censo demográfico (2010)

Seguindo a caracterização de Mattalo Junior, observa-se que a densidade demográfica em Ouro Velho é bem superior à de São José dos Cordeiros, embora tenha maior população. Outro detalhe importante é que a população de São José dos Cordeiros se encontra maioritariamente na área rural e a população total tem diminuído em todos os anos observados, decrescendo consideravelmente a quantidade de habitantes entre um censo e outro. (Gráfico 4).

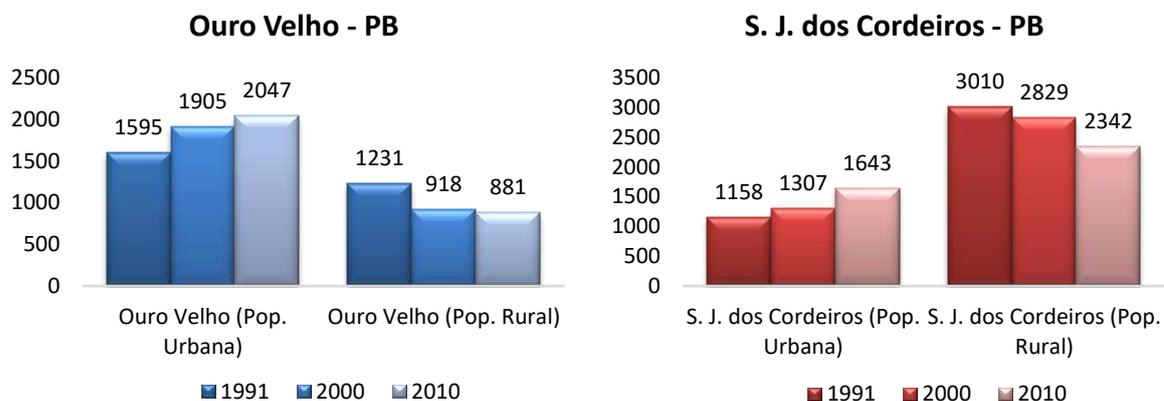
Gráfico 4: Quantitativo da população de Ouro Velho e São José dos Cordeiros – 2010-2021

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

Entre 1991 e 2000 a população de São José dos Cordeiros teve taxa média de declínio de 32 habitantes, já entre 2000 e 2010 evidenciou-se queda de 151 habitantes. Na década posterior o crescimento negativo continuou a ser evidenciado, e entre os anos de 2010 e 2021 a quantidade de habitantes foi ainda menor, com queda de 378 habitantes. De acordo com os dados obtidos no Atlas Brasil, entre 1991 e 2021 houve queda de 561 habitantes.

Todavia, os dados mostram que ocorre maior concentração populacional nas áreas urbanas e menor nas zonas rurais entre os anos de 1991 e 2021, demonstrando que cada vez menos as famílias dos municípios estudados têm migrado para a cidade, fugindo da escassez do campo. (Gráfico 5).

Gráfico 5: Quantitativo da população Urbana e Rural – 1991-2000-2010



Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

Compreende-se a densidade demográfica como indicador de desertificação considerando a junção da pressão populacional sobre os recursos naturais e no instante em que se aumenta a pressão na área urbana com a diminuição da população rural proporciona diminuição da degradação ambiental. De outro lado, o crescimento da população em áreas urbanas sem estabilidade e sem recursos para suprir as necessidades básicas podem ocasionar desastres naturais e outros problemas mais graves.

5.1.2 IDH-M e Educação - IDH-M

O desenvolvimento humano de uma sociedade, de acordo com o AtlasBrasil (2013), é o processo de ampliação das liberdades das pessoas para que possam escolher a vida que querem de acordo com suas capacidades e oportunidades. Se as capacidades e as oportunidades

forem limitadas, a sociedade perde seu direito de se educar, com isso desconhece a realidade do seu entorno e de seu país, deixa de participar de atos importantes e perde seu direito de decisão ampla.

O conceito de Desenvolvimento Humano engloba três condições mais relevantes para a ampliação da liberdade das pessoas: saúde (longevidade), educação (conhecimento) e renda (padrão de vida), tornando-se assim uma forma de compreensão e reflexão ampla sobre o significado de desenvolvimento humano para a sociedade em geral.

Para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), são consideradas as médias geométricas dos índices das dimensões Renda, Educação e Longevidade, com pesos iguais. O índice vai de 0 a 1, onde entre 0 e 0,499 o IDH-M é considerado muito baixo; entre 0,500 e 0,599, baixo; entre 0,600 e 0,699, médio; entre 0,700 e 0,799, alto; e a partir de 0,800, muito alto. Para Sampaio (2003), quanto menor o IDH-M de um município, maior a susceptibilidade do mesmo à degradação ambiental, pois a população faz maior uso dos recursos naturais.

Conforme dados do PNUD (2010), os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros tem evoluído o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) – nas últimas 3 décadas, mesmo assim se encontram em posição distante dos 5 primeiros municípios do estado da Paraíba (João Pessoa, Cabedelo, Campina Grande, Várzea e Patos).

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) de Ouro Velho é 0,614, em 2010 e está situado na faixa de Desenvolvimento Humano *Médio* (IDH-M entre 0,6 e 0,699). Entre 2000 e 2010, a dimensão que mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,209), seguida por Longevidade e por Renda. Entre 1991 e 2000, os parâmetros que mais se destacaram foi Educação (com crescimento de 0,144), logo após Longevidade e Renda.

Com desempenho menor, São José dos Cordeiros possui (IDH-M) de 0,556, em 2010 estando localizado na faixa de Desenvolvimento Humano *Baixo* (IDH-M entre 0,5 e 0,599). Entre 2000 e 2010, a Educação teve crescimento maior que os outros indicadores (0,209), seguida por Longevidade e por Renda. Entre os anos 1991 e 2000, nota-se que *Renda* teve aumento de 0,121, posteriormente *Educação* e *Longevidade*. (Tabela 15).

Tabela 15: Progresso do IDH-M dos municípios de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros (1991-2000-2010)

<i>Ano</i>	<i>IDHM</i>		<i>Renda</i>		<i>Longevidade</i>		<i>Educação</i>	
	<i>Ouro Velho</i>	<i>São José dos Cordeiros</i>	<i>Ouro Velho</i>	<i>São José dos Cordeiros</i>	<i>Ouro Velho</i>	<i>São José dos Cordeiros</i>	<i>Ouro Velho</i>	<i>São José dos Cordeiros</i>
1991	0,320	0,288	0,382	0,350	0,519	0,601	0,165	0,114
2000	0,461	0,393	0,493	0,471	0,642	0,649	0,309	0,198
2010	0,614	0,556	0,585	0,542	0,7640	0,778	0,518	0,407

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

O IDH-M de Ouro Velho teve taxa de crescimento 91,88% nas três últimas décadas, bem acima da média de crescimento nacional (47,46%) e estadual (72,25%), portanto em relação aos 223 outros municípios de Paraíba, Ouro Velho ocupa a 44ª posição no ranking de crescimento. Mesmo tendo um incremento no seu IDH-M de 93,06% nas últimas duas décadas, o município de São José dos Cordeiros ocupa a 185ª posição no ranking de crescimento.

Apesar de terem evoluído positivamente, observa-se que os índices ainda são bem baixo, bem distante dos valores de referência para que se tenha desenvolvimento humano desejável para que a população tenha qualidade de vida, sendo o único indicador que contribuiu para a taxa de IDH-M foi a de longevidade ou saúde.

Deduz-se que nessa situação a população que tem desenvolvimento humano abaixo do adequado para sobreviver com dignidade é uma população vulnerável a pobreza e dessa forma o impacto no meio ambiente se torna maior, pois carecendo de saúde, educação e trabalho irão cada vez mais utilizar os recursos naturais favorecendo a degradação.

-EDUCACÃO

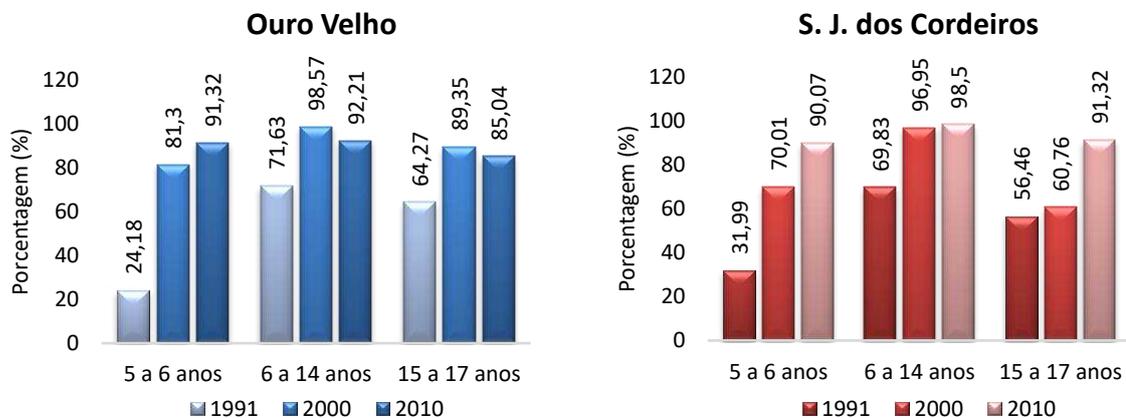
A Paraíba não se enquadra em boa posição no ranking mundial, porém nos últimos anos os municípios têm se elevado a valores expressivos. Sendo esse indicador um fator importante para se avaliar a fragilidade socioeconômica da população da área estudada. Como observado nos dados do IBGE, o índice de renda reduziu nos últimos anos, porém ainda se observa uma desigualdade acentuada. A escolaridade é um indicador importante e preocupante, tendo em vista que o quantitativo de pessoas analfabetas com 18 anos ou mais de idade ainda é elevado, embora esteja em decréscimo. (Tabela 16).

Tabela 16: Analfabetismo – 18 anos ou mais (1991-2000-2010)

<i>Município</i>	<i>Taxa de analfabetismo 18 anos ou mais de idade (%) – 1991</i>	<i>Taxa de analfabetismo 18 anos ou mais de idade (%) – 2000</i>	<i>Taxa de analfabetismo 18 anos ou mais de idade (%) – 2010</i>
Ouro Velho	45,94	31,84	24,65
S. J. dos Cordeiros	46,49	33,16	24,22

Fontes: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

Assim como a quantidade de analfabetos de 18 anos ou mais tem diminuído nas últimas décadas, o número de alunos de 5 a 6 anos matriculados nas três últimas décadas evoluiu consideravelmente. Em Ouro Velho durante o ano de 1991 apenas 24,18 % das crianças entre 5 a 6 anos estava matriculada, ao passo que em 2010 esse valor subiu para 91,32%. O mesmo tem ocorrido em São José dos Cordeiros, onde observa-se crescente aumento de jovens no último ciclo escolar, 91,32% de jovens entre 15 a 17 anos. (Gráfico 6).

Gráfico 6: Frequência escolar por Faixa Etária – 1991-2000-2010

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil. Pnud Brasil, Ipea e FJP (2020)

Embora possa ser evidenciado crescimento no número de jovens matriculados, esse quantitativo ainda não corresponde ao adequado para o desenvolvimento da sociedade, econômico e principalmente ambiental. Para Ouro Velho e São José dos Cordeiros, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB (anos iniciais e finais do ensino fundamental) os municípios alcançaram progresso no ensino entre os anos 2013 e 2021. (Tabela 17).

Tabela 17: Progresso IDEB dos municípios de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros

<i>Municípios</i>	<i>IDEB anos iniciais do ensino fundamental Censo Escolar 2013</i>	<i>IDEB anos iniciais do ensino fundamental Censo Escolar 2015</i>	<i>IDEB anos iniciais do ensino fundamental Censo Escolar 2017</i>	<i>IDEB anos iniciais do ensino fundamental Censo Escolar 2019</i>	<i>IDEB anos iniciais do ensino fundamental Censo Escolar 2021</i>
Ouro Velho <i>(Anos iniciais)</i>	4,4	5,1	4,7	5,1	-
Ouro Velho <i>(Anos Finais)</i>	2,9	-	3,4	-	4,7
S. J. dos Cordeiros <i>(Anos iniciais)</i>	4,2	4,8	5,1	5,5	5,3
S. J. dos Cordeiros <i>(Anos Finais)</i>	3,4	3,1	3,1	3,8	4,7

Fontes: IDEB/INEP (2021)

Os municípios de Ouro Velho (5,1) e São José dos Cordeiros (4,8) alcançaram média maior do que a média do estado da Paraíba em 2015 (4,5) para os anos iniciais do ensino fundamental. Porém em 2017 as médias finais não tiveram o mesmo desempenho e os municípios ficaram abaixo da média estadual (3,6), ambos atingiram 3,4 para Ouro Velho e 3,1 para São José dos Cordeiros.

Um dos componentes do IDH-M é o nível de escolaridade da população com 18 anos ou mais que tenha ensino fundamental completo. Ao longo dos anos entre 1991 e 2010 e evolução da população contida nesse parâmetro não cresceu satisfatoriamente. O exemplo é o município de São José dos Cordeiros, que em 1991 apenas 8,75% da população com 18 anos ou mais tinha completado o ensino fundamental. Em 2000 esse percentual subiu para 10,55% mantendo essa mesma porcentagem em 2010.

A situação da geração mais velha, com 25 anos ou mais e ensino fundamental incompleto ainda é mais preocupante, pois em 1991 apenas 5,95% dessa população tinha nível fundamental completo, e nas décadas posteriores o índice de melhoria não foi muito significativo, pois em 2000 essa porcentagem subiu para 8,76% e em 2010 para 17,15%.

Em Ouro Velho a situação é um pouco melhor, porém ainda alarmante. De acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano (2020), o percentual de jovens com 18 anos ou mais com

nível fundamental completo passou de 15,28% em 1991 para 25,25% em 2000 e 40,39% em 2010. Para a população de 25 anos ou mais com ensino fundamental completo os indicadores mostram que os resultados entre as três décadas de pesquisa evoluíram de 11,33% em 1991 para 21,42% em 2000 e 35,45% em 2010. Esse resultado não é muito distante da média geral do estado da Paraíba, que foi de 37,67% no ano de 2010.

No que concerne ao ensino superior, o quantitativo é irrisório, cuja média não chega a 2% para ambos os municípios nas últimas três décadas. Embora o total da população sem instrução fundamental tenha diminuído com o passar dos anos, ainda está longe de chegar a um patamar que ofereça melhores condições de vida à população, que para competir no mercado necessita cada vez mais de mão de obra capacitada.

5.1.3 Políticas Públicas

Historicamente a região semiárida do Nordeste brasileiro passa por períodos intensos de estiagem, fenômenos esses associados a questões climáticas que, como o passar do tempo e aumento da população na área vem intensificando os efeitos econômicos e sociais relacionados à desertificação. Desde o início do século XX foram implementadas várias ações de combate à seca por parte do governo brasileiro, e tendo os efeitos intensificados na década de 1990 a economia da região Nordeste foi severamente prejudicada, assim como a pecuária bovina e as culturas de feijão e milho no Cariri Ocidental (CANIELLO, 2001).

O IOCS – Inspetoria de Obras Contra as Secas foi criado em 1919 pelo governo regional e depois transformado no mesmo ano em IFOCS – Inspetoria Federal de Obras contra as Secas. Posteriormente, esse órgão deu origem ao DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas em 1945. Desde então, vários poços açudes e barragens foram construídos no intuito de assegurar a segurança hídrica da região.

A SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste foi um órgão criado em 1959 prosseguiu com os ideais hídricos do DNOCS além de “*incentivar uma economia mais adaptada às condições climáticas da região atingida pelas secas, e não em torná-la ainda mais dependente de um produto que a própria natureza criou escasso em seu território: a água*”. (SOUZA *et al.*, 2009). Tal ato foi duramente criticado pela elite política e produtora do nordeste pois viam nessa forma de viver o semiárido uma afronta e ameaça aos seus privilégios adquiridos.

A irrigação começou a ser difundida no Nordeste nos anos 70, porém os efeitos gerados são trágicos: a salinização dos solos causado pela evaporação faz com que os sais se mantenham concentrados superficialmente, diminuindo a absorção da água e impedindo tanto a germinação quanto o desenvolvimento as espécies vegetais, limitando o solo a poucas espécies que conseguem se adaptar a esse desequilíbrio. O auxílio técnico ao pequeno produtor é quase ausente e muitas vezes existe resistência devido à falta de entendimento das técnicas repassadas, o que pode ocasionar o não recebimento de benefícios e consequentemente aumento da degradação das terras e da vegetação nativa impossibilitando a recuperação natural do ecossistema.

As Políticas públicas existentes no combate à seca ajudam a compensar as perdas e auxiliam as famílias a afetadas, garantindo renda mínima e fortalecendo a aposentadoria rural, que exerce relevante efeito sobre a renda familiar, essencialmente nas cidades de pequeno porte, sendo o principal benefício responsável pela dinâmica financeira local não apenas da família, mas de todo o comércio local.

Segundo dados do IDEME (2016), em Ouro Velho a renda *per capita* média (divisão do valor corrente do PIB total pela população residente) de Ouro Velho teve crescimento de 254,55% entre 1991 e 2010, passando de R\$86,09 em 1991, R\$171,46 em 2000 e R\$ 305,23 em 2010, um crescimento da renda de 254,55% nas últimas décadas. Em São José dos Cordeiros o crescimento da renda *per capita* foi menor que no município anterior, porém significativo. As três décadas medidas mostraram que o crescimento da renda foi de 231,41%, em 1991 a renda *per capita* média era R\$70,52, seguida de R\$150,04 em 2000 e R\$233,71 em 2010.

A população ocupada de 18 anos ou mais nos municípios em estudo corresponde majoritariamente ao trabalho no setor agropecuário. Em Ouro Velho no ano de 2010 cerca de 41,65% das pessoas trabalhavam nesse setor, enquanto 34,49% trabalhavam no setor de serviços. Em São José dos Cordeiros 67,57% se encontravam nesse no ramo da agropecuária e 19,52% também na área de serviços.

- Vulnerabilidades Socioeconômicas

Segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano (2013) a Paraíba alcançou um PIB em 2010 de R\$70.292 milhões, ocupando a 19ª posição no Brasil, comprovando que se encontra em situação de atraso em relação a outros estados do país. Fatores históricos, estruturais e mesmo naturais corroboram para que essa situação ocorresse e perdurasse.

Para Blaikie *et al.*, (1996) a vulnerabilidade é o conjunto de atributos de um indivíduo ou grupo que o torna capaz de antecipar, resistir, sobreviver e recuperar de impactos de uma ameaça natural. Essas vulnerabilidades podem ser provenientes de vários fatores, entre eles físicos, ecológicos, econômicos, sociais, culturais, educativos e institucionais. É papel do poder público intervir e apontar diretrizes que minimizem as desigualdades e dessa forma erradicar as vulnerabilidades existentes.

A seca é dos maiores desastres que pode provocar não apenas impactos ambientais, mas também socioeconômicos e os efeitos podem ser distintos. No semiárido nordestino a instabilidade pluviométrica pode causar perdas agrícolas, definhamento ou até mesmo devastar a pecuária, exaurir fontes de água destinadas à sobrevivência do homem e dos animais, empobrecendo ainda mais a população que passa a depender de ajudas emergenciais e programas sociais ou são obrigadas a fugir para áreas urbanas ou outras regiões. (Duarte, 2002)

A taxa de envelhecimento da população é cada vez maior, e segundo dados do IBGE (2010), os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros estão bem acima da média nacional e estadual, porém a porcentagem de pessoas em situação de vulnerabilidade à pobreza que dependem de idosos para sobreviver vem decrescendo. (Tabela 18).

