



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (POSGEA)
LINHA DE PESQUISA: ANÁLISE AMBIENTAL
TESE DE DOUTORADO

ANTONIA DOS REIS SALUSTIANO EVANGELISTA

**DESERTIFICAÇÃO EM PAISAGEM CÁRSTICA:
UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL NO PLATÔ DE IRECÊ, BAHIA.**

PORTO ALEGRE - RS

2021

ANTONIA DOS REIS SALUSTIANO EVANGELISTA

DESERTIFICAÇÃO EM PAISAGEM CÁRSTICA:
UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL NO PLATÔ DE IRECÊ, BAHIA.

Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de Doutora em Geografia do
Instituto de Geociências da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Dirce Maria Antunes Suertegaray

PORTO ALEGRE - RS

2021

CIP - Catalogação na Publicação

Evangelista, Antonia dos Reis Salustiano
DESERTIFICAÇÃO EM PAISAGEM CÂRSTICA: UMA ANÁLISE
MULTITEMPORAL NO PLATÔ DE IRECÊ, BAHIA / Antonia dos
Reis Salustiano Evangelista. -- 2021.
239 f.
Orientadora: Dirce Maria Antunes Suertegaray.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de
Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Paisagem. 2. Suscetibilidade. 3. Desertificação.
4. Carste. I. Suertegaray, Dirce Maria Antunes,
orient. II. Título.

ANTONIA DOS REIS SALUSTIANO EVANGELISTA

**DESERTIFICAÇÃO EM PAISAGEM CÁRSTICA:
UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL NO PLATÔ DE IRECÊ, BAHIA.**

Tese apresentada como requisito parcial à
obtenção do título de doutora em Geografia do
Instituto de Geociências da Universidade Federal
do Rio Grande do Sul.

Orientador: Dirce Maria Antunes Suertegaray

PORTO ALEGRE - RS, 22 de setembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Roberto Verdum (Doutor)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Flávio Rodrigues do Nascimento (Doutor)
Universidade Federal do Ceará - UFC

Bartolomeu Israel de Souza (Doutor)
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

Dedico esta tese a todos os sertanejos que mesmo diante das adversidades impostas pela natureza e outras tantas construídas pela própria sociedade, seguem lutando por dias melhores no platô de Irecê.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é reconhecer a contribuição de cada pessoa na realização deste trabalho. Assim, agradeço primeiramente a Deus por Ele ser a minha força e o meu refúgio. Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo acolhimento da minha proposta de pesquisa, e especialmente à minha orientadora Dirce Maria Antunes Suertegaray pela confiança e por ter me dado autonomia para que eu trilhasse o caminho da pesquisa, construindo a identidade do meu trabalho e de mim mesma enquanto pesquisadora. Obrigada por estar sempre disponível nos momentos que precisei das suas valiosas contribuições. Foi um privilégio e uma honra ter sido orientada por uma das referências da Geografia do Brasil e, em especial, por ser uma pessoa acessível, generosa e amiga.

O meu agradecimento ao professor Roberto Verdum pelas importantes sugestões no início da pesquisa e pelos importantes diálogos na cadeira de Desertificação: Questão Ambiental, do Departamento de Geografia da UFRGS. Muito obrigada ainda aos examinadores: Laurindo Guasselli, Ulisses Bremer e Bartolomeu Israel pelas valiosas sugestões no processo de qualificação, as quais foram fundamentais para a continuidade desta tese.

Agradeço ainda aos meus amigos, os doutores Jémison Mattos e Israel Oliveira Jr. pelo apoio, incentivo, inspiração e pelos diálogos sobre o meu objeto de pesquisa. Gratidão ao Carlos Ney e a Fernanda pelo apoio e acolhimento durante os trabalhos de campo na região de Irecê. Obrigada a cada sertanejo que contribuiu com o seu depoimento e a sua história de vida para a realização deste trabalho.

Finalmente, quero agradecer à minha família, principalmente, aos meus pais: Florentino José Evangelista (*in memoriam*), que partiu enquanto eu realizava o meu, o nosso sonho... à minha mãe Josefina Salustiano Evangelista, que mais do que nunca tem me ensinado, com o seu exemplo, a ser forte diante das adversidades da vida, sem perder a sensibilidade e a vontade de viver. Obrigada, ainda, aos meus irmãos amados, aos meus sobrinhos, ao Luciano pelo carinho, apoio e a palavra amiga no momento certo.

RESUMO

A desertificação, compreendida como o processo de degradação das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas, constitui um problema presente em várias partes no mundo, sobretudo na zona Intertropical. No Brasil, está localizado no semiárido nordestino, devido às condições climáticas, associadas com o uso das terras. Para estudar essa problemática, a presente tese elegeu como objetivo geral analisar a suscetibilidade da Microbacia do Rio Baixão Veredinha, com o escopo de responder se existe relação com a dinâmica ambiental, que permita identificar essa área como em processo de desertificação. Assim, foram estabelecidas questões norteadoras relacionadas aos aspectos físicos, ao processo de ocupação e às suas implicações na paisagem e na estrutura fundiária. O recorte temporal foi estabelecido na periodização (1887 a 2016) que abrange três ciclos de ocupação da região de Irecê. A microbacia é formada pelo município de Irecê, além das porções dos municípios: João Dourado, Lapão, São Gabriel e Presidente Dutra. O método adotado foi a análise da paisagem, com base nos elementos: função, forma, estrutura e dinâmica. A aplicação do método possibilitou a identificação, a delimitação e a classificação das unidades de paisagem, e na elaboração da modelagem sobre a suscetibilidade da microbacia à desertificação. A metodologia utilizada foi pautada no uso das técnicas do geoprocessamento e do sensoriamento remoto, o que tornou possível a leitura da paisagem por meio de diversos produtos cartográficos. Foram analisados ainda indicadores de desertificação em diferentes categorias, como: os indicadores físicos, biológicos, socioeconômicos, entre outros. Dos resultados encontrados, podem-se destacar: a identificação dos compartimentos geomorfológicos e a identificação de 8 (oito) unidades de paisagem (UP) na microbacia. A partir dessas análises, concluiu-se que a maior parte da microbacia está com suscetibilidade média a alta para a desertificação, sobretudo nas áreas da depressão, ou seja, no platô. Isso ocorreu devido ao uso intenso de atividades agropecuárias ao longo dos ciclos de ocupação, em especial, no período de 1960 com a introdução do modelo produtivista pautado na mecanização da agricultura comercial, além das limitações climáticas, como as secas. Atualmente, a agricultura é mais diversificada e, desde 1980, o uso da irrigação vem se intensificando com a perfuração de poços tubulares. O processo de degradação ambiental, principalmente, o desmatamento do bioma caatinga foi financiado pelo próprio governo do Estado da Bahia, pois o incentivo à mecanização era realizado com base em diversos subsídios, como o aluguel de tratores a preços acessíveis, além da facilitação de linhas de crédito nos bancos oficiais para a aquisição de insumos agrícolas, dentre eles – os agrotóxicos. No entanto, esses benefícios foram drasticamente reduzidos na década de 1980, devido às perdas de safras, ocasionadas pelas secas severas que acometeram a região. Portanto, a forma intensiva de apropriação e de uso dos recursos naturais, associados com as limitações naturais causadas pelo clima semiárido, entre outros fatores contribuíram para o processo de degradação ambiental que de forma mais intensa está transformando lentamente a área que já foi considerada uma “ilha de umidade no sertão baiano” em um novo polo de desertificação.

Palavras-Chave: Paisagem. Suscetibilidade. Desertificação. Platô. Carste.

ABSTRACT

Desertification, understood as the process of degradation of arid, semi-arid and dry sub-humid lands, is a problem present in several parts of the world, especially in the Intertropical zone. In Brazil, it is located in the northeastern semi-arid region, due to climatic conditions associated with the land use. To study this topic, this thesis has as a general objective the analysis of the susceptibility of the Micro-basin of the Baixão Veredinha River, with the scope of answering if there is a relationship with the environmental dynamics, which allows to identify if this area is in the process of desertification. Thus, guiding questions related to physical aspects, to the occupation process, and to their implications for the landscape and land structure were established. The time frame was established in the periodization (1887 to 2016), which covers three cycles of occupation in the Irecê region. The micro-basin is formed by the municipality of Irecê, in addition to portions of the municipalities of João Dourado, Lapão, São Gabriel, and Presidente Dutra. The method adopted was the analysis of the landscape, based on the elements: function, form, structure, and dynamics. The application of the method enabled the identification, delimitation, and classification of landscape units, and the elaboration of modeling on the susceptibility of the micro-basin to desertification. The methodology used was based on the use of geoprocessing and remote sensing techniques, which permitted to read the landscape through various cartographic products. Desertification indicators were also analyzed in different categories, such as physical, biological, and socioeconomic indicators, among others. From the results found, the following can be highlighted: the identification of geomorphological compartments and the identification of 8 (eight) landscape units (UP) in the micro-basin. From these analyses, it was concluded that most of the micro-basin has medium to high susceptibility to desertification, especially in the depression areas, that is, in the plateau. This occurred due to the intense use of agricultural activities throughout the occupation cycles, especially in the period of 1960s with the introduction of the productivist model based on the mechanization of commercial agriculture, in addition to climatic limitations, such as droughts. Currently, agriculture is more diversified and, since 1980s, the use of irrigation has been intensified with the drilling of tubular wells. The process of environmental degradation, mainly the deforestation of the *caatinga* biome, was financed by the government of the State of Bahia, as the incentive to mechanization was carried out based on various subsidies, such as the rent of tractors at affordable prices, in addition to the facilitation of lines of credit in official banks for the acquisition of agricultural inputs, including pesticides. However, these benefits were drastically reduced in the 1980s, due to crop losses caused by the severe droughts that affected the region. Therefore, the intensive form of appropriation and the use of natural resources, associated with the natural limitations caused by the semi-arid climate, among other factors, contributed to the process of environmental degradation that, in a more intense way, is slowly transforming the area that was once considered an "island of humidity in the *sertão* of Bahia" into a new center of desertification.

Keywords: Landscape. Susceptibility. Desertification. Plateau. Karst.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo: microbacia do Rio Baixão Veredinha – território de identidade de Irecê/BA	28
Figura 2 - Mapa do território de identidade de Irecê	30
Figura 3 - Mapa de localização dos pontos visitados em Trabalhos de Campo (2017 a 2021)	43
Figura 4 - Mapa da área de risco à desertificação: mundo 1977	47
Figura 5 - Região Semiárida do Brasil, segundo delimitação de 2005	54
Figura 6 - Nova delimitação do Semiárido	56
Figura 7 - Mapa das áreas de risco à desertificação: o Brasil 1977	57
Figura 8 - Mapa das áreas suscetíveis à desertificação no Nordeste do Brasil	58
Figura 9 - Mapa dos núcleos de desertificação no semiárido brasileiro	59
Figura 10 - Mapa das áreas de suscetibilidade à desertificação na Bahia	62
Figura 11 - Mapa das regiões climáticas da Bahia: o mapa da CEPED em 1979	63
Figura 12 - Mapa PAE-BA (2014) e os polos regionais da desertificação: as unidades espaciais de análise	64
Figura 13 - Uso e cobertura da microbacia do rio Baixão Veredinha (1973)	103
Figura 14 - Uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (1986)	104
Figura 15 - Mapa de uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (1996)	105
Figura 16 - Mapa de uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (2006)	106
Figura 17 - Mapa de uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (2016)	107
Figura 18 - Mapa hipsométrico da Microbacia do rio Baixão Veredinha	117
Figura 19 - Mapa de declividade da microbacia do rio Baixão Veredinha	120
Figura 20 - Mapa da compartimentação geomorfológica da microbacia do rio Baixão Veredinha	122
Figura 21 - Localização dos poços tubulares na microbacia do rio Baixão Veredinha	132
Figura 22 - Mapa de solos da microbacia do rio Baixão Veredinha	136
Figura 23 - Mapa de aptidão dos solos da microbacia do rio Baixão Veredinha	138
Figura 24 - Mapa de NDVI – microbacia do rio Baixão Veredinha (Período Chuvoso) - 2001	159
Figura 25 - Mapa de NDVI: microbacia do rio Baixão Veredinha (período seco) 2001	160
Figura 26 - Mapa: Unidades de paisagem da microbacia do rio Baixão Veredinha	189
Figura 27 - Mapa de suscetibilidade à desertificação da microbacia do rio Baixão Veredinha	201

Figura 28 - Índice Hidrogeológico de Aridização e Desertificação (IHRAD).....	204
Figura 29 - Índice Hidrogeológico não Antrópico de Aumento da Aridez (IHNARA).....	205
Figura 30 - Mapa programa de combate à desertificação e mitigação dos efeitos das secas-Bahia (2010) – vulnerabilidade - Polo Irecê	208

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores de desertificação	33
Quadro 2 - Dados morfométricos extraídos do MDE (ALOS-PALSAR).....	36
Quadro 3 - Definição das classes NDVI.....	38
Quadro 4 - Síntese dos fatos: ecológicos, técnicos e socioeconômicos,	84
Quadro 5 - Dados das imagens do sensor Landsat	100
Quadro 6 - Nomenclatura e descrição das classes de NDVI.....	101
Quadro 7 - Divisão estratigráfica do Grupo Bambuí na região de Irecê	115
Quadro 8 - Classes de relevo e de declividade definidas pela Embrapa (1979).....	118
Quadro 9 - Nomenclatura e descrição das classes da compartimentação geomorfológicas...	121
Quadro 10 - Níveis de pertencimento dos planos de informação ao conjunto <i>fuzzy</i> de unidade de paisagem	188
Quadro 11 - Níveis de pertencimento ao conjunto <i>fuzzy</i> de suscetibilidade à desertificação	200
Quadro 12 - Extensão das classes e a suscetibilidade à desertificação na microbacia.....	202

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Poços tubulares: profundidade e vazão (m ³ /h)	130
Gráfico 2 - Balanço hídrico segundo Thornthwaite 1948 (50 mm)	146
Gráfico 3 - Calendário agrícola	147
Gráfico 4 - Comparação da distribuição das chuvas	151
Gráfico 5 - Irecê - utilização das terras em hectare (1995)	163
Gráfico 6 - João Dourado: utilização das terras em hectare (1995)	164
Gráfico 7 - Lapão: utilização das terras em hectare (1995).....	165
Gráfico 8 - Presidente Dutra: utilização das terras em hectare (1995).....	166
Gráfico 9 - São Gabriel: utilização das terras em hectare (1995).....	167
Gráfico 10 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: estabelecimentos que fizeram uso de adubos ou corretivos e irrigação (1995).....	168
Gráfico 11 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: percentual de efetivo de rebanho (bovino)- 1975-2019.....	170
Gráfico 12 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de tratores (1995)	172
Gráfico 13 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de máquinas para plantio - grades e arados (1995).....	173
Gráfico 14 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: sistema de preparo do solo	175
Gráfico 15 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de estabelecimentos com área irrigada (2017).....	176

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Feira livre - Vila de Lapão, Irecê (fev. 1962)	72
Imagem 2 - Lavadeiras no rio Jacutinga, em Irecê (1962)	73
Imagem 3 - Pivô central utilizado para a irrigação da lavoura de cebola em Irecê.....	75
Imagem 4 - Monumento alusivo ao Tri-consórcio (mamona, milho e feijão) localizado no centro da cidade de Irecê	79
Imagem 5 - Solo em descanso e o cultivo de milho	80
Imagem 6 - Lavoura de mamona no povoado de Babilônia, município de Lapão.....	95
Imagem 7 - Espacialização da concentração da Terra na Bahia com base no índice de Gini 2006	97
Imagem 8 - Região agrícola de Irecê: mapa de utilização da terra e distribuição do habitat rural.....	99
Imagem 9 - Processo de ravinamento, localizado em uma propriedade no povoado de Mocozeiro, no município de Irecê - área com declividade moderada.....	108
Imagem 10 - Cultivo da pinha irrigada, no município de Presidente Dutra.....	109
Imagem 11 - Unidade de armazenamento e beneficiamento da cebola, no entroncamento rodoviário entre João Dourado e Irecê	110
Imagem 12 - Bairro Shampoo Charme, localizado em Irecê	111
Imagem 13 - Mapa Geomorfológico do Estado Bahia	114
Imagem 14 - Exemplos de dolinas	125
Imagem 15 - Exemplos de rachaduras.....	126
Imagem 16 - Praça da Fonte, em Lapão	127
Imagem 17 - Perfuração de poço tubular, em uma propriedade no município de Lapão.....	131
Imagem 18 - Mapa geológico	134
Imagem 19 - Preparação do solo para o cultivo de feijão	139
Imagem 20 - Processos erosivos de ocorrência no semiárido da Bahia, região de Irecê	154
Imagem 21 - Área utilizada para lavoura e pastagem alternada, no município de João Dourado	171
Imagem 22 - Uso do sistema da coivara para o preparo do solo em Irecê	174
Imagem 23 - Área abandonada no povoado de Itapicuru, em Irecê	184
Imagem 24 - O Platô e a área urbana de Irecê.....	190
Imagem 25 - Caatinga arbórea arbustiva antropizada - Presidente Dutra	192
Imagem 26 - Lavouras que predominam na UP3	193

Imagem 27 - Caatinga arbustiva antropizada	195
Imagem 28 - Solo exposto	196
Imagem 29 - Instituto de Permacultura em Terras Secas	198

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Irecê - Produção de milho, feijão e algodão na década de 1950	76
Tabela 2 - Evolução do número de tratores e arados mecânicos no município de Irecê em comparação com a Bahia (1950 – 1985)	81
Tabela 3 - Estrutura Fundiária: Irecê (1940)	87
Tabela 4 - Estrutura Fundiária: Irecê (1950)	89
Tabela 5 - Estrutura fundiária: Irecê (1970)	90
Tabela 6 - Expansão da área ocupada pelas lavouras temporárias, em hectare, na Bahia, região de Irecê e Irecê (1950/1985)	91
Tabela 7 - Estrutura Fundiária: Irecê (1980)	92
Tabela 8 - Classificação dos Imóveis Rurais em Relação ao Tamanho da Área: Irecê, BA (2017).....	95
Tabela 9 - Classes de usos e cobertura da Terras com as extensões	107
Tabela 10 - Períodos e fases da evolução cárstica superficial (segundo Lladó,1970).....	128
Tabela 11 - Variação mensal das chuvas na Região de Irecê (1972-1988).....	142
Tabela 12 - Variação anual das chuvas - Irecê (1944/1994)	143
Tabela 13 - Balanço hídrico segundo Thornthwaite (1948)	146
Tabela 14 - Registros de secas no semiárido brasileiro do século XVI ao XXI	148
Tabela 15 - Frequência de ocorrência de seca, segundo o ano civil - Irecê (1944-1994)	150
Tabela 16 - Variação anual da pluviosidade e a sua relação com a produção de feijão.....	152
Tabela 17 - Microbacia do Rio Baixão Veredinha - utilização das terras em hectare (1995)	162
Tabela 18 - Evolução do efetivo de rebanho bovino na microbacia em comparação com a Bahia- 1975/2019.....	169
Tabela 19 - Microbacia do Rio Verde: número de tratores, implementos e máquinas utilizados nos estabelecimentos (2017).....	173
Tabela 20 - Evolução da população 1970 a 2010 da microbacia	177
Tabela 21 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: perfil da população	178
Tabela 22 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: percentual da população considerada pobre e abaixo da linha da pobreza.....	179
Tabela 23 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: aspectos socioeconômicos (2017)	180
Tabela 24 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de família beneficiadas pelo Programa Bolsa família e valores das transferências mensais (2021).....	181
Tabela 25 - Taxa de crescimento anual dos municípios que compõem a microbacia.....	182

SIGLAS

ALOS-PALSAR	Daichi - Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar
ASD	Áreas Suscetíveis à Desertificação
CAR	Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
CEPAC	Comissão Estadual de Planejamento Agrícola
CEPED	Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
COBRADE	Codificação Brasileira de Desastres
CODEVASF	Companhia para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPATSA	Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido
CPRM	Companhia Nacional de Produção Mineral
EBDA	Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário
EMATERBA	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia
SEPLANTEC	Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPABA	Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GTI	Grupo de Trabalho Interministerial
IA	Índice de Aridez
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística ASD
IHNARA	Índice Hidrogeológico não Antrópico de Aumento da Aridez
IHRAD	Índice Hidrogeológico de Aridização e Desertificação
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IPÊTERRAS	Instituto de Permacultura em Terras Secas
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário-
MDE	Modelo Digital de Elevação
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
MNT	Modelo Numérico de Terreno
MOD13	Gridded vegetation indices
MODIS	<i>Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer</i>

NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NF	Nível Freático
ONG	Organização Não Governamental
PAE	Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PIB	Produto Interno Bruto
PNPB	Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel
PPP	Parceria Público Privada
PTDRS	Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável
RMS	Região Metropolitana de Salvador
SDR	Secretaria de Desenvolvimento Rural
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRTM	Missão Topográfica Radar Shuttle ou Missão Topográfica de Radar Embarcado
STR	Sindicato dos Trabalhadores Rurais
SUDENE	Superintendência para o Desenvolvimento do Semiárido
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNEB	Universidade do Estado da Bahia
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UP	Unidades de Paisagem
UP1	Depressão com Infraestrutura Urbana
UP3	Depressão com Uso Intenso pela Agropecuária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	JUSTIFICATIVA DO RECORTE TEMPORAL	21
1.2	DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	22
1.2.1	Elementos climatológicos	22
1.2.2	Elementos geomorfológicos.....	23
1.2.3	Elementos socioeconômicos	24
1.2.4	Uso e ocupação associados à estrutura fundiária	24
1.3	HIPÓTESE	25
1.4	OBJETIVOS	27
1.4.1	Objetivo Geral	27
1.4.2	Objetivos específicos.....	27
1.5	ÁREA DE ESTUDO, MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS....	27
1.5.1	Método de pesquisa	31
1.5.2	Procedimentos metodológicos.....	35
1.5.2.1	Etapa 1 - levantamento bibliográfico e produção cartográfica.....	35
1.5.2.2	Etapa 2 - seleção dos indicadores de desertificação	38
1.5.2.3	Etapa 3 - Sistematização dos dados climáticos	40
1.5.2.4	Etapa 4 - Trabalho de campo	40
1.5.2.4.1	<i>Primeiro trabalho de campo</i>	<i>40</i>
1.5.2.4.2	<i>Segundo trabalho de campo</i>	<i>40</i>
1.5.2.4.3	<i>Terceiro trabalho de campo</i>	<i>42</i>
	CAPÍTULO 2 - UMA REVISÃO AOS ESTUDOS DE DESERTIFICAÇÃO	47
2.1	O DEBATE HISTÓRICO SOBRE A DESERTIFICAÇÃO NO MUNDO	47
2.2	ESTUDOS PIONEIROS SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL	51
2.3	DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL E A ESPACIALIZAÇÃO DO PROBLEMA ..	54
2.4	PRINCIPAIS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO FENÔMENO DA DESERTIFICAÇÃO.....	65
	CAPÍTULO 3 - O PLATÔ DE IRECÊ: UMA PERIODIZAÇÃO DOS ASPECTOS DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS.....	68
3.1	O PRIMEIRO CICLO DE OCUPAÇÃO (1877 a 1940): DO “CURRAL” DE GADO AO ARADO MECÂNICO.....	69

3.2	SEGUNDO CICLO DE OCUPAÇÃO (1940 a 1970): O INCREMENTO DAS TÉCNICAS AGRÍCOLAS E A IMPLANTAÇÃO DO MODELO PRODUTIVISTA	75
3.3	TERCEIRO CICLO DE OCUPAÇÃO (1980 a 2000): O DECLÍNIO ECONÔMICO E OS NOVOS ARRANJOS PRODUTIVOS REGIONAIS	82
CAPÍTULO 4 - A QUESTÃO AGRÁRIA E A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL: A RELAÇÃO ENTRE A ESTRUTURA FUNDIÁRIA E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL		86
4.1	A EVOLUÇÃO DO QUADRO AGRÁRIO E A INSUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO MODELO PRODUTIVISTA	86
4.2	O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA MICROBACIA DO RIO BAIXÃO VEREDINHA: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL (1960 a 2017)..	98
4.3	A VULNERABILIDADE DA POPULAÇÃO SERTANEJA FRENTE À DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E ÀS DISPARIDADES SOCIOECONÔMICAS	111
CAPÍTULO 5 - CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA MICROBACIA DO BAIXÃO VEREDINHA		114
5.1	ASPECTOS MORFOESTRUTURAIS.....	114
5.2	A EVOLUÇÃO DA PAISAGEM EM AMBIENTE CÁRSTICO.....	124
5.3	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DO SISTEMA CÁRSTICO NO PLATÔ DE IRECÊ: O AQUÍFERO SALITRE	129
5.4	OS CAMBISSOLOS: O MANEJO E O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL	136
CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO		141
6.1	INDICADORES FÍSICOS	141
6.1.1	Variação anual, mensal e diária das chuvas	141
6.1.2	Balanco hídrico e calendário agrícola.....	145
6.1.3	O fenômeno das secas e os processos de desertificação	148
6.1.4	Perdas de safras	152
6.1.5	Erosão dos solos	153
6.2	INDICADORES BIOLÓGICOS	157
6.2.1	Redução da cobertura vegetal	157
6.2.2	<i>Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): quantidade de biomassa..</i>	<i>158</i>

6.3	INDICADORES AGRÍCOLAS	161
6.3.1	Uso e cobertura da terra	161
6.4	INDICADORES SOCIOECONÔMICOS.....	176
6.4.1	Nível econômico: renda per capita, percentagem de pobreza, dependência econômica	176
6.4.2	Estagnação econômica: migração, desemprego, abandono da terra	181
CAPÍTULO 7 - UNIDADES DE PAISAGEM E SUSCETIBILIDADE À		
	DESERTIFICAÇÃO.....	185
7.1	Análise das Unidades de Paisagem na microbacia.....	185
7.1.1	Depressão com infraestrutura urbana (UP1).....	190
7.1.2	Depressão com manchas de vegetação das caatingas (UP2).....	191
7.1.3	Depressão com uso intenso pela agropecuária (UP3).....	192
7.1.4	Depressão de uso intenso pela agropecuária com manchas das caatingas (UP4)	194
7.1.5	Morros com cobertura vegetal das caatingas (UP5)	194
7.1.6	Morros com cobertura de pastagens (UP6).....	195
7.1.7	Serras com cobertura vegetal das caatingas (UP7)	197
7.1.8	Serras de uso intenso pela agropecuária (UP8)	197
7.2	ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NA MICROBACIA	198
7.3	DESERTIFICAÇÃO EM PAISAGEM CÁRSTICA: SUGESTÕES PARA O ENFRENTAMENTO DA PROBLEMÁTICA NA MICROBACIA DO RIO BAIXÃO VEREDINHA.....	209
CONCLUSÕES		214
REFERÊNCIAS		217
ANEXO A – MAPAS DE NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI)		
		227
ANEXO B – PERFIL TOPOGRÁFICO		
		237
ANEXO C – RELEVO SOMBREADO.....		
		238

1 INTRODUÇÃO

A degradação dos recursos naturais associada às condições climáticas específicas, poderá culminar em áreas de clima áridos, semiáridos, e subúmidos secos, com a incidência da desertificação. O termo desertificação foi utilizado pela primeira vez, na década de 1940 do século XX, pelo francês Aubréville (1949), para caracterizar os problemas associados ao uso do solo no continente africano. Foi só na década de 1970 que o termo passou a fazer parte da literatura internacional, a partir da Conferência das Nações Unidas, em Nairóbi, no Quênia, em 1977, em que os cientistas discutiram as repercussões das secas que assolavam aquele país. Desde a década de 1970, do século XX, estudos apontavam à existência da desertificação em diferentes países do mundo, considerando como consequências principais desse processo, as secas e a fome.

No Brasil, o pioneirismo sobre os estudos referentes ao tema foi do professor da Universidade Federal do Ceará, Vasconcelos Sobrinho (1978), que identificou os chamados núcleos de desertificação na região semiárida do nordeste brasileiro. Na mesma década, o estudo sobre a Problemática da Desertificação e da Savanização no Brasil Intertropical de autoria de Aziz Ab'Saber (1977) representa outra importante contribuição sobre o tema. Desde então, diferentes estudos têm-se voltado para a investigação dessa problemática em várias escalas de análises espaciais e temporais, com aplicação de diversas metodologias e referenciais teóricos conceituais. Entretanto, até o presente momento, não há consenso sobre as verdadeiras causas responsáveis pelo desencadeamento dos processos de desertificação independente da questão escalar. No entanto, alguns pontos convergentes devem ser destacados nesses estudos, a saber:

- a) os critérios cientificamente aceitos para se definir a desertificação são baseados na evolução do ambiente natural frente às alterações decorrentes das mudanças edafoclimáticas, como alterações nas estruturas dos solos, mudanças em alguns elementos do clima, associados ao balanço hídrico, como: precipitação, evapotranspiração potencial, temperatura, entre outros. Alguns autores consideram a seca na vanguarda desse problema; e ainda as intervenções das sociedades relacionadas ao uso e à ocupação das terras, geralmente associadas ao passado recente;
- b) a delimitação espacial do problema geralmente ocorre por meio de uma das seguintes escalas (zonas, domínios, regional e local). Já a escala temporal é representada a partir das escalas (geológica, passado recente e o tempo presente);

- c) por vezes, o termo degradação ambiental aparece como sinônimo para o conceito de desertificação que, por seu turno, é associado ainda ao conceito de deserto;
- d) é notável ainda a relação entre desertificação, fome e pobreza, presente em vários estudos, por exemplo, a resolução 238/1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que aponta a “associação da desertificação à degradação da Terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, está a pobreza” (p.121). O documento acrescenta que essa associação vem sendo reconhecida em todo o mundo como um dos fatores principais associados às causas e às consequências do processo de desertificação. No entanto, há exceções, como as regiões que apresentam investimento em tecnologia de convivência com o clima semiárido, onde a realidade é diferente. Os perímetros irrigados de Juazeiro/Petrolina, por exemplo, são responsáveis pela geração de renda e divisas para o país, com a exportação de frutas *in natura* e vinhos finos. Todavia, a concentração de renda representa um desafio para a superação da pobreza de uma parte da população local.