Tabela 18: Envelhecimento e dependência de idosos em Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros

	<i>Taxa de Envelhecimento (%)</i>			<i>Pessoas em domicílios vulneráveis à pobreza e dependentes de idosos</i>		
	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>	<i>1991</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>
Ouro Velho	8,10	9,03	10,55	12,17	10,75	6,52
São J. dos Cordeiros	9,21	9,86	12,25	11,66	6,41	7,92

Fonte: Ministério da Cidadania (2020)

Esse fato pode ser explicado pelo quantitativo cada vez maior de pessoas inscritas no Cadastro Único e em outros programas assistenciais que tem fornecido subsistência e melhoria nas condições de vida às famílias nos últimos anos. (Tabela 19).

Tabela 19: Pessoas inscritas no Bolsa Família Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros

	<i>Pessoas inscritas no Bolsa Família</i>				<i>Benefício Superação da Extrema Pobreza (%)</i>		
	<i>2005</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>	<i>2015</i>	<i>2017</i>	<i>2020</i>
Ouro Velho	219	395	509	578	303	403	432
São J. dos Cordeiros	635	664	666	636	533	510	595

Fonte: Ministério da Cidadania (2020)

-Benefícios Rurais

A aposentadoria rural é um benefício devido ao cidadão que comprovar o mínimo de 180 meses trabalhados na atividade rural e tem importância relevante nas condições de vida tanto dos aposentados quanto de sua família. Esse benefício equivale na grande maioria dos casos a uma parcela significativa da renda recebida pela família, muitas vezes quase a totalidade. O desemprego e a falta de outros recursos por parte da família fazem com que esse valor, que na maioria das vezes corresponde a um salário mínimo, seja a única forma de sustento da casa, podendo ajudar os dependentes evitando que os mesmos migrem para cidades em busca de melhores condições de vida, estimulando-os a permanecer no campo.

Para Shwarzer (2000), a grande maioria dos beneficiários de aposentadoria rural residem em cidades pequenas, com menos de 50 mil habitantes, principalmente na zona rural e só se dirigem às cidades maiores em caso de tratamento de saúde, vender seus produtos oriundos das atividades agropecuárias extrativas ou para realizar compras maiores. De certa forma, como afirmam ALBUQUERQUE *et al.*, (1999) esse benefício fixo colabora no aumento da expectativa de vida da população residente na zona rural, pois melhora a alimentação, garantem os remédios básicos e possibilita melhorias na habitação e em sua propriedade.

Embora o salário seja mínimo, Franca (2004) afirma que: “[...] *são os idosos os maiores responsáveis pela manutenção da saúde econômica nesses municípios, pois com seus modestos benefícios eles acabam sendo os protagonistas da movimentação no comércio, que sobrevive da venda de mercadorias para os aposentados e pensionistas*”.

Ainda que haja progressos através de políticas governamentais e programas de auxílio às comunidades rurais, a população rural ainda sofre consequências de décadas de omissões e abandono por parte do poder público ineficiente. Para Silva & Vieira, (2008), esse abandono histórico promoveu o declínio socioeconômico da região e da população do semiárido excluindo-as de sistemas de proteção tão importantes e que eram difundidos em outras regiões.

Em Ouro Velho e São José dos Cordeiros a importância que os recursos provenientes dos benefícios sociais rurais apresentam na economia é expressa na Tabela abaixo, onde observa-se a comparação entre os valores resultantes do que o município arrecada com o Fundo de Participação Municipal e os valores emitidos pela Previdência Social Rural aos beneficiários. (Tabela 20).

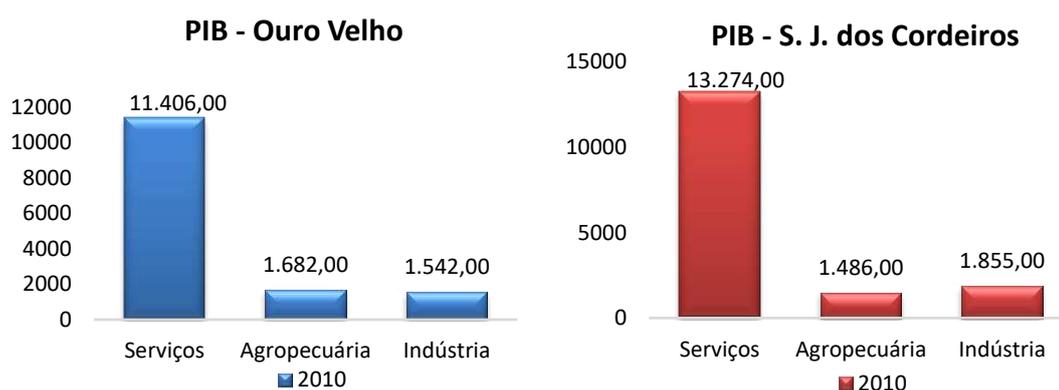
Tabela 20 – Benefícios e arrecadação de Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros

<i>Município</i>	<i>Fundo de Participação Municipal (R\$)</i>	<i>Benefícios sobre População %</i>	<i>Benefícios sobre a População (R\$)</i>		
			<i>Total</i>	<i>Urbano</i>	<i>Rural</i>
Ouro Velho	10.901,619,00	20,35 %	8.098,277,00	2.266,859,00	5.831,418,00
S. J. dos Cordeiros	10.901,619,00	6,88 %	3.339,433,00	520,698,00	2.817,735,00

Fonte: Fontes: INSS / Tesouro Nacional; Ministério do Trabalho e Previdência (2021)

Além da segurança familiar, os benefícios rurais representam o fortalecimento econômico do município principalmente dos menores, onde boa parte dos beneficiários utilizam o comércio local tornando-se consumidores fixos e garantindo a circulação do dinheiro nas pequenas cidades, além de dinamizar e expandir o comércio local, que na maioria das vezes é de base familiar.

A economia de Ouro Velho e de São José dos Cordeiros é voltada para três setores: serviços, agropecuária e indústria, conforme Gráfico. De acordo com os dados censo 2010 do IBGE (2010), pode-se observar que os serviços ocupam primeiro lugar entre as funções mais significativas na economia dos municípios. (Gráfico 7).

Gráfico 7: Produto Interno Bruto – Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros – 2010

Fonte: IBGE (2010)

Em São José dos Cordeiros quem ocupa a segunda posição é a indústria e comércio, que segundo dados do CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas – IBGE (2022), consistem em 83 estabelecimentos entre eles comércios varejistas (minimercados, armazéns, mercearias, materiais de construção), peças e acessórios de automóveis e motos, alimentação (lanchonetes, restaurantes, padarias, confeitarias), produtos farmacêuticos,

perfumarias, vestuários, cabeleireiros, apicultura, comércio de animais vivos e de alimentos e acessórios para animais de estimação, perfuração e sondagens e outros não especificados.

5.2 Antropização

5.2.1 Pecuária

Segundo dados do IBGE (2014) a caprinocultura no Nordeste brasileiro equivale a quase 92% do rebanho brasileiro, porém a inserção da pecuária bovina no Cariri aconteceu desde o início da colonização. Com o passar do tempo a predominância de caprinos/ovinos superou a de bovinos devido a fácil adaptação ao ambiente hostil, resistência à seca, a boa relação com a alimentação disponível (tem capacidade de se alimentar de até 70% da vegetação nativa) e por questões econômicas, pois são vendidos mais facilmente que os bovinos. (SOUZA 2008).

Historicamente a caprinocultura é uma atividade oriunda de pequenos produtores, enquanto a pecuária bovina era desenvolvida por grandes donos de terra na região. O fato de os caprinos otimizarem o espaço no pasto em relação aos bovinos, serem de menor porte e terem aproveitamento em todos os itens (carne, leite e couro) são fatores importantes que também justificam a criação dos primeiros nas propriedades do semiárido paraibano. Ademais, o rebanho caprino requer menor investimento e menores áreas para expansão da produção do que o rebanho bovino e alternativa à agricultura em períodos de maior escassez de chuva.

Porém, a pecuária extensiva configura uma prática preocupante devido a agressividade da cultura para o meio ambiente, pois degrada o solo e remove a cobertura vegetal, além de não dar tempo de aporte natural para a Caatinga se recuperar, elevando os efeitos da desertificação provocados pelo pastoreio excessivo. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos – CGEE (2016) alerta que as áreas suscetíveis à desertificação possuem 87% do rebanho caprino do país, 53% de ovinos e 12% de bovinos. Além do mais, mesmo as áreas de pastagem natural não são uniformes, também devido à variabilidade espacial das chuvas, e dessa forma em algumas áreas a vegetação se torna mais escassa, ocorrendo degradação e evoluindo para desertificação.

A pressão sobre a vegetação do grande efetivo de animais em áreas de caatinga empobrece o solo contribuindo para degradação ambiental. Os ovinos apresentam quantitativo significativo no Cariri, porém em menor quantidade do que os caprinos. Diferente dos caprinos, os ovinos são mais seletivos em relação à vegetação que consomem e a forma mandibular que possuem arrancam a vegetação pela raiz, impedindo a rebrota da mesma. As ovelhas tem a

tendência de não se afastarem para áreas muito distantes do pasto, diferente dos caprinos que acabam por ampliar rapidamente a área de alimentação e provocando maior degradação.

O fortalecimento da caprinocultura no Cariri Paraibano foi consolidado através de vários projetos que visam melhorar as técnicas de criação animal, principalmente após anos de estiagem entre as décadas de 80 e 90. O governo estadual e federal estimulou a produção leiteira em vários municípios através de projetos de beneficiamento. O pequeno produtor, se não tiver incentivos para sua permanência no campo, acaba por se apropriar de vastas extensões de terra destinada à pastagem e com isso utilizar de forma predatória o espaço.

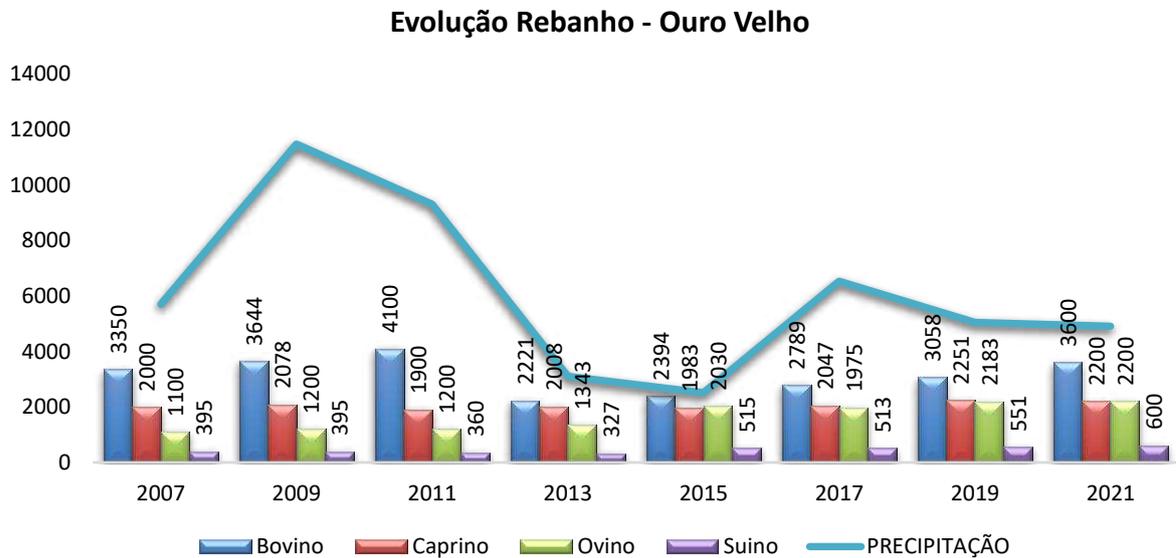
O programa Leite da Paraíba forneceu leite à produção carente nos anos de 1990, onde cerca de 70% de todo o leite produzido no estado era proveniente do Cariri. A melhoria da produção leiteira no Cariri recebeu assistência técnica através de programas como o Pacto Novo Cariri, além de participação no Programa de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Cariri (PROCARIRI), desenvolvido e capacitado pelo SEBRAE, em que associações de produtores receberam treinamentos, assistência técnica, melhoramento genético, benfeitorias no sistema de produção e créditos bancários. (SEBRAE, 2007).

Obedecendo a média da distribuição de terras no semiárido nordestino, onde predomina as pequenas propriedades com até 20 hectares (71% dos estabelecimentos), no cariri ocidental paraibano os estabelecimentos rurais se enquadram entre 1,3 a 7 hectares. (DE FARIAS RAMOS. *et al.* 2020). De acordo com dados obtidos através do censo agropecuário entre 2007 e 2021 observa-se que o maior quantitativo de rebanho existente nos dois municípios é composto por bovinos, caprinos e ovinos. Ouro Velho é considerado um dos maiores polos leiteiros da região com intensa produção de laticínios, comprovado pelo maior número de bovinos entre os rebanhos no município.

Entre 2011 e 2013 observa-se queda de 45 % no rebanho bovino em Ouro Velho, porém nos anos seguintes o efetivo voltou a crescer, e assim se mantém, não sendo observada queda relevante nos demais rebanhos nesse período. A caprinocultura é o segundo rebanho em quantidade de cabeças e constata-se que a produção de ovinos tem aumentado significativamente com o passar dos anos, passando de 1100 cabeças em 2007 para 2200, um considerável aumento de 50% de animais. Os Gráficos de pluviosidade exibem a ligação com a criação dos rebanhos, onde observa-se que nos períodos mais seco o efetivo de bovinos reduz significativamente, enquanto o rebanho caprino se mantém estável. Fato observado em 2011

(1147,4 mm), no ano de maior precipitação e em 2015 (251,6 mm) quando a precipitação ficou abaixo da média, comprovando que os caprinos se adaptam mais facilmente às regiões semiáridas. (Gráfico 8).

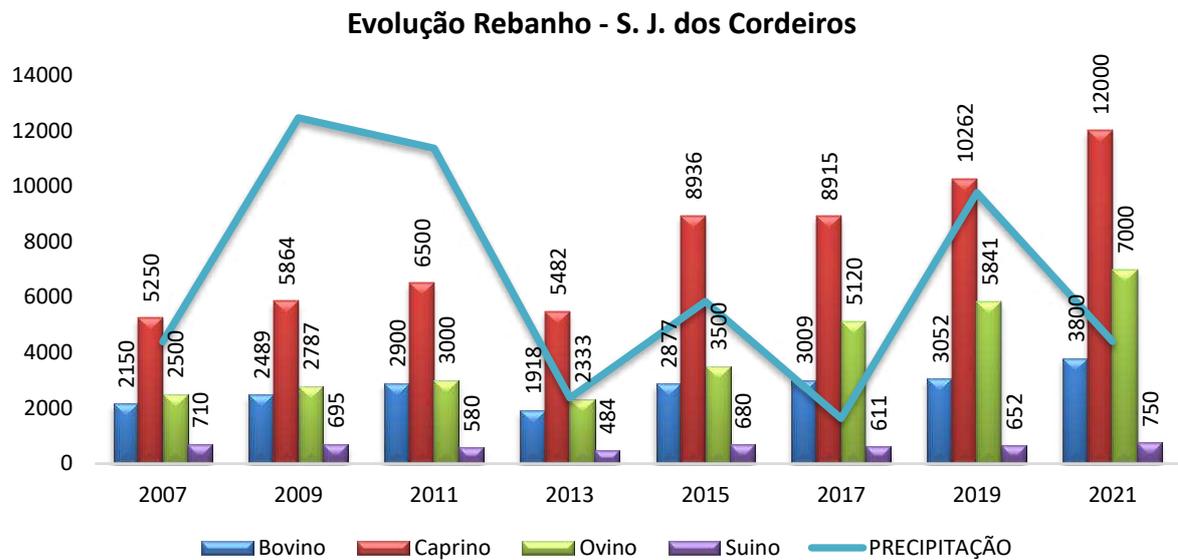
Gráfico 8: Produção pecuária e Variação Pluviométrica Ouro Velho entre 2007 e 2021



Fonte: Censo Agropecuário IBGE (2021), AESA (2022)

Em São José dos Cordeiros a caprinocultura tem se desenvolvido bem e de acordo com o quadro evolutivo observa-se que entre 2007 e 2021 houve aumento de 6750 cabeças, o que corresponde a um acréscimo de 77,7%. O mesmo tem ocorrido com a o rebanho ovino no município, que passou de 2500 cabeças para 7000 em 2021, um acréscimo de 4500 animais. O efetivo bovino tem crescido com o passar dos anos, porem mantém-se em terceiro lugar entre os rebanhos com mais animais no município, ficando atrás de caprinos e ovinos.

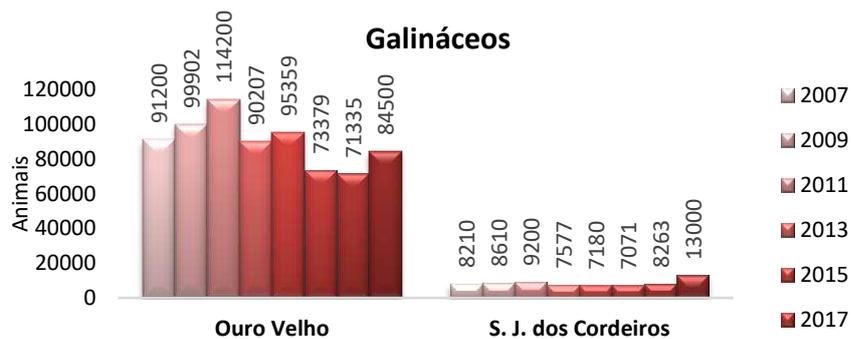
Existe uma pequena produção de suínos em tanto em Ouro Velho quanto em São José dos Cordeiros, provavelmente destinadas ao consumo familiar ou pequeno comércio local. Ao mesmo tempo que os rebanhos de equinos e asininos se mostram insignificantes. Nos anos de pouca chuva, os rebanhos de caprinos e ovinos aumentam em relação a bovinocultura, tendo-se observado um crescente interesse de um número cada vez maior de criadores que procuram se dedicar a criação de desses animais. (Gráfico 9).

Gráfico 9: Produção pecuária e Variação Pluviométrica S. J. dos Cordeiros entre 2007 e 2021

Fonte: Censo Agropecuário IBGE (2021), AESA (2022)

Uma atividade que vem aumentando intensamente no estado da Paraíba é a avicultura, em Ouro Velho a produção avícola tem ganhado destaque nos últimos anos com o aumento do efetivo de animais, tanto para corte quanto para produção de ovos. Em São José dos Cordeiros a produção de aves é consideravelmente menor, provavelmente restringindo-se a pequenos espaços de produção familiar de galinha e ovos de capoeira destinadas a consumo próprio ou venda em pequenos comércios, como feiras livres, sendo uma alternativa ao aumento da renda.

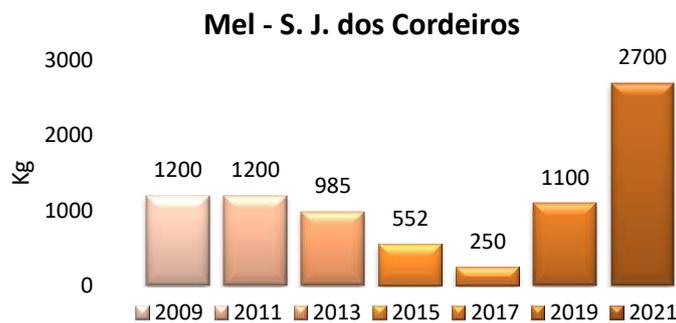
Para os pequenos agricultores, a criação de galináceos mostra-se como um excelente potencial de adaptação tanto ao clima como ao mercado pois a aceitação é significativa e também fonte de subsistência. Para ambos os municípios se observa queda da produção avícola entre os anos 2015 e 2019, onde os índices pluviométricos foram menores, porém a tendência de crescimento é constatada no ano de 2021. (Gráfico 10).