1.1 JUSTIFICATIVA DO RECORTE TEMPORAL

A problemática foi analisada na Microbacia do Rio Baixão Veredinha, com base nos distintos recortes temporais e com base na seguinte periodização adotada:

- a) 1877 a 1940: período que remonta a ocupação da região a partir do Rio São Francisco. A área de estudo era descrita na literatura como uma “Ilha Insulada” no sertão baiano, fazendo, assim, uma referência às condições de umidade, ainda, a presença de solos férteis (calcários) que favoreciam a ocupação com base na agricultura itinerante, com a utilização de técnicas tradicionais. A produção era baseada no cultivo de algodão e na agricultura de subsistência;
- b) 1940 a 1980: período que corresponde à introdução do produtivismo, na região de Irecê. Esse modelo de produção capitalista é baseado na mecanização e na agricultura comercial. Esse período é marcado, portanto, pelo ápice na produção de feijão, que foi beneficiada pela inserção de técnicas agrícolas modernas, assim como o uso exacerbado de agrotóxicos, que contribuiu para o aumento da produtividade por hectare e impulsionou a agricultura comercial. Representou ainda o avanço do desmatamento do bioma caatinga que paulatinamente foi dando espaço aos cultivos comerciais. Os usos dos recursos hídricos também foram intensificados por meio das

perfurações de poços tubulares, uma vez que a drenagem é escassa e intermitente, devido aos fatores climáticos, geológicos e geomorfológicos;

- c) 1980 a 2000: esse período, por um lado, representa o declínio da produção de feijão, devido às perdas de safras; por outro lado, ocorreu a intensificação da agricultura irrigada, para a produção de beterraba, cebola, cenoura, frutíferas etc., uma vez que as secas se tornavam mais frequentes e intensas e os investimentos foram reduzidos. É caracterizado ainda pela diversificação da produção agropecuária, com base na irrigação que representa uma das principais atividades produtivas desenvolvidas atualmente na microbacia. A forma de ocupação, ao longo dos anos, repercutiu no desencadeamento de processos de degradação ambiental intensa, o que levou a região de Irecê a fazer parte do mapa das áreas suscetíveis à desertificação no Brasil.

1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Com o escopo de atingir os objetivos previamente definidos no contexto da pesquisa, foram considerados os seguintes eixos que estão articulados entre si: Elementos climatológicos; Elementos geomorfológicos; Elementos socioeconômicos; Usos múltiplos da terra associados à estrutura fundiária.

1.2.1 Elementos climatológicos

Para entender a relação entre as secas cíclicas que assolam o semiárido com o processo de desertificação, o clima deve ser considerado elemento-chave nesse processo, uma vez que as condições climáticas por si já representam um fator natural limitante ao desenvolvimento de algumas práticas agrícolas, na ausência de tecnologia adequada. Assim, serão analisados os episódios de secas registrados para o semiárido brasileiro que datam desde o século XIX, com a finalidade de compreender a atuação do clima no passado recente.

A seca é compreendida, então, como um desastre natural, que de acordo com a classificação da Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) “a seca é uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico”. (COBRADE, [20--], p. 4).

Para o entendimento do clima atual, foram analisados os dados climatológicos, visando compreender uma possível variabilidade climática, a partir da análise da distribuição e da frequência da precipitação ao longo de 30 anos, com ênfase para variação anual, mensal e diária;

o balanço hídrico, o calendário agrícola; as ocorrências e as frequências de secas, com as suas repercussões socioeconômicas e socioambientais. Além dessas variáveis climáticas, foi analisado ainda o Balanço Hídrico de Irecê, segundo Thornthwaite; Mather (1948).

Mediantes essas análises, é possível propor o seguinte questionamento: **em que medida as secas intensas que ciclicamente assolam o semiárido contribuem para o desencadeamento dos processos de desertificação na área de estudo?**

1.2.2 Elementos geomorfológicos

A área de estudo está situada totalmente no domínio dos calcários, na área denominada Platô Cárstico de Irecê, que domina 43,1% do município de Irecê, bem como as Superfícies de Acumulação da Depressão Sertaneja que representam (21%), segundo o PAE - Bahia (2014). Os solos associados a essas formações são basicamente os cambisolos e os latossolos vermelho-amarelo.

Associadas a essas formações sedimentares do tipo acamamento, a água da chuva infiltra com facilidade alimentando o lençol freático. Com isso, o aquífero salitre representa um importante elemento facilitador para o processo de ocupação da área. Segundo Duarte (1963), as áreas, onde o lençol era mais superficial, encontram-se ocupadas por pequenos aglomerados que se estabeleceram próximos às lagoas ali existentes.

Entretanto, com a frequência dos episódios de secas na região, o uso da irrigação passou a se intensificar, com base na perfuração de poços tubulares. Alguns estudos apontam o rebaixamento do aquífero salitre devido ao uso intensivo dos recursos hídricos, como também ao aparecimento de lapiás e dolinas. Essas formações estão associadas à existência das formações calcárias.

O estudo dos aspectos geomorfológicos da área, com base na elaboração da compartimentação do relevo e no desenvolvimento de trabalhos de campo, possibilitou a identificação e a compreensão da dinâmica dos processos atuantes na microbacia. A observação empírica também auxiliou no entendimento da relação entre o processo de ocupação com os aspectos geoambientais. Isso foi possível por meio da identificação dos pontos de ressurgência do lençol freático que favoreceu a formação de lagoas, as quais foram determinantes para a formação dos aglomerados rurais e a prática da agropecuária na microbacia.

Como questão inicial de pesquisa, sobre o aspecto geomorfológico, destacou-se o questionamento: **como a dinâmica geomorfológica, que ocorre em diferentes escalas temporais (geológica, passado recente e tempo presente) contribuíram e, ainda,**

contribuem para o processo de uso e ocupação da microbacia? E até que ponto as intervenções antropogênicas interferem na dinâmica geomorfológica da microbacia?

1.2.3 Elementos socioeconômicos

Com base nos parâmetros utilizados para o estudo da desertificação no Brasil e na América do Sul, os principais indicadores assumidos na tese são amplamente aceitos e aplicados pela comunidade científica, e foram baseados nas metodologias desenvolvidas e aplicadas pelos seguintes autores: Matallo Jr (2001) e Santos (2016). A partir da análise dos indicadores previamente elencados e com base ainda na metodologia e referenciais adotados, foi possível responder ao seguinte questionamento: **a desertificação é uma realidade na microbacia ou o problema representa apenas um nível extremo de degradação ambiental?**

Até a década de 1980, o município de Irecê constituía o segundo município brasileiro na produção de feijão. Com as secas que acometeram a região na década de 1990, foram atribuídas ao fenômeno *El Niño*, a causa do declínio na produção de grãos, o que fez a região entrar em decadência, e Irecê saiu do zoneamento agrícola brasileiro para esse grão (BARBOSA, 2000).

As secas constituem um fenômeno natural e ciclo que acometem a região com regularidade desde os primeiros ciclos de ocupação da região, em 1877. De acordo com a literatura especializada, é unânime entre os autores que a seca está na vanguarda dos processos de desertificação. Estudo realizado por Diva Vinhas Barbosa, intitulado “Os episódios de secas em Irecê” (BARBOSA, 2000) apresenta uma análise detalhada da incidência desse fenômeno, com destaque para as características do clima local e dos seus atributos. A autora afirma que “(...) a distribuição pluvial é marcada pela irregularidade mensal e anual, principalmente pela posição geográfica da área, situada na região semi-árida.” (BARBOSA, 2000, p. 67). Dessa maneira, a presente tese buscou responder ainda o questionamento: **quais são as vulnerabilidades a que a população está submetida frente à desertificação?**

1.2.4 Uso e ocupação associados à estrutura fundiária

A área de estudo é marcada por um processo de povoamento antigo ao longo do curso do Rio São Francisco. A ocupação foi realizada por uma parcela de trabalhadores sem terras que, fugindo das secas, apossou-se das terras que pertenciam a uma antiga Sesmaria. Esses trabalhadores praticavam inicialmente a agricultura itinerante, ou seja, desmatavam a cobertura

vegetal, colocavam fogo e faziam os roçados. Segundo Duarte (1963), a agricultura foi desenvolvida na região ao longo de muitos anos sem necessitar da adição de adubos, uma vez que o solo apresentava alta fertilidade natural.

No primeiro ciclo de ocupação, a quantidade de terras era maior do que a demanda, e, assim, os agricultores praticavam o pousio naturalmente. Com a introdução da agricultura comercial do feijão, nos anos 1940, a terra ficou cada vez mais escassa, e os cultivos eram alternados entre feijão, mamona, milho e algodão, não permitindo, assim, o descanso do solo ao longo do ano. De acordo com o mesmo autor, o desmatamento também foi ampliado para dar lugar às plantações que encontram no platô de Irecê um relevo plano e adequado para o uso da mecanização. Até 1980, a produção aumentava a cada ano e a densidade da população também, representada por pessoas atraídas pelas oportunidades de emprego.

O desencadeamento dos processos de desertificação é atribuído, muitas vezes, ao uso intensivo da terra associado às práticas tradicionais de manejo, que contribuem para a degradação ambiental. É válido ressaltar que a microbacia apresenta um predomínio de minifúndios (35), pequenas propriedades (18), médias (3) e grande (0) segundo dados do Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) (SICAR, 2017). Assim, cabe refletir com base no seguinte questionamento: **quais são as relações existentes entre a estrutura fundiária e a degradação ambiental na microbacia do Rio Verde?**

Para responder aos questionamentos e alcançar os objetivos previamente definidos, lançamos mão de um importante referencial teórico e conceitual, bem como do método de pesquisa que propõe uma análise integrada da paisagem, além dos aspectos metodológicos que possuem como suportes fundamentais o trabalho de campo, o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento.

1.3 HIPÓTESE

A área de estudo apresenta o índice de aridez 0,0061 (LOPES et al., 2017, p. 7) e, portanto, está situada no nível de suscetibilidade **inferior a moderada**, conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2004, p. 32). No entanto, de acordo com estudos recentes realizados por Lopes et al. (2017), ao analisar aspectos climáticos associados com à desertificação, apontam que muitas estações meteorológicas alteraram a classificação climática, nos últimos anos, geralmente aumentando o índice de aridez, como ocorreu na estação Irecê, que alterou a classificação do clima de subúmido seco para semiárido (LOPES et al., 2017). E assim, os autores chamam ainda a atenção para o fato que “(...) a região semiárida que antes

possuía núcleos úmidos no seu interior, atualmente passou a não mais existir”. (LOPES et al., 2017, p. 6).

Diante do exposto, o presente trabalho considera como tese que o processo de degradação ambiental que se verifica na microbacia do Rio Baixão Veredinha é decorrente da forma impactante de ocupação, sobretudo, a partir de 1940 com a inserção da agricultura comercial, com o sistema tri-consórcio, representado pela produção de: feijão, milho e mamona. Vale ressaltar que, no primeiro ciclo de ocupação, as terras agricultáveis eram abundantes e se praticava a rotação de cultura, áreas de vegetação nativa também estavam preservadas, e a água era abundante, conforme estudos de Duarte (1963), o qual denomina a região de Irecê, como uma “área agrícola insulada no sertão”. (DUARTE, 1963, p. 45). Essa referência é feita com base na quantidade de lagoas que existiam na região de Irecê, até a década de 1960. Esses corpos d’água eram associados aos afloramentos nas rochas calcárias, conferindo, assim, uma umidade no solo, na região, que destoava dos demais municípios vizinhos como Morro do Chapéu, por exemplo.

A degradação das terras é uma das características da desertificação e, assim, a análise da estrutura fundiária possibilitou uma reflexão sobre a importante faceta da relação natureza/sociedade, uma vez que, o trabalhador rural, com pequena disponibilidade de terra para a sua reprodução, enquanto sujeito; muitas vezes sem assistência técnica, acaba onerando os recursos naturais, na busca pela subsistência. Acrescenta-se ainda mais um agravante que é o Novo Código Florestal, que dispensou a obrigatoriedade da reserva legal nas propriedades com menos quatro módulos fiscais, isso favorece a superexploração dos recursos naturais, causando degradação ambiental no bioma Caatinga.

É sabido que a microbacia está inserida na área suscetível à desertificação, conforme MMA (2004). No entanto, segundo o mesmo Ministério, o índice pluviométrico de 500 mm/ano é o limite das isoietas das áreas mais secas do semiárido e, portanto, das ASD. No entanto, na área de estudo, a pluviosidade anual é em torno de **653,5 mm/anuais** (SEI/BA, 2011, p. 202), valor acima do considerado para as ASD. Entretanto, a degradação do solo, o contínuo desmatamento e a superexploração dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) representam uma realidade que se impõe nas últimas décadas, conforme estudos de Guerra (1986), Ramos et al. (2007) e Nepomuceno (2014). Todavia, somente um estudo mais aprofundado poderá confirmar ou não a referida tese.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar a suscetibilidade da Microbacia Hidrográfica do Rio Baixão Veredinha, a partir do recorte temporal de (1877 a 2016), com base nos indicadores de desertificação objetivando responder se existe relação com a dinâmica ambiental, que permita identificar essa área como em processo de desertificação.

1.4.2 Objetivos específicos

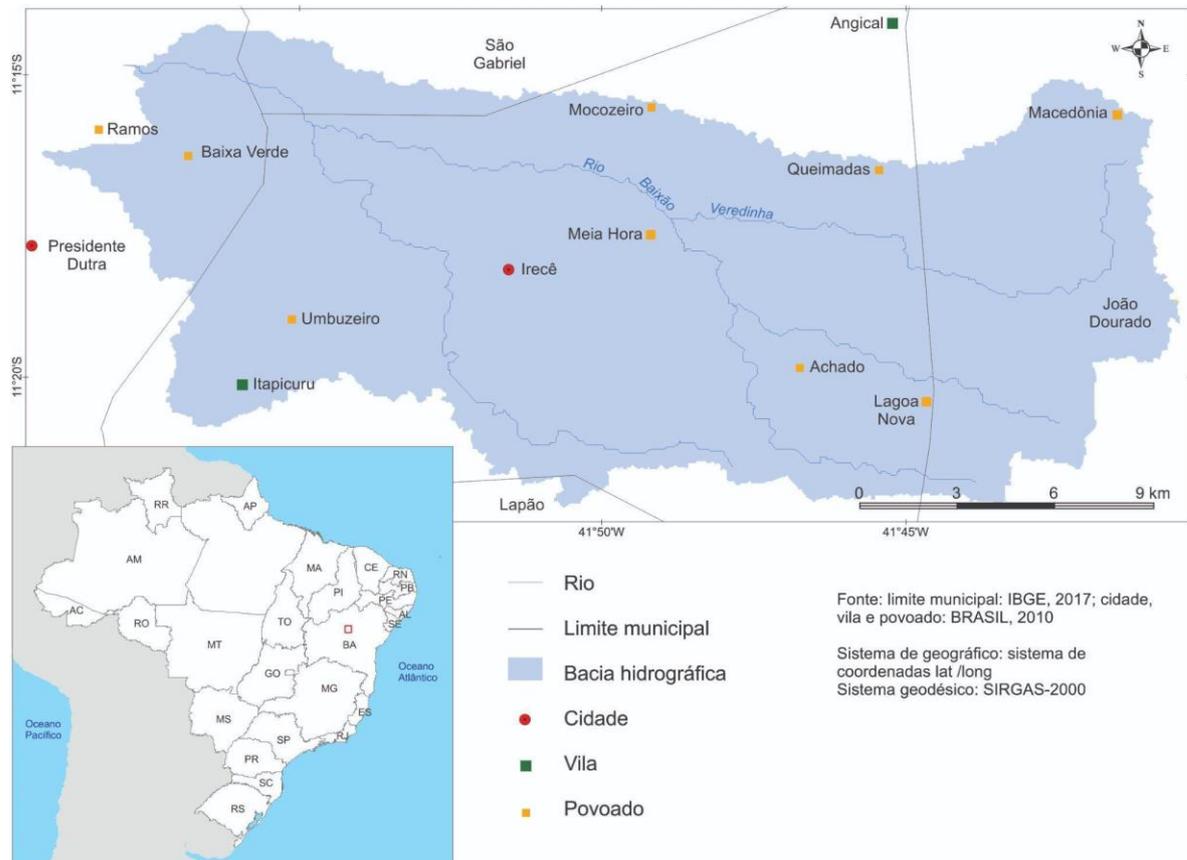
Considerando a desertificação como resultado dos processos associados à Natureza e à Sociedade destacam-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar e avaliar os indicadores dos processos de desertificação.
- Relacionar a estrutura fundiária com o uso da terra.
- Avaliar a suscetibilidade da microbacia frente aos processos de desertificação.
- Identificar as unidades de paisagens a partir do uso da terra, com base nos critérios: forma, função, estrutura e dinâmica.
- Elaborar um mapa síntese da suscetibilidade aos processos de desertificação da microbacia visando uma interpretação relativa ao conceito de desertificação.

1.5 ÁREA DE ESTUDO, MÉTODO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A área de estudo corresponde, portanto, à Microbacia Hidrográfica do Rio Baixão Veredinha (Figura 1) localizada na porção centro-norte do Estado da Bahia. Possui uma área de 256.291 km², pertencendo a Bacia Hidrográfica do Rio Verde e Jacaré, tributários da margem direita do Rio São Francisco. A área de estudo está inserida no chamado Território de Identidade de Irecê (SEI, 2017) que se localiza na zona fisiográfica da Chapada Diamantina, nos domínios dos calcários, na unidade geomorfológica Platô de Irecê. O recorte espacial abrange praticamente a totalidade do município de Irecê/BA, além de uma pequena porção ao oeste do município de João Dourado, a parte sul do município de São Gabriel e uma fração dos municípios de Presidente Dutra e Lapão. A área está aproximadamente a 481 km da capital Salvador.

Figura 1 - Localização da área de estudo: microbacia do Rio Baixão Veredinha – território de identidade de Irecê/BA



Fonte: IBGE (2017).

Elaboração: Antonia Evangelista & Israel O. Jr.

Para Botelho e Silva (2007), a bacia hidrográfica é a área drenada por um rio principal e seus afluentes, que pode ser delimitada a partir de cotas altimétricas identificadas pelos divisores de água. A bacia hidrográfica configura-se essencialmente pela hierarquia fluvial ou rede de drenagem, que constitui um conjunto de canais desde a nascente até o ponto de saída, ou seja, o exutório. Quanto à dimensão das bacias hidrográficas, “variam entre 5 a 100.000 km², intervalo bem mais amplo e com valores elevados (...)” (BOTELHO; SILVA, 2007, p. 158).

No entanto, para o presente trabalho foi feita a delimitação da microbacia, pois acredita-se que esse recorte espacial é mais eficiente e eficaz para a realização da análise da paisagem por meio da identificação, da delimitação e da análise das Unidades de Paisagens (UP). Assim, de acordo com a mesma autora, entende-se a microbacia como unidade espacial de análise, célula básica para o planejamento ambiental. Essa escolha justifica-se ainda, uma vez que a microbacia é também “representativa das condições físicas e socioeconômicas de porção significativa do território considerado”. (BOTELHO; SILVA, 2007, p. 159).

Cabe destacar três parâmetros utilizados:

a) delimitação da área de estudo e o meio físico da microbacia como resultado do mapeamento dos constituintes naturais e uso da terra;

b) compreensão da microbacia como área de análise integrada, que permite a identificação e a análise dos elementos entre a organização social (usos) e os aspectos do quadro físico como: geomorfologia, geologia, pedologia, clima e vegetação;

c) entendimento de que o recorte espacial possibilita, ainda, a identificação do uso da terra associado à estrutura fundiária, bem como evidencia evolução da paisagem mediante os processos naturais e/ou induzidos pela ação antrópica.

A partir desses três parâmetros, pode-se analisar a dinâmica dos elementos que compõem o quadro físico, assim como os usos múltiplos da terra, dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), da vegetação, entre outros, que se estabelecem nessa área, possibilitando, portanto, a delimitação, a identificação e a análise das UP.

Considera-se, ainda, a necessidade de um maior aprofundamento de estudos sobre o tema, na microbacia, especificamente, pois os estudos desenvolvidos na região apresentam uma escala de análise regional, como o conjunto das bacias do Rio Verde e Jacaré, portanto, os trabalhos trazem informações mais generalizadas sobre o tema. O intuito é realizar a investigação a partir da análise da atuação antrópica no processo de uso da terra, com base nos indicadores de desertificação. Há unanimidade entre autores ao afirmarem que a ação humana parece constituir um dos mais importantes agentes desencadeadores dos processos de desertificação, portanto, a microbacia possibilita uma análise integrada da relação sociedade e natureza.

A presença de algumas características, como superexploração do solo, desmatamento, sobrepastoreio, degradação dos recursos hídricos, coincide com os denominados indicadores de desertificação (MATALLO JR, 2001). No entanto, há uma necessidade de produção de conhecimentos sobre a referida problemática, considerando a vulnerabilidade da população, uma vez que a região é formada por pequenas e médias propriedades, com o predomínio de minifúndios, ou seja, por uma população com pequena fração de terra.

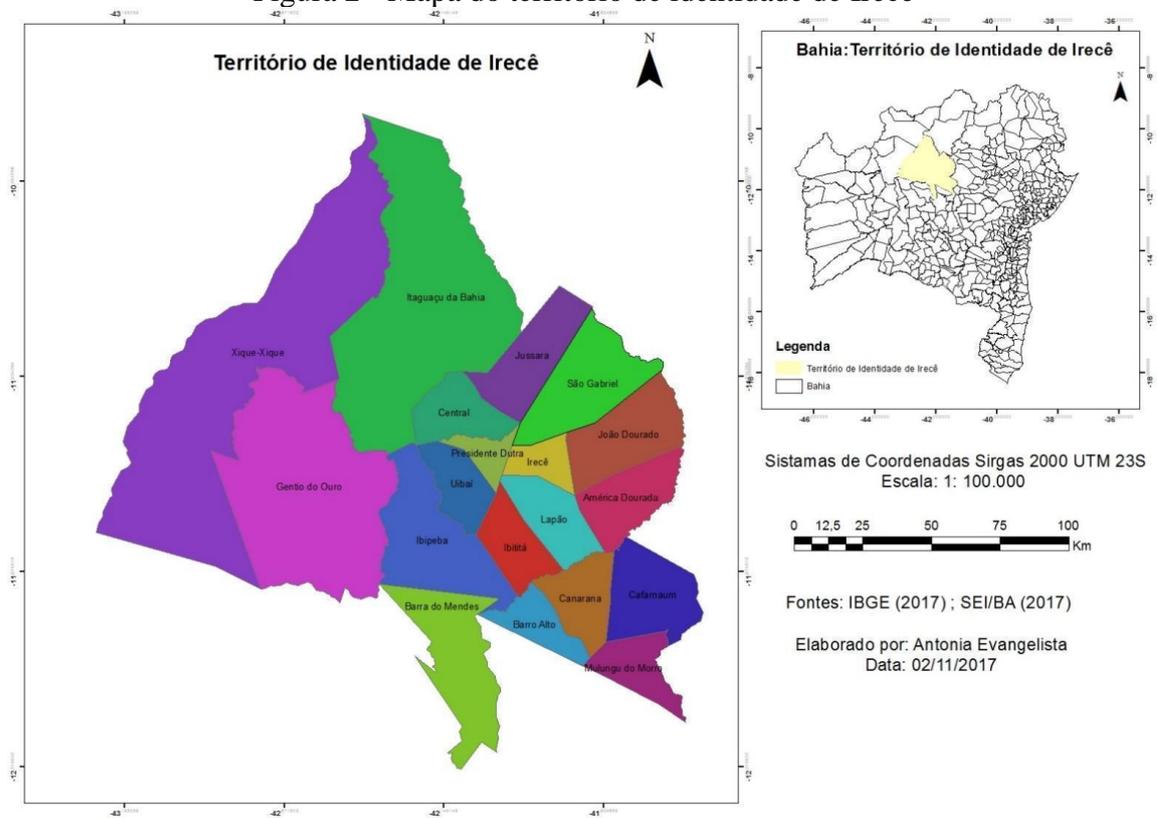
Para o MMA (2007), a desertificação nas ASD está associada à superexploração das terras, ou seja, a utilização dos solos com uma intensidade superior à capacidade de suporte desses sistemas ambientais. De acordo com Lopes et al. (2017), a partir da análise dos dados meteorológicos da Estação Irecê, referente ao período de 1973 a 2015, o Índice de Aridez (IA) é de $0,0061T + 12,7140$ (LOPES et al., 2017, p. 1017). O texto aponta ainda que há um aumento na taxa do IA, o que representa uma acentuada restrição da disponibilidade hídrica. Dessa

maneira, a área de estudo está situada na categoria **moderada** ($0,51 < IA < 0,65$), para a desertificação, de acordo com Matallo Jr (2001, p. 43).

Portanto, há necessidade de uma melhor compreensão da relação entre a degradação ambiental existente na região, as secas cíclicas que assolam o semiárido e a estrutura fundiária, sendo que esta última é historicamente desigual, no contexto da região Nordeste do Brasil.

A microbacia está inserida ainda no chamado Território de Identidade de Irecê (Figura 2), regionalização criada pelo Estado da Bahia, com base na metodologia do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) (2003) com o objetivo de alavancar o desenvolvimento dos municípios rurais do país.

Figura 2 - Mapa do território de identidade de Irecê



Fonte: SEI/BA (2017); IBGE (2017)
Elaboração: Antonia Evangelista

O Território de Identidade de Irecê (Figura 2) funciona desde 2003, segundo o Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável (PTDRS) (PTDRS, 2017) e congrega 20 municípios com aspectos históricos semelhantes, os quais resultam do desmembramento de municípios antigos como: Morro do Chapéu/BA, Irecê/BA, Central/BA e Xique-Xique/BA. Pode-se citar ainda como características comuns, segundo o mesmo documento: áreas de mineração, pecuária extensiva, agricultura familiar de subsistência, baseada na produção de

feijão e, mais recente, demais produtos, como cebola, sorgo, beterraba e cenoura; além do desenvolvimento da agricultura capitalista e mecanizada; cita-se ainda, os aspectos sociais, culturais e ambientais semelhantes. Esses constituem os principais critérios de regionalização, ou seja, de integração regional desses municípios em uma única base territorial, a partir das suas peculiaridades regionais.

1.5.1 Método de pesquisa

A concepção de análise da paisagem proposta por Roberto Verdum (2012), baseada na metodologia da Ecodinâmica de Jean Tricart (1977), será um instrumento-chave para análise do problema de pesquisa, em que o conceito de paisagem é entendido em um contexto dinâmico, de acordo com a concepção de Jean Tricart (1977). Em consonância com essa concepção, Bertrand afirma que a paisagem é a combinação dinâmica dos diferentes elementos (físicos, biológicos e antrópicos) os quais, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indivisível, em constante evolução (BERTRAND, 1971).

A análise da paisagem será realizada à luz dos conceitos **estrutura, processo, função e forma**, uma vez que essa se constitui como o conceito central do trabalho de pesquisa. A operacionalização do conceito será realizada na perspectiva que a paisagem deve ser “estudada como sendo composta pelo espaço natural e o construído pela ação humana em um cenário único e em processo constante de transformação” (VERDUM, 2012, p. 9). Portanto, para estudar os processos de desertificação será utilizado o conceito de paisagem, enquanto categoria de análise espacial.

De acordo com Verdum (2012, p. 19), a proposta de caracterizar um espaço geográfico qualquer, a partir da categoria espacial (paisagem), pressupõe a necessidade de definir os critérios fundamentais para a compreensão das diferenciações da paisagem, que são: a *forma* (aspectos visíveis), associada ao uso e à ocupação que é a *função*, reconhecidas como reveladoras dos valores e das funções dos objetos concebidos em determinado momento histórico, ou seja, a *estrutura*. Quanto à dimensão temporal, destaca que a “*dinâmica* é a ação contínua que se desenvolve gerando diferenças entre as UP” (VERDUM, 2012, p. 19). A análise do processo de ocupação da microbacia, a partir desse referencial, possibilita a revelação dos resultados das relações entre a sociedade e as diferentes formas de apropriação da natureza ao longo do tempo, fornecendo subsídios para a compreensão da paisagem em diferentes momentos históricos e, sobretudo, no tempo presente.

A caracterização das Unidades de Paisagens (UP), por sua vez, foi realizada por meio das diferenciações entre cada unidade, considerando que cada UP representa o conjunto das relações entre os elementos que compõem a natureza e a sociedade. As UP foram identificadas, delimitadas e analisadas pelas relações entre os aspectos físicos (geologia, geomorfologia, pedologia, clima, vegetação, recursos hídricos) e os aspectos sociais (usos múltiplos da terra e estrutura fundiária), representados nos indicadores de desertificação, organizados no Quadro 1.

Quadro 1 - Indicadores de desertificação

(continua)

INDICADORES FÍSICOS DE DESERTIFICAÇÃO	INDICADOR	DEFINIÇÃO/PARÂMETROS	UNIDADE DE MEDIDA	MÉTODO	*AVALIAÇÃO/MONITORAMENTO PERIODICIDADE
	1. Índice de aridez	Susceptibilidade a desertificação	Valor numérico de P/ETP (razão)	Thornthwaite (1941) ajustado	_____
	2. Perda de solo (erosão hídrica)	Pedregosidade superficial, pedestais de erosão, ravinas e voçorocas	Sem unidades específicas	Imagens orbitais e pesquisa em campo	A cada 1 ano
	3. Compactação do solo	Selamento superficial e aumento da densidade aparente	% de porosidade e densidade aparente	Pesquisa bibliográfica e trabalho de campo	A cada 1 ano
INDICADORES BIOLÓGICOS DE DESERTIFICAÇÃO	4. Redução da cobertura vegetal	Perda da vegetação nativa em relação à área total	% percentual	Imagens orbitais	A cada 10 anos
	5. NDVI índice de vegetação	Quantidade de biomassa	Método específico de sensoriamento remoto	Imagens orbitais	A cada ano (2001 a 2010).

(conclusão)

INDICADORES AGRÍCOLAS DE DESERTIFICAÇÃO	6. Uso e cobertura da terra	Cobertura do solo determinada por tipo formação vegetal (caatinga, floresta estacional semidecidual) ou por áreas residenciais (urbana). E o tipo de uso (agrícola, pastagem).	Área / tipo de uso e cobertura	Imagens orbitais e Pesquisa em campo	A cada 10 anos
	7. Manejo do solo	Mecanização – Aragem por trator causa danos ao solo	Tipo de tecnologia utilizada	Pesquisa em campo	Decenal
INDICADORES DE SITUAÇÃO (socioeconômicos)	8. Nível econômico	Renda per capita Porcentagem de pobreza Dependência econômica	Média de habitantes por área, %	Pesquisa em campo e censos agropecuários	Década de 2000
	9. Estagnação econômica	Migrações, desemprego, abandono da terra	%	Pesquisa em campo e Censos	A cada 2 anos ou decenal
INDICADORES DE SITUAÇÃO (físicos)	10. Ocorrência de secas	Secas: moderada, severa e grave	Quantidade de ocorrência por décadas	Pesquisa bibliográfica, e entrevistas	Décadas

Fonte: Adaptado de Matallo Jr. (2001); Santos (2016, p. 138).

1.5.2 Procedimentos metodológicos

Com o propósito de alcançar os objetivos definidos nesta tese e a necessidade de responder às questões norteadoras, apresentadas anteriormente, segue a sequência lógica dos procedimentos metodológicos, para abordar os aspectos da degradação ambiental e a suscetibilidade à desertificação na microbacia do rio Baixão Veredinha.

1.5.2.1 Etapa 1 - levantamento bibliográfico e produção cartográfica

A primeira etapa consistiu no levantamento bibliográfico em diversas fontes, como periódicos especializados, livros, teses e dissertações. Foi realizada a coleta de dados cartográficos (*shapefiles*) em banco de dados oficiais, a saber: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa); Companhia Nacional de Produção Mineral (CPRM); Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR/BA); Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A pesquisa na biblioteca digital do IBGE também foi muito relevante para a obtenção de fotografias antigas e mapas digitais representativos da área de estudo.

O trabalho cartográfico iniciou-se com a extração automática da Microbacia Baixão Veredinha, a qual pertence à bacia Hidrográfica do Rio Verde e Jacaré. O nome foi escolhido com base na denominação utilizada pelos habitantes da região hidrográfica. O procedimento foi realizado a partir da imagem Missão Topográfica Radar *Shuttle* (SRTM) (resolução 30 m) da Folha (SC-24-Y-C) com a utilização do *software* Arcgis 10.3 (licença da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Para extração da microbacia, foi necessária a criação de um *shapefiles* do tipo ponto, o qual foi inserido na foz do Rio Verde, formando, assim, o exutório, tornando possível a delimitação e a posterior extração da bacia. Esse procedimento foi feito no módulo do *Arctatalog*, a partir da função: ***Spatial Analyst – Tools - Surface – Contour***.

A partir do recorte espacial da microbacia (que serve como máscara para recortar outras camadas), foi feita a elaboração do mapa da área de estudo – Microbacia do Rio Verde – que abrange a totalidade do município de Irecê/BA, além de uma pequena porção das cidades de João Dourado, São Gabriel, Presidente Dutra e Lapão. Foram elaborados produtos cartográficos com base no Modelo Numérico de Terreno (MNT), utilizando as operações sobre o geo-campo numérico de altimetria com o escopo de obter os seguintes mapas:

- a) mapa hipsométrico (classes de altitude), onde a altimetria foi classificada, com base na operação de fatiamento, ou seja, em 4 classes (intervalo de classe de 50 m), uma vez que o relevo predominante é plano e suavemente ondulado;
- b) mapa de declividade: foram definidas 6 classes, posteriormente classificadas de acordo com a Embrapa (1979), seguindo os seguintes critérios para classificação da declividade: 0 a 3% (relevo plano); 3 a 8% (relevo suave ondulado); 10 a 20% (relevo moderadamente ondulado); 0 a 45 % (relevo forte ondulado); 45 a 75% (relevo montanhoso); > 75% (relevo escarpado);
- c) mapa orientação de vertentes: foram definidas 10 classes (intervalo de 45 graus) em seguida foi utilizada a ferramenta *Arc Toolbox: Spatial Analyst - superfície – aspecto - declividade*.

Esses produtos apresentam como fontes os dados vetoriais do IBGE (2017). Esse material foi utilizado para as análises sobre a microbacia do Rio Baixão Veredinha, como também serviram de base para a elaboração da compartimentação geomorfológica e o estudo dos processos erosivos. Ainda foram elaborados os mapas de classes dos solos, igualmente importantes para a análise das UP.

Com base nesses mapas, foi elaborado o mapa Geomorfológico, conforme as etapas descritas de forma resumida no Quadro 2. Assim, inicialmente foi feita a elaboração de dados morfométricos extraídos do Modelo Digital de Elevação (MDE) ALOS-PALSAR, com resolução espacial de 12,5 metros e imagem do sensor CNES/AIRBUS (7-1-2021). Para interpretação e vetorização em tela das unidades geomorfológicas, cujas classes estão sintetizadas no Quadro 9, no Capítulo 5 (p. 120). Para tanto, baseou-se na abordagem do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009). O mapa final possui escala cartográfica de 1/50.000.

Quadro 2 - Dados morfométricos extraídos do MDE (ALOS-PALSAR)

(continua)

Dados	Descrição
Curvas de nível	Extraído por meio do MDE, com equidistância de 10 m, 20 m e 30 m, que possibilitou analisar a amplitude altimétrica e as altitudes médias da bacia hidrográfica

(conclusão)

Mapa de aspecto	Definição da inclinação do relevo, baseada na disposição dos pontos cardeais e colaterais.
Declividade	Classificação acordada com as definições de EMBRAPA, 1979
Altimetria	Definiu-se classe, de acordo com os métodos de classificação em quebras naturais.
Relevo sombreado	Representação que aparenta uma visualização 3D da superfície topográfica, a partir da determinação de 45° de elevação solar e 315° de azimute.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Os mapas de NDVI foram elaborados com base nas imagens *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), produto MOD13, com resolução espacial de 250 m. Foram produzidos dez mapas concernentes ao período chuvoso e dez mapas para o período seco.

O índice foi proposto por Rouse e outros (1973) e é obtido por meio da equação 1:

$$NDVI = (\rho_{ivp} - \rho_v) / (\rho_{ivp} + \rho_v) \quad (1)$$

ρ_{ivp} = refletância no infravermelho próximo

ρ_v = refletância no vermelho.

Os valores expressos no produto do MOD13 variam de 0 a 1, sendo que a proximidade ao 0 (zero) expressa solo exposto e de 1 (um) maior densidade da cobertura vegetal. A disponibilização pública do produto MOD13 é realizada depois de executar o nível quatro de pré-processamento, constituído de correção geométrica, atmosférica e radiométrica (RUDORFF et al., 2007). Com isso, na fase de pré-processamento da pesquisa, alterou-se somente o sistema geodésico WGS84 para SIRGAS2000 e recortou as imagens segundo os limites da bacia hidrográfica.

Para a classificação dos mapas, observaram-se os intervalos NDVI para a microbacia hidrográfica, o levantamento de dados em campo e os mapas de uso e cobertura da terra. Assim, estabeleceram-se quatro classes, conforme sintetiza o Quadro 3.

Quadro 3 - Definição das classes NDVI

Intervalo	Definição	Classe
0,000 – 0,350	Solo exposto ou baixa densidade da biomassa	Baixo
0,351 – 0,500	Pouca biomassa	Médio-baixo
0,501 – 0,650	Quantidade razoável de biomassa	Médio
0,651 – 1,000	Densidade alta da biomassa	Alto

Fonte: Adaptado de RUDORFF et al. (2007).

Foram coletados dados sobre a estrutura fundiária, a partir do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), do Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) e do Projeto Geografar (UFBA). Já os dados referentes à espacialização e quantidade dos poços tubulares, foram utilizadas as informações da Companhia Nacional de Produção Mineral (CPRM). Essas informações foram transformadas em produtos cartográficos que foram importantes para análises supracitadas, as quais foram validadas em trabalhos de campo.

Foi realizada ainda a compartimentação geomorfológica da microbacia, com o escopo de identificar as unidades do relevo. Esse procedimento apresentou muita relevância, uma vez que serviu como base para a análise dos processos geomorfológicos atuantes na microbacia. A partir disso, procede-se a correlação entre o uso e a cobertura da terra, com a espacialização das atividades produtivas e a presença dos núcleos urbanos. O mapa Geomorfológico foi importante ainda para a confecção do mapa referente às UP e modelagem da suscetibilidade à desertificação para a microbacia, ambos utilizando a técnica de álgebra de mapas, com base no modelo *Fuzzy*.

1.5.2.2 Etapa 2 - seleção dos indicadores de desertificação

Para a etapa dois, foram selecionados os indicadores, com base nas propostas metodológicas do Matallo Jr (2001), com a metodologia dos indicadores de desertificação; e Lima et al. (2007), com a metodologia Santos (2016).

A partir da adaptação das metodologias, foram selecionados os indicadores de desertificação, conforme o Quadro 1 (página 32). A análise desses indicadores teve como escopo a identificação ou não da existência dos processos de desertificação na microbacia. Cada indicador foi analisado de acordo com as informações coletadas, seja em banco de dados oficiais, seja em trabalho de campo, com base nas entrevistas e na análise de documentos.

No aspecto socioeconômico, a investigação científica deu enfoque às atividades agropecuárias, que representam uma das principais atividades econômicas desenvolvidas na microbacia. Atualmente, a agricultura (irrigada e sequeiro) é desenvolvida com foco na comercialização dos produtos. A agricultura irrigada tem apresentado um crescimento expressivo na região, desde a década de 1980, devido à ocorrência de estiagens e às secas que periodicamente atingem a região, tornando praticamente inviável a agricultura de sequeiro, ou seja, as atividades agrícolas que dependem das chuvas.

Além do critério baseado no índice de aridez, as ASD são caracterizadas ainda pelos usos de indicadores, os quais estão “relacionados à propriedade e uso dos solos em áreas com isoietas pluviométricas, situadas no limite de **500 mm** (áreas mais secas do semi-árido)”. (MMA, 2004, p. 33). Outro critério adotado para a identificação dos processos de degradação, os quais poderão evoluir para a desertificação, foi proposta pelos pesquisadores do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semiárido (CPATSA), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – segundo Angelotti et al. (2009, p. 65), que estabeleceram os seguintes parâmetros de degradação ambiental:

(...) (severo, acentuado, moderado e baixo), segundo os tipos de associações de solos (Bruno Não Cálculos, Litólicos etc.), o relevo (suave ondulado, ondulado etc.), a sensibilidade à erosão (forte, muito forte, moderada) e o tempo de ocupação do solo (longo, médio, recente).

O estudo dos processos de desertificação exige uma reflexão sobre os aspectos relacionados à sociedade e à natureza. Dessa maneira, além dos critérios anteriormente destacados, é necessário pensar sobre a forma de uso e de ocupação desses espaços semiáridos.

A irrigação realizada de modo inadequado provoca a salinização do solo, ainda pode reduzir de forma drástica a produtividade das lavouras, levando então ao abandono de terras por parte dos agricultores. Dessa maneira, os indicadores de desertificação, elencados para a presente pesquisa, com seus respectivos objetivos e procedimentos de análise, levam em consideração a intrínseca relação – sociedade e natureza, ou seja, que fazem parte da dinâmica natural dos sistemas ambientais (clima, relevo, vegetação e solos) e os indicadores socioeconômicos, que estão na interface do uso e da ocupação da microbacia.

A utilização dos indicadores foi pertinente para a identificação, delimitação e análise das UP, frente a diferentes fácies de degradação ambiental existentes na microbacia. As UP são relevantes para individualizar esses recortes espaciais e tornar a análise mais aprofundada e eficiente.

1.5.2.3 Etapa 3 - Sistematização dos dados climáticos

A etapa três versará sobre o levantamento dos registros históricos das secas na Bahia e em Irecê e a análise do balanço hídrico e do calendário agrícola e teve como objetivo a análise dos dados climáticos compilados em estudo realizado por Barbosa (2000) com base na estação meteorológica de Irecê. A síntese dos elementos climáticos foi feita mediante análise da sistematização dos dados referentes à variabilidade pluviométrica, ao longo de 30 anos. Foram analisados ainda os registros históricos referentes aos episódios de secas do século XIX ao século XXI.

A realização da pesquisa e a compilação das imagens de satélites (Landsat e CBERS), para o período de 2001 a 2008, também fez parte dessa etapa. Para isso foram considerados os períodos secos e chuvosos do referido intervalo. As imagens foram processadas e analisadas para a posterior identificação da evolução do processo de uso e de ocupação da área de estudo. Nos mapas de NDVI (imagens MODIS), estão representados os períodos secos, considerando o mês de junho, e o período chuvoso representado pelo mês de janeiro. As imagens utilizadas englobam os anos em que foram registradas as ocorrências de secas, tais como: 2001 e 2010.

1.5.2.4 Etapa 4 - Trabalho de campo

1.5.2.4.1 Primeiro trabalho de campo

Esse trabalho foi realizado em julho de 2018, com a finalidade de reconhecimento da área de estudo, bem como conhecer futuros entrevistados: secretário do Meio Ambiente, Geólogo do Município de Irecê, Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR), representante de Organização Não Governamental (ONG), que desenvolve projeto de recuperação da Caatinga. Foi feito ainda o contato com professores da Escola Agrotécnica, que realizam ações voltadas para o manejo do solo e da água na microbacia.

1.5.2.4.2 Segundo trabalho de campo

O segundo trabalho foi realizado em 2019, com o objetivo de coletar dados *in loco* para a elaboração da síntese analítica do quadro ambiental, bem como validação dos documentos cartográficos previamente elaborados. Esse momento foi fundamental, haja vista que para compreender a dinâmica das relações entre os aspectos naturais e sociais, é importante conhecer o espaço analisado. Dessa maneira, visitamos alguns povoados como: Mocozeiro, Meia Hora,

Itapicuru e Cambuí, recolhendo dados sobre o uso e a ocupação das terras, existências de poços tubulares, pontos onde se instalam processos erosivos, como também foi possível verificar o processo de desmatamento existente em toda a microbacia. Foi realizada ainda uma visita ao arquivo público municipal, com o intuito de obter informações sobre o processo de ocupação e uso do território.

Essa fase foi marcada pelo intenso trabalho de campo, com o escopo de identificar e analisar pontos de erosão superficial, ravinamentos e voçorocamentos. O trabalho foi feito tendo como suporte o material cartográfico previamente elaborado, sobretudo, os mapas da compartimentação geomorfológica, o geológico, o de uso e ocupação e a carta topográfica de Irecê SC-24-Y-C- I, na escala de 1:100.000.

A verificação dos aspectos relacionados aos usos e à ocupação do território foi possível, com base na investigação das marcas deixadas pelo processo da ocupação, na existência das lagoas, dos aglomerados rurais, com suas toponímias singulares, das terras abandonadas após anos de usos na produção agropecuária, trilhas antigas entre outros aspectos.

Com o compromisso de responder às questões de pesquisa, bem como validar as informações obtidas por meio do Sensoriamento e do Geoprocessamento, utilizamos técnicas de pesquisa qualitativa, por meio de conversas com as pessoas da comunidade, como os gestores do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB); líderes sindicais, como o Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STRs) de Irecê, João Dourado, Presidente Dutra, Lapão e São Gabriel; servidores técnicos administrativos dos órgãos como: Companhia para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF); comerciantes e trabalhadores rurais, entre outros. No total, foram 20 pessoas, com o escopo de verificar a percepção dos sujeitos quanto às alterações da paisagem ao longo dos últimos 25 anos, que representa o tempo de uma geração. Esse período contempla também o ápice seguido do declínio econômico da região de Irecê. Assim, foram estabelecidos os seguintes critérios para escolha dos entrevistados, a saber:

- a) Liderança do Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) Irecê: pelo presidente do STR, foi possível obter informações sobre os aspectos produtivos, a estrutura fundiária do município e, sobretudo, ter acesso às informações junto aos trabalhadores rurais em suas propriedades.
- b) Trabalhadores rurais: foram escolhidos com base no tamanho da propriedade (um minifúndio, uma pequena e uma média propriedade), considerando a classificação do Instituto Nacional de Colonização e reforma Agrária (INCRA), 2017 e, também,

levando em conta que não existem grandes propriedades no município, atualmente, devido às divisões por meio da herança.

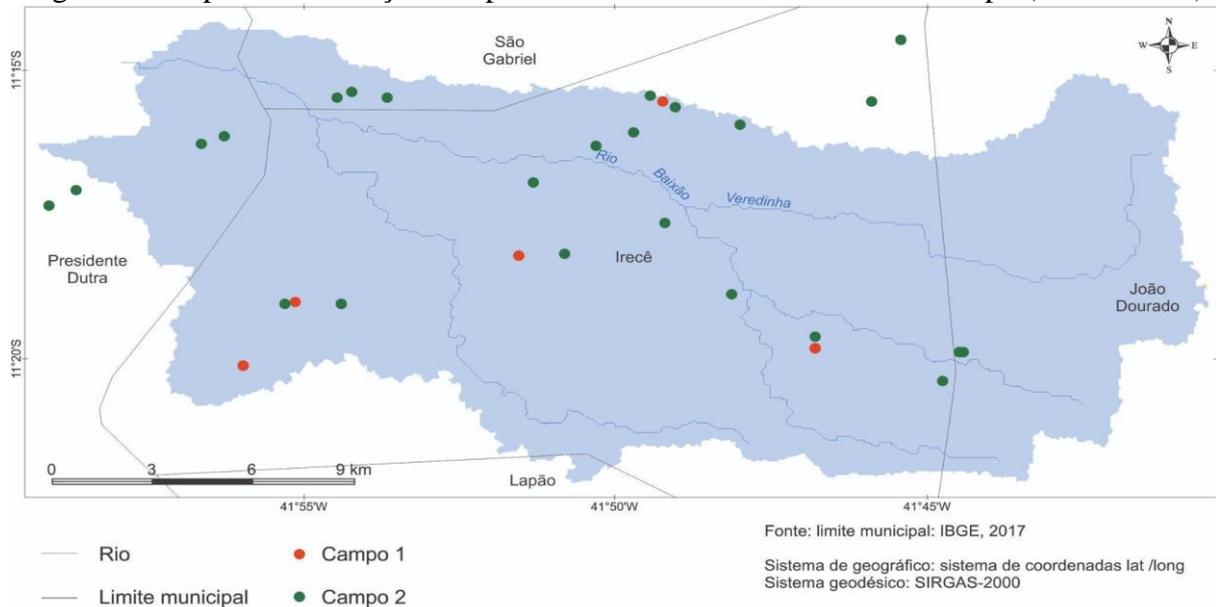
- c) Os trabalhadores com idade igual ou superior a 60 anos: esses trabalhadores vivenciaram o processo de transição da agricultura de subsistência para a agricultura comercial e, portanto, também são testemunhas das alterações da paisagem ao longo desse período.
- d) Os servidores técnicos administrativos dos municípios, como o geólogo e atual secretário de Agricultura e do Meio Ambiente de Irecê: responsável pelo licenciamento e acompanhamento das perfurações dos poços tubulares na região há mais de trinta anos. O técnico da CODEVASF, responsável pelos projetos públicos de desenvolvimento do Vale do Rio São Francisco, como o Projeto Baixio de Irecê.
- e) Diretor da Escola Estadual Agrotécnica de Irecê: responsável pela elaboração, orientação e implantação de projetos que visem a preservação do solo e da água no município de Irecê.
- f) Representante do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde e Jacaré: com a finalidade de verificar os aspectos sobre o uso e os conflitos relacionados à água na bacia.
- g) Técnico da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agropecuário (EBDA): responsável pelas ações de assistência técnica e extensão rural na região.
- h) As entrevistas foram realizadas de forma virtual, com o uso de aplicativo de comunicação e aplicação de formulário eletrônico, devido à impossibilidade do contato físico com os entrevistados, por causa da pandemia da covid-19, em que a ordem é o distanciamento social imposto pelos órgãos de saúde, isso no biênio 2020-2021.

1.5.2.4.3 Terceiro trabalho de campo

O terceiro trabalho foi realizado em janeiro de 2021 com a finalidade de concluir o mapeamento das formas de usos e ocupação da terra, bem como identificar *in loco* as feições geomorfológicas, sobretudo, aquelas que não podem ser visualizadas por meio dos produtos cartográficos, como as ravinas, dolinas, algumas áreas degradadas, as formas de usos, entre outras. Nessa etapa foram coletadas as coordenadas geográficas, com a utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS) para a elaboração da Figura 3 - com a localização dos pontos

visitados em Trabalhos de Campo, ao longo dos referidos anos, como é possível visualizar a seguir.

Figura 3 - Mapa de localização dos pontos visitados em Trabalhos de Campo (2017 a 2021)



Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

Mapa 5: Compartimentação Geomorfológica

De acordo com o IBGE (2009, p. 20), a ordem de grandeza das unidades de relevo é identificada de forma decrescente: Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevo Simbolizadas. Dessa maneira, pode-se caracterizar esses compartimentos, com suas respectivas ocorrências na área de estudo da seguinte maneira, de acordo com a hierarquização proposta pelo órgão oficial:

- a) **Domínios Morfoestruturais:** compreendem aos maiores táxons, correspondem ao primeiro nível. “[...] ocorrem em escala regional e organizam os fatores geomorfológicos, segundo o arcabouço geológico marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas” (IBGE, 2009, p. 28) – a Depressão Interplanáltica Semiárida.
- b) **Regiões Geomorfológicas:** constituem o segundo nível e representam os “compartimentos inseridos nos conjuntos litoestruturais, que sob a influência da ação dos fatores climáticos pretéritos e atuais, lhes conferem características genéticas comuns” (IBGE, 2009, p. 29) – a Chapada Diamantina.

- c) **Unidades Geomorfológicas:** é o terceiro nível taxonômico. “São definidas como arranjos de formas altimétricas e fisionomicamente semelhantes em seus diversos tipos de modelados” (IBGE, 2009, p. 29) – o Platô de Irecê.
- d) **Modelados:** constituem o quarto nível taxonômico. “Um polígono de modelado abrange um padrão de formas de relevo que apresentam definição geométrica similar em função de uma gênese comum e dos processos morfogenéticos atuantes [...]” (IBGE, 2009, p. 31). Segundo o mesmo Manual Técnico, pode-se citar como exemplo de modelado: acumulação, aplainamento, dissolução e dissecação. Na microbacia, os modelados são representados pelos (as): serras, morros, morrotes e planícies fluviais.
- e) **Formas de Relevo Simbolizadas:** representam a quinta ordem de grandeza “abrangem feições que, por sua dimensão espacial, somente podem ser representadas por símbolos lineares e pontuais”: dolina, ressurgência, sumidouro, vale cego. Na escala cartográfica (1:50.000), estabelecida no mapeamento geomorfológico, não é possível visualizar essas formas, porém essa limitação foi suprimida durante a realização dos trabalhos de campo em que foram feitos registros fotográficos das referidas formas.

Mapa 6: Delimitação e análise das UP

O método de análise da paisagem pode ser aplicado em três possibilidades: descritiva, sistêmica e perceptiva, segundo Verdum (2012). No presente trabalho, foi adotada a perspectiva sistêmica que considera a paisagem como um sistema aberto e dinâmico, em que os elementos naturais e sociais interagem uns sobre os outros para formar o todo. A proposta de caracterizar um espaço geográfico a partir da categoria paisagem, segundo o mesmo autor:

(...) sugere o estudo da combinação dos elementos físicos, biológicos e sociais, um conjunto geográfico indissociável, uma interface entre o natural e o social, sendo uma análise em várias dimensões. (VERDUM, 2012, p.17).

Nesse sentido, foi necessário definir as diferenciações entre as UP a partir de quatro critérios básicos, segundo Verdum (2012, p.18-19):

- a) **Forma:** é o aspecto visível de uma determinada paisagem, reconhecida pelos registros fotográficos e pelo uso dos produtos do sensoriamento remoto (fotos e imagens de satélites): o morfológico, a presença de corpos d'água, a cobertura vegetal e a ocupação das terras. Cada forma possui diferenças, tanto do ponto de

vista de suas dinâmicas, como também, da possibilidade de apropriação e uso social, isto é, a **função**.

- b) **Função:** pode ser compreendida pelas atividades que foram ou ainda estão sendo desenvolvidas e que se materializam nas formas criadas socialmente (espaço construído, atividades agrícolas, atividades mineradoras entre outras), e que também são reconhecidas em campo e pelos produtos do sensoriamento remoto, pelas diferenciações que apresentam em relação aos aspectos das unidades da paisagem, onde não ocorrem as diversas formas criadas socialmente.
- c) **Estrutura:** está associada à forma e à função, sendo esta reconhecida como a que revela os valores e as funções dos diversos objetos que foram concebidos em determinado momento histórico. A estrutura revela a natureza social e econômica dos espaços construídos.
- d) **Dinâmica:** é a ação contínua que se desenvolve gerando diferenças entre as UP, no que se refere aos resultados dessas dinâmicas, no tempo, em sua continuidade e em sua mudança. O tempo (geológico e histórico) revela o movimento do passado ao presente e este em direção ao futuro dessa paisagem.

Dessa maneira, o estudo das dinâmicas de cada UP revela diferentes significados, que são reconhecidos pela forma e podem ser analisados em termos de uso e de ocupação ao longo do tempo. Por isso a importância de se identificar as dinâmicas em cada UP, bem como a maneira de como estas estão conectadas. Assim, seguindo o método proposto por Verdum (2012, p. 18) para alcançar os objetivos de leitura e análise da paisagem, o trabalho foi estruturado em dois níveis de análise: observação e diferenciação da paisagem e a escala temporal.

- a) A observação e a diferenciação espacial (forma e estrutura) foram reconhecidas por elementos distintos da paisagem, como: relevo, cobertura vegetal, disposição das rochas e cursos d 'água.
- b) A apropriação e o uso (funcionalidade): observada e diferenciada pelas transformações da paisagem pelo trabalho e pelas técnicas utilizadas, considerando a paisagem também como um produto social.

Após a definição das UP de acordo com os critérios previamente estabelecidos, estas foram analisadas com base no referencial teórico e conceitual, a fim de averiguar as relações entre a estrutura fundiária e a vulnerabilidade dos trabalhadores rurais frente aos possíveis processos de desertificação.

Foram analisados ainda, os indicadores socioeconômicos, relacionados com os indicadores geoambientais, o que possibilitou a compreensão sobre alguns aspectos como: a relação entre os episódios de secas e as perdas de safras; os riscos ambientais relacionados à dinâmica natural da microbacia.

Sobre a estruturação do trabalho de pesquisa, a presente tese está organizada da seguinte maneira: após o capítulo 1 - introdutório, tem-se o capítulo 2, que apresenta uma abordagem teórica e conceitual referente ao tema da desertificação em diferentes escalas de análises, como: no mundo, no Brasil e, sobretudo, no semiárido brasileiro. O terceiro capítulo trata de uma periodização referente ao processo de ocupação da região de Irecê, destacando os aspectos naturais e sociais responsáveis pelas dinâmicas registradas nesta região singular, localizada no sertão baiano. O capítulo 4 refere-se às questões agrárias relacionadas com o quadro de degradação ambiental a partir da introdução do modelo produtivista.

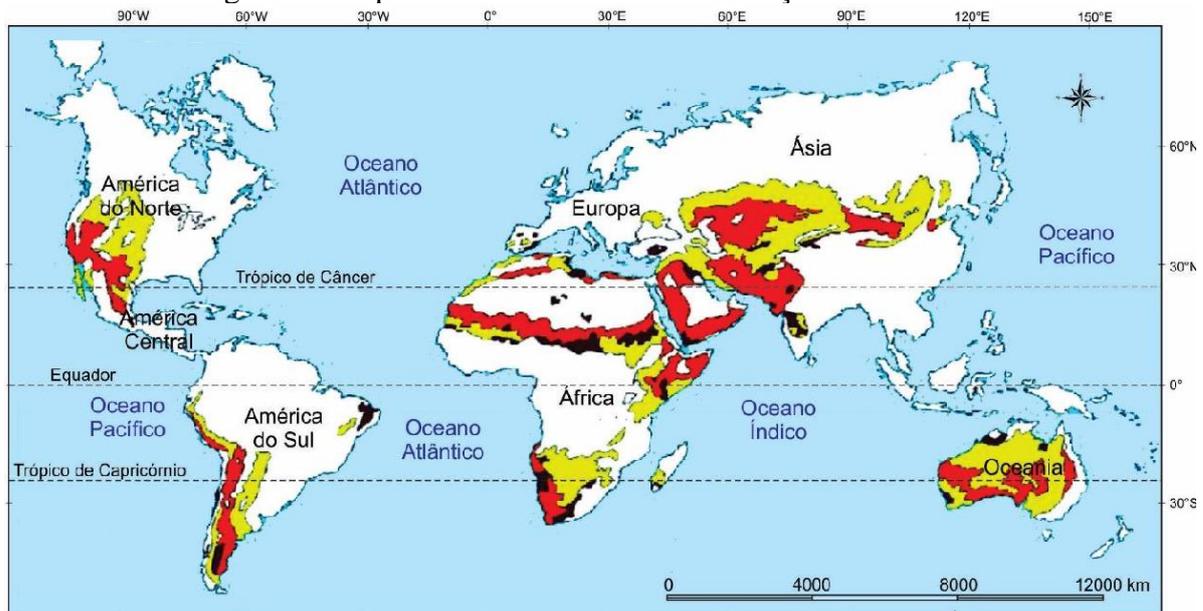
O Capítulo 5 diz respeito à análise da compartimentação geomorfológica da microbacia, assim como o estudo da evolução da paisagem em ambiente cárstico, a caracterização hidrogeológica do aquífero salitre e, finalmente, o manejo e o processo de degradação dos solos. Já o capítulo 6 versa sobre a identificação e a análise dos diferentes indicadores de desertificação, divididos nas categorias: físicos, socioeconômicos e biológicos. O capítulo 7, por seu turno, apresenta a análise da suscetibilidade à desertificação da microbacia, tendo como suporte o mapa das Unidades de Paisagem, dos dados obtidos em trabalho de campo e pelos demais produtos cartográficos. Neste capítulo, aborda-se ainda a suscetibilidade da microbacia frente aos processos de desertificação, assim como a classificação para o tipo de desertificação já identificado, bem como os seus principais agentes desencadeadores e a intensidade dos processos atuantes nas unidades de paisagem. Somam-se ainda algumas sugestões apontadas para o enfrentamento dos processos de desertificação identificados na área de estudo. E, finalmente, a conclusão retoma alguns pontos-chave da pesquisa e confirma a tese.