Gráfico 10: Produção avícola Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros entre 2007 e 2021

Fonte: Censo Agropecuário, IBGE (2021)

O município de São José dos Cordeiros vem se destacando na criação de abelhas para produção de mel no estado da Paraíba. A apicultura é uma atividade agropecuária sustentável que está relacionada ao equilíbrio e preservação do meio ambiente. Para Souza (2007) não é necessário grandes investimento na criação de abelhas, e pode configurar uma ótima alternativa para melhoria de renda da comunidade rural principalmente no semiárido. (Gráfico 11).

Gráfico 11: Produção de mel em S. J. dos Cordeiros entre 2009 e 2021



Fonte: Censo Agropecuário, IBGE (2021)

A apicultura e meliponicultura⁵ é uma atividade recente no município (2008), por meio de parcerias entre a prefeitura da época e o SENAR/PB e tem se tornado uma das atividades socioeconômicas fundamentais e os produtos oriundos dessa atividade (comidas, cosméticos e o próprio mel) desenvolve e fortalece o mercado além de incentivar a proteção do meio ambiente.

A produção tem complementado a renda de dezenas de famílias através da Associação dos Apicultores e Meliponicultores do município. Apesar da redução da produção de mel evidenciada entre 2013 e 2017 por falta de floradas no período de estiagem, a média da produção de mel nesse período ultrapassou meia tonelada, o que estimulou a plantação de árvores necessárias para a atividade a atividade. (RAMOS, 2018).

5.2.2 Produção Extrativista Vegetal

Aproximadamente 70% da cobertura vegetal do nordeste brasileiro está inserido no bioma Caatinga, cujo aspecto da vegetação é lenhoso e espinhoso cujos recursos naturais

⁵ Apicultura – atividade que utiliza abelha *Apis mellifera*, introduzida no Brasil, e que possui ferrão. Meliponicultura – utiliza abelha nativa *Meliponasp* que não tem ferrão produtora de mel de grande aceitação no mercado. (KERR, 2001)

servem de fonte de subsistência para população que são utilizados para construção, lenha e carvão. (LUCENA *et al.*, 2012).

Na Paraíba, assim como os demais estados do Nordeste utilizam a madeira nativa para as mesmas finalidades: a lenha e o carvão são usados como fontes de energia em residências, nos comércios locais ou de outras localidades e também como matriz energética industrial, em olarias, padarias e outros.

A relação existente entre o Cariri paraibano e a Algaroba (*Prosopis juliflora*) é bastante controversa. Essa espécie originária de regiões desérticas do Peru chega no Nordeste brasileiro através de um programa de reflorestamento do governo federal nos anos de 1970. Segundo esse programa, os produtores receberiam ajuda financeira por projetos de reflorestamento utilizando a espécie. (SOUZA, 2009).

O que antes parecia a salvação para o reflorestamento e alimentação animal, logo transformou-se em um sério problema devido a expansão descontrolada da espécie que acaba por gerar desvantagem na competição com as plantas nativas, visto sua capacidade de absorver mais intensamente água da superfície do solo tornando-o degradado. (PEGADO, 2004).

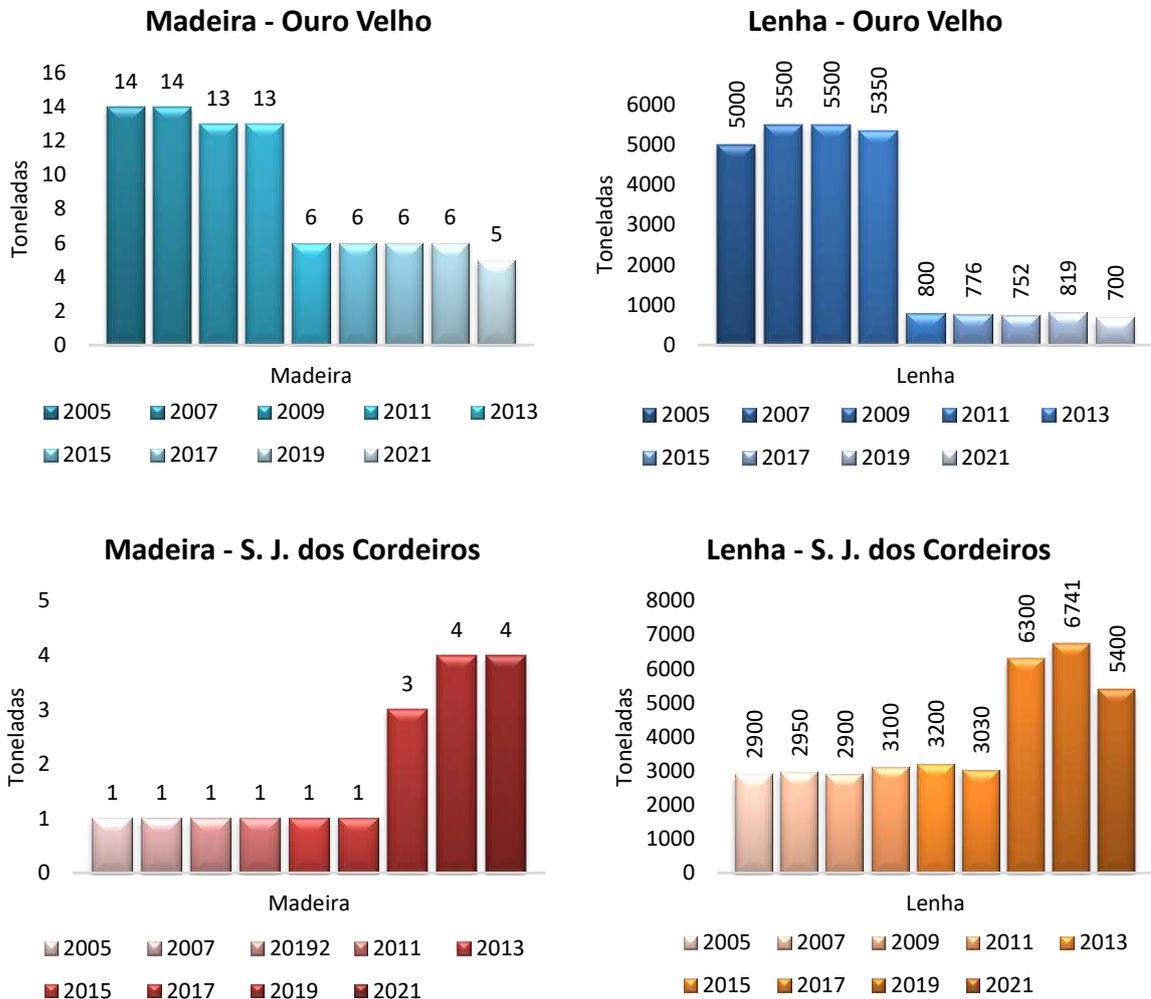
A atividade extrativista nos municípios em estudo é a extração de madeira para consumo da lenha como fonte de energia, porém, com a melhoria da renda da população, verificado no aumento do PIB *per capita* da população, através de programas assistenciais nos últimos anos, houve decréscimo do uso de madeira e lenha observado nos municípios de Ouro Velho entre 2011 e 2021.

Entretanto, enquanto em Ouro Velho houve decréscimo na produção de lenha e madeira, o contrário aconteceu em São José dos Cordeiros, em que ocorreu aumento significativo da extração desses recursos naturais entre 2017 a 2021. Como visto anteriormente, o rebanho que mais se destaca em Ouro Velho é a bovinocultura (3600 animais em 2021), enquanto em São José dos Cordeiros a caprinovinocultura extensiva possui maior efetivo, (efetivo de 19.000 animais em 2021).

Esses animais degradam o meio ambiente removendo a cobertura vegetal impedindo que as espécies se desenvolvam na mesma proporção em que são devastadas. Corroborando o que afirma o projeto Lucinda (s.d), que investiga os processos de desertificação no

Mediterrâneo Europeu, a criação de ovinos e caprinos degrada muito mais o meio ambiente do que a bovinocultura. (Gráficos 12).

Gráfico12 Extrativismo Vegetal entre 2005 e 2021



Fonte: Censo Agropecuário, IBGE (2021)

A consequência da extração da vegetação da Caatinga, realizada pelo desmatamento desmedido e sem o manejo adequado – seja para novas lavouras ou para obtenção de lenhas – repercute na degradação do solo, acelerando os processos erosivos. (CARVALHO, 2012).

A degradação dos solos no Cariri Ocidental ligada a fatores como desmatamento exploratório provocado por séculos e frequentes queimadas, fazem com que grande parte de sua área se encontre em crescente empobrecimento do biosistema e consequentemente da população.

5.2.3 Produção Agrícola e Pastagem

A intensa exploração e as práticas inadequadas na agricultura como queimadas, monocultura, podem causar danos ao solo tornando-o improdutivo e até mesmo infértil, ocasionando agravamentos que levam à desertificação. Além desses fatores existem outros que podem impactar a agricultura causando desertificação, entre eles a irrigação com altos índices de sais, uso de agrotóxico e pesticidas, ausência de drenagens e utilização de equipamentos pesados podem compactar o solo danificando-o e ocasionando queda na produção. (SAMPAIO *et al.*, 2005).

Historicamente, as principais fontes de riqueza no Brasil colônia desencadearam os processos de desequilíbrio que provocaram as transformações ambientais existentes até hoje (lavouras de cana-de-açúcar, algodão e rebanho bovino). (CGEE, 2016). Na economia paraibana, as culturas desenvolvidas em regime de sequeiro mantem-se com grande importância no estado. Nas regiões semiáridas da Paraíba, mesmo com as irregularidades pluviométricas e incertezas de colheitas, constata-se o papel relevante do plantio de milho e feijão pelo pequeno produtor para subsistência.

Segundo o Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (s.d), *“a zona de sequeiro que engloba o Cariri Ocidental é caracterizada por uma agricultura de sequeiro bastante frágil, praticamente limitada a produções de subsistência”*. A agricultura no Cariri Ocidental desempenha uma atividade relevante, e culturas como: feijão, milho, mandioca e batata-doce são plantados em toda microrregião nos períodos de chuva.

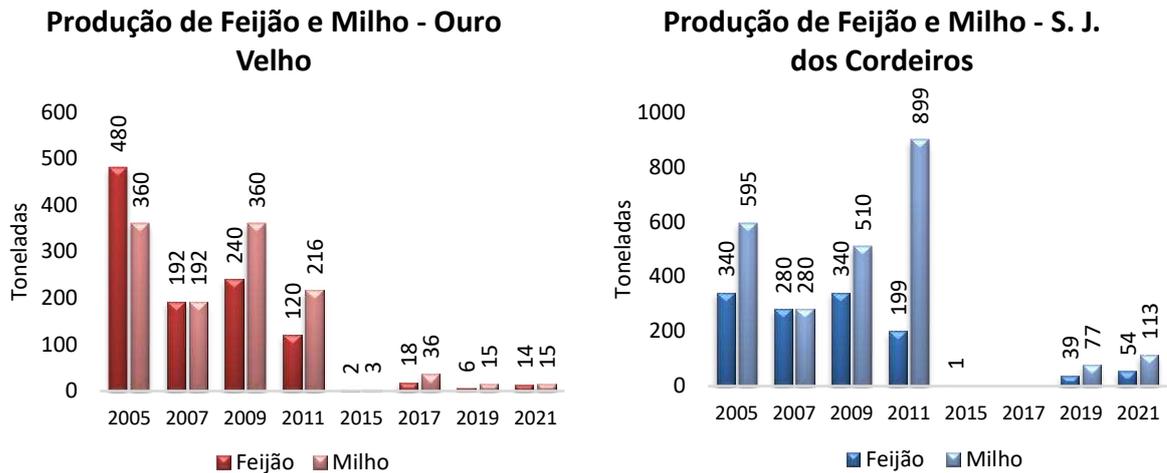
As lavouras temporárias nos dois municípios em estudo são compostas principalmente por milho, e feijão, cujas produções atingiram valores mínimos desde 2015, inexistindo no ano de 2017, o que relaciona a produtividade à pluviosidade. Desde então a atividade produtiva vem crescendo em pouca escala, resultado da escassez de chuvas nesse período o que impossibilita a evolução da agricultura.

No caso do feijão, a produção despencou de 240 toneladas em 2009 para 2 toneladas em 2015 no município de Ouro Velho, uma perda equivalente a 99,17%, ou seja, quase total da produção. O mesmo aconteceu com a produção de milho, que passou de 360 toneladas para 3 em São José dos Cordeiros no mesmo período de tempo, uma queda de 99,17%.

O feijão e o milho, produtos agrícolas temporários, necessitam de água para o seu desenvolvimento, em ambos os municípios, os anos de maior estiagem ocorreram entre 2015 e

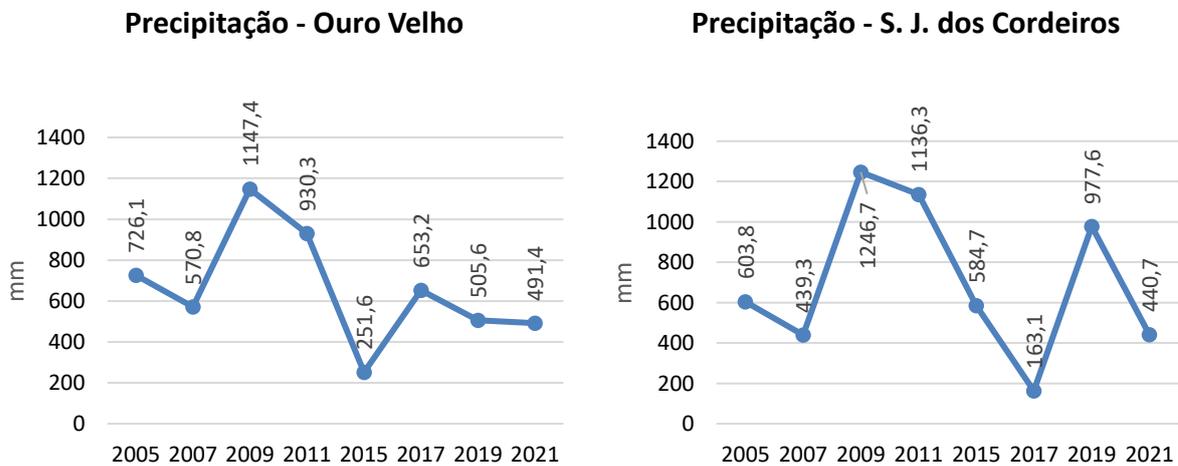
2017, e exatamente nesse período percebe-se que a produção desses itens despencou. Em 2015 a média pluviométrica em Ouro Velho atingiu 251,6 mm, não favorecendo a agricultura. Em 2017 a média pluviométrica em São José dos Cordeiros alcançou 163,1 mm, nesse ano houve perca total para as culturas de milho e feijão. (Gráfico 13 e 14).

Gráfico 13: Produção de Milho e Feijão entre 2005 e 2021



Fonte: Censo Agropecuário, IBGE (2021)

Gráfico 14: Distribuição anual da pluviometria Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros 2005-2021



Fonte: AESA (2022)

Destaca-se em Ouro Velho o plantio de mandioca, maracujá e tomate que vem se expandindo principalmente em perímetros irrigados em torno de açudes, chegando a atingir 300 toneladas entre 2009 e 2011, oscilando nos anos posteriores para 150 toneladas até 2019. (MOREIRA & TARGINO, 1996). Em ambos os municípios ainda se evidencia as lavouras

permanentes o plantio de banana, coco da baía, goiaba, manga e castanha de caju, essa última em maior quantidade em São José dos Cordeiros.

Tanto Ouro Velho quanto São José dos Cordeiros são abastecidos pelas águas do açude de Cordeiros, localizado no município de Congo. O maior reservatório do Cariri Paraibano garante a sobrevivência não só desses municípios, mas de outros dez – Gurjão, Livramento, Congo, Amparo, Monteiro, Prata, Sumé, Parari, São João do Cariri e Serra Branca. O reservatório tem capacidade para armazenar 69 milhões de metros cúbicos de água e entre os anos de 2012 e 2018 passou por momentos de colapso quando atingiu os menores índices, chegando a 0,03% de sua capacidade total, ou seja, atingiu o volume morto. Em 2019 o açude de Cordeiro voltou a acumular água após fortes chuvas ocorridas na região e transbordou em 2020, fato que tinha acontecido anteriormente no ano de 2009. (AESAs, 2022).

O algodão e o sisal, culturas bem adaptadas às condições da região, continuam sendo cultivadas em algumas áreas. Logo após a praga do bicudo e do advento das fibras sintéticas em outras épocas tornou-se inviável continuar plantio do algodão em larga escala, porém com experiências da EMBRAPA Algodão essa prática tem ressurgido em algumas localidades com pequenos agricultores. (CANIELLO, 2011). Em Ouro Velho e São José dos Cordeiros, após anos sem constar nos dados do Censo Agropecuário pode-se observar que em 2021 foram colhidas 6 toneladas de algodão arbóreo entre dois municípios, com rendimento de 500 kg por hectare. (IBGE, 2021).

A modernização da agricultura e disseminação de técnicas produtivas em algumas regiões refletem efeitos não apenas no uso do solo, mas também no meio físico. O uso de máquinas e defensivos permitiu ampliar os cultivos e aumentar a produtividade. (MOREIRA & TARGINO, 1996). Com relação às características e padrões técnicos dos estabelecimentos agropecuários nos municípios em estudo, em Ouro Velho apenas 29% dos estabelecimentos recebiam assistência técnica segundo o censo de 2017, dado semelhante a São José dos Cordeiros, onde 26% dos estabelecimentos recebiam algum apoio técnico.

Os dados sobre uso de agrotóxicos mostram valores bem distintos de acordo com o censo agropecuário de 2017. A pesquisa aponta que em 2,8% dos estabelecimentos em Ouro Velho houve uso de pesticidas em seus cultivos, enquanto para São José dos Cordeiros o valor é bem alto, cerca de 57% dos estabelecimentos foram submetidos a uso de defensivos agrícolas em suas plantações.

-Palma Forrageira

Pastagem é a formação vegetal que ocupa maior extensão nas áreas destinadas à agropecuária no Brasil e que são consumidas pela criação animal, em geral ruminantes, podem ser naturais ou plantadas e são fundamentais para o desenvolvimento do rebanho. (LANDAU, 2020). O aprimoramento das pastagens naturais com inserção de pastagens plantadas, ricas em nutrientes, são presenciadas em ambos os municípios, nesse sentido a palma forrageira (*Opuntia cochenillifera*) destaca-se como o alimento mais difundido no semiárido brasileiro, pois é tolerante à seca, possui alto valor energético e aceitabilidade, além de ser importante complemento nos períodos mais secos. (TOSTO *et al.*, 2007).

De acordo com os dados dos últimos Censos Agropecuários a Paraíba foi um dos estados brasileiros em que ocorreu maior redução nas áreas de pastagem natural (-50,78%). Das pastagens plantadas, cerca de 44,31% estão em más condições. Os municípios em estudo seguem essa estatística e entre um censo e outro observa-se um declínio considerável das terras utilizadas. Os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros passaram de 3.275 e 10.660 hectares de terras utilizadas como pastagens naturais, para 777 e 1.643 hectares respectivamente. Uma queda de 76,27% em Ouro Velho e de 84,49% em São José dos Cordeiros.

A palma forrageira, que tem origem na América Central principalmente nas regiões áridas do México, foi introduzida no Brasil ainda no século XIX, sendo disseminada no nordeste brasileiro como alternativa forrageira devido as características de absorção e aproveitamento de água, resistência a estiagem e teores nutricionais. (SANTANA *et al.*, 1972).