CAPÍTULO 2 - UMA REVISÃO AOS ESTUDOS DE DESERTIFICAÇÃO

2.1 O DEBATE HISTÓRICO SOBRE A DESERTIFICAÇÃO NO MUNDO

A preocupação com o meio ambiente e as relações entre a sociedade e a natureza constituem, atualmente, um aspecto muito relevante no meio acadêmico. No entanto, desde a década de 1960 com a emergência da questão ambiental, as discussões em torno do meio ambiente têm extrapolado as instâncias acadêmicas como a importante Conferência realizada em Estocolmo, na Suécia, na década de 70 para discutir a problemática ambiental, reunindo assim vários países. Seguida da I Conferência Mundial sobre Desertificação, realizada em Nairóbi (1977), no Quênia, para discutir as consequências da seca que assolou Sahel. Nessa conferência, também, foi realizado o mapeamento do risco à desertificação no mundo (Figura 4), a partir da conceituação oficial estabelecida para a problemática, com base no índice de aridez (NASCIMENTO, 2013).

Figura 4 - Mapa da área de risco à desertificação: mundo 1977



Fonte: United Nations. 1979

Sistema geográfico: Sistema de coordenadas lat / long
Sistema geodésico: SIRGAS2000

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2019

Risco
 ■ Muito alto ■ Moderado
 ■ Alto ■ Inexistente
 Fonte: Oliveira Júnior (2019, p. 56).

No processo de elaboração do Mapa referente à área de risco à desertificação: mundo 1977, permanecia a ideia de que o processo de desertificação era uma condição para a formação de desertos (UNESCO, 1979). Portanto, o risco à desertificação estava diretamente associado aos níveis de aridez das diversas regiões. Os índices de aridez eram obtidos pela diferença entre

o valor médio de precipitação anual e a taxa média anual de evapotranspiração potencial, de acordo com o balanço hídrico. Delimitaram-se, assim, as áreas de risco à desertificação por meio da identificação das regiões áridas e semiáridas mundiais (UNESCO, 1979).

As discussões, na década de 1970, foram pautadas em quatro pilares: clima, mudanças ecológicas, tecnologia e sociedade, que englobam diferentes áreas científicas, como a Climatologia, Economia, Sociologia, Agronomia, entre outras, para o estudo da problemática. Assim, o conceito de desertificação foi estabelecido na Conferência Internacional sobre a Desertificação de 1977 que considera

la désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est l'un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes, et réduit ou détruit le potentiel biologique, c'est-à-dire la production végétale et animale destinée à de multiples usages au moment même où un accroissement de la productivité est nécessaire pour satisfaire les besoins de populations grandissantes aspirant au développement (UNITED NATIONS, 1977 apud MAINGUET, 1995, p. 236).

Contudo, o termo desertificação foi utilizado pela primeira vez na década de 1940 do século XX, pelo francês Aubréville (1949), que estudou os aspectos ambientais na África tropical, onde os solos estavam em processo de degradação associadas às práticas agrícolas inadequadas. Entretanto, o conceito de desertificação foi elaborado e aceito internacionalmente na década de 1970 do século XX, durante a referida Conferência de 1977. O evento constituiu um marco importante na luta pelo combate à desertificação e a mitigação dos efeitos da seca. O encontro teve como objetivo discutir a problemática da seca e a fome que assolavam a região Sul do Saara, denominada de Sahel.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, no Rio de Janeiro (Rio 92), representou uma avaliação dos resultados alcançados com base no evento de 1977. A conclusão foi de que pouco foi feito até aquele momento para solucionar o problema. Como um dos produtos da Rio 92, foi elaborada a Agenda 21, que traz em seu capítulo 12 a atualização do conceito de desertificação como “o resultado da degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e sub-úmidas secas, decorrentes de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas” (UNESCO, 1992, p. 7). A inserção das áreas: áridas, semiáridas e subúmidas secas representa um esforço quanto à delimitação espacial do problema, onde os seres humanos aparecem como fator relevante para o desencadeamento desses processos.

A literatura aponta que as áreas degradadas como resultado das atividades antrópicas ocorrem há milênios, como resposta aos desmatamentos, ao excesso de pastoreio, ao consumo exagerado de água do solo, atividades mineradoras, entre outras. Conti (2008) destaca que a

atual região do *Crescente Fértil* (região da antiga Mesopotâmia) – beneficiada pelas águas dos rios Tigre e Eufrates – foi palco de uma próspera civilização, e; no entanto, hoje é uma região desértica, e que a atual região do deserto do *Rajasthan*, no norte da Índia, foi no passado sede de importante civilização.

Na Europa, a região norte do Mar Mediterrâneo, processos de desertificação ameaçam países como Espanha, na região de Andaluzia, o sul de Portugal, no Alentejo; a Itália e a Grécia também possuem áreas que demandam atenção. Além dessas áreas citadas, existem outras que apresentam clima semiárido e são igualmente apontadas como suscetíveis à desertificação. De acordo com Brandt e Geeson (2001), em trabalho realizado na Europa, as características reconhecidas para a existência dos processos de desertificação são as seguintes:

(...) solos pobres e de grande erodibilidade, diferentes altitudes de relevo e declives acentuados, perda excessiva de floresta causada pelos incêndios, abandono da agricultura tradicional, em conjunto com a deterioração das estruturas de conservação de água e de solo, sobreexploração dos recursos hídricos e concentração de atividades econômicas em áreas litorâneas. (BRENDT; GEESON, 2001, p. 1).

Os mesmos autores destacam que um indicador de desertificação alerta para a possibilidade da existência de um problema associado ao fenômeno e não necessariamente à ocorrência da desertificação. Assim, é necessário o estudo de diversos fatores (solo, precipitação, cobertura vegetal, declive, entre outros) para se chegar a um diagnóstico confiável. Estudos realizados na Europa se baseiam na metodologia dos indicadores, a Agência Europeia do Ambiente define esse instrumento como “(...) indicadores são informações qualificadas que ajudam a explicar como as coisas estão a mudar ao longo do tempo e como variam espacialmente” (BRENDT; GEESON, 2001, p. 2).

No continente africano, Cabo Verde, assim como outros localizados na região do Sahel e do Sudão enfrentam problemas relacionados com a desertificação, conforme aponta José Semedo (2010, p. 29) sobre aqueles países:

Viram-se de braços dados com a degradação de recursos naturais devido ao efeito combinado de secas prolongadas, do crescimento demográfico explosivo, da redução de solos aráveis pela expansão do deserto e erosão dos solos; diminuição de efectivos pecuários pela falta de água e de pastagens. Paralelamente assistia-se a uma dinâmica migratória para as regiões meridionais – domínios de Savana, com melhores condições pluviométricas, e na direcção de centros urbanos desprovidos de infraestruturas de acolhimento.

É possível inferir que a desertificação potencializa os efeitos catastróficos das secas prolongadas típicas da região do Sahel. No entanto, o autor chama atenção para alguns

elementos comuns nas áreas que sofrem com os processos de desertificação, como: a pressão populacional com o crescimento demográfico, a erosão dos solos, a redução dos recursos hídricos e o êxodo rural. Tais aspectos, portanto, referem-se às ações humanas sobre o ambiente.

Na América do Sul foi implantado, em 2006, *El Programa de Combate a la Desertificación y Mitigación de los Efectos de la Sequía en América del Sur*, cujo objetivo geral foi: “(...) elaborar una base sólida para la identificación de zonas áridas degradadas y sequías en Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú, de acuerdo con los principios de la UNCCD”. (BEEKMAN, 2007, p. 21).

Beekman (2007) destaca que o referido programa aponta os seguintes objetivos específicos para o combate à desertificação na América do Sul:

(i) mejorar la capacidad institucional en los países participantes en el combate de los problemas socio-económicos y ambientales causados por la degradación de las tierras secas y la sequía; (ii) desarrollar y aplicar el uso de indicadores regulares de desertificación; y (iii) contribuir para la reducción, así como identificar los motivos que causan la degradación de las tierras secas. (BEEKMAN, 2007, p. 21).

Os problemas associados com a desertificação apontados para o conjunto de países citados são os seguintes:

Gran parte de la degradación de tierras secas ocurre por el uso inadecuado de tierras que convierten las tierras utilizables en tierras marginales y improductivas. Ejemplos de esas actividades incluyen: pastoreo excesivo; corte de la vegetación para su uso como combustible; agotamiento del suelo por sobre-cultivo; salinización del suelo, drenaje de los humedales y planeamiento inadecuado de obras públicas o acciones estructurantes. (BEEKMAN, 2007, p. 22).

Ainda sobre os estudos na América na América Latina pode-se citar Quezeda e Varnero (2009), que ao estudarem as interações entre as mudanças climáticas e a desertificação na América Latina apontam que o processo de desertificação está relacionado aos seguintes aspectos:

La extracción de biomasa de los ecosistemas, con fines energéticos o forrajeros, es una de las mayores intervenciones humanas inductoras de desertificación. Esto reduce la protección del suelo, aumentando la vulnerabilidad de este frente a la acción erosiva del clima. La erosión de la capa superficial del suelo, reduce su fertilidad y capacidad de retención de agua, retroalimentando positivamente al deterioro de la cubierta vegetal, acelerando la desertificación. (QUEZEDA; VARNERO, 2009, p. 31).

Portanto, segundo os autores, as intervenções sociais são indutoras dos processos de desertificação, uma vez que aumentam a suscetibilidade dos ecossistemas frente às ações

erosivas do clima. A desertificação está relacionada, assim, à suscetibilidade natural dos ecossistemas aos efeitos das secas, que são agravados pelas ações da sociedade, sobretudo, pelo uso intensivo dos recursos naturais.

Apesar dos problemas levantados pelos autores serem comuns às áreas suscetíveis à desertificação ou até onde os processos já se encontram instalados, é sabido que um dos critérios para a definição de uma área desertificada é o índice de aridez proposto por Thornthwaite (1941) e amplamente aceito, inclusive pela Conferência do Meio Ambiente, realizada no Rio de Janeiro em 1992.

2.2 ESTUDOS PIONEIROS SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL

Sobre essa temática, no Brasil, o ecólogo Vasconcelos Sobrinho (1978) foi um pioneiro no estudo da desertificação no semiárido brasileiro. A partir do conceito legal, estudos científicos passaram a apontar uma série de outras abordagens conceituais sobre o fenômeno. Ainda assim, atualmente, o conceito de desertificação apresenta-se revestido de várias polêmicas, ou seja, não existe um consenso, quanto aos aspectos conceituais e metodológicos para a abordagem do problema, como também não existem métodos homogêneos para a identificação do fenômeno em escala mundial, devido às particularidades locais, sobretudo em relação às variáveis do meio, no que se refere aos aspectos das culturas humanas diversas. Dessa maneira, esses aspectos contribuem de forma negativa para a falta de implementação e efetivação das políticas de combate à desertificação.

Destacam-se como contribuições importantes, ainda nessa temática, os estudos realizados por Ab'Saber (1977), em que define a desertificação como: “[...] processos parciais de desertificação, todos aqueles fatos pontuais ou areolares, suficientemente radicais para criar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais”. (AB’SABER, 1977, p. 1).

Em 1988, o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro escreveu o texto intitulado “*On the Desertification in Nordeste Brasil and Man's Role in this Process*”, em que de forma muito original, enfatiza o papel do habitante (o sertanejo) e a sua persistência no processo de sobrevivência em meio à hostilidade climática. Para Monteiro (1988, p. 2): “Up to point, ‘desertification’, regarded as an extension or intensification of desert conditions, has involved a decline in the productivity of land. And so it becomes, fundamentally, a human problem”.

De acordo com o autor, a desertificação é um problema fundamentalmente humano, pois, à medida que os processos de desertificação interferem na produtividade da terra, geram as consequências, que são o resultado das ações humanas no ambiente. Monteiro (1988, p. 2) acrescenta ainda que “nas áreas sujeitas às estiagens a terra se não tratada com cuidado nunca pode recuperar-se completamente, envolvendo uma perda permanente da capacidade biológica”. Ao longo do texto, o autor discute ainda a adequação do conceito de desertificação, destacando a problemática no continente africano e no nordeste brasileiro.

Pode-se citar ainda trabalhos extremamente relevantes para a compreensão da problemática, em uma perspectiva climatológica, Nimer (1980) que realizou o “zoneamento sistemático de áreas mais predispostas à desertificação”, em que enfatizou os elementos climáticos por meio da caracterização climática, mediante estudo do regime pluviométrico, duração da estação biologicamente seca e variabilidade pluviométrica ano a ano. Já o professor Valdemar Rodrigues (1987) traz uma importante contribuição para o estudo de desertificação no Brasil, em que formula importantes reflexões sobre as interações conflituosas entre os fatores ecológicos e os fatores antrópicos para o entendimento da desertificação, uma vez que:

Al hablar de causas de desertificación nos encontramos muchas veces em una situación conflictiva: Son las causas de la desertificación puramente antropogénicas o son de interacción de factores ecológicos y factores humanos? (RODRIGUES, 1987, p. 2).

Nimer (1988) publica o trabalho *Desertificação: Realidade ou Mito?* em que o autor apresenta as bases teóricas e metodológicas para as pesquisas sobre desertificação. Neste trabalho, propõe uma metodologia a partir de três eixos: climatológico, geomorfológico e pedológico para o estudo da problemática no semiárido brasileiro. Como resultado da aplicação da metodologia, propõe a elaboração de cartas temáticas que, superpostas, possibilitaria conhecer os diferentes graus de riscos à desertificação no semiárido brasileiro.

Em 1995, estudos realizados pelo professor José Bueno Conti, que resultaram em sua tese de livre docência, em que utilizando uma escala regional procedeu as análises de séries temporais da pluviosidade (sete décadas), variabilidade interanual e ciclicidades, a partir de 237 postos analisados, indicou uma tendência positiva, sinalizando que a longo prazo, a região poderia se tornar mais úmida, porém a investigação também encontrou alguns enclaves onde ocorre claramente uma tendência à desertificação, como: a região de Inhamuns, no Ceará, o Raso da Catarina, na Bahia e a região dos Cariris Velhos, na Paraíba (CONTI, 2008, p. 45 apud CONTI, 1995).

Para identificação e análise das áreas suscetíveis à desertificação, muitos autores lançam mão da metodologia baseada em Indicadores de Desertificação, proposta por Matallo Jr (2001), o qual explica que os processos de desertificação poderão ser identificados e avaliados a partir de 19 indicadores, os quais abrangem não apenas os aspectos geoambientais, mas também consideram como relevantes as questões socioeconômicas. Já o trabalho de Sales (2003) apresenta um levantamento sobre as principais contribuições a respeito dos estudos da desertificação no nordeste brasileiro, destacando avanços e fragilidades metodológicas quanto às diferentes perspectivas de abordagens.

A problemática da desertificação foi tema da preocupação do Ministério do Meio Ambiente – MMA (2004), a partir da criação do Plano Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas. Esse estudo juntamente com o Atlas das Áreas Suscetíveis à Desertificação elaborado pelo mesmo ministério, em (2004), representam importantes bases teóricas e metodológicas, pois, além da gama de informações e dados abordados, impôs a obrigatoriedade da elaboração do Programa Estadual de Combate à Desertificação para cada estado inserido nas ASD. De acordo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a desertificação pode ser do tipo climática ou do tipo ecológica, sendo que na região nordeste do Brasil, particularmente no semiárido, desenvolve-se um processo de desertificação climática.

Angelotti et al. (2009) destaca os problemas decorrentes da ocupação e do uso do solo sem o manejo adequado. Apontam que a problemática em torno de alguns “núcleos de desertificação” já instalados no semiárido brasileiro, como os núcleos: Gilbués (PI), Seridó (RN), Cabrobó (PE) e Irauçuba (CE).

Pode-se citar ainda outras importantes contribuições de estudos baseados na utilização do Sensoriamento Remoto e do Geoprocessamento, como Grilo et al. (2009) em que realizou a caracterização geoambiental do município de Jeremoabo/Ba, com o objetivo de gerar dados para auxiliar na implementação de políticas públicas de combate à desertificação. Lobão et al. (2009) também elaborou mapeamento de áreas suscetíveis à desertificação no nordeste da Bahia, com o escopo de identificação, mapeamento e avaliação de áreas que apresentam degradação ambiental e desertificação. E os trabalhos desenvolvidos por Maurílio Nepomuceno (2011 e 2012) referentes ao uso e a cobertura das terras como indicativo de desertificação em Irecê, bem como a realização de uma análise geossistêmica na região de Irecê. Ambos os trabalhos tiveram como base a utilização do Sensoriamento Remoto e as técnicas do Geoprocessamento. Outra contribuição muito relevante para a compreensão da problemática, foi a tese de doutorado do autor Jémison Santos Mattos (2016), sobretudo, porque o estudo foi realizado em um ambiente cárstico no nordeste da Bahia, no município de Campo Formoso. O

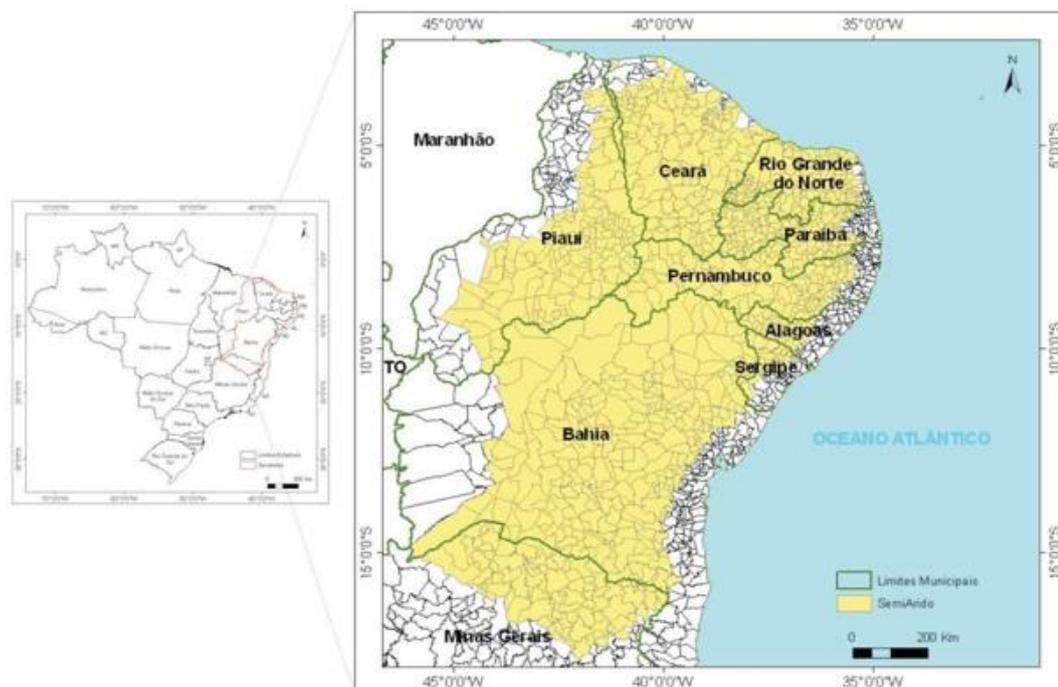
trabalho apresentou como suporte o uso das geotecnologias (Geoprocessamento e o Sensoriamento Remoto), na aplicação da metodologia baseada nos indicadores de desertificação.

Mesmo com o desenvolvimento de vários estudos sobre o tema, essa questão ainda requer uma resposta satisfatória. O que se pode realmente verificar é que áreas mais suscetíveis, sobretudo, quando sujeitas às secas severas, são mais expostas ao processo de desertificação e essas áreas estão associadas ainda a uma relevante densidade demográfica, formada por uma grande parcela da população empobrecida e, portanto, mais vulnerável.

2.3 DESERTIFICAÇÃO NO BRASIL E A ESPACIALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A Região Semiárida do Brasil (Figura 5) foi criada pela Lei Federal nº 7.827 de setembro de 1989. No entanto, uma nova delimitação foi proposta no ano de 2004 pelo Ministério da Integração Nacional (2005) por meio do seu Grupo de Trabalho Interministerial (GTI), que considerou a ampliação do número de municípios, inclusive localizados na região norte de Minas Gerais e alguns do Estado do Espírito Santo, devido à presença de características que se inserem dentro dos critérios estabelecidos, dentre eles – o índice de aridez.

Figura 5 - Região Semiárida do Brasil, segundo delimitação de 2005



Fonte: Adaptado de BAHIA (2003) em 9/1/2011.

Essa região coincide com a área ocupada pela vegetação da caatinga, conforme o Ministério de Integração Nacional (2005). Assim, essa delimitação oficial considerou os seguintes critérios:

- I. Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm;
- II. Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990;
- III. Risco de seca maior que 60%, tomando por base o período entre 1970 e 1990 (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005, p. 3).

Segundo essa delimitação, o Semiárido abrange os seguintes Estados: PI, CE, RN, PB, AL, SE e BA e alguns municípios dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, respectivamente.

No ano de 2017, a Superintendência para o Desenvolvimento do Semiárido (SUDENE) efetuou a atualização da área que corresponde ao Semiárido, que passou a ocupar cerca de 982 563,3 km², com 1.262 municípios (Figura 5), conforme a Resolução 115, de 23 de novembro de 2017. Dessa maneira, foram incluídos 79 (setenta e nove) municípios, sendo 9 (nove) pertencentes ao Estado da Bahia. Os novos foram agrupados a partir dos mesmos critérios propostos pelo GTI de 2005.

Figura 6 - Nova delimitação do Semiárido



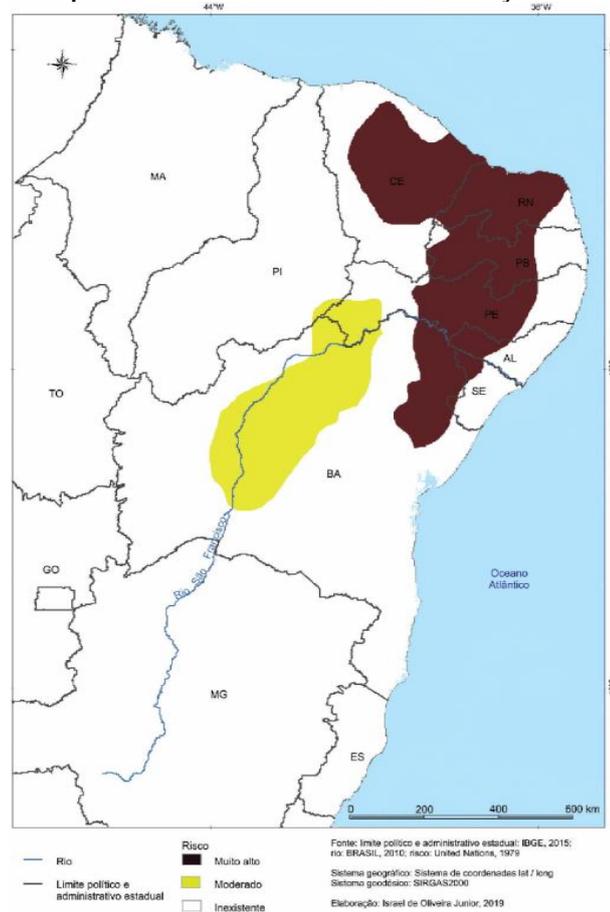
Fonte: SUDENE (2019).

O semiárido é uma das áreas mais povoadas do mundo nas condições de semiaridez (AB'SABER, 2003). O clima predominante é o semiárido, segundo classificação de Thornthwaite e Matther (1955). Esse tipo climático apresenta-se como fator fundamental na análise dos processos de desertificação, pois a seca é um elemento natural e cíclico que geralmente está na vanguarda do problema. Entretanto, a desertificação está associada ainda à ação humana por meio das atividades produtivas, seja pelo uso excessivo dos recursos naturais, com ênfase para o uso dos solos e seja pela supressão da vegetação mediante práticas agrícolas inadequadas que aceleram os processos naturais.

A partir da utilização do índice de aridez que caracteriza as áreas de clima semiárido, é possível então identificar e delimitar as chamadas Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD). No entanto, antes mesmo da identificação e da delimitação das ASD no Brasil, já havia estudos que apontavam os riscos de desertificação no semiárido e, com isso, os estados do Nordeste, exceto o Maranhão, foram incluídos no mapeamento das áreas consideradas de risco para a desertificação no mundo. O Brasil foi representado pelos trabalhos desenvolvidos no país pelos

geógrafos (AB'SABER, 1977; VASCONCELOS SOBRINHO, 1978). Assim, destaca-se a seguir o mapa Áreas de risco à desertificação: o Brasil 1977 (Figura 7) elaborado no contexto das discussões da década de 1970.

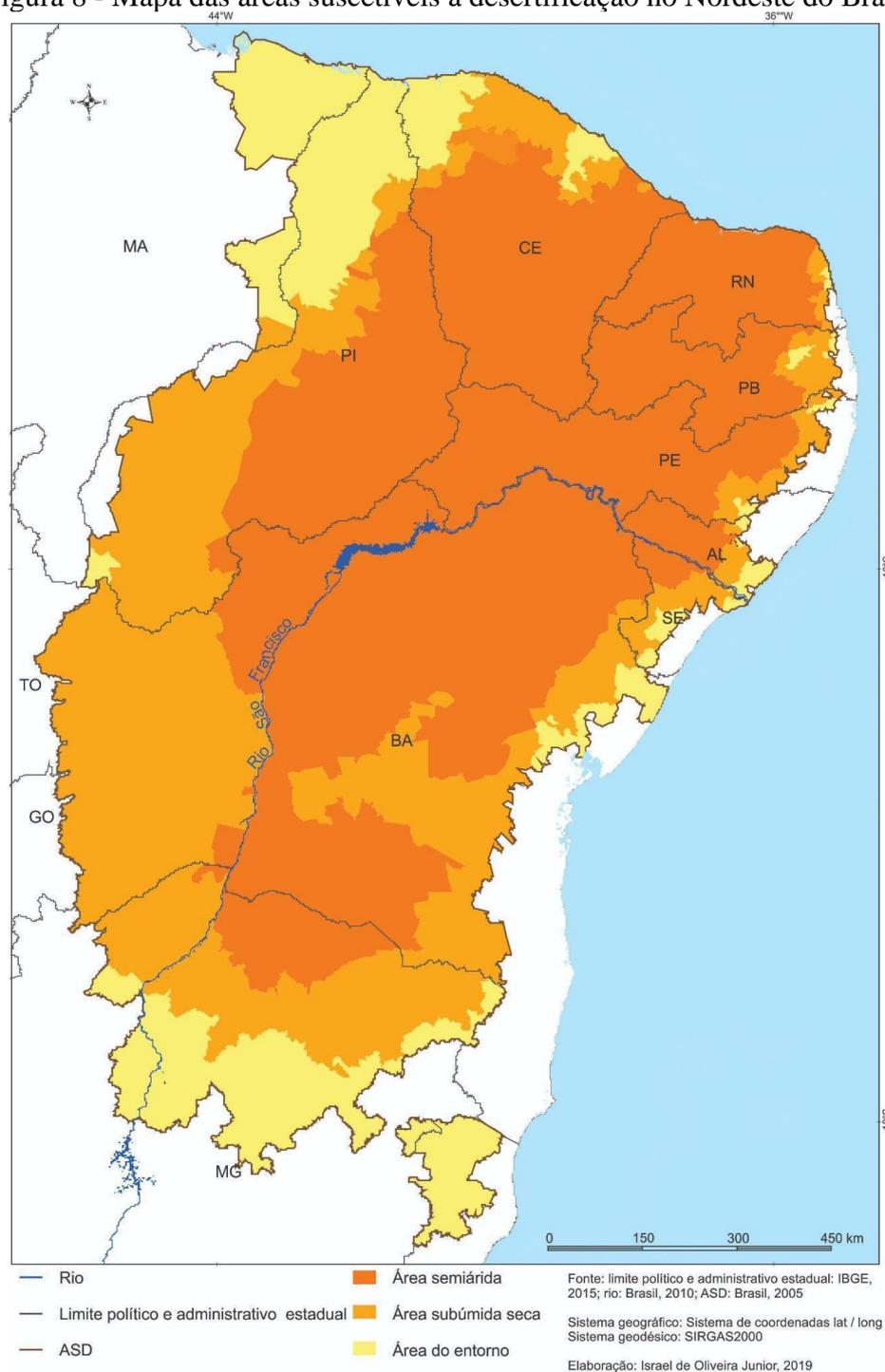
Figura 7 - Mapa das áreas de risco à desertificação: o Brasil 1977



Fonte: Oliveira Júnior (2019, p.57).

No Estado da Bahia, o Território de Identidade de Irecê está inserido na classificação moderada para o risco à desertificação, segundo a proposta de 1977. No entanto, a região nordeste do estado da Bahia apresenta risco muito alto. Com o avanço nos estudos sobre o tema ao longo das últimas décadas, bem como a elaboração de políticas públicas para o combate à desertificação e a degradação das terras secas, o Ministério do Meio Ambiente propôs, em 2004, o mapeamento das Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), segundo alguns critérios, como o índice de aridez, cuja abrangência consiste em todos os estados do Nordeste, sendo que o Maranhão, assim como os estados da região Sudeste: Espírito Santo e Minas Gerais são apenas as áreas do entorno desses estados. Essas áreas estão localizadas no polígono semiárido, conforme o (Figura 8).