A disseminação da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*) nas plantações de palma da região semiárida quase dizimou o cultivo no Cariri Paraibano, inicialmente nos anos 2000. O inseto foi inicialmente introduzido como alternativa econômica para os pequenos produtores rurais devido a sua coloração vermelha utilizada na indústria de alimentos e cosméticos, tornou-se uma praga resistente com alto poder de proliferação podendo causar danos irreversíveis a planta. (LOPES, 2012).

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, o estado da Paraíba apresenta a terceira maior produção de palma forrageira (*Opuntia cochenillifera*) do Brasil, chegando a quase 13% da produção no país. A palma é essencial para o rebanho pois no auge das épocas de escassez de chuva garantem apoio alimentar para o rebanho. No Cariri Ocidental Paraibano os meses de

estiagem intensa obriga que os criadores cultivem as variedades mais resistentes para suporte animal.

Dos 17 municípios que compõem o Cariri Ocidental da Paraíba, o município de Ouro Velho apresenta o maior percentual de estabelecimentos rurais onde se cultiva a Palma Forrageira; dos 321 estabelecimentos existentes 132 cultivam a palma, um quantitativo de 41,12% dos estabelecimentos totais. Já São José dos Cordeiros se encontra na posição 15, no qual apenas 06 estabelecimentos dos 540 existentes cultivam a espécie. (CENSO AGROPECUÁRIO, 2017).

Para Santos *et al.*, (2012), a alimentação dos rebanhos através da palma está ligada à produção leiteira, necessitando complemento de outros alimentos para equilibrar o valor nutricional e evitar reações ligadas ao uso exclusivo desse alimento.

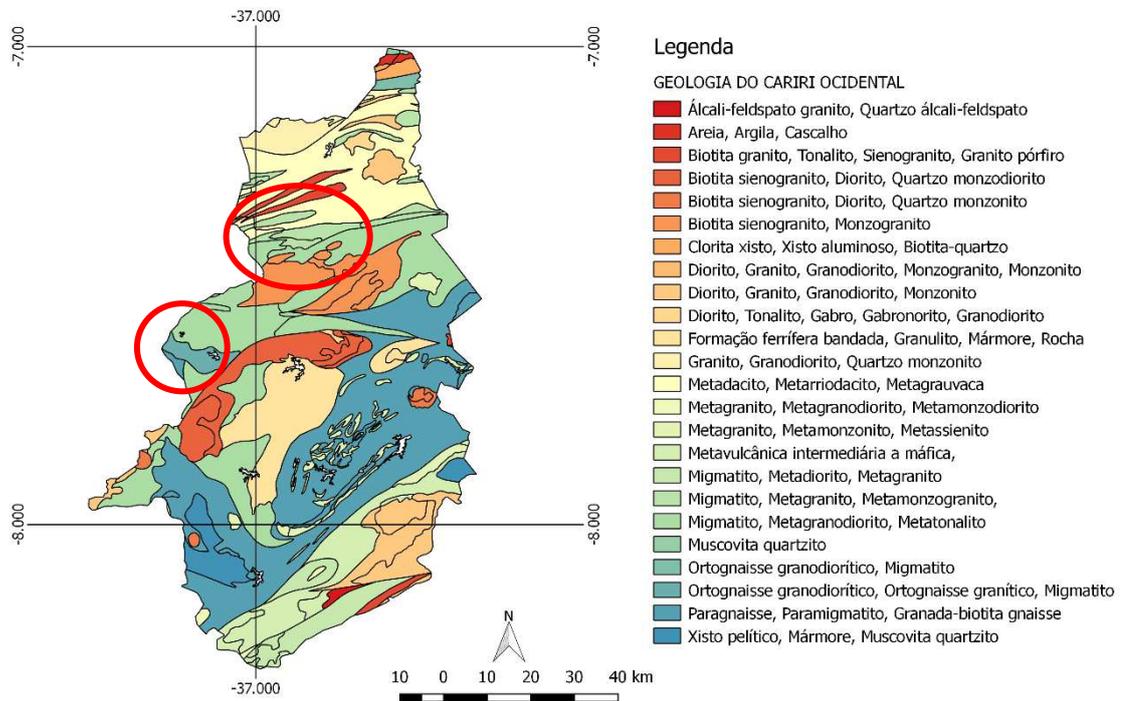
5.3 Diagnóstico do Meio Físico

- Geologia

A características geológicas da microrregião do Cariri ocidental do estado da Paraíba estão centradas ao complexo cristalino com predominância variadas de rochas metamórficas. Parte significativa da Microrregião é composta por paragnaisse, ortogonais e xisto pelico na porção centro sul.

No norte do Cariri Ocidental, encontra-se a predominância de muscovita, migmatitos e rochas metavulcânica intermediária. Conforme se apresenta a figura 26, existe uma pequena predominância de minerais da classe dos silicatos como a biotita e o dorito. As áreas de abrangência de argila e o álcali são pouco representadas. (Figura 13).

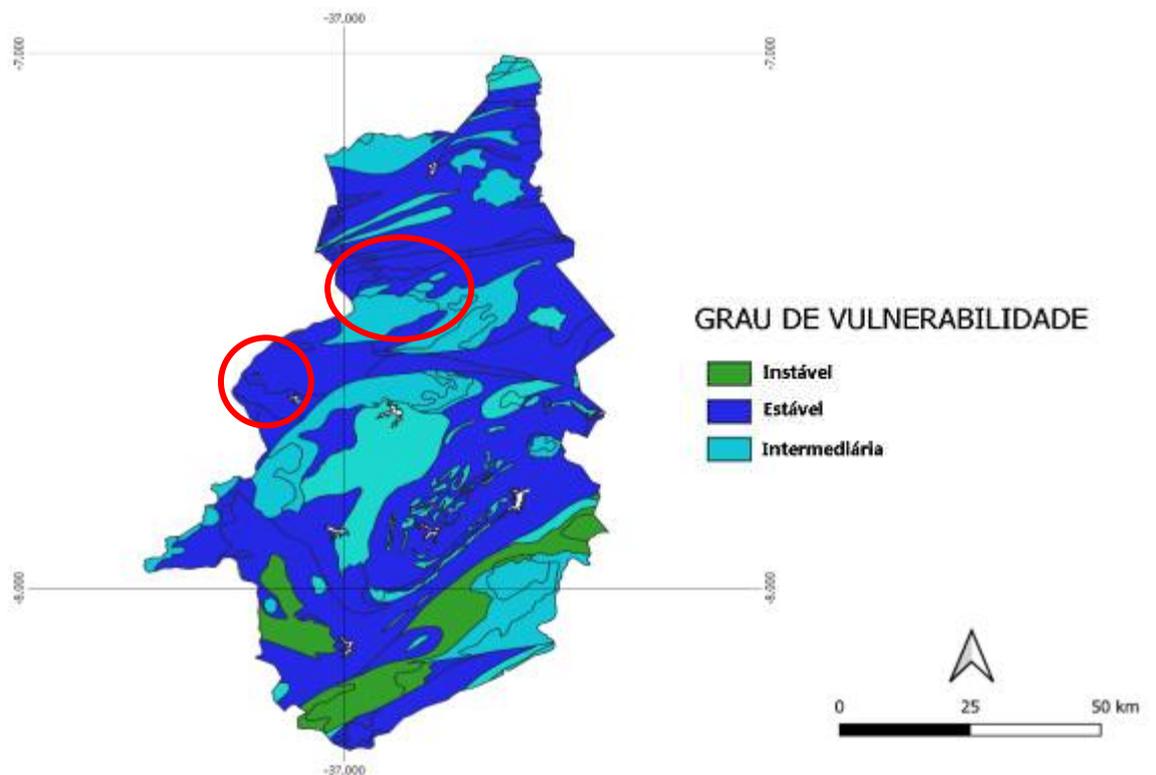
Figura 13: Mapa Geológico da microrregião do Cariri Ocidental.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018). Elaborado pela autora

A partir dos seus atributos de análise conforme a metodologia estabelecida por Crepani (2001) tendo como base os conceitos de Tricart (1977) através de categorias morfodinâmicas, admite-se que Ouro Velho e São José dos Cordeiros possuem um grau de vulnerabilidade/estabilidade geológica considerado estável e moderadamente estável (intermediárias) no que diz respeito ao grau de intemperismo, pois os tipos de rochas que formam os municípios possuem alta a moderada resistência. (Figura 14).

Figura 14: Mapa da Vulnerabilidade Geológica da microrregião do Cariri Ocidental.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2018). Elaborado pela autora

- Geomorfologia

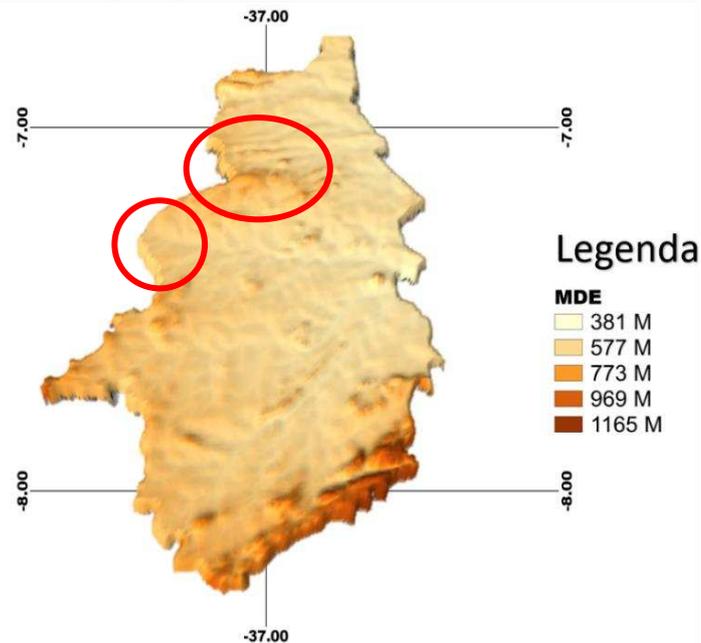
A área em estudo está localizada no planalto da Borborema apresentando relevo modesto e segundo Ross *et al.* (2008) pode apresentar altitude de até cerca de 700 metros de maciços antigos resultado de processos erosivos ao longo de sua formação. As áreas serranas, por sua vez, pelas próprias dificuldades impostas pelo relevo, no sentido de se efetivar um processo de ocupação mais intenso e principalmente na menor disponibilidade de várzeas expressivas passíveis de serem utilizadas pela agricultura, foram mais poupadas da ocorrência desse tipo de degradação.

A unidade de relevo no qual se encontra o Cariri Ocidental apresenta altitudes que chegam aos 1000 metros representados por rochas cristalinas intrusivas e metamórficas de diferentes idades. Podemos ver que a maioria do relevo se apresenta com altitudes entre os 300 e 700 metros de altitude, e em determinadas localidades altitudes que chegam a mais de 1100 metros.

Ouro Velho caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes

dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Em São José dos Cordeiros o relevo é suave ondulado cuja superfície se erguem afloramentos rochosos isolados. (Figura 15).

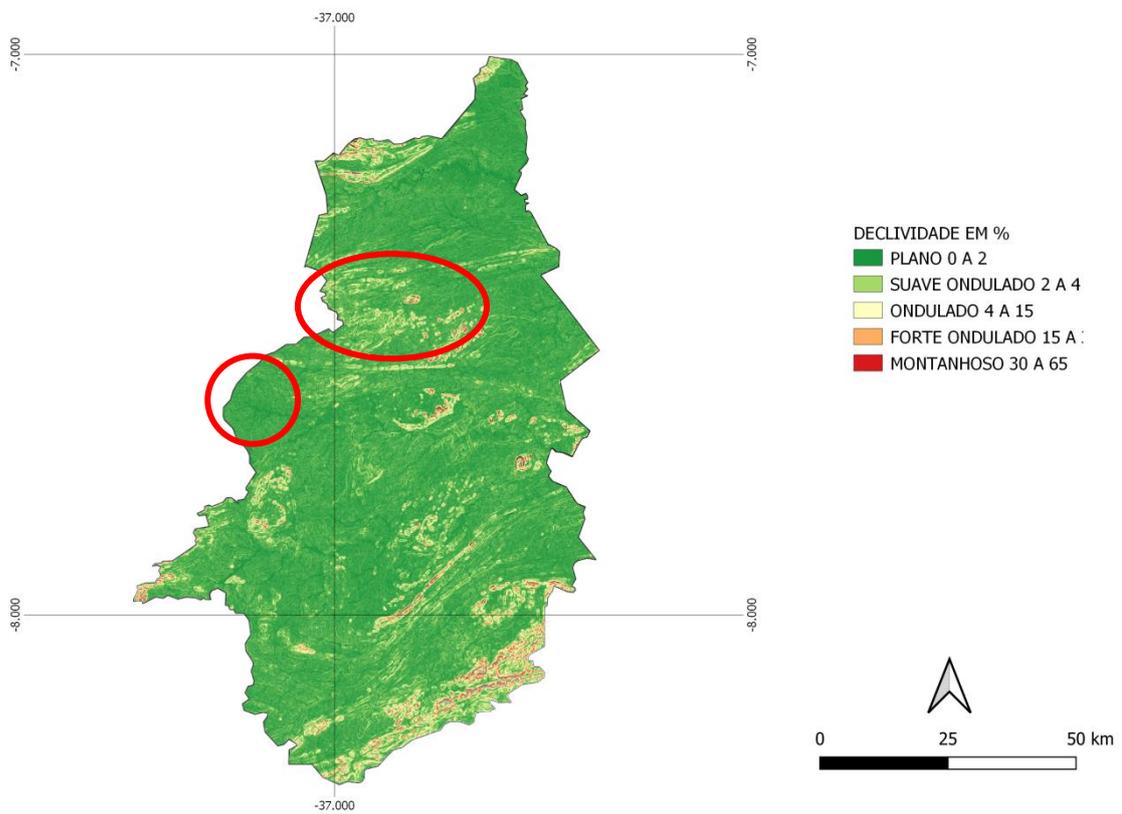
Figura 15 - Mapa Hipsométrico do Cariri Ocidental Paraibano.



Fonte: Elaborado pela autora

Consoante a declividade observada verifica-se que seguindo as considerações de Crepani *et al.*, (2001), observamos que a área em estudo possui vulnerabilidade geomorfológica em sua maioria moderadamente estável, principalmente por suas baixas declividades e terrenos suaves ondulado, resultado de suas baixas declividades e tênues amplitudes altimétricas que são características de terrenos aplanados. (Figura 16).

Figura 16 - Mapa de Vulnerabilidade Geomorfológica da microrregião do Cariri Ocidental



Fonte: Elaborado pela autora

As áreas moderadamente vulneráveis correspondem a 11% da região, localizadas na parte sul da microrregião em pontos isolados. Os municípios em estudo estão inseridos em áreas cujo risco é considerado baixo. (Tabela 21).

Tabela 21: Grau de Vulnerabilidade Geomorfológica para microrregião do Cariri Ocidental

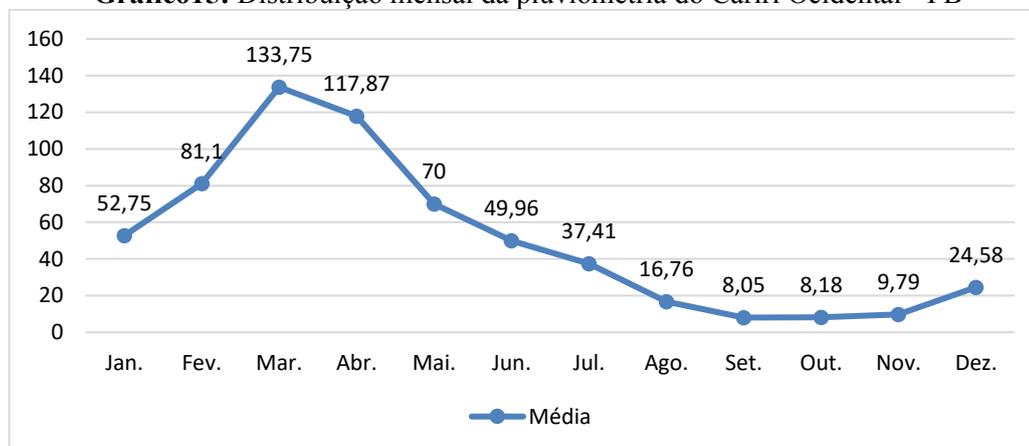
<i>Grau de Vulnerabilidade</i>	<i>Área</i>	<i>Percentual</i>
Estável	1.197.684	17 %
Moderadamente estável	5.072.544	72 %
Moderadamente vulnerável	774.972	11%
Total	7.045,27	100%

-Clima

O clima do tipo Bsh predomina no Cariri Ocidental paraibano cujo regime de chuvas concentra-se em um período entre 3 a 4 meses do ano ocasionando um déficit hídrico durante seis a oito meses e temperaturas médias anuais em torno de 26°C. As chuvas são escassas com

médias anuais entre 350 e 700 mm, uma vez que a encosta oriental do planalto funciona como barreira orográfica. (Gráfico 15).

Gráfico15: Distribuição mensal da pluviometria do Cariri Ocidental - PB

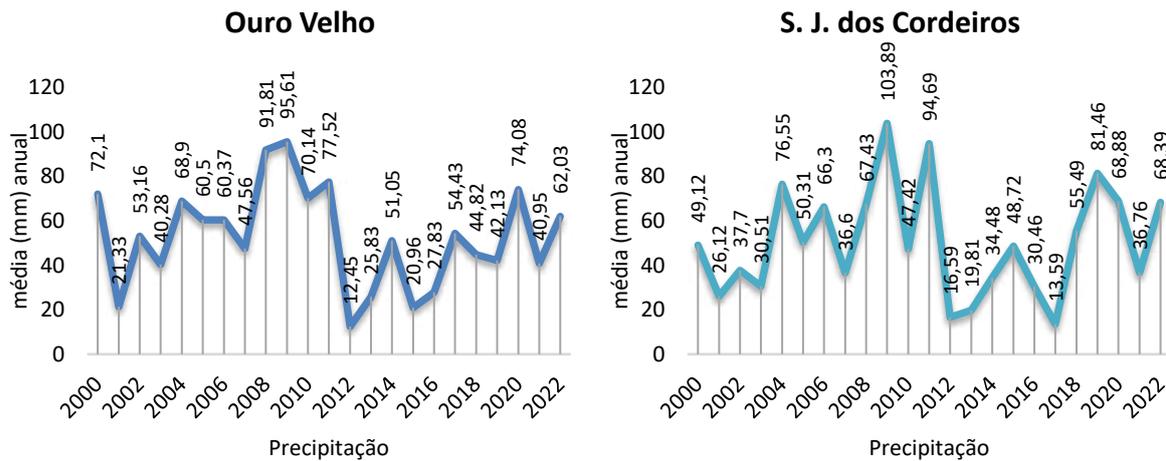


Fonte: Francisco *et al.*, (2018)

A irregular distribuição pluvial da região é resultado de sistemas atmosféricos variáveis em que se evidencia longo período de tempo onde a pluviosidade é baixa e as vezes até nula. Nos períodos chuvosos os percentuais de pluviosidade são maiores que 70% do esperado para o ano. Reafirmando essa particularidade Nimer (1979) relata que: “*em nenhuma outra região do Brasil o regime anual de chuva é tão concentrado quanto na região semiárida do Nordeste*”, nessa região é comum as áreas onde a pluviosidade é mais expressiva em um período de 2-3 meses.

Para os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros, a distribuição pluviométrica anual entre 2000 e 2022 mostra que entre 2011 e 2017 houve escassez de chuvas, fazendo com que as precipitações médias anuais alcançassem mínimas de 12 mm de média para o município de Ouro Velho em 2012 e 16mm em São José dos Cordeiros no mesmo ano. (Gráfico 16).

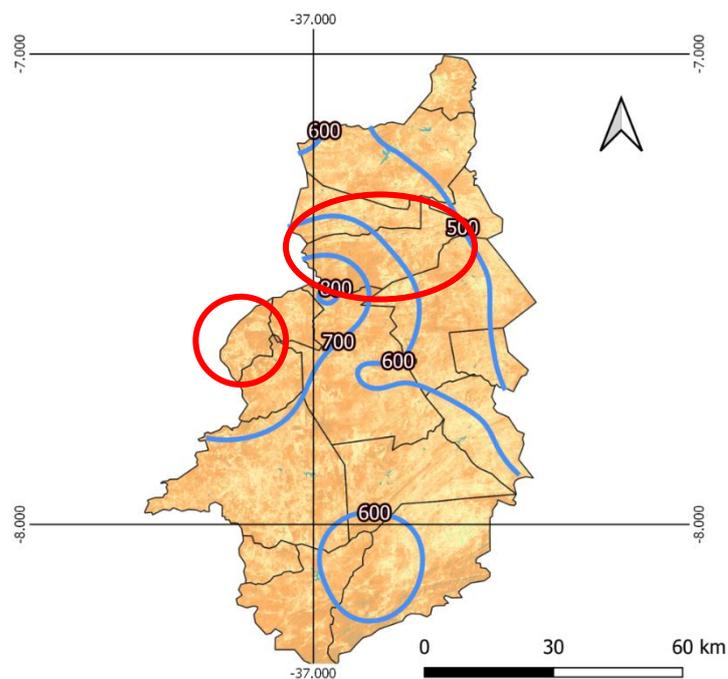
Gráfico16: Distribuição anual da pluviometria Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros 2000-2022



Fonte: Francisco *et al.*, (2018)

Como observado na (Figura 17), o regime anual de chuvas mostra-se em má distribuição temporal e espacial, devido a sistemas de circulação atmosféricos alternados, gerando variabilidade espaço/temporal, em que as características de irregularidade atmosférica se tornam presente em toda microrregião. As precipitações intensas nos primeiros meses do ano, associado ao solo raso e desprotegido, fazem com que as águas da chuva escoem em regime torrencial. (ARAÚJO, 2006).

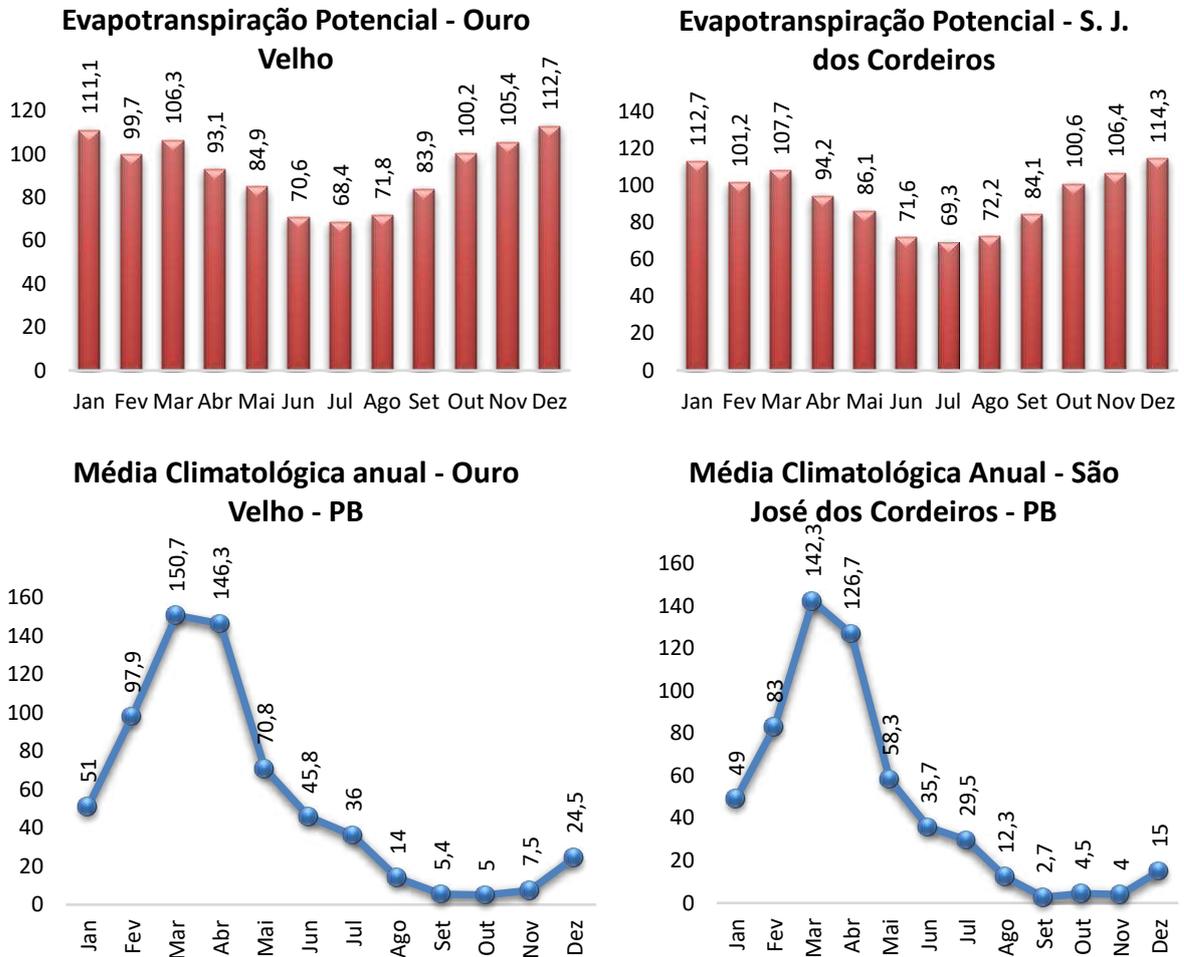
Figura 17: Variabilidade espacial dos totais anuais médios das chuvas.



Fonte: Elaborado pela autora

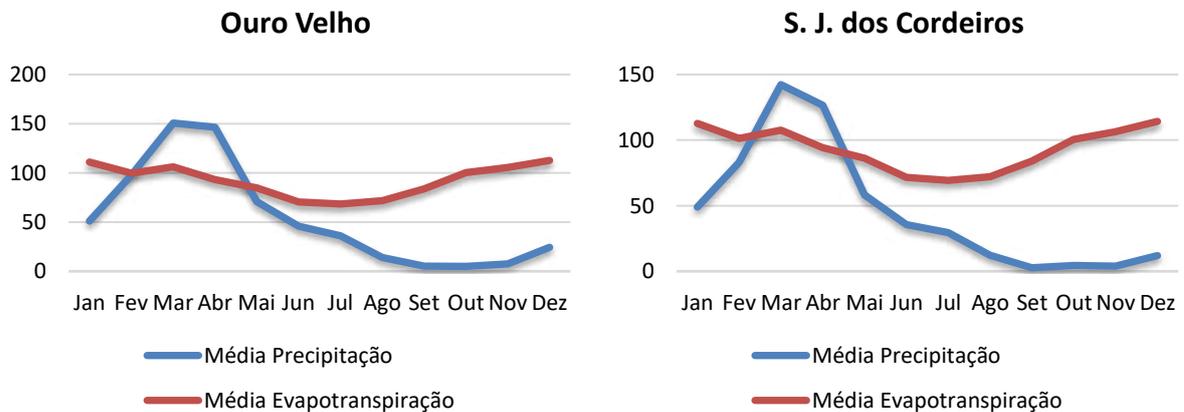
A precipitação média anual juntamente com a evapotranspiração potencial são alguns dos fatores climáticos importantes para se avaliar o potencial e disponibilidade hídrica da região, que associadas apontam o balanço médio entre os dois indicadores. (Gráfico 17 e 18).

Gráfico 17 – Evapotranspiração Potencial e Média Climatológica anual



Fonte: Francisco *et al.*, (2018)

Gráfico 18 – Balanço das médias pluviométricas e de evapotranspiração em Ouro Velho e S. J. dos Cordeiros-PB



Fonte: Francisco *et al.*, (2018)

-Índice de Aridez

Para os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros foi claculado o índice de aridez, importante indicador de suscetibilidade à desertificação, através dos critérios estabelecidos pela UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 1979*).

Segundo dados obtidos no Índice de Aridez (Ia) por Francisco *et al.*, (2018) em seu livro Balanço Hídrico Climatológico para Capacidade de Campo de 10m do Estado da Paraíba, o município de Ouro Velho e São José dos Cordeiros possuem índice de aridez moderado e alto, respectivamente, o que os classifica como risco de desertificação. (Tabela 22).

Tabela 22: Índice de Aridez

<i>Municípios</i>	<i>Ia</i>	<i>Índice de Aridez</i>	<i>Nível de Risco para desertificação</i>
Ouro Velho	0,58	0,51 – 0,65	Moderado
São José dos Cordeiros	0,49	0,21 – 0,50	Alto

Fonte: Francisco *et al.*, (2018)

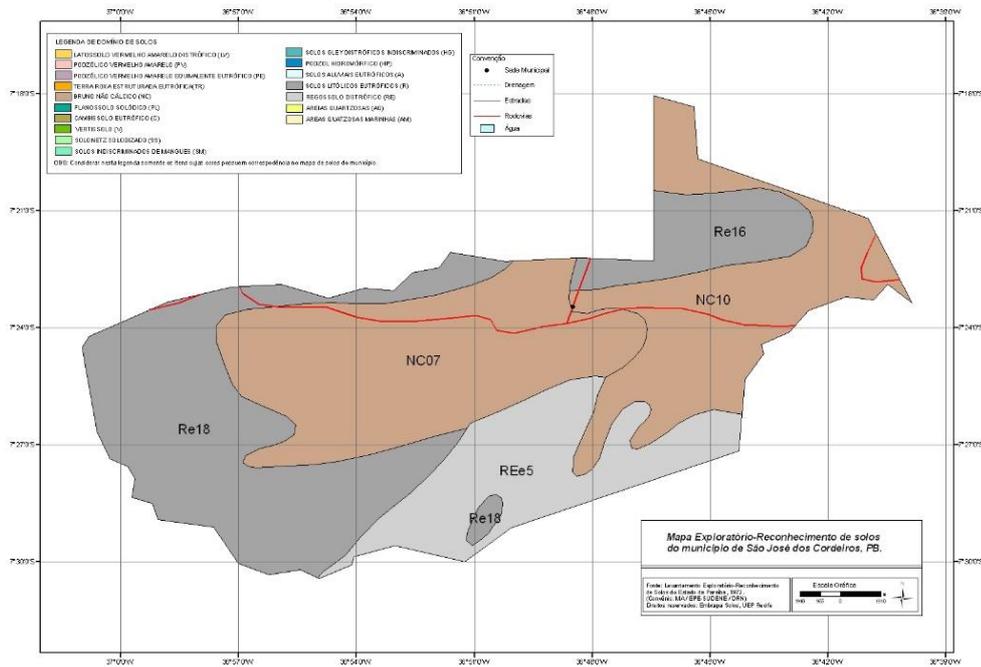
A relação entre a média anual do índice de precipitação e o de evapotranspiração potencial (máxima capacidade de água capaz de ser perdida como vapor, em uma dada condição climática,) exprime o nível de aridez de uma região, por isso, quanto maior a evapotranspiração, maior será o nível de aridez.

-Pedologia

De acordo com MMA (2007), os Luvisolos Crômicos são solos de baixa permeabilidade e muito suscetíveis à erosão. Ocorrem em relevos suave ondulado ou raramente ondulado, sendo rasos e pouco profundos. Sua ocorrência é marcante na região mais afetada pela seca. Os Neossolos Litólicos ocorrem em mais de 15% das ASD.

Em São José dos Cordeiros o solo é pedregoso de textura arenosa e/ou médio pedregoso, cujas ordens de solos predominantes são os LUVISSOLOS, PLANOSSOLOS e NEOSSOLOS, que segundo o Sistema Brasileiro de Classificação Solos da EMBRAPA (2013), são solos jovens, com pouca profundidade, apresentando cores claras, com fertilidade química de média a alta, mas com expressiva necessidade de adoção de sistemas de manejo conservacionista. (Figura 18).

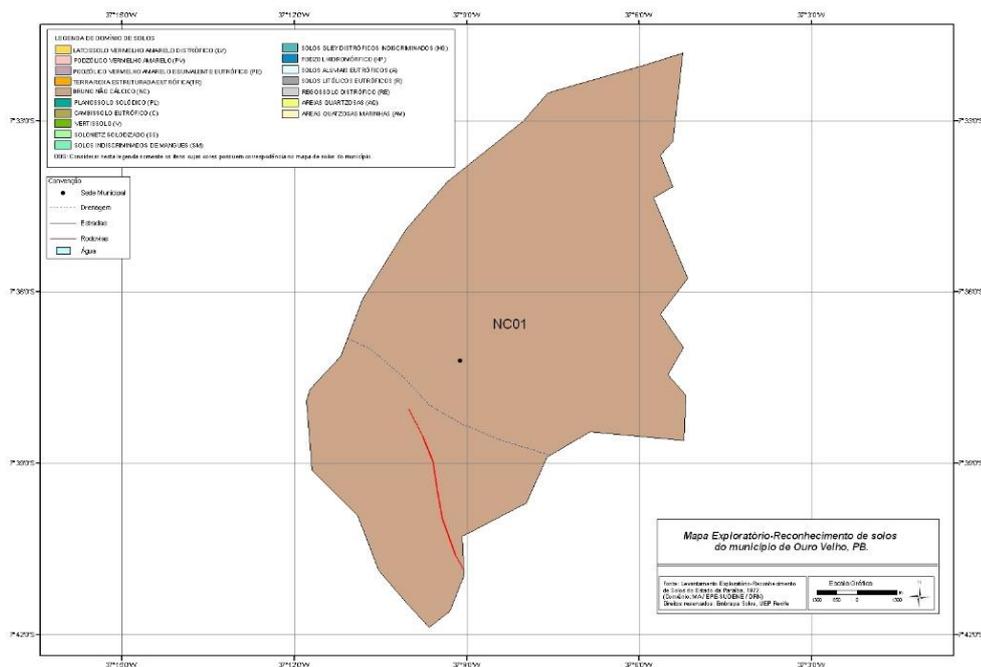
Figura 18: Mapa dos Solos de São José dos Cordeiros - PB



Fonte: EMBRAPA solos (2013)

Em Ouro Velho os solos nos patamares compridos e baixas vertentes do relevo suave ondulado predomina a ocorrência dos planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de salinidade; com solos rasos e relevo ondulado possuem fertilidade natural média e elevações residuais com os solos litólicos, rasos e pedregosos. (Figura 19).

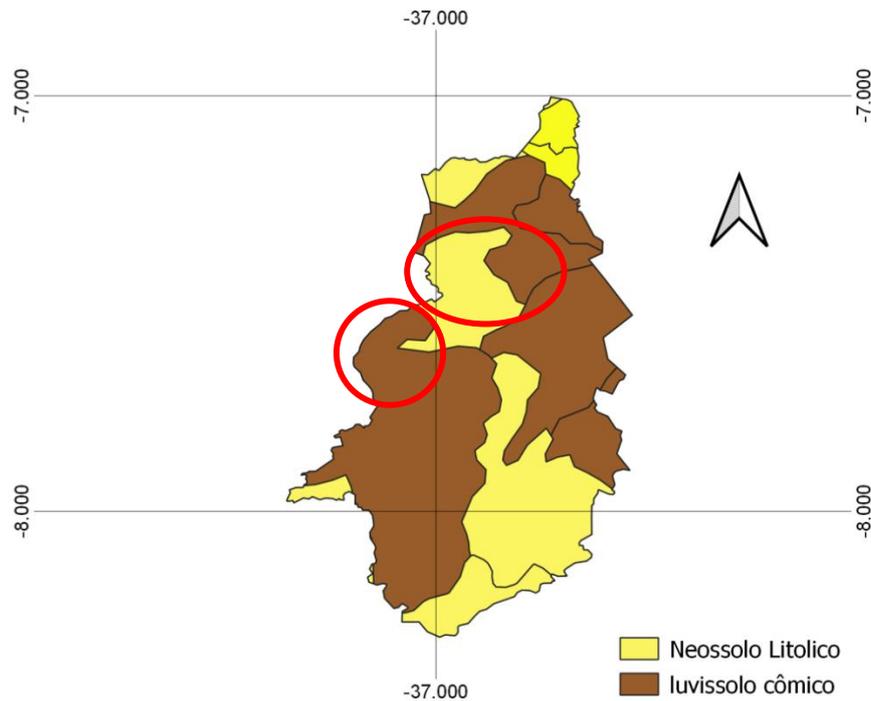
Figura 19: Mapa dos Solos de Ouro Velho - PB



Fonte: EMBRAPA solos (2013)

Os solos, embora sejam de origem cristalina rasos e pedregosos, apresentam variada fertilidade e boas condições locais de agricultura. Acontecem na região semiárida em relevos ondulados, por isto são muito suscetíveis à erosão, tornando-os mais exposto ao processo de carregamento do material pelas águas das chuvas. (Figura 20).

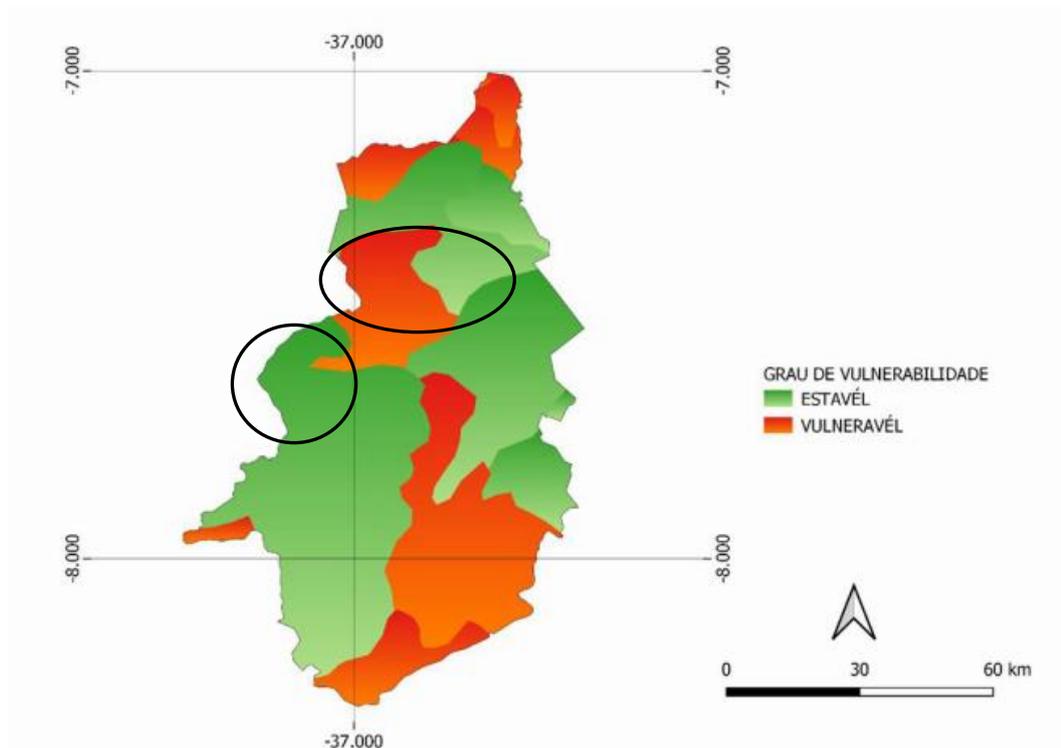
Figura 20: Mapa Pedológico do Cariri Ocidental Paraibano



Fonte: Base de dados Embrapa (2018)

Observa-se a presença de Neossolos, o que aponta uma clara resposta às características de intemperismo e clima da área. (Figura 21). Esse fato faz com que o Cariri Ocidental apresente características pedológicas classificadas em duas categorias. Maior parte das áreas atribuídas aos luvisolos crômicos apresentam um grau de vulnerabilidade instável, correspondendo a 53% da área de estudo.