Figura 8 - Mapa das áreas suscetíveis à desertificação no Nordeste do Brasil



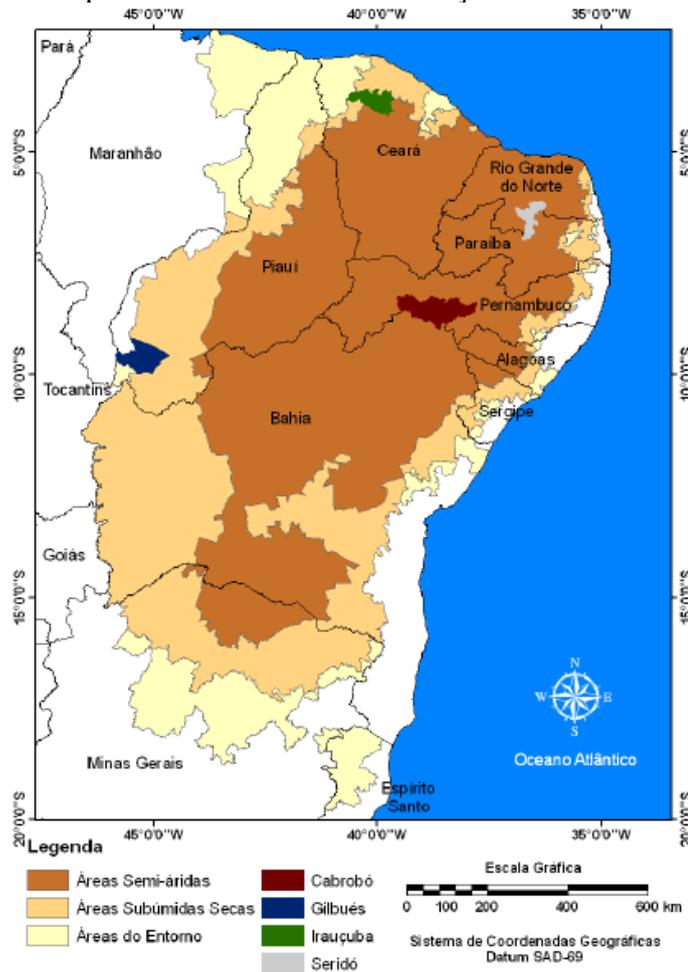
Fontes: Israel Oliveira Jr. (2019)

Nota: (IBGE, 2015); (BRASIL, 2010) e (ASD -Brasil 2005).

De acordo com o MMA (2007), as ASD compreendem 1.340.863 km², abrangendo 1.488 municípios de nove Estados que compõem a região Nordeste do país, além de alguns municípios localizados no norte dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo. No entanto, como o próprio MMA (2007) destaca que as áreas indicadas são suscetíveis, portanto, até que sejam comprovados pelos resultados científicos, não se pode afirmar categoricamente que essas

áreas estão em processo de desertificação. Todavia, mediante estudos pioneiros do Vasconcelos Sobrinho (1978) foram identificados oficialmente, até o presente, quatro núcleos de desertificação no semiárido, a saber: Gilbués (PI), Seridó (RN), Irauçuba (CE) e Cabrobó (PE), conforme o mapa dos Núcleos de Desertificação no Semiárido Brasileiro (Figura 9).

Figura 9 - Mapa dos núcleos de desertificação no semiárido brasileiro



Fonte: MMA (2004).

Esses núcleos estão inseridos no contexto das zonas de riscos de desertificação classificadas como grave, de acordo com a Metodologia dos Indicadores de Desertificação (MATALLO JR, 2001), que propôs uma hierarquização para compreender a gravidade do problema. Assim, foram avaliados 19 indicadores para representar os componentes do quadro que são: físicos, biológicos, sociais e econômicos.

Apesar dos inúmeros estudos desenvolvidos nos últimos anos sobre o tema, as causas dos processos de desertificação ainda não foram totalmente explicadas. Esse aspecto, sim, representa um consenso entre os estudiosos da problemática e, portanto, muito ainda precisa ser investigado para que se possa compreender melhor a dinâmica do fenômeno.

No entanto, sabe-se que os processos de desertificação estão relacionados à suscetibilidade natural dos ecossistemas aos efeitos das secas, que são agravados pelas ações sociais, sobretudo, por meio do uso intensivo dos recursos naturais. No semiárido brasileiro, a vegetação típica da caatinga vem sendo paulatinamente desmatada para ser utilizada como fonte de energia nas fábricas de cerâmica, panificadora, indústrias de gesso e até para o uso doméstico. O desmatamento coloca em evidência a suscetibilidade dos solos frente aos processos erosivos.

O semiárido é caracterizado ainda por apresentar uma irregularidade quanto à distribuição espacial e temporal da pluviosidade, a qual apresenta isoietas em torno de 700 a 800 mm/anuais (INMET, 2017), ao adentrar para o interior, as precipitações diminuem, onde alcançam índices inferiores a 500 mm, por exemplo, no Raso da Catarina, localizado no município de Jeremoabo/Bahia, que apresenta apenas 400 mm/ano. Isso representa também um fator limitador para o uso das terras, que muitas vezes são abandonadas, devido à diminuição da produtividade agravada pelas estiagens prolongadas. Associado a isso, em casos extremos, as secas cíclicas, que atingem essa região, provocam a perda da fertilidade do solo, devido à intensa insolação que, muitas vezes, inibe o desenvolvimento da cobertura vegetal.

Nos períodos chuvosos, as chuvas são concentradas e ocorre a perda de matéria orgânica da camada superficial dos solos, devido à torrencialidade das precipitações, que causam o escoamento superficial concentrado, que apresentam como consequências os processos de ravinamentos e voçorocamentos em algumas áreas que mostram condições estruturais para tais eventos. Outro aspecto preocupante é o uso indiscriminado da irrigação, que, muitas vezes, desencadeia o processo de salinização dos solos, os quais são abandonados, uma vez que se tornam improdutivos. Soma-se a isso a migração de parte da população que tende a sair das áreas afetadas para os centros urbanos em busca de trabalho.

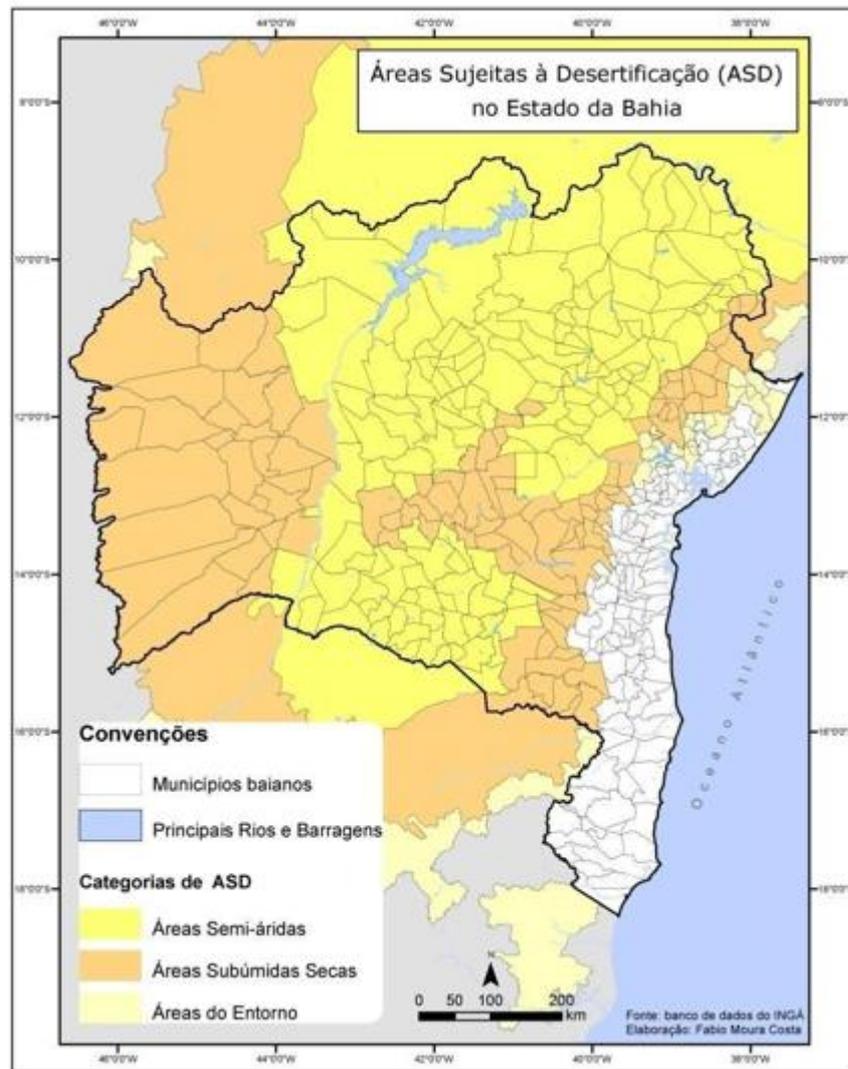
É importante ressaltar a necessidade de estudar cada ASD para compreender as suas especificidades. O semiárido está longe de ser uma área homogênea, seja em seus aspectos físicos, sociais e/ou econômicos.

A relevância deste trabalho está na possibilidade de se efetuar um maior aprofundamento teórico-conceitual sobre a problemática da desertificação no semiárido baiano, especificamente na utilização do recorte especial de uma microbacia hidrográfica. Essa área é marcada por desastres naturais associados com as secas, áreas de solos degradados e abandonadas, além da presença de trabalhadores rurais com poucas terras, os quais utilizam as terras de forma intensa, sem o pousio, repercutindo no ambiente e na organização socioeconômica regional.

O semiárido brasileiro apresenta características naturais, como estiagem prolongada de 6 a 7 meses (268 a 800 mm), variabilidade climática, além de veranicos, ou seja, inverno meteorológico (AB'SABER, 2003), tudo isso o diferencia de outras zonas de semiaridez existentes no mundo. Segundo estudiosos, como Matallo Jr. (2001), o risco à desertificação é uma realidade que se impõe nesta região, principalmente nas áreas mais suscetíveis às secas.

No Estado da Bahia, a Região Semiárida ocupa uma extensa área; no entanto, esse clima apresenta características diferenciadas, sobretudo, devido à influência do relevo da área onde atua. Aouad e Condori (1986), em um trabalho preliminar, mapearam as Áreas Suscetíveis à Desertificação na Bahia (Figura 10). Com base no mapeamento foram identificadas as áreas com fisionomia desértica (AOUAD; CONDORI, p. 61, 1992). Os autores pontuaram a desertificação como a incapacidade de o solo estocar águas pluviais a ponto de os tornarem estéril, com a possibilidade de expandir e/ou intensificar as condições desérticas (AOUAD; CONDORI, 1986, 1992). Os autores identificaram a ação humana a partir do uso incorreto do solo, como o fator principal da desertificação (AOUAD; CONDORI, 1986, 1992).

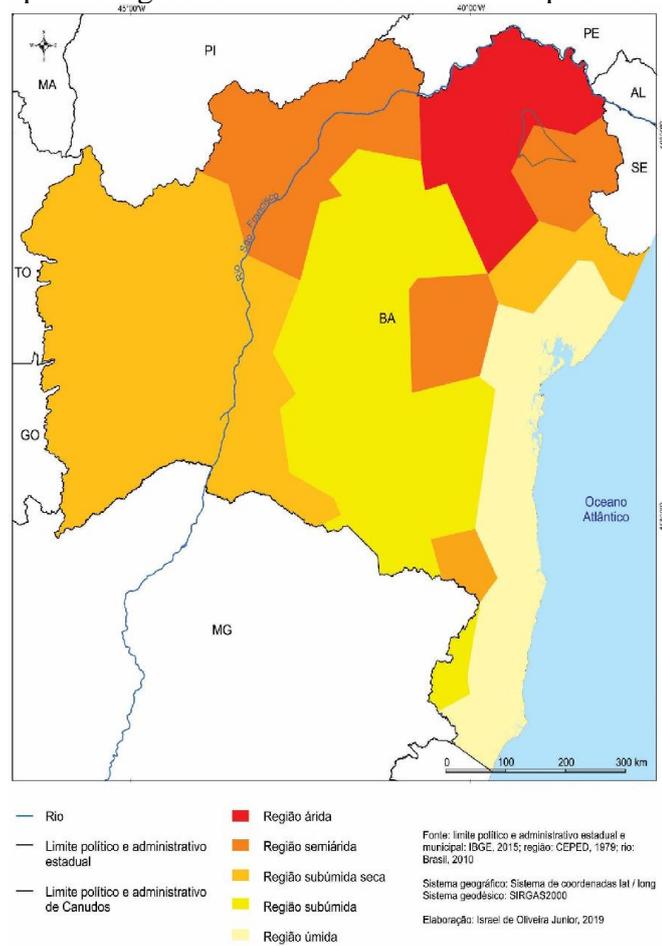
Figura 10 - Mapa das áreas de suscetibilidade à desertificação na Bahia



Fonte: PAE-BAHIA (2014, p.42).

No ano de 1979, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CEPED) publicou o mapa das zonas climáticas da Bahia (Figura 11), no qual estão definidas em cinco regiões. Pelo mapeamento, foi identificada a extensão da zona árida localizada ao norte do estado. Já a região semiárida se dispersa por diferentes áreas da Bahia, como no Nordeste e no Centro. De acordo com essa classificação, a microbacia em estudo já estava inserida no clima semiárido, o que configurava como de médio risco à desertificação, de acordo com as definições da UNESCO (1979).

Figura 11 - Mapa das regiões climáticas da Bahia: o mapa da CEPED em 1979



Fonte: Oliveira Júnior (2019, p. 82).

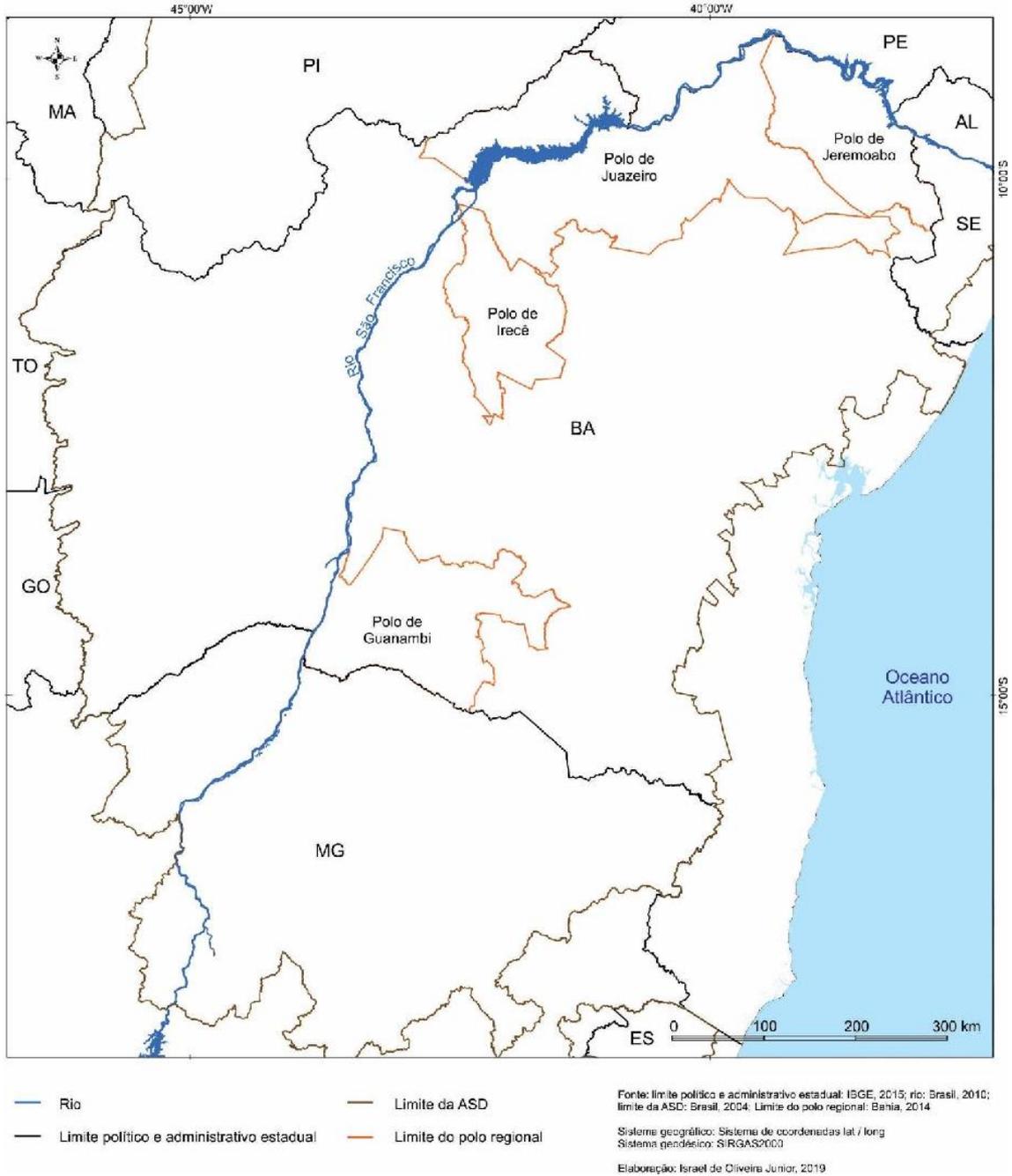
Portanto, o Estado apresenta uma porção significativa do seu território sujeito aos processos de desertificação, que segundo o MMA (2004): Do ponto de vista estadual, os espaços semiáridos, subúmidos secos e do entorno que integram o Semiárido Baiano correspondem à maior porção territorial da região do Semi-Árido Brasileiro (36,64% do total) (MMA, 2004, p. 25).

Diante da questão levantada, é obrigatória, por parte do poder público estadual, proceder a elaboração do Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, segundo o MMA (2004). Em 2011, o estado da Bahia começou a elaboração do Plano Estadual de Combate à Desertificação e aos Efeitos das Secas (PAE-Bahia), o qual contou com a participação de instituições públicas de ensino superior para a elaboração do diagnóstico, identificação e análises das áreas delimitadas pelo MMA (2004) como áreas suscetíveis à desertificação.

No Estado da Bahia, a desertificação corresponde à degradação progressiva de ambientes naturais em algumas áreas, como nos denominados polos regionais (Figura 12), que

são: Guanambi, Irecê, Jeremoabo e Juazeiro. O polo em Juazeiro, em fase de implantação, está localizado no extremo norte do Estado, área de concentração dos perímetros de fruticultura irrigada. Os processos de desertificação, observados na região semiárida do estado, decorrem tanto de fatores naturais – como o clima e o solo, como da superexploração das terras.

Figura 12 - Mapa PAE-BA (2014) e os polos regionais da desertificação: as unidades espaciais de análise



Fonte: Oliveira Júnior (2019, p. 88).

O Território de Identidade de Irecê está localizado no contexto das ASD, onde, segundo estudos desenvolvidos pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA/BA), no

processo de elaboração do PAE-Bahia (2014), em sua versão validada, aponta para a formação de um novo polo de desertificação no semiárido baiano.

2.4 PRINCIPAIS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DO FENÔMENO DA DESERTIFICAÇÃO

As causas e as consequências da desertificação são controversas, devido à complexidade do fenômeno, pois, muitas vezes, as causas se confundem com as consequências. Para alguns autores como Angelotti et al. (2009), a desertificação é provocada pela ação humana ou por mudanças climáticas; e uma das consequências é a difusão das condições de ambientes desérticos nas regiões áridas e semiáridas. Nimer (1980; 1988) atribui a ação humana, com a progressiva deterioração ambiental, como causa da desertificação, associada às mudanças e às vicissitudes climáticas, tendo como repercussão a progressiva deficiência de chuvas e a mudança do clima microrregional. Alguns autores apontam uma importância quanto aos aspectos climáticos, enquanto outros destacam a ação humana no centro das principais causas do fenômeno. E existem aqueles que atribuem a mesma importância para a ação do clima e do homem, como responsáveis pelo fenômeno. Já as implicações se apresentam no rompimento do equilíbrio entre associações vegetativas, o ciclo da água, a produção agrícola, a economia e o aspecto social.

As causas, sejam elas climáticas e/ou humanas, são muitas vezes interdependentes e, portanto, elas se reforçam em um círculo vicioso que acelera o processo. As diferentes percepções têm desdobramentos concretos na elaboração e na aplicação de políticas públicas que visem o combate da desertificação. Resumidamente, as principais causas são as seguintes, segundo André Rêgo (2012, p. 36 e 37):

- a) diretas: a seca, o rápido crescimento populacional e animal; e as práticas de uso da terra prejudiciais, como o desmatamento, o sobrepastoreio e o manejo inadequado do solo e da água;
- b) indiretas: a pobreza e o mau uso da riqueza, pois a maioria pobre é forçada a destruir a curto prazo, enquanto uma minoria utiliza de forma insustentável esses mesmos recursos transferindo os custos para os pobres;
- c) naturais: o clima seco; as secas; a variação anual das chuvas; as condições climáticas, geológicas e geomorfológicas;
- d) humanas: o sobrepastoreio, a concentração de terra e renda;

- e) particulares: seriam determinadas pelas condições do solo, observando-se as manchas férteis de solo ao lado de manchas desertificadas ou em processo de desertificação; e as características do ecossistema local e da história de uso e de manejo de cada zona;
- f) gerais: são mais abrangentes, comuns a diferentes regiões, como o desmatamento, o sobrepastoreio, que são provocadas pelo homem, além das secas que são naturais.

Para o mesmo autor, a causa principal da desertificação é o homem, que também é a sua principal vítima. Isso aprofunda a relação entre a desertificação e a pobreza, uma vez que:

(...) a proporção de pobres na população total é bem mais elevada nas zonas secas, sobretudo entre a população rural, situação que é agravada pela degradação das terras em razão da diminuição da produtividade, da precariedade das condições de vida e da dificuldade de acesso aos recursos e às oportunidades. (RÊGO, 2012, p. 37).

Os municípios que compõem a microbacia em estudo apresentam indicadores socioeconômicos preocupantes, uma vez que uma significativa parcela da população é classificada como pobre. A Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR (2015) apresenta o Perfil Sintético do Território de Identidade de Irecê e aponta que esse Perfil enfrenta problemas básicos, por exemplo, a manutenção da pobreza, pois “(...) para o conjunto do Território, 43% da população é classificada como pobre e outros 33% (um terço) estão abaixo da linha da pobreza”. (BAHIA, 2015, p. 33). Quanto aos dados referentes ao acesso à educação da população, que é predominantemente rural, a situação não é diferente. Assim, pode-se destacar: “As precariedades são de várias dimensões. Das áreas dos municípios que compõem o Território tem maior dimensão a área rural. Embora nela se localize o maior número de escolas, elas atendem no máximo ao Ensino Fundamental II.” (BAHIA, 2015, p. 35).

Portanto, cabe investigar a relação íntima entre as causas e as consequências da desertificação, que em princípio parecem ser meramente locais; no entanto, seus efeitos podem atingir uma dimensão regional, sobretudo, nas populações diretamente afetadas, causando instabilidade econômica e social. Sobre as consequências do fenômeno, pode-se citar que conforme autores como Rêgo (2012); Aubréville (1949) e Mainguet (1995).

Consequências naturais estão associadas com:

- a) as mudanças climáticas podem piorar os efeitos da desertificação ao iniciar ou agravar as secas nas regiões áridas e semiáridas que, por sua vez, reduz a cobertura vegetal e consequentemente a absorção e a capacidade de armazenamento de carbono;

- b) perda da cobertura vegetal que é a causa e a consequência da degradação da terra e da desertificação;
- c) redução da qualidade da água; aumento na sedimentação dos rios e assoreamento dos reservatórios; salinização dos solos;
- d) degradação ambiental contínua com ressecamento dos solos e decaimento vegetal.

Consequências sociais:

- a) aumento da vulnerabilidade das populações das terras secas, comprometendo a segurança econômica e social;
- b) destruição do potencial biológico das terras e da capacidade para suportar a população.
- c) migração com a perda, pelas regiões de origem, de seus trabalhadores mais capazes, o que tem consequências severas sobre as atividades de melhoria nas práticas de uso da terra.

Portanto, a desertificação é um fenômeno multifacetado, que exige uma compreensão mais ampla, pois, considerar apenas os aspectos climáticos como responsáveis pelo problema, seria negá-lo. Já a ação humana, por si só, não é suficiente para explicar o fenômeno. As causas e as consequências, como já foram destacadas, muitas vezes se confundem e se reforçam. Está claro também que a desertificação é um fator de agravamento da pobreza nas áreas áridas e semiáridas; no entanto, a insustentabilidade no uso dos recursos naturais está no centro do problema.

CAPÍTULO 3 - O PLATÔ DE IRECÊ: UMA PERIODIZAÇÃO DOS ASPECTOS DE USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS

A investigação sobre o processo de ocupação e uso da terra em Irecê permite compreender esse espaço singular incrustado no sertão baiano, como sendo o resultado de longas transformações históricas, econômicas, sociais e ambientais. Algumas marcas dessas transformações podem ser encontradas atualmente na paisagem. No entanto, antes que faça uma abordagem histórica sobre a ocupação, é necessário tecer algumas considerações acerca da concepção de espaço, que para o presente trabalho é compreendido segundo Santos (2009, p. 63), como sendo: “(...) um conjunto indissociável, solidário e, também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá.”

O mesmo autor acrescenta que o espaço é marcado por acréscimos, que representam os conteúdos técnicos, como fazendas modernas, estradas, cidades, entre outros. Esses objetos técnicos, por sua vez, interferem na dinâmica e na transformação do espaço, de acordo com o grau de desenvolvimento de cada sociedade. Nessa perspectiva, o tempo é relativizado, pois, para Santos (2009), os tempos rápidos referem-se à percepção de fluidez de uma sociedade em função do uso de técnicas modernas; ao passo que os tempos lentos se configuram no atraso em oposição à modernidade. No entanto, o autor adverte que “o tempo rápido não cobre a totalidade do território nem abrange a sociedade inteira” (SANTOS, 2009, p. 267). Portanto, em uma mesma sociedade, poderá ocorrer diferentes percepções sobre os tipos de tempos, pois a apropriação do espaço acontece de forma desigual e, portanto, as diferenças entre os usos e a ocupação se materializam com os diferentes objetos técnicos utilizados ao longo do tempo.

Desde o início da ocupação de Irecê, cada área foi apropriada em diferentes momentos históricos com suas respectivas intencionalidades. Assim, para estudar os diferentes ciclos de ocupação, faz-se necessário lançar mão de uma periodização caracterizada pela existência de eventos comuns entre si, com as suas mudanças e permanências. Santos e Silveira (2004, p. 20) afirma que “(...) uma periodização é necessária, pois os usos são diferentes nos diversos momentos históricos. Cada periodização se caracteriza por extensões diversas de formas de uso, marcadas por manifestações particulares interligadas.

O primeiro ciclo de ocupação de Irecê durou de 1877 a 1940. O espaço atual é, portanto, resultado do acúmulo de tempos lentos ou longos, uma vez que, ao longo desse período, o espaço geográfico foi produzido e reproduzido com base no uso de técnicas tradicionais, como o uso da foice e do facão que causaram baixo impacto ao meio ambiente.

O segundo ciclo (1940 a 1970) representou, assim, o início da modernização e mecanização agrícola, com a introdução do modelo produtivista, baseado no uso intenso de máquinas agrícolas, irrigação, agrotóxicos e outros insumos. Apesar de ter sido curta fração de tempo, se comparada ao primeiro, as alterações nesse ciclo foram mais intensas e rápidas, devido ao desenvolvimento técnico implementado nas atividades produtivas, bem como pelo aumento no fluxo e na circulação de mercadorias e de pessoas, conferindo maior fluidez ao espaço até então isolado das áreas mais dinâmicas do estado. Nesse período, ocorreu uma mudança substancial na forma de produzir e na maneira com a qual a sociedade passou a se relacionar com a natureza, retirando da terra não apenas o seu sustento imediato como foi no início da ocupação, mas extraindo excedentes que seriam comercializados em grande escala.

O terceiro ciclo de ocupação (1980 a 2000) foi marcado pelo declínio do surto econômico vivido pela região, saída de Irecê do zoneamento econômico para a produção de feijão e, ainda, pelos problemas ambientais registrados que colocou o município no mapa das áreas suscetíveis à desertificação. Nesse sentido, a microbacia representa um recorte espacial e temporal de um todo, com seus diferentes momentos históricos que se sobrepõem uns sobre os outros no processo evolutivo, refletindo em sua organização espacial. Essa abordagem permite identificar como ocorreu a transformação do espaço natural em espaço socialmente transformado, pois segundo Santos (2012, p. 48):

(...) através do tempo, o espaço se comporta como um todo. A transformação do “espaço natural” em espaço produtivo é o resultado de uma série de decisões e escolhas historicamente determinadas. Cada porção é apropriada, reutilizada ou deixada intacta.

O processo de ocupação da microbacia será analisado nesta tese em três ciclos já destacados, considerando as características particulares que interagem entre si e com o todo, ao longo do tempo.

3.1 O PRIMEIRO CICLO DE OCUPAÇÃO (1877 a 1940): DO “CURRAL” DE GADO AO ARADO MECÂNICO

O processo de ocupação da região de Irecê, assim como outras áreas do sertão baiano, remota ao período da colonização portuguesa no Brasil. Com o decreto real que proibia a criação de gado a menos de 50 léguas do litoral, pois constituía a área reservada para a produção de cana de açúcar, a atividade pecuária foi sendo empurrada para o interior ocupando vasta área

da caatinga. O vale do rio São Francisco apresentava as condições ideais para os estabelecimentos agropecuários (RUBEM, 2001, p.28). Segundo o mesmo autor, a demanda por carne seca e animais para o trabalho de tração nos engenhos foi fundamental para a expansão das fazendas de gado, uma vez que os animais poderiam se deslocar com as próprias forças. As minas que existiam na região também não eram fontes inesgotáveis de riqueza, daí a importância de investir em outras atividades econômicas.

Nesse contexto, Jackson Rubem (2001) afirma que Antônio Guedes, ao receber da coroa portuguesa uma sesmaria como forma de pagamento aos serviços prestados a Portugal, construiu diversas fazendas no sertão baiano, sobretudo, onde havia água em abundância. Uma dessas fazendas foi construída em um lugar chamado por ele de *Lagoa das Caraíbas* ou *Brejo das Caraíbas*, em alusão aos índios que viviam na região antes da chegada dos portugueses. Em 1807, a Sesmaria foi desmembrada pelos herdeiros do antigo dono e as terras foram arrendadas para a criação de gado.

Alguns anos mais tarde, com o abandono das terras pelos arrendatários e os trabalhadores, as centenas de famílias que migravam de um lugar para o outro fugindo da seca de 1877 se estabeleceram na antiga fazenda, especificamente embaixo de uma quixabeira secular, que existe ainda atualmente, na Av. Tertuliano Cambuí, no quintal de dona Neta (RUBEM, 2001, p.28).

A maior parte da caravana era formada pela tradicional família Dourado, que ainda apresenta seus descendentes na Região de Irecê. Aquelas pessoas encontraram na propriedade água fácil, devido às cacimbas ali existentes que antes matavam a sede dos animais e de dezenas de trabalhadores, sem reduzir o nível e, ainda, alimentos como frutos silvestres e caça abundante. Os migrantes estavam decididos a permanecer naquela localidade, uma vez que encontraram “tudo que precisavam para a sua sobrevivência. Muita caça, mel e fartura de água nas cacimbas, além de solo ótimo para pôr roça” (RUBEM, 2001, p. 28). Esse episódio da fazenda *Caraíba* marca o início da ocupação de Irecê, que significa em Tupi “*pela água, à tona d'água, à mercê da corrente*” (RUBEM, 2001, p. 94). No entanto, essa região fazia parte do atual município de Morro do Chapéu, que após alguns desmembramentos tornou-se o município de Irecê pelo decreto de nº 8.452 31 de maio de 1933 (IBGE, 2021). A área que corresponde aos atuais municípios de João Dourado e São Gabriel, também pertenciam à Irecê, na condição de vilas, depois distritos e, finalmente, passaram para a categoria de municípios apenas na década 1980.

De acordo Rubem (2001), os retirantes receberam terras gratuitamente dos donos da fazenda ocupada e, mais tarde, adquiriram outros terrenos por meio da compra e, assim, foram

ampliando a área com a cerca. Os que possuíam mais posses criavam gado, e os mais pobres plantavam algodão, que era descarçado em uma usina rudimentar e levado até o município de Queimadas no lombo de burros por estradas de chão e de lá seguia de trem para Salvador. Esse período foi marcado pelo cultivo de subsistência com o emprego de técnicas tradicionais, com a utilização de queimadas e fraco desmatamento, pois a população ainda era rarefeita e a ocupação incipiente. Já a pecuária era caracterizada pela criação do gado solto na caatinga de onde extraía a alimentação dele (do gado).

Ao longo da história de Irecê, surgiram ainda outros núcleos de ocupação em função dos negros fugitivos das fazendas ou das minas situadas na Chapada Diamantina. Dessa forma, foram formados quilombos e outras aglomerações decorrentes da presença dos garimpeiros que existiam na região (RUBEM, 2001). Segundo o mesmo autor, outros povoados surgiram pelo preconceito, pois em um predominava negros; em outro, brancos. Dessa maneira, percebemos que foram diferentes motivações que contribuíram para o povoamento da região, além das questões relacionadas às secas.

Segundo Duarte (1963) e Rubem (2001), no início do povoamento, a caatinga arbórea dominava quase toda a região e a mão de obra era deficiente, pois a população ainda era pouco numerosa, formada basicamente pela caravana de retirantes. A agricultura era itinerante, ou seja, não havia ocupação contínua da área, uma vez que ia desmatando e plantando mandioca, milho e feijão, devido à grande quantidade de terras disponíveis na região. Nas áreas desmatadas, plantavam algodão, pois não havia ainda consorciamento de culturas. Os implementos utilizados se restringiam à enxada, à foice ou ao facão. Os proprietários davam prioridade à criação de animais que era mais rentável e exigia menos custos.

A evolução do processo de povoamento foi ocorrendo com base na lógica do crescimento e na diversificação das atividades produtivas, como a mineração, a agricultura e a pecuária, que foram fundamentais na constituição das vilas, dos povoados e das cidades. Aglomerados urbanos também surgiram em decorrência de feiras livres (Imagem 1- Feira livre, na vila de Lapão). As moradias também eram feitas próximas ao afloramento de água (fontes), bem como nas proximidades das diversas lagoas que existiam na região.

Imagem 1 - Feira livre - Vila de Lapão, Irecê (fev. 1962)



Fonte: Biblioteca Digital do IBGE, acesso em 2020.

A abundância de água em plena região semiárida se deve a ressurgência do lençol freático, em função da dissolução das rochas calcárias, que esculpe o relevo cárstico, formando dolinas, cacimbas, rios (Imagem 2 - Lavadeiras no Rio Jacutinga, em Irecê) e os lajedos, os últimos são afloramentos rochosos onde geralmente são armazenadas águas da chuva. Dessa maneira, muitos aglomerados urbanos surgiram a partir de estreitas relações com os aspectos naturais da região. Inclusive “a toponímia de povoados e cidades nos revela inúmeras referências do trato dos primeiros habitantes com os mananciais, como: Poço, Rio Verde, Tanque Novo, Lagoa Grande, Olho D’Água (...)” (NEPOMUCENO, 2014, p. 101). Essa dinâmica reforça a concordância com a concepção posta por Rui Moreira (2010, p. 116) ao afirmar que “(...) na paisagem e assim no território, o meio ambiente se organiza espacialmente, organizando a sociedade ambientalmente. Os trabalhadores rurais ocuparam o platô cárstico de Irecê atraídos pelas condições edafoclimáticas favoráveis para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária.

Imagem 2 - Lavadeiras no rio Jacutinga, em Irecê (1962)



Fonte: Biblioteca Digital do IBGE, acesso em 2020.

A região de Irecê apresentava-se até a década de 1970 como um importante polo de atração populacional, estadual e interestadual. Rubem destaca que as maiores motivações para a imigração dos “*nortistas*”, ou seja, os sertanejos oriundos dos estados como Ceará, Paraíba e Pernambuco eram:

(...) primeiro: em meados do século passado a agricultura ireceense despontava no cenário nacional chamando a atenção para a grande produtividade do algodão e depois do feijão (...) segundo: Irecê fica no meio do caminho entre São Paulo e o Nordeste {...} vinham de carona nos caminhões e empregavam-se nas roças durante a colheita (...) terceiro: além de um lugar muito bom de chuvas tinha muitas terras disponíveis embora o principal motivo não fossem os atrativos daqui e sim as dificuldades de lá” (RUBEM, 2004, p. 46).

Muitos desses sertanejos estavam fugindo do flagelo da seca de 1932 que assolou grande parte do nordeste, assim encontraram em Irecê um lugar ideal para se fixarem. Ao longo das décadas seguintes, os fluxos imigratórios continuaram até a década de 1970, impulsionados pela ideia de que mesmo apresentando secas periódicas como as outras áreas do semiárido, em Irecê, prevalecia o lema “(...) plante que o governo garante” (RUBEM, 2004, p. 47).

Conforme Nepomuceno (2014, p. 101), apesar das migrações que ocorreram no final do século XIX e início do século XX, a população crescia devagar, e era predominantemente rural, pois:

(...) O vazio demográfico era regra. A produção agrícola de subsistência tornava-se mais relevante, no entanto atendia o mercado interno, em razão de poucas vias de circulação, de pessoas e mercadorias. Poucas eram as mercadorias comercializadas com cidades mais distantes.

Segundo o mesmo autor, sem os investimentos estatais, a própria população se encarregou de criar mudanças estruturais com base na cooperação solidária. Foi assim que, em 1915, Francisco Ferreira abriu algumas estradas próximas ao município de Central. Em 1923, João Borges incentivava, no povoado de Lapão, o aumento da área plantada de algodão, por meio da instalação de uma fábrica de descaroçamento. Assim, aos poucos a pecuária foi perdendo espaço para a agricultura que viria a consolidar-se na região.

Até 1940, as técnicas utilizadas eram simples, como já foi exposto e, com isso, as pessoas dependiam muito das condições naturais. O uso das técnicas mais tradicionais colocava as pessoas mais próximas à natureza. Além disso, as decisões políticas e econômicas possuíam um caráter endógeno, devido ao isolamento de Irecê em relação ao poder estatal. No entanto, essa lógica vai sendo alterada ao longo do tempo, devido à transformação da agricultura de subsistência para a agricultura comercial.

Essas mudanças incluem os modos de vida, a forma de se relacionar com a natureza e, como não poderia ser diferente, mudou também as relações de trabalho. Sobre as relações de trabalho até 1940, Duarte destaca que existiam os seguintes sistemas e formas de exploração da terra:

Parceria: duas modalidades a) sociedade: trata-se de uma forma de meação, na qual o proprietário entrega a terra arada, fornece sementes, financia a produção, dividindo os lucros com o sócio, cuja responsabilidade ultrapassa a de um simples trabalhador e passa a exercer a parceria e dedicar-se inteiramente à terra [...]; b) *Meação*: o parceiro recebendo do dono da terra o terreno arado e as sementes, ficando a seu cargo o financiamento da produção, o resultado das colheitas é dividido pelos dois, comprando geralmente, o dono da terra, a parte do meeiro. (DUARTE, 1963, p. 51).

Essa dinâmica será substancialmente alterada com a introdução da agricultura capitalista, baseada no modelo produtivista, e moldada pelos ditames da economia nacional e internacional. Esses aspectos serão aprofundados no próximo tópico.

Esse longo período (1877 a 1940) pode ser caracterizado por tempos longos e lentos, associado às técnicas tradicionais, por meio das vias de comunicações precárias (trilhas) utilizadas pelas boiadas, que mais tarde foram utilizadas no traçado das estradas de rodagem. No entanto, é importante ressaltar que o tempo não se apresenta da mesma forma para as diferentes comunidades e até dentro de cada uma delas. O tempo pode ser relativizado, pois pode-se encontrar na paisagem dos dias atuais, simultaneamente, o arado puxado por bois, utilizados pelos trabalhadores rurais, ao passo que em outros estabelecimentos no município, encontram-se técnicas modernas, como a utilização de pivôs centrais (Imagem 3 - Pivô central utilizado para a irrigação da lavoura de cebola em Irecê).

Imagem 3 - Pivô central utilizado para a irrigação da lavoura de cebola em Irecê



Fonte: Trabalho de campo (2021).

3.2 SEGUNDO CICLO DE OCUPAÇÃO (1940 a 1970): O INCREMENTO DAS TÉCNICAS AGRÍCOLAS E A IMPLANTAÇÃO DO MODELO PRODUTIVISTA

Em 1940, ocorreram diversas mudanças no uso e na ocupação do platô de Irecê, com a introdução do modelo produtivista, que intensificou a ação do capital nos espaços rurais, alterando de sobremaneira a forma de produzir, as relações de trabalho e a relação sociedade e natureza. O modelo produtivista, baseado na tecnificação e no aumento dos rendimentos físicos

por hectare com menor custo, é pautado na utilização intensa de insumos químicos, máquinas e equipamentos na monocultura e na produção de grande escala para atender os mercados externos e internos (COUTO FILHO, 2007). Sobre esse modelo Antonia Evangelista afirma que:

O modelo produtivista provocou alterações profundas do setor agropecuário baiano, particularmente na agricultura (...). Apesar de modificações positivas para a economia baiana como o aumento do superávit comercial, o produtivismo trouxe também uma série de implicações negativas (...) que geram a concentração fundiária e a larga desocupação da mão de obra local (EVANGELISTA, 2010, p. 68).

O uso do arado foi generalizado na década de 1940, quando “o governo estadual conhecedor da fertilidade dos solos de Irecê e da renovação que se iniciara, voltou sua atenção para a agricultura local” (DUARTE, 1963, p. 53). O governo do estado, por meio da Secretaria de Agricultura da Bahia, enviou tratores que seriam alugados a preços acessíveis para a região de Irecê. Nos anos que se seguiram, outros órgãos e instituições implementaram políticas de apoio para o setor agrícola na região como a Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (CEPAC), Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional (CAR), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural da Bahia (EMATERBA), Secretaria do Planejamento, Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Empresa de Pesquisa Agropecuária da Bahia (EPABA). Algumas dessas instituições criaram sedes fixas na cidade de Irecê. Além disso, o fornecimento de crédito pelo Banco do Brasil foi importante para a aquisição de outros implementos agrícolas e custeio da produção. Para o mesmo autor: “Presenciou-se na área a expansão da lavoura comercial do feijão, milho, mamona, ao mesmo tempo que se aumentava a produção algodoeira e o contingente populacional se tornava mais numeroso.” (DUARTE, 1963, p. 53).

A Companhia para ao Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF) junto à ação governamental contribuíram de forma decisiva para o aumento expressivo da produção de grãos na década de 1950, como é possível visualizar na Tabela 1.

Tabela 1 - Irecê - Produção de milho, feijão e algodão na década de 1950

(continua)

Ano	Milho (saco 60Kg)	Feijão (saco 60 Kg)	Algodão (arroba 15Kg)
1950	15.000	6.000	4.500
1951	12.000	3.600	4.500

(conclusão)			
1952	15.000	3.000	50.000
1953	80.000	20.000	100.000
1954	130.000	8.000	200.000
1955	180.000	80.000	250.000
1956	142.000	130.000	280.000

Fonte: Adaptado de Duarte (1963, p. 54).

É importante ressaltar que mesmo com os incentivos governamentais, culturas, como o feijão, sofreram redução drástica na produtividade no ano de 1954, devido à seca rigorosa que atingiu a região (BARBOSA, 2000, p. 75). Já a cotonicultura, que é muito adaptada às condições edafoclimáticas, registrou no mesmo período um aumento de 100% em relação ao ano anterior.

A CODEVASF, que mantém ainda atualmente um escritório em Irecê, auxiliou os agricultores no trabalho voltado para a assistência técnica, para a aquisição de sementes e na “compra de tratores, arados, inseticidas, como também alugando máquinas para os trabalhadores agrícolas, além de manterem agrônomos na região” (DUARTE, 1963, p. 54). A intervenção estatal na economia da região foi acompanhada pela ação desigual do capital, uma vez que algumas áreas foram mais valorizadas do que outras, por exemplo, as áreas do platô receberam mais investimentos que outras, como explicita Nepomuceno (2014, p. 112):

(...) O Maciço do Feijão foi a área escolhida em virtude da maior expectativa de lucratividade. Enquanto na região serrana e nas mais afastadas de Irecê os investimentos foram poucos ou inexistentes.

Assim, a região do platô devido às suas características naturais, como relevo plano e levemente ondulado, ideal para a mecanização, além da qualidade do solo e existente de água, atrai os investimentos estatais e privados, transformando Irecê em uma “Ilha de prosperidade” no sertão baiano, configurando-se como uma das poucas exceções no contexto semiárido.

A participação do Estado, portanto, passa a ser mais incisiva a partir dos anos 1950, com o objetivo de aumentar a produtividade e inserir a região no circuito econômico nacional para a produção de grãos. Assim, o Estado auxilia na implementação do pacote importado dos países centrais, que apresentava um conteúdo tecnológico e ideológico denominado “Revolução Verde” que disseminava a ideia que resolveria o problema da fome no mundo, o que não foi

verificado nas décadas posteriores, devido à manutenção do problema, principalmente, em países dos continentes Africano e Asiático.

No entanto, essa modernização vivenciada pelos novos arranjos produtivos não alterou as bases da estrutura fundiária que continuou concentradora e excludente, como será abordada oportunamente. Ocorreu ainda a manutenção da desigualdade de renda entre os trabalhadores rurais, devido à desocupação de uma parte da mão de obra no campo. Verificou-se ainda o aumento da autoexploração das pequenas propriedades, devido à concorrência no mercado, que por sua vez alterou a escala de abrangência, pois deixou de ser local e passou a ser regional e nacional. Dessa maneira, é possível afirmar que esse processo reflete o que ocorreu em outras partes do país, que foi a “modernização conservadora”, conforme exposto pelo José Graziano da Silva (1982), uma vez que as transformações tecnológicas e econômicas não foram seguidas pelas bases sociais, pelo contrário, estas foram mantidas e até reforçadas.

Em 1959, as vias de circulação precárias foram paulatinamente sendo substituídas pelas estradas asfaltadas, como a construção da rodovia estadual BA 052, conhecida popularmente como “Estrada do Feijão”, que liga a região de Irecê aos principais centros urbanos do estado, Salvador e Feira de Santana. A conclusão da rodovia somente ocorreu em 1974 e marca uma nova fase nas atividades agrícolas, pois o escoamento da produção é finalmente efetivado, uma vez que anteriormente a falta de consumidor permanente fazia com que grandes quantidades dos grãos fossem oferecidas ao mesmo tempo, tendo assim o preço reduzido. As relações comerciais foram intensificadas, ampliando a área abastecida por Irecê, que ostenta, ainda hoje, na área central da cidade, um monumento que faz referência ao título de “capital do feijão” com a seguinte frase: “*O Brasil cresce e Irecê abastece*” (Imagem 4 - Monumental no centro da cidade de Irecê) que exaltava a importância da região na produção de grãos na Bahia.

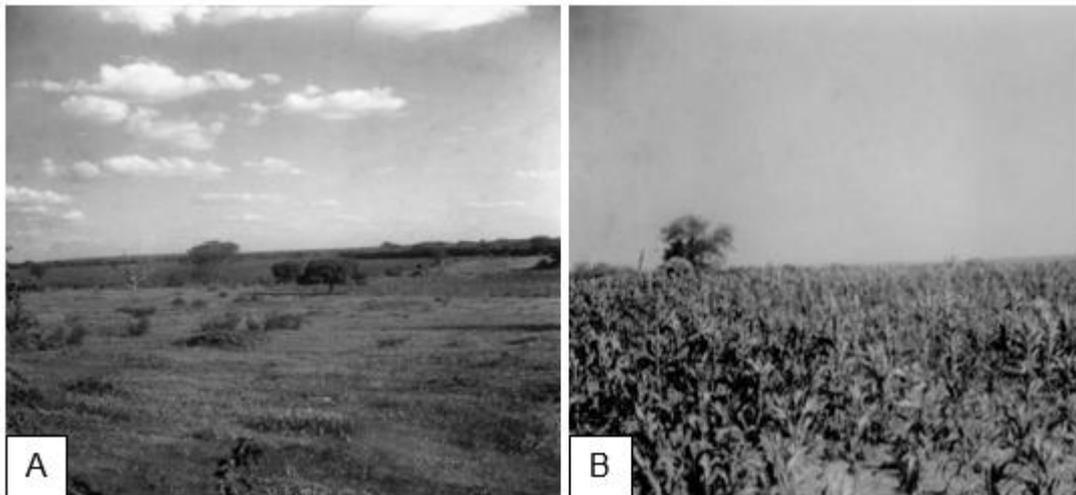
Imagem 4 - Monumento alusivo ao Tri-consórcio (mamona, milho e feijão) localizado no centro da cidade de Irecê



Fonte: Acervo da autora (2019).

O tráfego permanente de caminhões e o aumento da produtividade foram fundamentais para a expansão da agricultura de acordo com a leitura do trabalho do Duarte (1963). Duarte (1963, p. 55) “(...) Isto veio influir na transformação da maneira como se fazia a utilização da terra, que evoluiu de forma rudimentar que é o sistema itinerante para o de rotação de terras”. Diferente do período anterior, aqui os agricultores deixam a terra em pousio (Imagem 5 - Solo em descanso e o cultivo de milho) após alguns anos de uso, abandonando as terras que apresentam baixo rendimento. Isso era possível, porque existia muitas parcelas ainda não ocupadas. Duarte (1963, p. 63) afirma ainda que “(...) depois da derrubada e queimada, aravam o terreno, e não empregavam qualquer adubo. Plantavam milho, mamona e feijão consorciados”. Com base nesse sistema de rotação de terra, foi realizada a expansão da agricultura em Irecê que perdurou até 1950. Nesse período, já era utilizado o consórcio entre as culturas, sobretudo entre o milho e o feijão que apresentam ciclos curtos.

Imagem 5 - Solo em descanso e o cultivo de milho



Fonte: Biblioteca Digital do IBGE, acesso em 2020.

Nota: Foto A: Solo em descanso - Irecê (fev. 1962); Foto B: Cultivo de milho - Irecê (fev. 1962).

Segundo o mesmo autor, o uso do trator intensificou o desmatamento, possibilitando a derrubada da caatinga mais espessa, abrindo sucessivamente novos lotes. O autor adverte que já na década de 1960 não havia mais terras para serem desbravadas e, com isso, não se processava mais a rotação de cultura. E acrescenta que todas as parcelas foram intensamente utilizadas. Duarte (1963, p. 57) afirma que o “solo é cultivado de forma contínua, pois as lavouras anuais são feitas em uma mesma parcela de terra, sem pousio”. Ainda, segundo o mesmo autor, “(...) nos últimos dez anos têm sido grande o desmatamento para a abertura de novas parcelas, ampliando muito o tamanho dos estabelecimentos” (DUARTE, 1963, p. 57). Isso ocorreu com a incorporação de trechos utilizados pelo livre pastoreio que foram anexados para a utilização na agricultura. Sobre a evolução no tamanho dos estabelecimentos agropecuários será discutido no tópico referente à estrutura fundiária da região.

A década de 1970 representou o ápice no desenvolvimento agrícola em Irecê, com o aceleramento do tempo e das mudanças na forma de produzir e nas relações de trabalho, em que a figura do meeiro e do posseiro cedeu espaço para o trabalhador assalariado, que foi expropriado do seu principal meio de produção, ou seja, a terra. (NEPOMUCENO, 2014, p. 112).

A agricultura tradicional de subsistência foi transformada em agricultura comercial, moderna e mecanizada. O número de tratores é fator considerado como indicador da mecanização no campo. Assim, a Tabela 4, apresenta a evolução no número de tratores e de arados mecânicos de Irecê em relação ao estado da Bahia, no período de 1950 a 1985.

Tabela 2 - Evolução do número de tratores e arados mecânicos no município de Irecê em comparação com a Bahia (1950 – 1985)

Bahia	Nº de tratores			Nº de arados mecânicos		
	1950	1970	1985	1950	1970	1985
	82	1.838	15.953	947	1.453	11.580
Região de Irecê	1	413	2.261	18	347	1.970
Irecê	----	259	1.299	4	297	1.111

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: IBGE, Censos Agrícolas da Bahia:1950, 1970 e 1985.

Os condicionantes dessa modernização e expansão agrícola são além da histórica disponibilidade hídrica e da fertilidade do solo; o acesso aos investimentos do estado por meio de diferentes mecanismos, desde o incentivo da produção até a construção de vias de escoamento dos produtos. No entanto, a agricultura de subsistência, em pequena escala, parece ter estagnado ou mesmo declinado com o *boom* econômico da década de setenta, voltando a aumentar no período posterior (MOURA, 1997, p. 10), após o declínio da agricultura comercial. Segundo a mesma autora:

O processo de mecanização e modernização da agricultura modifica o perfil do agricultor que deixa de produzir apenas para satisfazer as necessidades de subsistência ou baseados nos preços de mercado, passando a se preocupar com os novos custos de produção do setor agroindustrial. (MOURA, 1997, p. 14).

Essa nova lógica de mercado, por um lado, favorece o avanço da agricultura comercial e, por outro lado, o recuo dos cultivos de subsistências. Diante disso, ocorreu incentivo pela CODEVASF para a revitalização da cotonicultura, com base nos argumentos que o algodão herbáceo é resistente aos períodos de estiagem; e acrescenta que:

(...) o incremento na replantagem da cultura nessa região, já que conta com certa tradição de cultivo, que desde 73/76 cultivou-se em média 2566 hectares (...) representando uma produtividade média de 14 arrobas por hectare quando cultivado em consórcio com milho e feijão. (EMBRAPA, 1976, p. 9).

O mesmo documento elaborado para orientar os trabalhadores sobre os tratamentos culturais do algodão herbáceo recomenda a utilização de queimadas, por meio da técnica da coivara para a limpeza do solo. Os tratamentos culturais deveriam ocorrer de acordo com as seguintes etapas:

limpeza do terreno: os restos culturais anteriores seriam encoivados, usando-se tanto quanto possível tração mecânica. Após o encoivamento os restos vegetais seriam destruídos por meio do fogo. No período analisado, os problemas ambientais e sociais se avolumam, como o aumento da taxa de desmatamento, o aumento da contaminação das águas superficiais e subterrâneas - o aquífero salitre, devido ao uso intensivo de agrotóxicos e, ainda, o aumento da concentração fundiária e as consequências com as mudanças nas relações de trabalho, como serão abordados no Capítulo 4.

3.3 TERCEIRO CICLO DE OCUPAÇÃO (1980 a 2000): O DECLÍNIO ECONÔMICO E OS NOVOS ARRANJOS PRODUTIVOS REGIONAIS

Até a década de 1980, o uso de máquinas foi muito intenso, isso ocasionou problemas ambientais relevantes, uma vez que o manejo adequado do solo foi negligenciado. A produção de grãos entrou em decadência na região, devido à seca de 1980 (MOURA, 1997, p. 11). Além da seca, ocorreu ainda a redução significativa dos investimentos governamentais, devido à recessão econômica vivenciada no país na década de 1980. E tudo isso contribuiu para a decadência da imagem de Irecê como o maior produtor do estado da Bahia e do país.

Entre 1983 e 1993, o financiamento concedido aos agricultores era direcionado, sobretudo, para a perfuração de poços tubulares ou poços artesianos, uma vez que as constantes estiagens prejudicavam a produção agrícola. Segundo depoimentos, em Irecê, existem mais de 5.000 poços; no entanto, a maioria são perfurados sem o licenciamento dos órgãos competentes, portanto, não aparecem nas estatísticas oficiais. Dessa forma, a necessidade da retirada da água do aquífero salitre, associado ao uso intensivo de agrotóxico, resultou na contaminação e no rebaixamento das águas subterrâneas. No entanto, a perfuração dos poços foi a condição necessária para a manutenção das atividades agrícolas, uma vez que a rede de drenagem é rarefeita, e as secas representam uma ameaça constante aos cultivos temporários. Outros dados sobre a formação e o uso da água do aquífero cárstico salitre serão discutidos no Capítulo 5, em um tópico específico. Sobre as secas registradas nesse período, Moura afirma que:

Na década de 1990 a situação se agrava com o prolongamento da seca. Em 1993, a produção de feijão no município de Irecê foi de 5.944 toneladas. Em 1980 a produção chegou ao montante de 77.422 toneladas. (1997, p. 15).

Esses dados mostram a redução drástica da produtividade do município na década de 1990, sobretudo em 1993, quando o município registrou mais uma seca severa (BARBOSA, 2000, p. 75). Já em 1996, segundo a Moura (1997, p. 15):

(...) a situação piora, já que os agricultores tiveram suas expectativas frustradas. Esperavam-se uma safra com dois milhões de sacas de feijão. A perda foi de 70% desse produto e 100% de milho e mamona.

A década de 1990 marca o fim de um período de prosperidade econômica na região e deixa de fazer parte do Zoneamento Econômico para a produção de feijão no Brasil; e o município passou a comprar o produto de outras regiões do país. Segundo Macêdo (2010, p. 78), “(...) a partir da década de 1990, a redefinição do papel do estado brasileiro na economia associou-se à fragilidade do modelo de exploração da terra”, dessa forma, o governo passou a compensar financeiramente as perdas agrícolas relacionadas com os episódios de secas, com o chamado Seguro Safra. Mesmo assim, “a economia regional entra em declínio e o caráter degradador da terra emerge como um elemento importante no território, que foi classificado como suscetível à desertificação” (MACÊDO, 2010, p. 78).

No mesmo período, a produção de feijão foi retomada, porém em menor escala, e a região de Irecê diversificou as suas atividades produtivas, com a inserção de outros cultivos como beterraba, pimentão, cebola, cenoura, sorgo, pinha, entre outros, com destaque para o uso intenso da irrigação e o cultivo de lavouras temporárias. Destaca-se ainda o incentivo para a produção de oleaginosas como: mamona, pinhão manso e girassol para a produção de biocombustíveis, com base no Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), que previa uma alternativa viável para a agricultura camponesa da região de Irecê.

Com o escopo de sintetizar o que foi discutido nesse capítulo, o Quadro 4 – apresenta uma síntese sobre as principais fases de ocupação do Platô de Irecê, com suas respectivas repercussões socioambientais.

Quadro 4 - Síntese dos fatos: ecológicos, técnicos e socioeconômicos,

Períodos	Fatos ecológicos	Fatos técnicos	Fatos socioeconômicos
De 1600 a 1800	Início da ocupação (derrubada da vegetação e queimada).	Produção preponderante de subsistência (pequenas plantações com técnicas rústicas sem mecanização). Uso do facão e da foice.	Ocupação das terras remanescentes da pecuária extensiva e áreas inexploradas.
De 1800 a 1950	Continuação da ocupação. Início da ocupação (derrubada da vegetação e queimada). Caça de animais silvestres. Início da decadência da fauna.	Pequena produção para a comercialização (mamona, milho, feijão e algodão etc.). Uso do arado puxado por bois.	Transporte de produtos por meio de animais de carga. No final do período, o transporte era feito por animais e caminhões.
De 1950 a 1970	Continuação do processo de desmatamento.	Início da introdução do pacote produtivista (“revolução verde”).	Maior parte do transporte dos produtos (feijão, milho, algodão e mamona), realizado por caminhões. No final do período, inicia-se a decadência da produção do algodão.
De 1970 a 1980	Intensifica-se o desmatamento em grandes áreas.	Aumento da mecanização agrícola. Início da queda da produtividade da terra. Utilização dos sistemas de irrigação (perfuração de poços tubulares), uso de sementes certificadas, além do uso intenso de agrotóxicos.	Intervenção do governo comprando as safras. Política do preço mínimo. Financiamento da produção (custeio/investimento).
A partir de 1980	Chuvas mais concentradas em poucos meses do ano. Aumento da temperatura média anual, queda dos índices pluviométricos. Degradação dos solos e início dos processos erosivos. Início da contaminação das águas subterrâneas (aquífero cárstico Salitre)	Queda da produtividade do solo. Desuso de sementes, adubos e agrotóxicos na agricultura de sequeiro (feijão, milho e mamona).	Reformulação do zoneamento agrícola e exclusão da região para a produção de grãos (1987). Fim da política de preços mínimos; e queda dos preços dos produtos agrícolas. Geração de emprego e renda a partir da expansão da agricultura irrigada. Introdução do PNPB, com base nos cultivos: mamona, pinhão, manso e girassol para a produção de biocombustíveis.