Figura 21: Mapa de Vulnerabilidade Pedológica do Cariri Ocidental Paraibano



Fonte: Base de dados Embrapa (2018)

De acordo com o mapa de vulnerabilidade pedológica, observa-se que os municípios em estudo apresentam solos que na sua maioria são estáveis ou vulneráveis, característica dos solos rasos e facilmente suscetíveis a sofrerem erosão e serem transportados.

-Vegetação (NDVI, RGB)

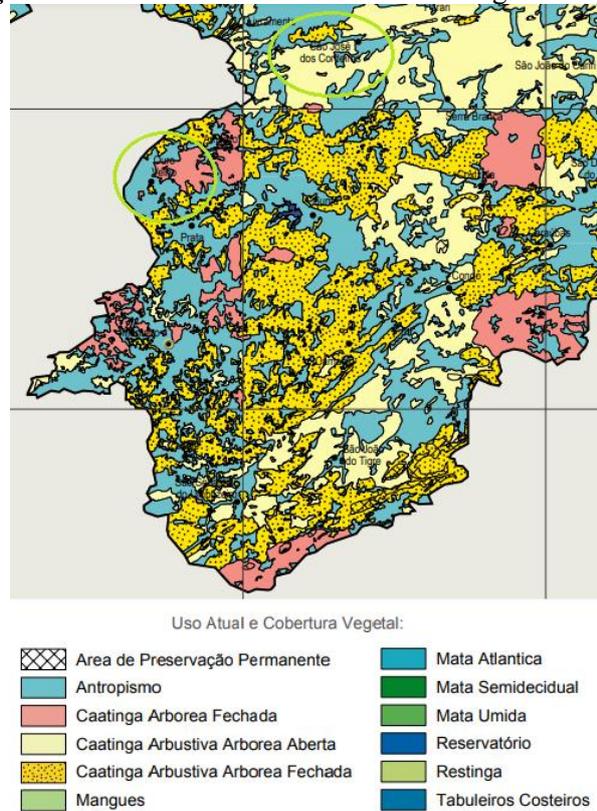
Segundo o Atlas das Áreas Suscetíveis à Desertificação (2007), a vegetação da região é a Caatinga, cuja formação é xerófila, lenhosa e normalmente espinhosa, cactácea e bromeliáceas resistente à seca e calor. A vegetação da Caatinga vem sofrendo sucessivos processos de degradação, seja para o uso da madeira ou para expandir a pecuarização, deixando a vegetação rala e o solo desnudo acentuando a erosão.

Em São José dos Cordeiros a vegetação presente na área de estudo tem uma estrutura mais arbórea densa nas áreas altas e mais arbustiva nas áreas abertas. O componente herbáceo, na sua grande maioria, possui o ciclo de vida anual que no período chuvoso germina rapidamente, predominando a caatinga hiperxerófila, com ocorrência de caatinga hiperxerófila arbustiva aberta e caatinga hipoxerófila,

O município de Ouro Velho é caracterizado por apresentar vegetação de caatinga arbórea e arbustiva arbórea fechada, com vasto sinal de ação antrópica em suas terras. Em São

José dos Cordeiros pode-se evidenciar uma vasta área de caatinga arbustiva arbórea aberta e com grandes evidências também da ação humana. (Figura 22).

Figura 22: Esboço CartoGráfico Uso atual e Cobertura Vegetal – Cariri Ocidental -PB



Fonte: Atlas temáticos da Paraíba (2000)

Devido aos fatores predatórios que a vegetação da caatinga vem sofrendo desde a ocupação da área ao longo dos anos observa-se que a vegetação vem diminuindo expressivamente. O uso da vegetação para extração de lenha e carvão vegetal e para a expansão agropecuária vem deixando o solo desnudo e a vegetação rala, como mostram as séries de imagens em NDVI e RGB. (Figuras 23 a 27).

5.4 Análise NDVI, RGB e Vulnerabilidade Ambiental

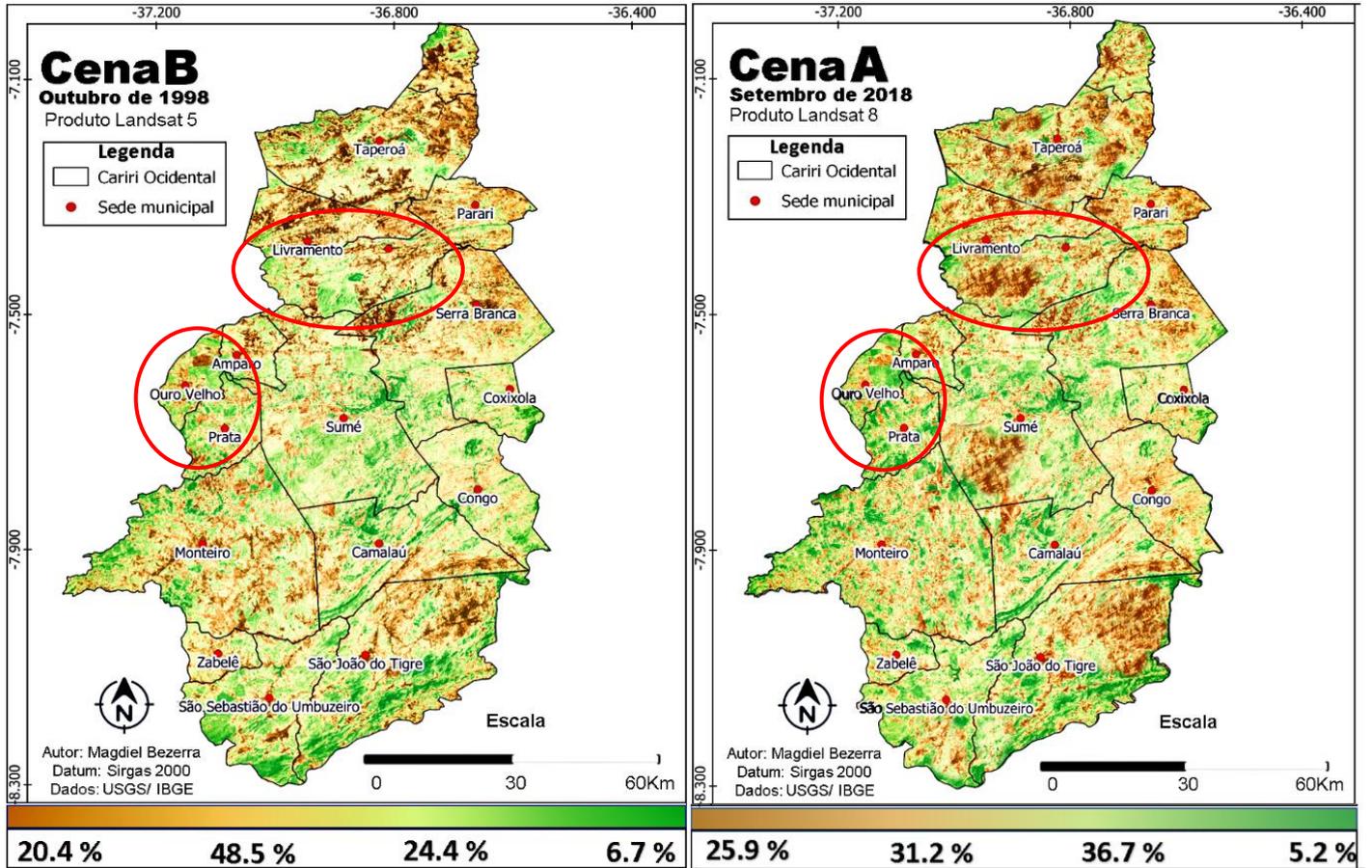
A série de imagens da carta temática 01 em NDVI e em RGB mostraram claramente que entre 1998 e 2018 aumentou consideravelmente as áreas degradadas, consequência da diminuição da vegetação, que também é influenciada pelo período registrado. Os meses entre setembro e novembro são geralmente o trimestre de menor pluviosidade que caracteriza

intensas modificações, tanto na cobertura vegetal como nos processos que levam à desertificação. A vegetação diminuiu significativamente tornando o solo mais exposto.

Conforme a carta temática 02, os valores de NDVI para o município de Ouro Velho mostram um decréscimo negativo para a classe de vegetação densa representada na imagem por pixels na tonalidade verde escuro. Na carta temática A observa-se manchas de vegetação mais robustas ao sul do município e ao centro. O percentual de desmatamento correspondente a essa classe em 20 anos é de 11,3%. O número é condizente com os dados do IBGE que em 2022 coloca o município como 125º maior produto de lenha do estado da Paraíba com 700m³ de lenha produzidos ao ano. Ainda analisando a imagem, observa-se um aumento de 10% na classe de solo exposto com pixels na cor marrom escuro. Na cena B as manchas escuras de solo tornam-se mais perceptíveis ao sul e norte do município.

A carta temática 03 mostra os valores de NDVI para o município de São José dos Cordeiros entre os anos de 1998 e 2018 em que é perceptível uma redução drástica da vegetação, provavelmente impulsionada pelo antropismo. As áreas com pixels em tons verdes representam a vegetação mais robusta e sadia, no ano de 1998 corresponde um índice de 46% da área total do município. Conforme a cena A em 30 anos houve uma redução de 7,8% principalmente ao norte, como mostra a cena B. Um dos fatores que explicam a redução da cobertura vegetal de grande porte está associado ao extrativismo vegetal. Pois, de acordo com os dados do IBGE, em 2001 o município de São José dos Cordeiros se encontra entre os maiores produtores de lenha do estado ocupando a 35ª posição com uma produção estimada de 5.400 m³ de lenha. As cartas temáticas 04 e 05, que correspondem a faixa visível em RGB, reforçam o entendimento encontrado nas imagens geradas em NDVI.

Figura 23: Carta temática 01, NDVI da Microrregião do Cariri Ocidental - PB

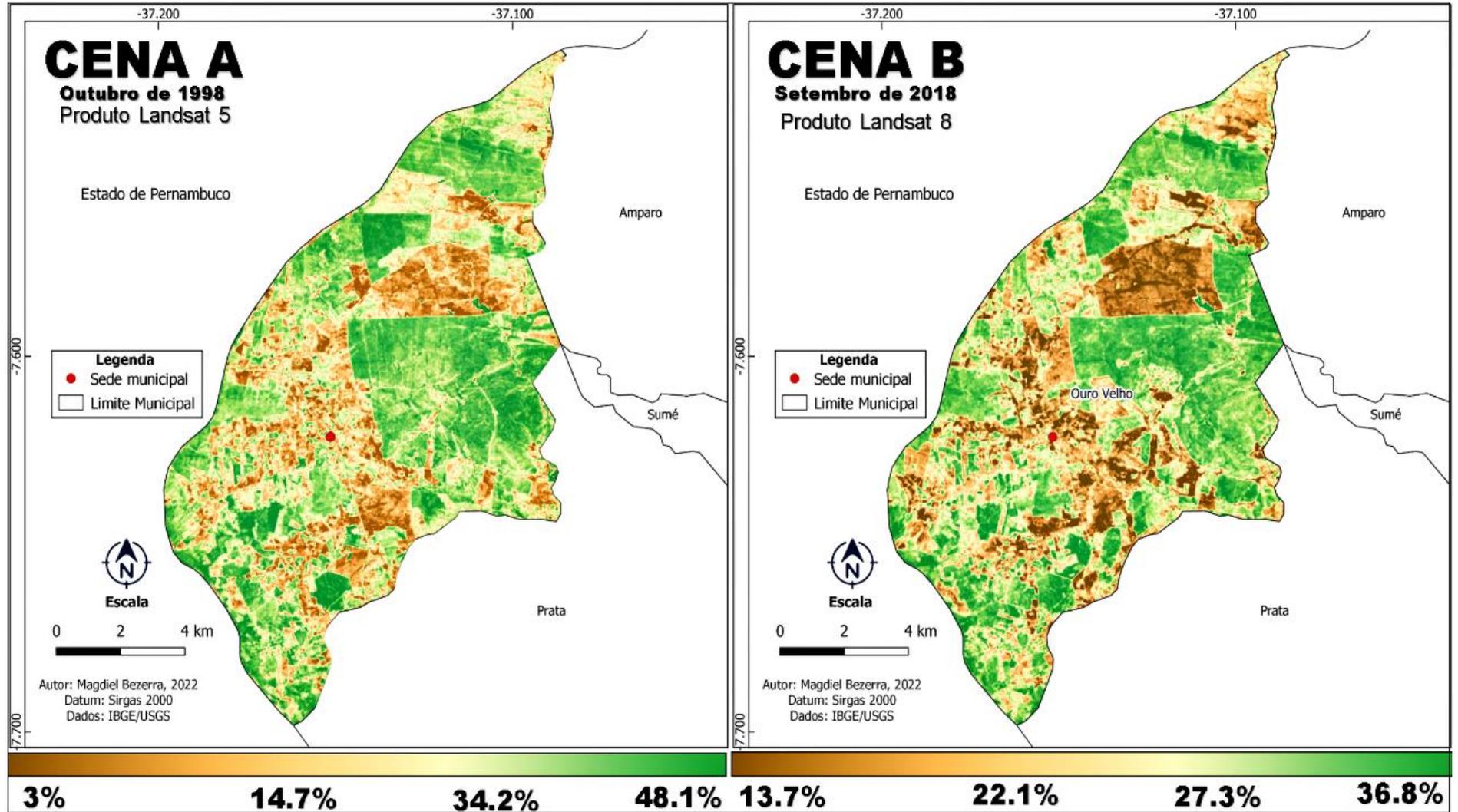


1998		
Classes	Área em km	Percentual
Solo exposto	704,518	10%
Corpos d'água	70,4518	1%
Vegetação gramínea	1.409,036	20%
Vegetação arbustiva	2.113,554	30%
Vegetação densa	2.747,620	39%
Total	7.045,18	100%

2018		
Classes	Área em km	Percentual
Solo exposto	2,113,53	30%
Corpos d'água	105,67	1,5%
Vegetação gramínea	3,170,29	45%
Vegetação arbustiva	598,83	8,5%
Vegetação densa	1,056,76	15%
Total	7.045,18	100%

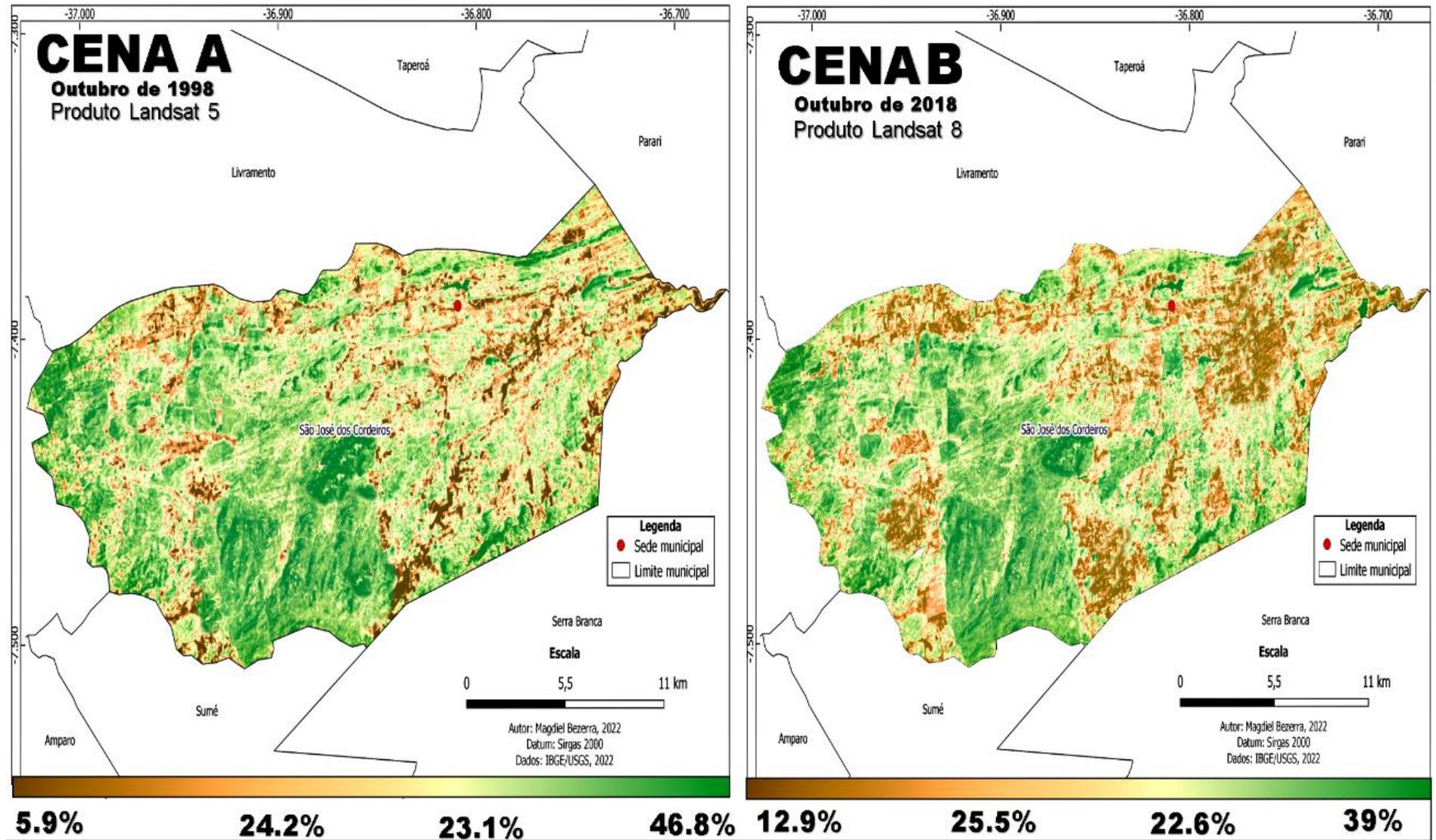
Fonte: USGS/IBGE (2022)