Fonte: Adaptado de Anpec (2003, p. 8).

Diante do exposto, pode-se perceber que o processo de ocupação foi marcado pela intensa exploração dos recursos naturais e, tudo isso, associado com as secas que atingiram a

região, isso expõe a população da microbacia a uma situação de vulnerabilidade, como será abordado no próximo capítulo.

CAPÍTULO 4 - A QUESTÃO AGRÁRIA E A PROBLEMÁTICA AMBIENTAL: A RELAÇÃO ENTRE A ESTRUTURA FUNDIÁRIA E A DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

*“Tuas terras dilaceradas
Pelo arado bem feito
São o orgulho e esperança
Desse povo trabalhador”*
(Trecho do hino de Irecê de
Carmozina Lopes)

4.1 A EVOLUÇÃO DO QUADRO AGRÁRIO E A INSUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO MODELO PRODUTIVISTA

Na região de Irecê, a histórica divisão das terras em sesmaria favoreceu a concentração de terras nas mãos de poucos em detrimento de uma gama de trabalhadores rurais com pequena parcela de terra para se reproduzir. Dessa maneira, o latifúndio emerge em um contexto de exploração e acumulação de riquezas, que se reflete na configuração socioespacial pautada no modo de produção. Essa estrutura fundiária, oficializada pela Lei de Terras de 1850, foi norteadora para o modelo de exploração de terras e se constituiu ainda como base do Brasil colonial.

A concentração de terras e a ampliação da área ocupada explicam-se pela compra de propriedades que foram desmembradas pelas heranças familiares ou comercializadas pelos antigos donos, os atuais expropriados do seu meio de produção. Sobre a evolução do quadro agrário, ou seja, como se desenvolveu a estrutura fundiária ao longo das últimas décadas, na área de estudo, assim como suas implicações na sociedade e nos sistemas ambientais, estes últimos caracterizados pelo Antônio Christofolletti (1999, p. 35) como sendo:

(...) entidades organizadas na superfície terrestre, de modo que a espacialidade se torna uma de suas características inerentes. A organização desses sistemas vincula-se com a estruturação e funcionamento (e entre) seus elementos, assim como resulta da dinâmica evolutiva.

Entende-se ainda como sistemas ambientais o resultado da interação entre os elementos físicos e biológicos, com seus fluxos de matéria e energia, que evoluem para a formação dos ecossistemas (fluvial, lacustre, entre outros), sendo que “no contexto ecológico, quando o mosaico ganha grandeza espacial maior, um agrupamento de ecossistemas locais repetidos de modo similar sobre áreas de grandeza quilométrica, há composição da paisagem”

(CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 35). A interação entre a sociedade e os sistemas ambientais serão, portanto, analisados na perspectiva geográfica.

É importante ressaltar que os municípios João Dourado, Lapão e São Gabriel, que estão inseridos na microbacia, só foram desmembrados de Irecê em 1985, segundo as seguintes leis: Lei nº 4441, de 9-05-1985; Lei nº 4445 de 09-05-1985 e Lei nº 4407 de 25-02-1985 respectivamente. Já o município de Presidente Dutra, configura-se como o único que teve a sua origem a partir do desmembramento do município de Central. Contudo, a análise da estrutura fundiária será pautada apenas no município de Irecê, pois além da justificativa apresentada, Irecê ocupa a maior parte da microbacia.

Na década de 1940, período em que era desenvolvida basicamente a agricultura de subsistência, predominavam os estabelecimentos na faixa de 5 a 10 hectares, conforme o Tabela 3 - Estrutura Fundiária: Irecê (1940). No entanto, à medida que foi sendo introduzida a agricultura comercial, o número de pequenos estabelecimentos foi sendo alterado, devido ao aumento da concentração de terras, ou seja, tem-se menos estabelecimentos que ocupam uma área maior.

Tabela 3 - Estrutura Fundiária: Irecê (1940)

(continua)

<i>Grupo de Área</i>	<i>Estabelecimento (Qt)</i>	<i>Área(ha)</i>	<i>Estabelecimento (%)</i>
De 0 a menos 1	10	6	1,07
De 1 a menos de 2	11	15	
De 2 a menos de 5	218	776	1,18
De 5 a menos de 10	267	1.984	23,34
De 10 a menos de 20	228	3.175	28,59
De 20 a menos de 50	142	4.909	24,41
De 50 a menos de 100	39	2.669	15,2
De 100 a menos de 200	15	2.054	4,18
De 200 a menos de 500	4	1.269	1,61
De 500 a menos de 1000			0,43
De 1.000 a menos de 2.500			
De 2.500 a menos de 5.000			

(conclusão)

De 5.000 a menos de 10.000			
De 10.000 a menos de 100.000			
De 100.000 a mais			
Total	934	16.357	100

Fonte: Elaborada pela autora no Projeto Geografar, UFBA (2020).

No período em análise, a existência do latifúndio é marcante, devido ao seu processo de povoamento decorrente da pecuária, mineração e agricultura. Havia, assim, grandes propriedades que eram domínios das tradicionais famílias de Irecê, descendentes dos primeiros povoadores da área. (DUARTE, 1963, p. 48).

As atividades produtivas são desenvolvidas em propriedades de tamanhos variados, o que refletiu na forma de exploração mais ou menos intensa, de acordo com os interesses dos proprietários. De acordo com o censo agropecuário de 1950, pontuado por Duarte (1963, p. 47), “Os estabelecimentos variam de tamanho, predominando os médios, sendo assim considerados os que apresentam 200 a 1.000 tarefas, isto é, 80 a 450 hectares”.

De acordo com Duarte (1963), na última categoria (estabelecimentos com 1.000 a menos de 10.000), a zona da Chapada Diamantina apresenta número reduzido de estabelecimentos com tais dimensões, e esse fato confirma que Irecê na década de 1950 se caracterizava por apresentar estabelecimentos de tamanho médio, distinguindo-se da Zona Fisiográfica da Chapada Diamantina, onde predominavam, no mesmo período, os pequenos estabelecimentos, ou seja, 62,79% do total correspondiam a estabelecimentos com menos de 10 hectares.

Na década de 1950, segundo Duarte (1993, p. 51), “Não há um arranjo espacial das parcelas agrícolas nos estabelecimentos, isto é, uma disposição das áreas em cultivo em relação à topografia ou em função de um curso d'água”, uma vez que o relevo é predominantemente plano e a drenagem é desorganizada. Sobre a distribuição fundiária na década referida pelo autor, é possível ainda visualizar na Tabela 4 - Estrutura Fundiária: Irecê (1950).

Tabela 4 - Estrutura Fundiária: Irecê (1950)

<i>Grupo de Área</i>	<i>Estabelecimento (Qt)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Estabelecimento (%)</i>
Mais de 0 a menos de 1	1	0	0,08
De 1 a menos de 2	1	1	0,08
De 2 a menos de 5	135	556	11,34
De 5 a menos de 10	263	1.985	22,08
De 10 a menos de 20	341	4.859	28,63
De 20 a menos de 50	285	8.454	23,93
De 50 a menos de 100	81	5.752	6,8
De 100 a menos de 200	44	6.113	3,69
De 200 a menos de 500	33	10.914	2,77
De 500 a menos de 1000	5	3.788	0,42
De 1.000 a menos de 2.500	1	1.306	0,08
De 2.500 a menos de 5.000	1	3.833	0,08
De 5.000 a menos de 10.000		0	0
De 10.000 a menos de 100.000		0	0
De 100.000 a mais			
Total	1.191	47.561	100

Fonte: Elaborada pela autora no Projeto Geografar, UFBA (2020).

No período de 1970 a 1980, ocorreu um crescimento significativo da área ocupada que segundo Moura (1997, p. 12), “passa de 7.882.609 hectares para 1.1133.220 hectares mostrando a tendência dessa região a um quadro fundiário bastante concentrador”. Já, segundo a EMBRAPA (1976) no IBGE (1980), a estrutura fundiária de Irecê apresentava-se na década de 1970 da seguinte maneira: latifúndios (1.222), minifúndios (2.738) e empresas rurais (43), totalizando (4.003) unidades. Assim, esses dados representam em termos relativos que Irecê possuía, no período destacado, cerca de 77,6% de propriedades como minifúndio; 21,92% como latifúndio e 0,40% como empresas rurais. Os dados mostram uma evolução na concentração fundiária, pois a região deixa de apresentar o predomínio de médias propriedades para concentrar um maior percentual na categoria de minifúndios. Sobre esse aspecto é possível visualizar na Tabela 5 - Estrutura Fundiária: Irecê (1970).

Tabela 5 - Estrutura fundiária: Irecê (1970)

<i>Grupo de Área</i>	<i>Estabelecimento (Qt)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Estabelecimento (%)</i>
de 0 a menos 1	47	32	0,91
De 1 a menos de 2	108	164	2,09
De 2 a menos de 5	901	3.205	17,43
De 5 a menos de 10	982	7.041	18,99
De 10 a menos de 20	798	11.425	15,44
De 20 a menos de 50	1.169	37.858	22,61
De 50 a menos de 100	559	40.232	10,83
De 100 a menos de 200	368	50.694	7,12
De 200 a menos de 500	200	59.711	3,87
De 500 a menos de 1000	30	21.011	0,58
De 1000 a menos de 2.500	5	6.658	0,1
De 2.500 a menos de 5.000	3	7.363	0,6
De 5.000 a menos de 10.000			0
De 10.000 a menos de 100.000			0
De 100.000 a mais			0
Total	5.170	245.396	100

Fonte: Elaborada pela autora no Projeto Geografar, UFBA (2020).

A concentração de terras pode ser observada ainda, com base nos dados que apontam a evolução da área ocupada. Sobre esse aspecto, a área ocupada pelas lavouras temporárias, no período de 1950 a 1985, pode ser visualizada na Tabela 6.

Tabela 6 - Expansão da área ocupada pelas lavouras temporárias, em hectare, na Bahia, região de Irecê e Irecê (1950/1985)

Período/Base territorial	1950	1970	1985
Bahia	844.782	1.468.740	2.555.823
Região de Irecê	25.126	180.082	343.130
Irecê	8.320	68.967	125.416

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: IBGE, Censo Agrícola da Bahia, 1950, 1970, 1985.

Portanto, a década de 1970 representa um marco quanto à intensificação no processo de concentração fundiária, no atual Território de Identidade, com uma política bastante favorável aos grandes proprietários, em que se pode perceber que naquele período, a expansão das lavouras, praticamente, dobrou. Sobre a concentração fundiária Moura (1997, p. 10) destaca ainda que:

No município de Irecê, dos 4.670 estabelecimentos agrícolas registrados pelo IBGE em 1980, cerca de 77% têm de 2 a 50 hectares, caracterizando-se numa estrutura agrária com predominância de pequenas propriedades, mas coexistem com outras que ocupam grandes extensões de terra. Os 77% de estabelecimentos detêm apenas 23,11% da área total ocupada.

Os dois últimos ciclos de ocupação estão inseridos no apogeu da produção agrícola da região de Irecê. No entanto, a difusão da modernização na agricultura foi seletiva, e muitos trabalhadores rurais eram de baixa renda, possuíam pouca terra e, portanto, não foram inseridos nas novas dinâmicas, e isso fica claro quando observa-se as características do produtor para o qual se destinavam os incentivos referentes à retomada do cultivo do algodão herbáceo na década de 1970, conforme a citação a seguir:

Destina-se o presente sistema de produção a produtores de algodão herbáceo que normalmente adotam práticas de aração e gradagem do solo para a implantação da cultura, quer através de trator próprio ou alugado, e explorem áreas superiores a 10 há. (EMBRAPA, 1976, p. 12).

Dessa maneira, a valorização das terras que ocorreu concomitante com o aumento dos custos da produção (implementos agrícolas e demais insumos necessários para a produção), inviabilizou a manutenção de algumas propriedades. Com isso, a solução encontrada foi a venda

ou o abandono da propriedade, ficando o trabalhador disponível para vender a sua força de trabalho, seja como proletário no campo, seja como trabalhador assalariado na cidade.

Ainda sobre a valorização da terra na região, é válido ressaltar que com a construção da chamada Estrada do Feijão, em 1974, as propriedades próximas à rodovia sofreram, assim, nova valorização, sendo que “(...) os agricultores em condições de manter essa valorização são forçados a desembolsar um capital fixo elevado” (NEPOMUCENO, 2014, p. 112), isso implicou uma nova valorização seletiva do espaço. Em concordância com Moura (1997), o autor acrescenta:

Desse modo, verificamos novamente uma retirada do agricultor de sua terra. Em termos gerais, ocorre uma nova concentração de terras, onde predomina uma numerosa quantidade absoluta de pequenas propriedades ocupando uma pequena porção do espaço, enquanto poucas propriedades ocupando somam relativamente volumosas áreas. (NEPOMUCENO, 2014, p. 113).

Com a consolidação do tri-consórcio: feijão, milho e mamona, houve a necessidade de uma melhor reestruturação do quadro agrário, a fim de dinamizar a produção, pois “as técnicas utilizadas até então não possibilitavam expandir a área plantada para o modelo de produção agrícola imposto pelo governo militar (SANTOS et al., 2008, p. 7). Segundo o mesmo autor, foi nesse período (1964 - 1985) que a concentração fundiária se ampliou no país. Sobre esse processo em Irecê, pode-se observar na Tabela 7 - Estrutura Fundiária: Irecê (1980).

Tabela 7 - Estrutura Fundiária: Irecê (1980)

(continua)

<i>Grupo de área</i>	<i>Estabelecimento (Qt)</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Estabelecimento (%)</i>
Mais de 0 a menos de 1	33	27	0,71
De 1 a menos de 2	112	172	2,4
De 2 a menos de 5	787	2.806	16,85
De 5 a menos de 10	850	6.259	18,2
De 10 a menos de 20	755	10.765	16,17
De 20 a menos de 50	1.055	34.567	22,66
De 50 a menos de 100	492	35.102	10,54
De 100 a menos de 200	340	46.885	7,28
De 200 a menos de 500	197	58.539	4,22

(conclusão)			
De 500 a menos de 1.000	34	20.954	0,73
De 1.000 a menos de 2.500	10	13.590	0,21
De 2.500 a menos de 5.000	2	6.525	0,04
De 5.000 a menos de 10.000			0
De 10.000 a menos 100.00			0
Mais de 100.000			0
Total	4.670	236.19	100

Fonte: Elaborada pela autora no Projeto Geografar, UFBA (2020).

Nessas décadas (1985-1995), ocorreram alterações consideráveis na estrutura fundiária regional. Pode-se observar que permanece elevado o número de estabelecimentos com menos de 10 ha, enquanto dobrou a quantidade de estabelecimentos na categoria de 1.000 a 1.500 hectares, em comparação à década anterior, conforme os dados da Tabela 7. Sobre esse aspecto, Santos et al. (2008) destaca ainda que o aumento no número de estabelecimentos com 10 ha passou de 20 mil para 26 mil nesse período, enquanto a área ocupada, nesse mesmo extrato, passou de 77 mil para 105 mil, ou seja, um aumento de 33% do número de pequenas propriedades. Na Bahia, portanto, a concentração de terras permanece elevada e superior à média do Nordeste, pois, mesmo aumentando o número de pequenas propriedades (10 ha), o aumento das grandes propriedades foi significativamente maior.

Em João Dourado, de acordo com as informações de entrevistados, a concentração de terra foi em decorrência da produção de cebola. No entanto, esse processo ocorreu de forma diferente em cada município da região, pois para SANTOS et al. (2008, p. 9):

(...) Nos municípios produtores de alimentos básicos, predominava a pequena e média propriedade, nos outros como João Dourado, Xique-Xique e Gentio do Ouro, Lapão entre outros, houve a predominância da grande propriedade irrigada. O fato de a irrigação aportar recursos maiores, dificulta a produção dos pequenos agricultores, sendo o sequeiro a forma comum da região.

É válido ressaltar que a agricultura de sequeiro é extremamente dependente do regime de chuvas, o que a torna muito suscetível às condições climáticas adversas como as estiagens e as secas, comuns na região. Na região, também não há uma tradição de organização entre os trabalhadores rurais, o que dificulta a construção de projetos coletivos, como cooperativas e

associações robustas suficientes para fazerem frente aos desafios socioeconômicos enfrentados. Outro aspecto relevante, ainda de acordo com Santos et al. (2008, p. 12):

(...) as últimas fronteiras de terras baratas e água abundante ao longo do rio São Francisco, são as regiões de Irecê (Ba) e Juazeiro (Ba), assim como no oeste de Pernambuco e no norte de Minas Gerais. Nestas regiões estão sendo realizados projetos de construção de perímetros de irrigação para a produção de cana irrigada e frutas, como o Baixio de Irecê.

A implantação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) gerou e ainda gera uma perspectiva de a região se tornar um novo “Eldorado” agrícola como foi nos anos 1970-1980, com o feijão (SANTOS et al., 2008, p. 12). Assim, a agricultura irrigada pautada no sistema de Parceria Público Privada (PPP) levaria o desenvolvimento local e sustentável para a região, conforme preconizava o governo do Estado, em 2006, com a construção do Projeto Baixio de Irecê, como é possível perceber na reportagem do Jornal “A Tarde” (CAMPOS, 2006, não paginado):

Até dezembro devem ser lançados editais de licitação de dois polos de agricultura irrigada com base no modelo PPP (Parceria Público Privada): Baixio de Irecê, na Bahia, e Pontal, em Petrolina (PE). Eles terão 58 mil de hectares e 7,8 mil hectares respectivamente, e a perspectiva é atrair grandes empresas multinacionais para a gestão dos polos. (...) No Baixio de Irecê, 180 mil empregos diretos e indiretos devem ser gerados com a conclusão do projeto.

Após o colapso da economia baseada na produção do feijão, na década de 1980, a região de Irecê recebeu a implantação do Programa Nacional de Produção do Biodiesel (PNPB), que visava resolver a crise da agricultura camponesa e alavancar novamente a economia regional, com base na produção de cana irrigada, oleaginosas (girassol, mamona e pinhão manso). Dessa maneira, sob a “justificativa da escassez das fontes energéticas fósseis e as mudanças climáticas emergiu nos últimos tempos a preocupação em estabelecer soluções que visassem a resolver estes problemas de proporções globais” (SANTOS et al., 2008, p. 1).

No contexto, abordado pelo referido autor, sobressai um discurso ideológico e tendencioso referente à geração de “energia limpa”, que aprofunda a concentração de terras sob a coordenação da CODEVASF, com a implantação do Projeto Baixio de Irecê. Esse projeto foi implantado na foz do rio Verde, o qual é tributário do rio São Francisco, na região de Xique-xique, portanto, os aspectos relacionados diretamente ao projeto não serão objeto de análise no presente trabalho. Contudo, é importante ressaltar a influência do PNPB na produção da mamona na microbacia, conforme a Imagem 6 - Lavoura de mamona no povoado de Babilônia,

Lapão, assim como em outros municípios da região, porém Lapão responde por 67, 10% da produção de mamona no Estado e 100% da produção de girassol (SANTOS et al., 2008, p. 13).

Imagem 6 - Lavoura de mamona no povoado de Babilônia, município de Lapão



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

Sobre a estrutura fundiária, os dados do censo agropecuário de 1985/1995 indicam que “(...) os estabelecimentos situados no estrato de menos de 10 ha perfaziam 63%, sendo que para as atividades, eram disponibilizados apenas 7% da área” (SANTOS et al., 2008, p. 8). E finalmente, na década de 2000, a distribuição de terra no município destaca-se pela predominância dos minifúndios, ou seja, de um total de 56 estabelecimentos cadastrados pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), 35 possuem até 1 (um) módulo fiscal, que representa na região de Irecê 65 hectares, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 - Classificação dos Imóveis Rurais em Relação ao Tamanho da Área: Irecê, BA (2017)

Classificação das propriedades segundo o tamanho da área	Módulo Fiscal por Hectare	Nº total de propriedades
Minifúndios	Até um módulo fiscal	35
Pequena propriedade	Entre 1 e 4 módulos fiscais	18

(continua)

		(conclusão)
Média propriedade	Entre 4 e 15 módulos fiscais	3
Grande propriedade	Área superior a 15 módulos fiscais	0

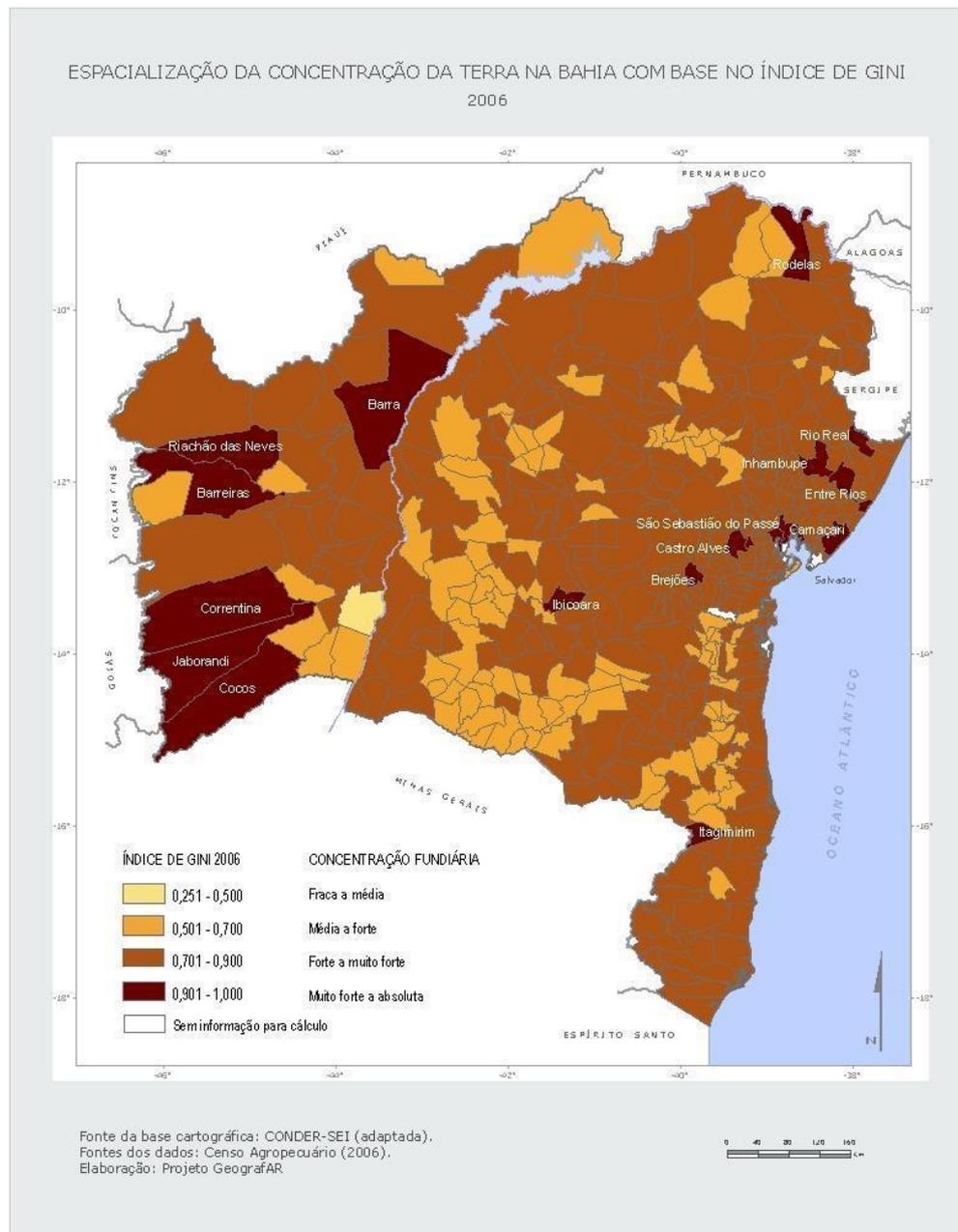
Fonte: Adaptado de SICAR (2017).

Nota: O módulo fiscal em Irecê equivale a 65 hectare EMBRAPA, 2017, p. 48.

Ao comparar o Índice de Gini¹ dos municípios da área de estudo com a concentração fundiária, é possível perceber que a região apresenta os seguintes valores: índice de Gini (0,501 a 0,700), enquanto a concentração fundiária apresenta-se dentro da categoria entre média e forte, no contexto do Estado da Bahia, conforme a Imagem 7 - Espacialização da concentração de terra na Bahia com Base no Índice de Gini (2006).

¹ Índice de Gini é utilizado para apresentar o grau de concentração de renda em um determinado grupo e, portanto, reflete a situação socioeconômica de um município, Estado ou país. O Índice varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 0 menor é a desigualdade e quanto mais próximo de 1 maior é a concentração de renda.

Imagem 7 - Espacialização da concentração da Terra na Bahia com base no índice de Gini 2006



Fonte: Projeto Geografar (2019), UFBA.

Diante dos dados apresentados e com base nos resultados do trabalho empírico, é possível inferir que as pequenas e médias propriedades utilizam a terra de forma exaustiva, por meio de plantios sucessivos, impossibilitando o descanso e a regeneração natural do solo e disso decorre a demanda cada vez maior de corretivos artificiais, que são causadores de contaminação do solo e das águas (superficial e subterrânea). Pretende-se, ainda, demonstrar ao longo da presente tese a relação entre a estrutura fundiária e a evolução do desmatamento do bioma

caatinga, com base na análise dos mapas multitemporais que serão abordados no próximo tópico.

4.2 O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NA MICROBACIA DO RIO BAIXÃO VEREDINHA: UMA ANÁLISE MULTITEMPORAL (1960 a 2017)

A configuração espacial da microbacia é um reflexo das consequências do modo de ocupação que vem se processando ao longo do tempo. O resultado da interação entre as forças produtivas e a atuação do Estado estão presentes na paisagem, pois as áreas que, em outro momento, eram recobertas por diversa e desconhecida biodiversidade, representadas pelo Bioma Caatinga, atualmente encontram-se apenas fragmentos de vegetação, uma vez que o bioma foi reduzido a algumas espécies vegetais, em forma de pequenas capoeiras. Assim, o Estado foi um grande promotor das alterações na paisagem, pois, no âmbito federal, houve o fomento das inovações para a agricultura brasileira, no nível estadual ocorrem investimentos substanciais para o desenvolvimento agrícola na região de Irecê, que acarretou na supressão de grande parte da vegetação ali existente. Para analisar a evolução do desmatamento, é necessário retomar alguns aspectos sobre o processo de ocupação e o uso das terras, assim, por meio das ferramentas do Geoprocessamento e do Sensoriamento Remoto, serão analisadas a evolução das atividades produtivas e a retração da cobertura vegetal, com os demais rebatimentos.

Para exemplificar como se processava o uso da terra, na década de 1960, Duarte (1963) elaborou um mapa intitulado *Região Agrícola de Irecê: mapa de utilização da terra e distribuição do habitat rural* (Imagem 8), com base em fotografias aéreas, “na escala aproximada de 1:25.000, executadas no ano 1961 (maio a setembro), pelos Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/ A, a pedido da Comissão do Vale do São Francisco” (DUARTE, 1963, p. 59).

Imagem 8 - Região agrícola de Irecê: mapa de utilização da terra e distribuição do habitat rural



Fonte: Duarte (1963, p. 59).

Sobre o processo do desmatamento em Irecê, Duarte constatou que na década de 1960 a caatinga já havia sido reduzida para ceder espaço às lavouras, conforme afirmação a seguir:

Recobre essa área uma caatinga arbórea, com pequena incidência de cactáceas. Destas, o elemento mais frequente é o facheiro. Hoje, a caatinga está bem reduzida, pois foi derrubada para a instalação das lavouras. As capoeiras em diversos estágios, isto é, ora mais fechada e ora mais alta, aparecem por toda a área. Na parte setentrional do município é que encontramos um trecho mais contínuo daquela vegetação que ainda não foi devastada, pois, como está mais distante das principais vias de comunicação, o povoamento, aí, ainda não se processou de maneira efetiva. (DUARTE, 1963, p. 43).

O autor distingue quatro categorias de parcelas para analisar o uso da terra e a distribuição das vilas, povoados e aglomerados rurais em Irecê:

- (...) 1) parcelas com culturas consorciadas de milho, feijão, mandioca e algodão que representam as mais expressivas culturas dessa área agrícola;
- 2) parcelas com cultura de agave;

- 3) capoeira rala onde, em certos trechos, há livre pastoreio, bem observáveis nas aerofotos, pelo pisoteio do gado onde a vegetação mais rala é marcada;
- 4) capoeira alta, mais fechada, - cuja antiga ocupação é testemunhada por trilhas visíveis e, ainda, pequenas parcelas de caatinga circundadas por parcelas em cultivo ou, mesmo, - capoeira rala. (DUARTE, 1963, p. 59).

Com o uso do trator, na década seguinte daquela analisada pelo autor, foi possível derrubar a caatinga mais espessa, tornando possível a ampliação da área ocupada. Assim, há uma diversidade na produção agrícola, que continua aumentando ao longo das décadas seguintes, demonstrando uma vocação regional para a agricultura e, em segundo, para a pecuária. A Estrada do Feijão, assim como as demais rodovias que foram construídas na região, também representaram um importante vetor de ocupação, o que por sua vez favoreceu o progressivo aumento do desmatamento, como será observado na Imagem do Landsat-1, de 9 de outubro de 1973.

Com o escopo de compreender a evolução da supressão da cobertura vegetal e as suas implicações, foram elaborados os mapas de Uso e Cobertura da Terra da Microbacia do Rio Verde, a partir da década de 1970. Para a confecção dos referidos mapas, utilizou-se imagens do satélite Landsat, conforme especifica o Quadro 5.