Figura 24: Carta temática 02, NDVI do Município de Ouro Velho – PB



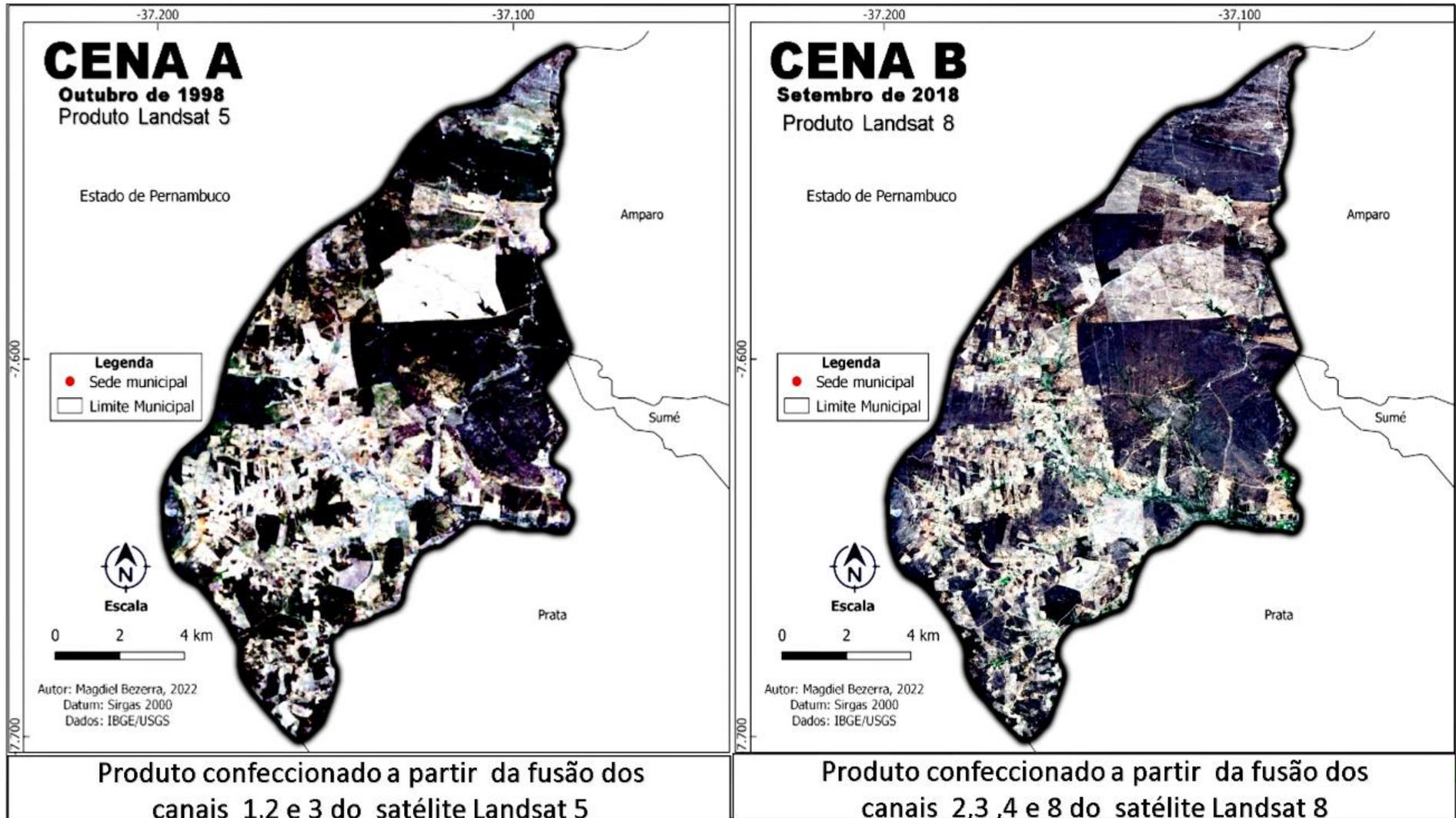
Fonte: USGS/IBGE (2022)

Figura 25: Carta temática 03, NDVI do Município de São José dos Cordeiros - PB



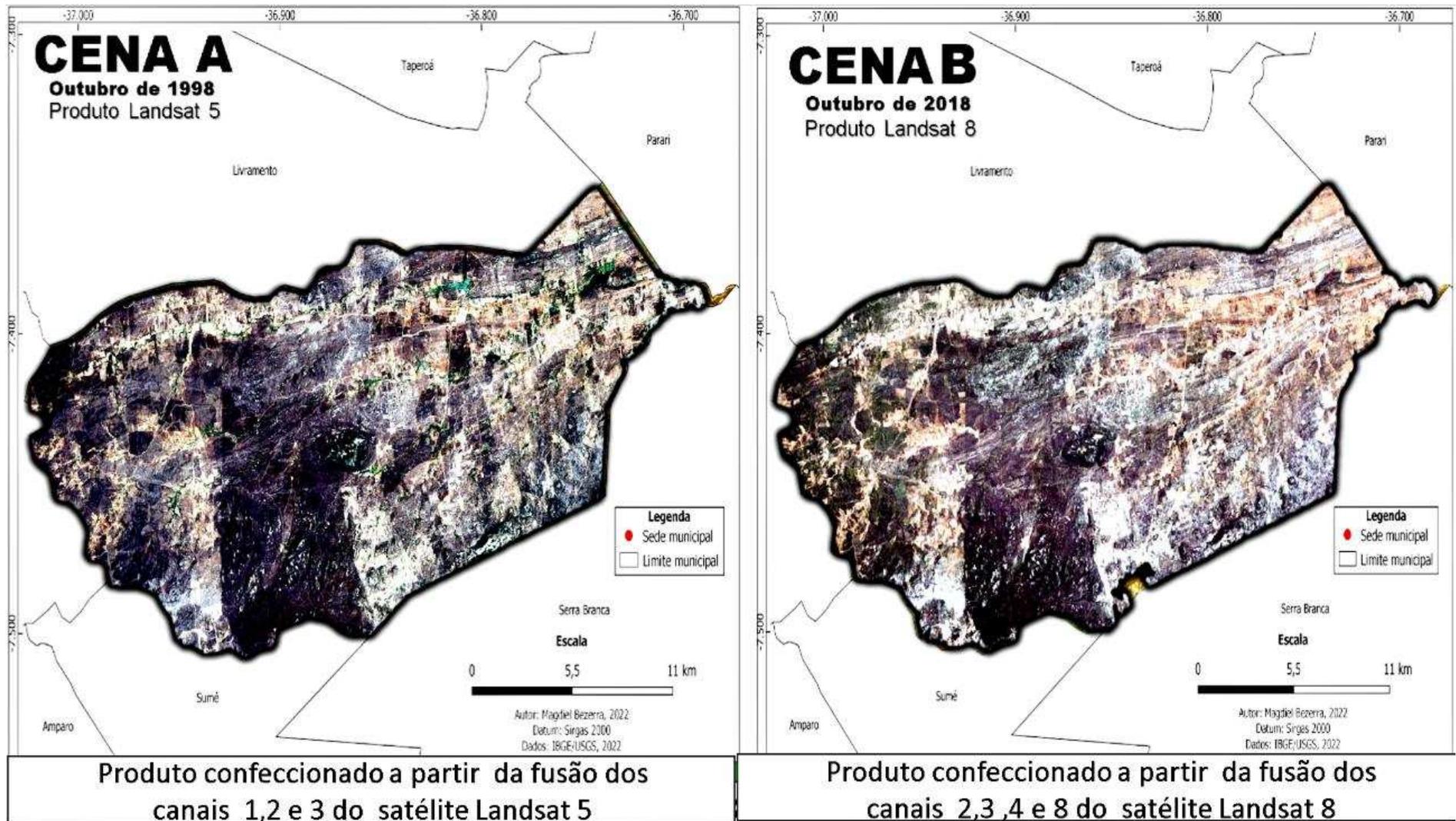
Fonte: USGS/IBGE (2022)

Figura 26: Carta temática 04, composição RGB Cor Verdadeira do município de Ouro Velho – PB



Fonte: USGS/IBGE (2022)

Figura 27: Carta temática 05, composição RGB Cor Verdadeira do município de São José dos Cordeiros - PB



Fonte: USGS/IBGE (2022)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou analisar o crescimento dos riscos de desertificação nos municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros na microrregião do Cariri Ocidental da Paraíba em diferentes aspectos entre os anos de 1998 e 2018. Para examinar esse processo foi utilizado o método de Crepani, *et al.*, (1996) e Ross (2001) que utilizam indicadores locais naturais e socioeconômicos, aliados ao uso de imagens de satélite para identificar a relação entre a cobertura vegetal e a degradação dos solos nos municípios em estudo.

A partir das análises dos dados foram gerados mapas geológicos e de vulnerabilidade geológica, em que se verificou, segundo os critérios atribuídos por Crepani *et al.*, (2001), que a área dos municípios em estudo possui baixa vulnerabilidade geológica, pois as rochas nos quais estão inseridos apresentam alta resistência aos processos de intemperismo.

Da mesma forma as características geomorfológicas evidenciam vulnerabilidade estável, principalmente pelas baixas declividades e suaves amplitudes dos terrenos nos quais os municípios de Ouro Velho e São José dos Cordeiros estão inseridos. Os solos arenosos e pedregosos, característica dos *neossolos litólicos e luvisolos crômicos*, são rasos e mais suscetíveis à erosão por carregamento do material pelas águas pluviais, apresentando grau de vulnerabilidade entre vulnerável a estável. A análise conjunta dos indicadores evidenciou a modificação da paisagem decorrente dos fatores antrópicos e também naturais. A pluviosidade, as atividades humanas e a dinâmica demográfica foram significantes nas mudanças decorridas nas áreas em estudo.

A degradação ambiental é a primeira evidência observada nos processos de desertificação refletindo posteriormente nas condições socioeconômicas da comunidade. Uma análise do comportamento pluviométrico permitiu analisar que as maiores chuvas ocorrem entre os três primeiros meses do ano, época que os produtores semeiam os produtos temporários na maioria de autoconsumo – feijão, milho, batata-doce e mandioca, onde a minoria dos agricultores recebe assistência técnica. No entanto a distribuição anual da pluviometria entre 2000 e 2022 mostra que ocorreram períodos onde as precipitações foram muito baixas, como por exemplo os anos de 2013 e 2015, quando os reservatórios alcançaram volumes mínimos, fruto de estiagens prolongadas. Tal situação refletiu tanto na agricultura como na pecuária, cujo efetivo animal diminuiu consideravelmente, voltando a se recuperar anos posteriores. São

observadas pastagens naturais em ambos os municípios, porém São José dos Cordeiros possui o equivalente a 86 hectares e boas condições, fato não evidenciado em Ouro Velho.

Historicamente, o modelo colonial instituído na região é precursor das fragilidades socioeconômicas e ambientais encontradas até hoje. A exploração dos recursos naturais para uso doméstico e fins comerciais assim como a introdução do rebanho para ocupação das terras e agricultura gerada para subsistência familiar apresentam características coloniais. No que se refere ao extrativismo vegetal foi possível constatar que a quantidade de madeira extraída aponta a ausência de técnicas sustentáveis de exploração, aumentando ainda mais o problema. A qualidade do solo é comprometida pela retirada da vegetação para uso de lenha e carvão, tanto em Ouro Velho quanto em São José dos Cordeiros. O estudo mostra que houve decréscimo nos últimos anos no uso de madeira e lenha Ouro Velho, porém em São José dos Cordeiros ocorreu o contrário. A consequência da extração da vegetação repercute diretamente no solo, acelerando os processos erosivos.

Em São José dos Cordeiros, que possui efetivo de rebanho superior, e crescente extração de madeira e lenha, a degradação é bem mais evidente. Pelo método de Crepani (2001) a vegetação dos municípios se enquadra em fragilidade alta, proveniente das formações arbustivas naturais ou herbácea densa. Há um predomínio na pecuária extensiva (caprino, bovino e ovino) que é a principal fonte de economia dos municípios e que não possui quase nenhum manejo sustentável, interferindo diretamente na vegetação e no solo. O pastoreio extensivo é preocupante pois eleva a pressão sobre a vegetação e o pisoteamento degradam o meio ambiente e aceleram os efeitos da desertificação, visto que o efetivo animal tem crescido significativamente nos municípios, principalmente caprinos e ovinos, animais adaptados as condições naturais da região.

Ouro Velho tem se evidenciado na produção de galináceos para corte e ovos, essa atividade se destaca como fonte de subsistência devido a pouca necessidade de investimentos e fácil aceitação no mercado. A produção de mel em Ouro Velho é uma atividade sustentável fundamental pois está relacionada com a preservação e equilíbrio natural, estimulando a conservação e plantio de espécies nativas para garantir a atividade em épocas de maior estiagem.

A plantação de palma forrageira para a alimentação animal mostra que Ouro Velho é o município do Cariri Ocidental com maior quantidade de estabelecimentos onde é a palma é

cultivada, provavelmente esse fato explique o maior efetivo bovino em relação aos caprinos de toda microrregião. São José dos Cordeiros se encontra apenas na posição 15 e seu efetivo bovino é o terceiro perdendo para os caprinos e ovinos.

O índice de aridez em São José dos Cordeiros é alto, enquanto Ouro Velho o risco para o mesmo indicador é moderado, o que faz desse um instrumento prático de caracterização climática. Por apresentar um clima de transição, e assim maior pluviosidade, a vegetação em Ouro Velho é mais densa que em São José dos Cordeiros, que se apresenta maioritariamente de vegetação arbustiva rasteira.

A densidade demográfica mostra que na medida em que há concentração populacional em uma determinada área, maior é a degradação das terras, o estudo demonstra que a densidade populacional em Ouro Velho é considerada alta enquanto em São José dos Cordeiros é moderada, porém nesse município a maioria da população vive na área rural enquanto em Ouro Velho a maior parcela da população se encontra na zona urbana. Os indicadores sociais de IDH-M mostram que os municípios estudados estão longe do ranking estadual, embora tenha subido de posição nas últimas décadas.

Dos resultados apresentados conclui-se que mais de metade da população se encontra vulnerável à pobreza e em pobreza extrema. Todavia, embora tenha diminuído consideravelmente entre os anos 1991 a 2010, os valores ainda são muito altos em ambos os municípios, requerendo um esforço significativo para alcançar as metas exigidas. Destaca-se a educação como o fator que apresentou melhorias relevantes nos últimos anos de ensino fundamental, segundo o IDEB, porém a taxa de analfabetismo ainda é elevada, e quanto mais educação tem uma população, maior a consciência ambiental.

O assistencialismo político contribui para a diminuição das carências econômicas e sociais de inúmeras famílias debilitadas pelos longos períodos de seca e escassez, e as políticas públicas existentes nos municípios auxiliam as famílias mais carentes garantindo renda mínima. Destacam-se os auxílios emergenciais como Bolsa Família (Auxílio Brasil) e os benefícios (aposentadorias) rurais que configuram o principal benefício responsável pelo sustento das famílias e dinâmica financeira local. A renda *per capita* de ambos os municípios os coloca em posições muito inferiores às médias nacionais reafirmando que o quantitativo de famílias pobres e em extrema pobreza em ambos os municípios ainda é alto e há muito o que se fazer para solucionar essa problemática.

Ao examinar esse processo mostrou-se que quando ocorrem processos de desertificação pode-se observar um agravamento ligado a indicadores socioeconômicos e por fatores antrópicos e naturais, sendo o sensoriamento remoto um forte aliado na detecção das imagens por meio de satélites e por dados censitários. Nesse contexto, destacamos que o conjunto de problemas presentes nos municípios em estudo são, em grande parte, resultado da falta de conhecimento associado a ausência de comprometimento com os valores ambientais e socioeconômicos onde dominam as Políticas Públicas desenvolvidas ao longo do processo de ocupação dessas áreas.

O atraso socioeconômico é um desafio principalmente político, a forma mais eficaz de mitigar ou reverter os prejuízos ambientais existentes é identificar e amenizar os fatores que contribuem para a desertificação das terras e das vulnerabilidades socioambientais, auxiliando no planejamento sustentável do uso dos recursos naturais disponíveis e incentivando a produção agroecológica diversificada em que as atividades produtivas permitam o uso racional dos recursos naturais existentes tendo como meta o bem-estar da sociedade.

7. REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical**. Geomorfologia. São Paulo, nº 53, 1977.

ABRAHAM, E. M.; BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**. Mendoza: Editorial Martín Fierro, 2006.

ABRAHAM, E, M; MATALLO, H; LIMA, J, R. Ciencia y desertificación en América Latina. **Zonas Áridas**, Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, v.2, n.15, p. 349-360, 2014.

ACCIOLY, L.; PACHÊCO, A.; COSTA, T.; LOPES, O.; OLIVEIRA, M. Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados de sensor TM/LANDSAT. Campina Grande-PB, vol. 6, n. 3 **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, p. 492-498, 2002.

ADEEL, Z.; SAFRIEL, U.; NIEMEIJER, D.; WHITE, R.; KALBERMATTEN, G.; GLANTZ, M.; SALEM, B.; SCHOLLES, B.; NIAMIR-FULLER, M.; EHUI, S.; YAPI-GNAORE, V. **Ecosistemas y bienestar humano: Síntesis sobre Desertificación - un informe de la EM**

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Washington, WORLD RESOURCES INSTITUTE. 2005.

ALENCAR, Maria Leide Silva de. **El Niño de 1997/1998: sistemas hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidade socioeconômica no Cariri Paraibano.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Campina Grande, UFCG, 2014.

ALVES, J. **História das secas.** Fortaleza: DNOCS p.150, 1984.

ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N.; NASCIMENTO, S. S. **Núcleos de desertificação do Estado da Paraíba.** Curitiba, n. 17, Editora UFPR. p. 139-152, 2009.

ALVES, J. J. A. **Geocologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro.** CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v.2, n.1, p 58 -71. 2007.

ALVES, Jose Jakson Amâncio, **Caatinga do Cariri Paraibano.** GEONOMOS, p. 19 - 25, 2009.

ALVES, Telma Lucia Bezerra; AZEVEDO, Pedro Vieira de; FARIAS, André Aires de. Comportamento da precipitação pluvial e sua relação com o relevo nas microrregiões do Cariri Oriental e Ocidental da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n° 06. 2015.

ARAÚJO, Sergio Murilo Santos de. O território brasileiro e as áreas degradadas. In: Recuperação de Áreas Degradadas: **Conceitos, Temas e Casos.** ARAÚJO, Sérgio Murilo Santos de; DANTAS NETO, José (orgs.). Curitiba-PR: CRV, p. 9-16. 2016.

BARRETO, A.; EVANGELISTA, M. L.M; SOUZA, H. F. **Recuperação da cultura do Algodão.** João Pessoa. Sebrae. PB, 2000.

BEZERRA, Magdiel. **NDVI e RGB do Cariri Ocidental Paraibano – Ouro Velho e São José dos Cordeiros.** Campina Grande. Mapa de vegetação. 2022.

BRANDT, J. e Gerson, N. **Desertification indicator system for Mediterranean Europe.** Em Monitoring and Modeling Dynamic Environments (eds AP Dykes, M. Mulligan e J. Wainwright). 2015.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. São Paulo, **Instituto de Geografia USP.** Cadernos de Ciências da Terra. p-27. 1972.

BLAIKIE, P. *et al.*, **At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters**. London, Routledge. s/d, 1994.

BOLÒS i Capdevila, Maria de. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de geografia**, vol. 15, núm. 1, p. 45-68, 1981. Disponível em: <https://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45940/56766>. Acesso em: 28 de abril de 2021.

BRASIL. **Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil**. Brasília. 2007.

BRIASSOULIS, H. **Combating land degradation and desertification**: The land-use planning quandary. *Land*, n° 8, p. 1–26. 2019.

CANDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. da. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n 2, p. 368-371, 2002.

CANIELLO, Márcio de Matos. **Relatório de Pesquisa de Campo: O “Território” do Cariri Ocidental Paraibano**. Projeto Dom Hélder Câmara. Desenvolvimento Humano Sustentável para o semiárido do Nordeste. 2001.

CAMPELLO, Livia Gaigher Bósio. **O problema da desertificação**. *Revista de Direito Ambiental: RDA*, v. 12, n° 45, p. 129-166, 2007. *Revista dos Tribunais*. Disponível em: <http://bdjur.stj.jus.br/dspace/handle/2011/86366>. Acesso em: 15 de setembro de 2020.

CAMPOS, J. N. B. **Secas e políticas públicas no Semiárido: ideias, pensadores e períodos**. *Estudos Avançados*, v. 28, n° 82, p. 65-88, 2014.

CANDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. da. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n° 2, p. 368-371, 2002.

CARVALHO, V.C. **Structure et dynamique de la vegetation en milieu tropical semi-aride. La Caatinga de Quixabá (Pernambouc, Brésil) du terrain a l’analyse des données MSS/LANDSAT**. São José dos Campos. 332p. (INPE4049-RPE/524). Tesis (Doctorat) - Université de Toulouse-Le Mirail. INPE, 1986.

CARVALHO, P. P. A convivência com o semiárido como estratégia para o combate à desertificação: uma experiência no Sertão do Araripe. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v.9, n.3, dezembro de 2012.

CASTORIADIS, M. e COHN-BENDIT, D. **Da ecologia à autonomia**. São Paulo: Brasiliense, 1981.

CASTRO J. **Geografia da fome (o dilema brasileiro: pão ou aço)**. 10.ed. Rio de Janeiro: Antares Achiamé, 1980.

CEPAL (COMISSÃO ECONÔMICA PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE). **Mudança estrutural para a igualdade: uma visão integrada para o desenvolvimento**. Santiago do Chile: CEPAL, 2014.

CGEE. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília: CGEE, 2016. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/DesertificacaoWeb.pdf>. Acesso em 10 de outubro de 2022.

CHÁVEZ, E. S.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. M. **Cartografia de los paisajes: teoría y aplicación**. Physis Terrae-Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente, Braga, v. 1, n° 1, p. 7-29. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21814/physisterrae.402> Acesso em: 22 setembro de 2022.

CNAE, **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**. CONCLA - Base de dados do IBGE, 2022. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/classificacoes.html> Acesso em: 25 de outubro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 15 de setembro de 2022.

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

COSTA, L. R. F. **Estruturação Geoambiental e Susceptibilidade à Desertificação na Sub-bacia Hidrográfica do Riacho Santa Rosa** – Ceará. 146f. dissertação. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Programa de Pós-graduação em geografia. Fortaleza. 2014.

DE FARIAS RAMOS, João Paulo *et al.*, Caracterização da base alimentar de caprinos e ovinos no Cariri paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n° 4, p. 379-384, 2020.

DEVEAU, Suzanne, **Geografias e Geógrafos: o ambiente geoGráfico natural**. Associação Portuguesa de Geógrafos. Fundação Engenheiro António de Almeida, p-34. Lisboa. 2019.

DIAS, Carlos Malheiro. **História da colonização portuguesa no Brasil**. Porto: Litografia Nacional, v. 3, p. 360. 1924.

DUARTE, R. **Do desastre natural a calamidade pública: a seca de 1998-1999**. FUNDAJ. Assembleia Legislativa, Recife-PE. 2002.

EMBRAPA. **Clima**. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acessado em junho de 2021.

EMBRAPA Algodão. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <https://visualizador.inde.gov.br/VisualizaCamada/1600#> Acesso em: 21 de julho de 2022.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA-SOLOS, 2014. Disponível em: <http://solosne.cnps.embrapa.br/index.php?link=pb> Acesso em: 15 de novembro de 2022.

ESRI. **ArcGIS Pró 2.6.2**: Software. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/about-arcgis/overview?rsource=%2Fsoftware%2Farcgis%2Findex.html> Licença estudante Trial (21 dias). Acesso em 27 de novembro de 2022.

GASPAR, Lúcia. Desertificação. **Pesquisa Escolar Online**, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>. Acesso em: 23 de maio de 2019.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, p. 160, 2008.

FIGUEIREDO, Divino. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento. CONAB. 2005. Disponível em: https://clickgeo.com.br/wp-content/uploads/2013/04/conceitos_sm.pdf. Acesso em: 12 novembro 2022.

FAO/ONU - Food and Agriculture Organization of The United Nations. **LADA: Land Degradation Assessment in Drylands: methodology and results**. Roma, 2013.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; MEDEIROS, Raimundo Mainar de; SANTOS, Djail. **Balanco hídrico climatológico para a capacidade de campo de 100 mm**. Campina Grande: EDUFCEG, 2018.

FRANÇA, Álvaro Sólton de. **Previdência Social e a economia dos municípios**. Brasília, DF: ANFIP, p. 430. 2002.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; SANTOS, Djail. **Climatologia do estado da Paraíba**. Campina Grande: EDUFCEG, 2017.

FRANCISCO, Paulo Roberto & Chaves, Iêde & Chaves, Lúcia Helena & Lima, Eduardo & Silva, Bernardo Barbosa. **Análise espectral e avaliação de índices de vegetação para o mapeamento da caatinga**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. 10. 01. 10.18378/rvads. v10i3.3046. 2015.

FREITAS, M. R.; MACEDO, L. G.; FERREIRA, F. B.; FREITAS, M. P. **Em busca da conservação ambiental: contribuição da percepção ambiental para a formação e atuação dos profissionais da química**. Revista Química Nova, v.33, n°4, p. 988-993, 2010.

FREITAS, M. A. S. **Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em regiões Semiáridas**. Revista tecnologia (UNIFOR), Fortaleza, v. Suplem, p. 84-95, 2005.

FUNDAJ, **Áreas suscetíveis à desertificação no Semiárido são agora quase desérticas**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/revitalizacao-de-bacias/areas-suscetiveis-a-desertificacao-no-semiarido-sao-agora-quase-deserticas>. Acesso: 10 de maio de 2022.

IBGE. **Censo agropecuário 2009**. Disponível em <https://censo2009.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

IBGE. **Censo agropecuário**, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/> Acesso em: 20 de novembro de 2022.

IBGE. **Censo agropecuário**, 2014. Disponível em: <https://censo2014.ibge.gov.br/> Acesso em: 18 de outubro de 2022.

IDEME, **Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual Produto interno Bruto do Estado da Paraíba e de seus Municípios 2010- 2013**. João Pessoa: IDEME, p.66. 2016.

IPEA. **Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**. Relatório Nacional de Acompanhamento. Brasília, 2010. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods1.html> Acesso em: 12 de julho de 2021.

IPHAN. Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional. **Declaração de Estocolmo, 1972**, Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Declaracao%20de%20Estocolmo%201972.pdf>> Acesso em 15 de setembro de 2022.

JANISE, Dias, e Santos Leonardo. “**A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural**”. Confins, nº 1, maio de 2007. DOI.org (Crossref), doi: 10.4000 / confins.10. 2007.

KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; DA SILVA, A. C.; ASSIS, M. G. P. **Aspectos poucos mencionados da biodiversidade amazônica**. Parcerias Estratégicas. CEE. MCT. v.12, nº2, p. 20 – 41. 2001.

LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da; MOURA, L.; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P. (Ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas: produtos de origem animal e da silvicultura**. Brasília, DF: Embrapa, v. 3, cap. 46, p. 1555-1578. 2020.

LIMA, J. R.; **Desertificação no contexto da convivência com o Semi-árido. Especial: desertificação e semi-árido**, Boletim nº10. João Pessoa/PB. 2005.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C.; VASCONCELOS, M. F. Cultivo da Palma forrageira. In: LOPES, E.D. (Org.) **Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino**, João Pessoa: EMEPA, 2012. p. 21-60, 2012.

LUCENA, R. F. P. *et al.*, **Uso de recursos vegetais da Caatinga em uma comunidade rural no Curimataú Paraibano (Nordeste do Brasil)**. Polibotânica, México, n° 34, p. 237-258, ago. 2012.

LAND CARE IN DESERTIFICATION AFFECTED AREAS – LUCINDA. **Introdução Geral à Degradação da Terra e à Desertificação**. Fascículo A, número 1, s.d. Disponível em: http://desertificacao.pt/images/docman-files/lucinda/A1_Booklet_Final_PT_rev2.pdf Acesso em: 05 de novembro de 2022.

LEITE, Paolla Ketylly Silva. **Diagnóstico socioambiental de duas comunidades do município de São José dos Cordeiros**. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Biosistemas do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande. Sumé - PB: [s.n], 2017.

LETRAS AMBIENTAIS. **Seca e desertificação: lições das políticas no Brasil**. ISSN 2674-760X. Disponível em: <https://www.letrasambientais.org.br/posts/seca-e-desertificacao:-licoes-das-politicas-no-brasil>. Acessado em: 10 de dezembro de 2022.

MACEDO, M. R. Uma Abordagem Temática e Especial de Áreas Passíveis à Desertificação na Região do Seridó – RN/ PB. **Dissertação (Mestrado em Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação)** - Universidade Federal de Pernambuco – Recife, 2007.

MADEIRO, Carlos. **Governo altera mapa do semiárido, inclui cidades do ES e exclui do Nordeste**. UOL, 2022. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2022/02/19/delimitacao-do-semiarido-entra-espirito-santo.htm> Acesso em: 10 de setembro de 2022.

MAINGUET, M., **L’Homme et la Sécheresse**. Paris: Masson, 1995.

MAINGUET, M. Stratégies de combat contre la degradation de l’environnement dans les écosystèmes secs: les responses des Nations Unies, de la C.E.I., de la Chine et du Sahel. **Bull. Assoc. Géograph. França**, Paris, n°5 p. 422-433, 1992.

MATALLO JUNIOR Heitor, **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília, UNESCO, 2001.

MARINHO, Claudia, F.C.E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da Bacia hidrográfica do rio Paraíba**. Monografia. 70 fls. (Curso de Especialização em GeoAmbiência e Recursos Hídricos do Semiárido) Departamento de Geografia. UEPB. Campina Grande. 2011.

MELLO, José Octávio de Arruda. **História da Paraíba: lutas e resistência**. João Pessoa. Conselho Estadual de Cultura – SEC. A União. 1994.

MINISTÉRIO DA CIDADANIA, **Relatório de acompanhamento de Benefícios Sociais**. Disponível em: <<https://aplicacoes.cidadania.gov.br/ri/pabcad/painel.html>> Acesso em 20 de outubro de 2022.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. **Benefícios de Municípios por grupo de espécies 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/dados-abertos-previdencia/previdencia-social-regime-geral-inss/emitidos-municipios-2021> Dados obtidos em 18 de outubro de 2022.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Tesouro Nacional Transparente**. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/temas/estados-e-municipios/transferencias-a-estados-e-municipios> Acesso em 20 de outubro de 2022.

MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE, **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca: PAN-BRASIL**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

MMA. **Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil** / MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana, organizador. Brasília: MMA, 2007.

MOREIRA, Emília; TARGINO, Ivan. **Capítulos da Geografia Agrária da Paraíba**. João Pessoa: Editora Universitária/ UFPB, 1997.

NAÇÕES UNIDAS, **Lançamento da Década das Nações Unidas para os Desertos e a Luta Contra a Desertificação**, 2010. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/decada-da-onu-para-os-desertos-e-a-luta-contr-a-desertificacao/>>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

NAÇÕES UNIDAS, **Quase metade da população mundial viverá em áreas com grande escassez de água até 2030**, 2013, Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/quase-metade-da->

populacao-mundial-vivera-em-areas-com-grande-escassez-de-agua-ate-2030-alerta-onu/>.

Acesso em: 10 de maio de 2021.

NASCIMENTO, F. R. do. Métodos em questão. **O uso da Teoria dos Sistemas em Geografia Física: o caso da Geomorfologia**. 136 fl. Monografia (Bacharelado em Geografia – Levantamentos Fisiográficos e conservacionistas). Fortaleza, 2001.

NIMER, E. **Desertificação: realidade ou mito?** Revista Brasileira de Geografia, nº1, p. 7-40, 1988. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1988_v50_n1.pdf

PAE - **Plano de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca de Minas Gerais**. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Coordenação de Combate à Desertificação; Secretaria Executiva, 2010.

PARAÍBA. **Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAE/PB**. João Pessoa: Secretaria de estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia/SUDEMA, <https://paraiba.pb.gov.br/diretas/secretaria-de-infraestrutura-dos-recursos-hidricos-e-do-meio-ambiente/arquivos/atlas-pb-2017.pdf/view> 2017.

PAN-Brasil. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Ministério do Meio Ambiente - Secretaria de Recursos Hídricos. 2004.

PANCD, **Auditoria ao Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação**. Portugal. <https://www.environmental-auditing.org/media/116595/rel019-2019-2s.pdf> 2019.

PATRÍCIO, Maria da Conceição Marcelino, **O Processo de Desertificação nos Municípios de Cabaceiras e Barra de São Miguel-PB: uma análise a partir dos índices biofísicos (NDVI, TGSÍ e albedo) e socioeconômicos no período de 1989 a 2010**. 136f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande UFCG, Campina Grande-PB, 2017.

PEGADO, C. M. A. **Efeitos da invasão da algaroba (Prosopis juliflora) sobre a composição florística e a estrutura da caatinga no município de Monteiro-Paraíba**. Dissertação de Mestrado. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia-UFPB. Areia (PB): UFPB, 2004.

PEREIRA, Daniel Duarte, **Cariris paraibanos: do sesmarialismo aos assentamentos de reforma agrária. Raízes da desertificação?** (Tese Doutorado), UFCG/RECURSOS NATURAIS, 2008.

PEREZ MARIN, Aldrin M.; CAVALCANTE, Arnóbio de M. B.; MEDEIROS, Salomão S.; TINÔCO, Leonardo B. de M.; e SALCEDO, Ignácio H. **Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica.** v.17, nº34, Brasília - DF. p.87 –106, 2012.

PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro.** – Brasília: PNUD, Ipea, FJP, 2013.

Porto Editora – **Desertificação no Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha].** Porto: Porto Editora. Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/desertificacao> Acesso em 15 de agosto de 2022.

QGIS Development Team, **QGIS Hannover 3.16.2.** N Geographic Information System Installation Guide. Open-Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html, 2022.

RAMOS, Thalita Ranielly Moraes. **Possíveis contribuições da associação de apicultores e meliponicultores na socioeconomia no município de São José dos Cordeiros - PB.** Artigo Científico apresentado ao Curso Superior de Tecnologia em Gestão Pública do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Sumé. 2018.

RAFFERTY, John P. e PIMM, Stuart L. **"Desertificação"**. Enciclopédia Britânica, 29 de janeiro de 2020, <https://www.britannica.com/science/desertification>. Acesso em 25 de abril de 2022.

RICHÉ, G. R.; SÁ, I. B.; FOTIUS, G. A. Pesquisa sobre reabilitação ambiental no trópico semiárido brasileiro. **Semana de Recursos Naturais e Meio Ambiente.** Salvador/BA. 1994.

RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V., CAVALCANTE, A. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

ROMERO, Arturo Garcia e JIMÉNEZ, Julio Munoz. **El paisaje en el âmbito de la Geografía.** Cidade do México: Instituto de Geografía. 2002.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. São Paulo, **Revista do Departamento de Geografia**, FFLCH-USP, n°8, 1994.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SÁ, I. B., & Angelotti, F. **Degradação ambiental e desertificação no semiárido brasileiro**. In: Angelotti F, Sá IB, Menezes EA, Pellegrino GQ (eds). 2021.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, S. B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil: conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.

SANTANA, O.P.; ESTIMA, A.L.; FARIAS, I. **Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.1, n.1, p.31-40, 1972.

SANTOS, D. C. dos; ARAÚJO, L. de F.; LOPES, E. B.; VASCONCELOS, M. F. de. Usos e aplicações da palma forrageira. In: LOPES, E. B. **Palma Forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no Semiárido nordestino**. 1 ed. João Pessoa: EMEPA-PB, p. 99-150. 2012.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL, Ministério de Desenvolvimento Agrário, Perfil Territorial do Cariri Ocidental, **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. 2015.

SICAR. **Cadastro Ambiental Rural Municipal**. Atualização em 2021. Disponível em: <https://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=PB> Acesso em: 19 de dezembro de 2022.

SILVA, G. J. F. da. **Estimativa de Indicadores Biofísicos para avaliação do processo de Desertificação no Município de São João do Cariri - PB**. 2014. 127 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

SILVEIRA, Emerson Lizandro da **PAISAGEM: um conceito chave na Geografia. Observatório Geográfico de América Latina**. EGAL-12. México. 2009.

SCHAMA, Simon. **Paisagem e memória**. Trad. Hildegard Feist. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SCHWARZER, Helmut. **Impactos socioeconômicos do sistema de aposentadorias rurais no Brasil**—evidências empíricas de um estudo de caso no estado do Pará. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada –Ipea. Rio de Janeiro, 2000.

SOBRINHO, J. F.; FALCÃO, C. L. da Costa. (orgs.). **Semiárido: diversidade, fragilidades e potencialidades**. Sobral: Sobral Gráfica, 2006.

SOCHAVA, V. B. **Introdução à teoria dos Geossistemas**. Novosibirsk: Nauka, 1978.

SOUZA, Bartolomeu Israel; LIMA, Eduardo Rodrigues Viana de. Desertificação na Paraíba. **I Seminário Regional sobre Potencialidades do Bioma Caatinga**, Sumé – PB, 2014.

SOUZA, Bartolomeu Israel; TRAVASSOS, Ibrahim Soares. **Solos e Desertificação No Sertão Paraibano**. Cadernos do Logepa, v.6, n°2, p. 101-114, jul./dez. 2011.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. Tese de Doutorado. UFRGS, Porto Alegre, 2008.

SOUZA, Bartolomeu Israel de; Dirce Maria Antunes SUERTEGARAY y Eduardo Rodrigues VIANA DA LIMA. Políticas públicas, uso do solo e desertificação nos cariris velhos (PB/Brasil). Scripta Nova. **Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales**. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, vol. XIV, n° 311. 10 de janeiro de 2009.

SOUZA, Marcos José Nogueira. **Geomorfologia e Planejamento Ambiental**. Revista de Geografia (Recife). V.35, n°04. Especial XII SINAGEO, 2018.

SOUZA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semiárido paraibano**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. p-203. 2007.

SOUZA, D.C.– org., **Apicultura manual do agente de desenvolvimento rural**. –Revista Brasileira do SEBRAE. 2007.

SPÖRL C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim**, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). São Paulo: USP, 2001.

SPÖRL C, ROSS JLS. Análise comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, p. 39-49, 2004.

TAVARES, Valter Cardoso; ARRUDA, Ítalo Rodrigo Paulino; SILVA, Danielle Gomes da. **Desertificação, Mudanças Climáticas e Secas no Semiárido Brasileiro: Uma Revisão Bibliográfica.** Geosul, Florianópolis, v. 34, n° 70, p. 385-405, jan./abr. 2019.

THORNES, J.B. Vegetation cover as a control on the impact of global climate change at the regional and local scales: models and their data requirements. In: ENNE, G.; PETER, D.; POTTIER, D. (Eds.). **Desertification Convention: data and information requirements for interdisciplinary research.** European Commission, p -374. 2001.

TOSTO, M. S. L. et al. **Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v. 8, n°3, p. 239-249, 2007.

TRAVASSOS, Eduardo Panisset e FILHO, Oswaldo Bueno Amorim. A percepção geográfica da paisagem cárstica como instrumento de preservação. **Revista de Biologia e ciências da Terra.** Universidade Estadual da Paraíba, 2001.

TRAVASSOS, I. S.; SOUZA, B. I. Os negócios da lenha: indústria, desmatamento e desertificação no Cariri paraibano. **GEOUSP – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 18, n°2, p. 329-340, 2014.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: FIBGE/SUPREN, UNCCD, https://prais.unccd.int/unccd/reports?field_year_target_id=All&field_country_target_id&items_per_page=25. 1977.

VIEIRA, R. M. S. P. **Susceptibilidade à degradação/desertificação no semiárido brasileiro: Tendências atuais e cenários decorrentes das mudanças climáticas e do uso da Terra.** 2015. 87 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências do Sistema Terrestre, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2015.

Z Aidan, R.T. **Geoprocessamento Conceitos e Definições.** Revista de Geografia. PPGeo - UFJF v.7, n°2, 2017.

Zonneveld, I.S. **Land ecology. An introduction to landscape ecology as a base for land evaluation, land management and conservation.** Amsterdam: S.P.B. Academic Publishing, The Netherlands, p-199. 1986.

poliana.ufcg@gmail.com