Quadro 5 - Dados das imagens do sensor Landsat

Ano	Sensor	Data de imageamento
1973	Landsat-1	9 out. 1973
1986	Landsat-5	28 jun. 1986
1996	Landsat-5	23 jun. 1996
2006	Landsat-5	21 de jul. 2006
2016	Landsat-8	17 ago. 2016

Fonte: Adaptado de Israel Oliveira Jr. (2021).

A nomenclatura e a definição das classes de *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) estão sintetizadas no Quadro 6. O mapa final possui escala cartográfica de 1/60.000. Para a década de 1970, encontrou-se apenas uma imagem, concernente ao ano de 1973. A imagem possui baixa resolução espacial e dificultou a visualização de algumas informações.

Com isso, deve considerar tais questões na interpretação dos dados expostos no mapa elaborado para o referido período, bem como para fins de planejamento governamental

Quadro 6 - Nomenclatura e descrição das classes de NDVI

(continua)

Classe	Definição
Caatinga Arbóreo-Arbustiva	Estrutura-se, fundamentalmente, em dois estratos lenhosos, de densidade contínua e semicontínua: um superior, com porte, em média, de 5 m; e um estrato inferior, arbustivo, com espécies de até 3 m de altura. Caracteriza-se por uma composição de espécies decíduas, espinhentas, com microfolia e heterogeneidade florística.
Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada	Encontram-se dois estratos lenhosos: arbóreo e arbustivo, com características semelhantes ao da Caatinga Arbóreo-Arbustiva. A pecuária reduziu a densidade da vegetação e, em alguns locais, a vegetação é secundária, possui acentuada homogeneidade e/ou propagação de espécies.
Cidade	Geralmente, corresponde à sede do município e prefeitura municipal, com adensamento populacional, predomínio de objetos urbanos (vias de transporte, comunicação etc.) e atividades comerciais e de serviços.
Lavoura Irrigada	Extensão de terras cultivadas com técnicas de irrigação, para a produção de alimentos, voltadas, especialmente, para a comercialização.
Pastagem	Áreas de vegetação nativa ou secundária, onde se pratica o pastoreio do gado. Incluem-se terrenos de cultivos abandonados, onde o gado permanece solto, muitas vezes, sem cercas para separar os pastos.
Solo Exposto	Superfícies desnudas, que representam as terras onde o uso sistemático tem diminuído o ritmo da recomposição florística.
Lavoura e Pastagem Alternadas	Ocorrência combinada entre lavoura e pastagem. Há o estabelecimento dos cultivos no período chuvoso, interrompendo-se a partir das estiagens pluviométricas, com a formação imediata das pastagens.

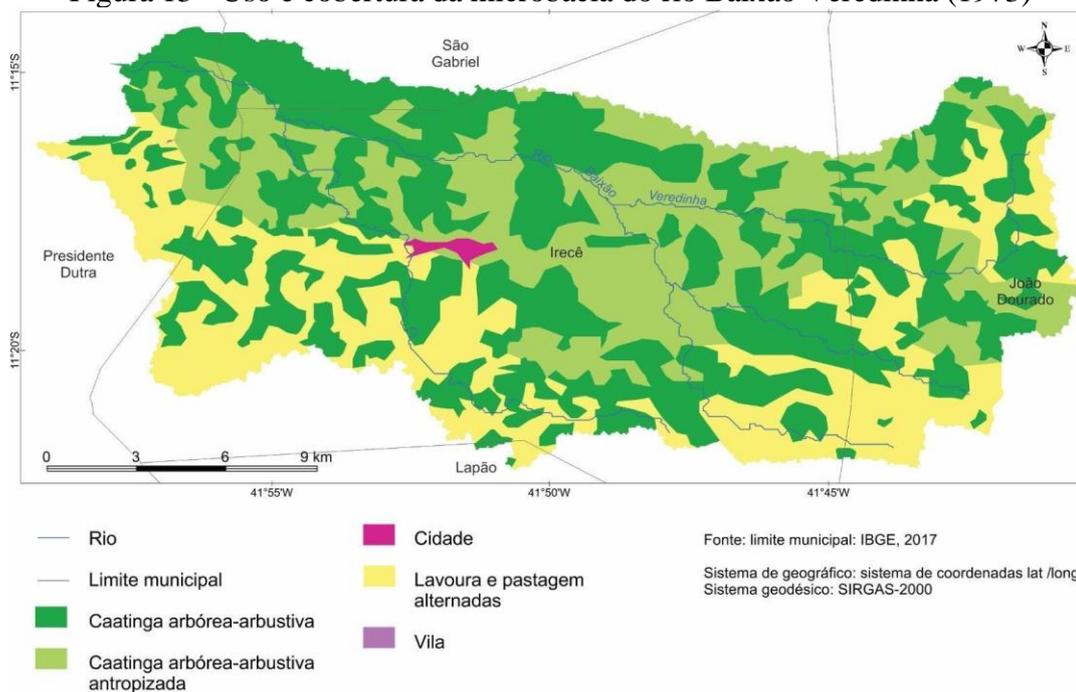
(conclusão)

Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial	Medra sobre planícies aluviais sujeitas às cheias dos rios, ou nas depressões alagáveis. De acordo com a umidade, as espécies podem apresentar-se mais vigorosas, com estratos arbóreos ou menos desenvolvidos (estratos arbustivos e herbáceos).
Vila	Pequena aglomeração urbana, com adensamento populacional inferior às cidades. Embora incluída na categoria urbana, a população residente possui um vínculo com atividades rurais

Fonte: Adaptado de Oliveira Junior et al. (2020).

A análise do mapa (Figura 13) evidencia uma supressão da caatinga na parte sul da microbacia, devido à substituição da vegetação pelas lavouras alternadas com pastagem, sobretudo, nos municípios de Irecê e João Dourado. Na década de 1970, a malha urbana de Irecê também já se destaca. No entanto, havia ainda o predomínio da caatinga arbórea arbustiva e caatinga antropizada. Apesar das limitações do mapa, conforme já pontuado, este corrobora com a fundamentação teórica adotada sobre a área de estudo, pois, ao passo que a população foi aumentando e a área urbana foi sofrendo expansão, a caatinga foi cedendo espaço para a ampliação dos cultivos e das pastagens secundariamente. A localização dos aglomerados rurais, conforme a Figura 1 (Mapa de Localização da área de estudo p. 27) sofreu ainda a influência das características geológicas da região, pois, devido ao relevo cárstico, muitos povoados formaram-se próximos aos afloramentos perto de olhos d'água e lagoas existentes na região. Os aglomerados rurais que foram sendo formados a partir da dispersão das áreas agricultáveis, favoreceu o avanço do desmatamento, conforme apresentado oportunamente.

Figura 13 - Uso e cobertura da microbacia do rio Baixão Veredinha (1973)

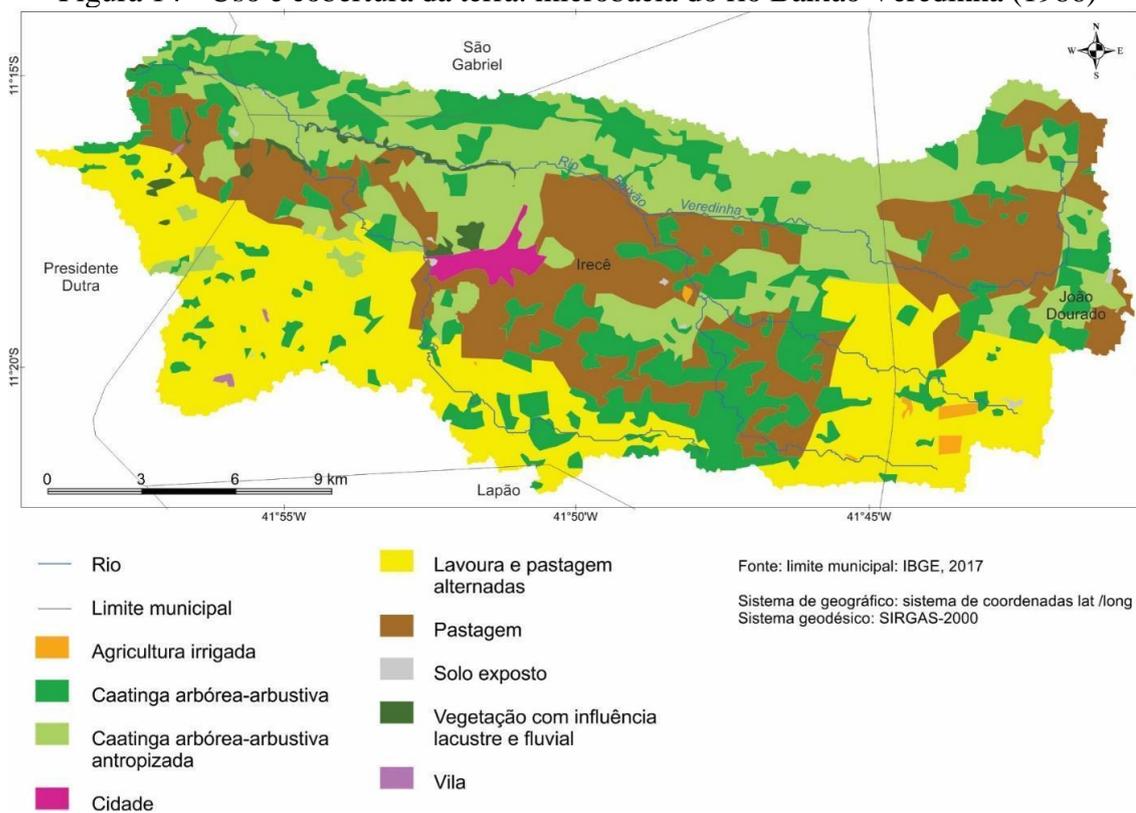


Fonte: Elaborado pela autora e por Israel O. Jr.

Nota: IBGE (2017).

Na década de 1980, a microbacia já apresenta significativas transformações, conforme é possível visualizar na Figura 14 - Mapa de Uso e Cobertura da Terra: Microbacia do Rio Baixão Veredinha (1986). Comparativamente à década anterior, pode-se perceber que ocorreu o aumento da área desmatada com o avanço das lavouras, da pastagem e da agricultura irrigada. Nesse período, o município de Presidente Dutra apresentou um aumento na área de ocupação pela agropecuária. Destaca-se, nesse período, a presença de manchas com o solo exposto.

Figura 14 - Uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (1986)

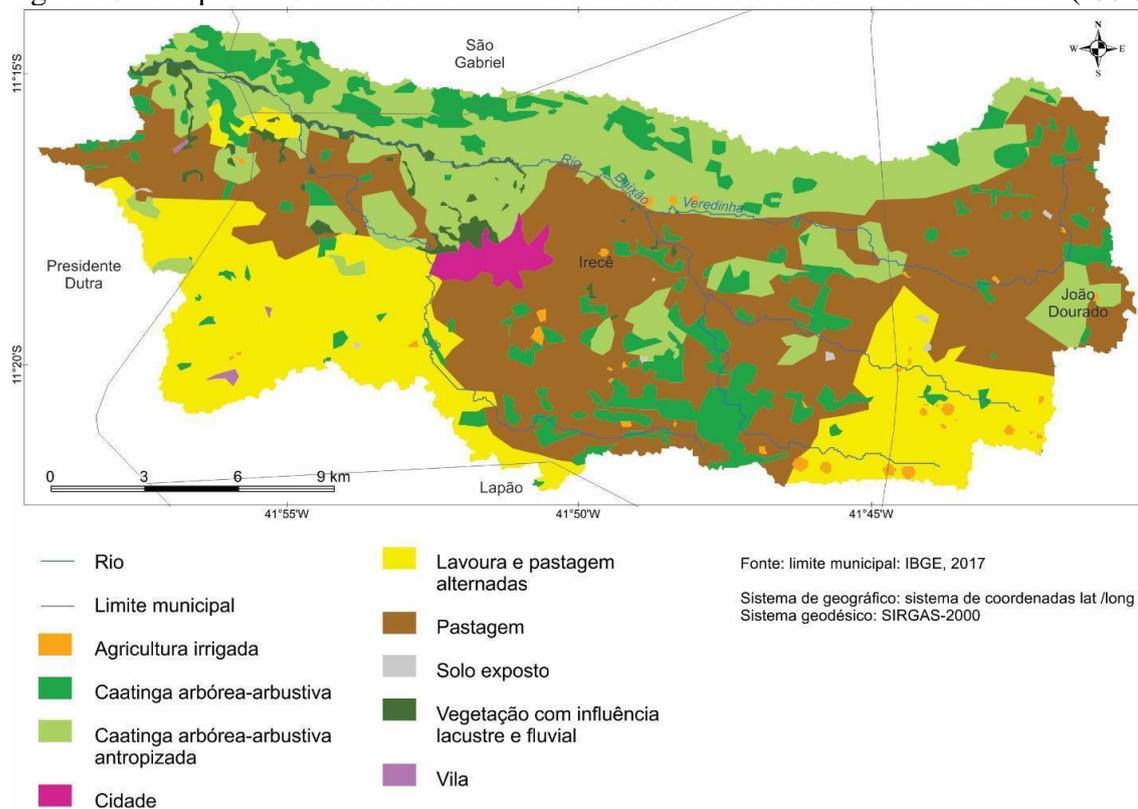


Fonte: Elaborado pela autora e por Israel O. Jr.

Nota: IBGE (2017).

Conforme Duarte (1963) e Nepomuceno (2014), com as observações de campo, pode-se inferir que as habitações estão dispersas, no contexto atual, devido à forma de uso da terra, pois a expansão dos cultivos possibilitou a abertura de novas estradas e, conseqüentemente, a formação dos aglomerados rurais. Na década de 1986, é possível verificar a redução drástica da caatinga arbórea arbustiva, em detrimento do aumento da área ocupada pela pastagem e lavouras alternadas em todos os municípios da microbacia, com excesso da porção que pertence à São Gabriel. A agricultura irrigada passou a ser utilizada, com destaque para o extremo leste da área que corresponde ao município de João Dourado. À medida que a cultura de sequeiro vai perdendo espaço para agricultura irrigada, após as secas intensas registradas nas décadas de 1980 e 1990 (Barbosa, 2000), é possível observar na Figura 15 - Mapa de uso e cobertura da terra: Microbacia do rio Baixão Veredinha, onde há presença de solo exposto e aumento substancial da área ocupada pela pastagem, incluindo as áreas onde o solo apresentava baixa produtividade, devido ao longo período de uso e, portanto, foi abandonado, conforme informações de alguns entrevistados, além dos dados obtidos em trabalho de campo.

Figura 15 - Mapa de uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (1996)

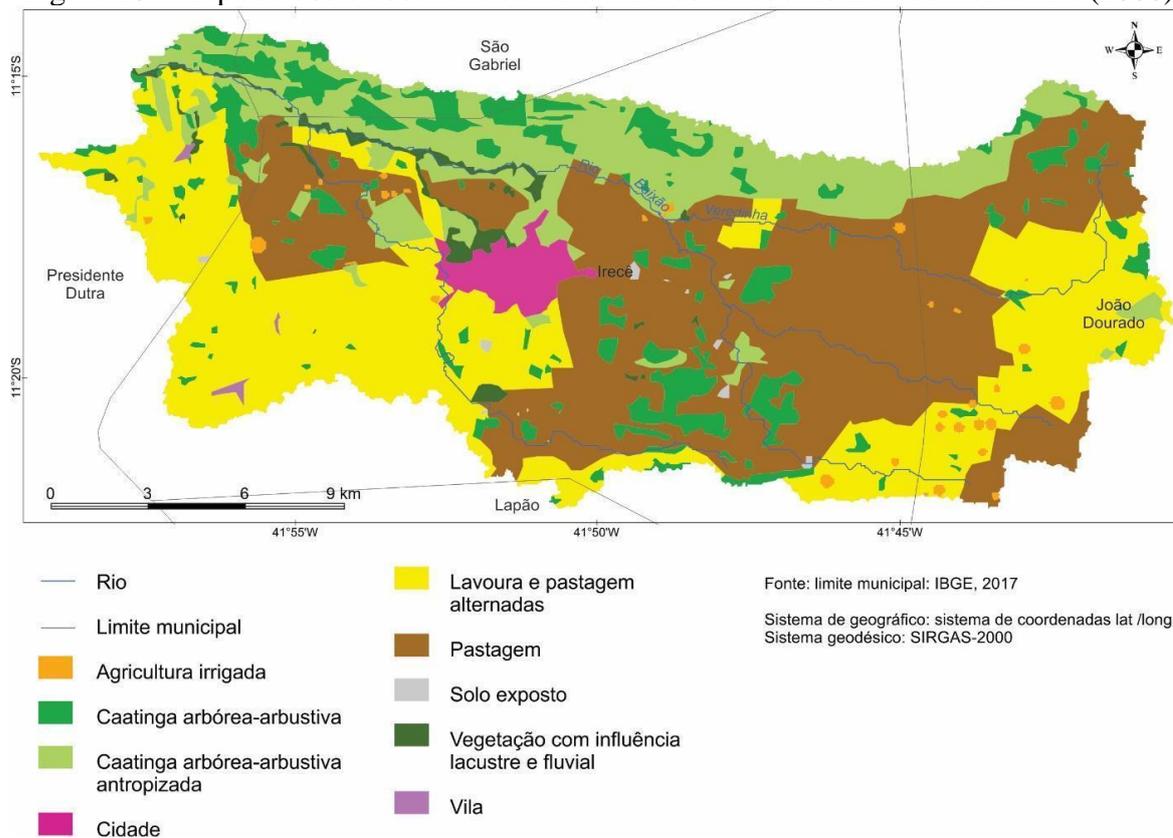


Fonte: Elaborado pela autora e por Israel O. Jr.

Nota: IBGE (2017).

Na década de 1990, é marcante o crescimento das áreas irrigadas, não apenas em João Dourado, mas também no município de Irecê. Outro aspecto relevante que deve ser pontuado, nas duas últimas décadas analisadas, é o aumento da área de caatinga antropizada em detrimento da caatinga arbórea-arbustiva, mesmo nas regiões serranas (no extremo norte da microbacia), o que não foi observado na década de 1970, uma vez que o povoamento nessa área ainda não estava efetivado naquela época, conforme já pontuado por Duarte (1963). Já na década de 2000, a caatinga é restrita apenas a alguns fragmentos e capoeiras pontuando a paisagem, conforme a Figura 16 - Mapa de uso e cobertura da terra: Microbacia do rio Baixão Veredinha (2006).

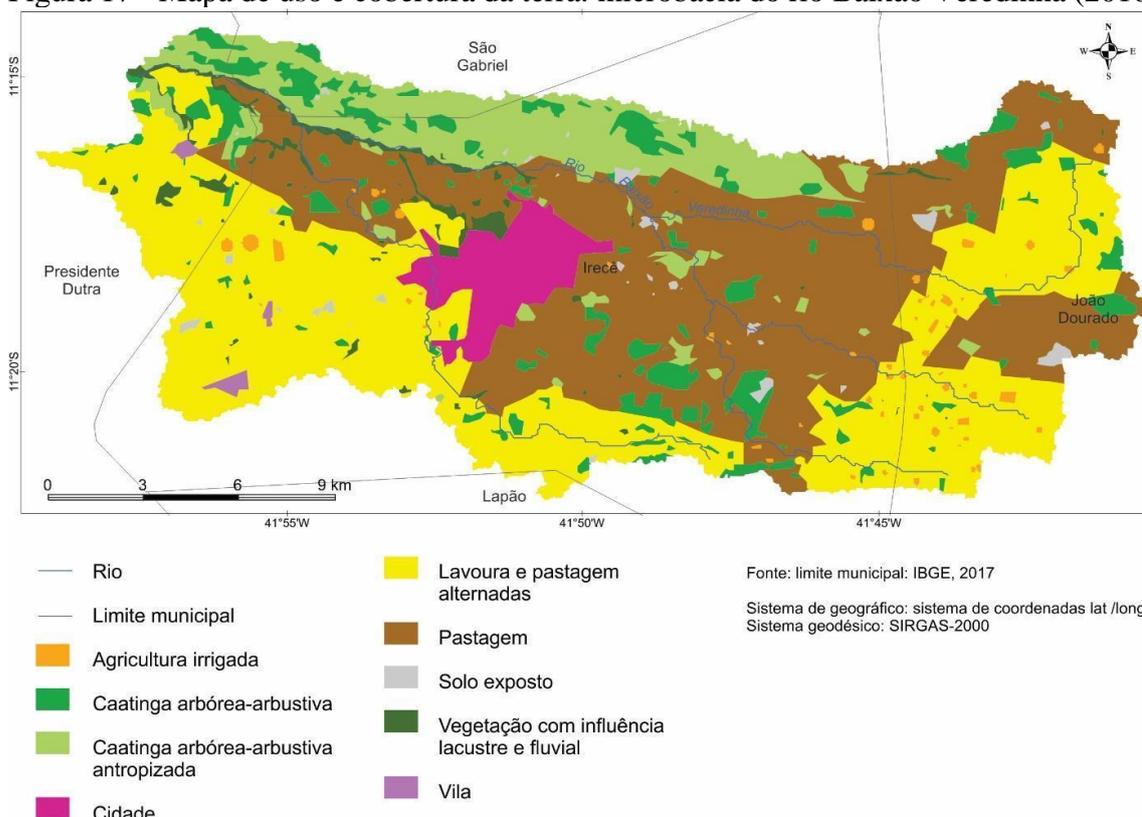
Figura 16 - Mapa de uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (2006)



Fonte: Elaborado pela autora e por Israel O. Jr.
 Nota: IBGE (2017).

Na década de 2000, como é possível observar na Figura 16, a agricultura irrigada se expande, sobretudo, no sudeste da microbacia, onde se desenvolvem os cultivos de cebola, beterraba, pimentão e cenoura desde os anos 1980 e até os dias atuais, como foi observado no trabalho de campo realizado em janeiro de 2021. Nessa década, é possível visualizar ainda o aumento das áreas de solo exposto, justamente nos locais que foram mais explorados pela agricultura comercial e pela pecuária ao longo do tempo. O centro-sul da microbacia é, sem dúvida, a porção mais afetada pela degradação ambiental, devido ao uso intenso do solo no Platô de Irecê, ao longo dos ciclos de ocupação. Essa região também apresenta uma maior oferta de água, por representar uma importante área de recarga do aquífero salitre, como será discutido no Capítulo 5. Já, na década de 2000, apontava para um aumento das áreas com solo exposto, como é possível visualizar na Figura 17 - Mapa de uso e cobertura da terra: Microbacia do rio Baixão Veredinha (2016).

Figura 17 - Mapa de uso e cobertura da terra: microbacia do rio Baixão Veredinha (2016)



Fonte: Elaborado pela autora e por Israel O. Jr.

Nota: IBGE (2017).

A partir da análise da Figura 17, referenciada pelos trabalhos de campos desenvolvidos na microbacia ao longo dos últimos 4 anos, permitem confirmar o avanço da pecuária em áreas que já foram cobertas pela caatinga arbórea-arbustiva, a qual, atualmente, limita-se apenas alguns polígonos fragmentados. Assim, cabe destacar as classes de usos com suas respectivas extensões, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Classes de usos e cobertura da Terras com as extensões

Classe	Extensão absoluta (km ²)	Extensão Relativa%
Caatinga arbórea-arbustiva	149,5	46,4
Caatinga arbórea-arbustiva antropizada	87,33	27,1
Cidade	1,25	0,4
Lavouras e pastagens alternadas	84,2	26,1
Vila	0,01	0

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A análise da Tabela 9 apresenta, portanto, o uso intensivo da caatinga arbórea representando 46,4% do total da microbacia, enquanto a caatinga antropizada representa 27,1%. Como foi possível visualizar, durante o trabalho de campo, na unidade que representa a cidade, praticamente não existe mais vegetação nativa próximo ao perímetro urbano e, portanto, o valor é de apenas 0,4%. As áreas com lavouras e pastagens alternadas constituem 26,1% do total da microbacia. Sobre este aspecto, cabe ressaltar que a criação de gado alternada com as lavouras também é comum na região, sobretudo, no período em que a terra não estava ocupada pelas lavouras de sequeiro. Essa forma de uso associada com a torrencialidade das chuvas, as quais são concentradas no verão, favorecem sobremaneira os efeitos causados pela erosão, conforme foi observado no povoado de Mocozeiro, em Irecê (Imagem 9).

Imagem 9 - Processo de ravinamento, localizado em uma propriedade no povoado de Mocozeiro, no município de Irecê - área com declividade moderada



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (2021).

A configuração espacial dos espaços produtivos, atualmente, apesar de obedecer a uma certa lógica interna, no contexto regional, observa-se que esta apresenta uma diversidade na

produção agrícola, uma vez que cada município se destaca pela especialização na produção de um certo produto, por exemplo, Presidente Dutra, é conhecida como a capital nacional da Pinha (Imagem 10 - Cultivo da pinha no povoado - Presidente Dutra), enquanto nos municípios de João Dourado e São Gabriel, as lavouras predominantes são: a mamona e o girassol.

Imagem 10 - Cultivo da pinha irrigada, no município de Presidente Dutra



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

Nota: Na imagem é possível visualizar um poço tubular utilizado na irrigação.

O município de João Dourado ainda se destaca na produção da cebola irrigada, o que tem favorecido a criação de infraestrutura como o Mercado do Produtor, onde o produto é comercializado para os grandes compradores, conforme foi observado em trabalho de campo. Além do Mercado do Produtor, ainda existem compradores que armazenam o produto em grandes galpões (Imagem 11 - Unidade de armazenamento e beneficiamento da cebola), para depois venderem o produto para redes de supermercados no próprio estado.

Imagem 11 - Unidade de armazenamento e beneficiamento da cebola, no entroncamento rodoviário entre João Dourado e Irecê



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

Na região de Irecê, atualmente, a produção agropecuária é bastante diversificada, como já foi pontuado, não havendo, assim, o predomínio de uma lavoura específica. O que chama a atenção é a tendência ao abandono do cultivo de sequeiro e, isso está associado ao regime irregular de precipitações na região nas últimas décadas. Como pode ser observado ainda na Figura 17, há um expressivo aumento na área ocupada pela agricultura irrigada, se comparada com as décadas anteriores. Com base nos estudos realizados, pode-se pontuar, ainda, que de uma maneira geral, o município que apresenta as melhores condições de preservação dos sistemas ambientais é São Gabriel; no entanto, esse fato pode estar associado às limitações impostas pelo relevo, representado pelas serras que não favoreceu o desenvolvimento da agricultura mecanizada e a exploração mais intensa da área. Sobre os aspectos geomorfológicos relacionados ao uso e à ocupação da microbacia, serão abordados no próximo capítulo.

E finalmente, no período atual, é possível visualizar ainda na Figura 17 o crescimento expressivo da malha urbana de Irecê, onde a especulação imobiliária atua na criação de loteamentos em diversas áreas do município. É marcante o crescimento nas últimas décadas de bairros em áreas na periferia da cidade, como o bairro Shampoo Charme, localizado em uma área onde foi realizado o aterramento da Lagoa do Pereira (Imagem 12).

Imagem 12 - Bairro Shampoo Charme, localizado em Irecê



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2019).

Associado ao crescimento urbano, têm-se o aumento da população e a precarização na oferta de saneamento básico na região, como foi constatado a existência de lixões nos municípios que compõem a microbacia. Sobre o crescimento da população na região de Irecê, de acordo com Santos et al. (2008, p. 7), observamos atualmente uma nova configuração nos processos de migração para as cidades da região de Irecê: agricultores sem-terra que estão inchando as periferias; chegada de empresas de mineração para a exploração do fosfato e outros minérios e os projetos de exploração da mamona e do pinhão manso para a produção de agrocombustíveis.

Em trabalho de campo, foi possível constatar ainda a atuação de algumas empresas que desenvolvem atividades no ramo da extração do fosfato, pois esse minério é originário de rochas carbonatadas, comum na região, como será abordado no Capítulo 5.

4.3 A VULNERABILIDADE DA POPULAÇÃO SERTANEJA FRENTE À DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E ÀS DISPARIDADES SOCIOECONÔMICAS

As secas constituem um fenômeno natural que ciclicamente se faz presente em todo o semiárido. No Platô de Irecê, especificamente, as chuvas irregulares ocorrem “(...) em períodos de 3 a 4 meses por ano, variando entre 500 a 700 mm/ano e 08 meses de estiagem” (PTDRS, 2017, p. 13). Isso representa um desafio para o desenvolvimento produtivo regional, pautado na agricultura de sequeiro, que é dependente das chuvas.

No entanto, é válido ressaltar que nem todas as populações são afetadas pelas secas da mesma maneira, uma vez que muitos trabalhadores rurais com pouca terra, que não possuem acesso ao crédito e, portanto, não possuem condições de arcar com os custos da irrigação, esses ficam à mercê das vicissitudes climáticas. Enquanto aqueles médios e grandes proprietários, com recursos financeiros próprios e com acesso às linhas de crédito, não sentem de forma incisiva as consequências desse fenômeno.

Outro aspecto relevante, na microbacia, consiste no predomínio de propriedades com menos de 1 módulo fiscal, ou seja, minifúndios. O processo de minifundização instalado favorece a superexploração dos sistemas ambientais, causando degradação ambiental, conforme já destacado ao longo do texto. No entanto, o cultivo convencional, associado com a irrigação, e o uso de agrotóxicos, nas médias e grandes propriedades, também têm causado danos significativos ao meio ambiente. Dessa forma, não se pode afirmar que os pequenos produtores são os maiores responsáveis pelos problemas identificados, pelo contrário, estes são os mais afetados pelas consequências do uso intensivo dos recursos naturais.

A população de Irecê e região depende basicamente das atividades agropecuárias e, em segundo lugar, do comércio e da prestação de serviços. Essas atividades são interdependentes, pois, quando as safras são exitosas, o comércio registra um crescimento nas vendas, uma vez que os recursos financeiros circulam nos municípios. Entretanto, quando as secas atingem a região de forma intensa ocorre declínio em toda cadeia produtiva, levando muitos sertanejos, sobretudo a população jovem, a migrarem para outras cidades e estados em busca de melhores oportunidades de vida.

A composição da renda da população é basicamente assentada nas atividades agrícolas e no trabalho desenvolvido em outras propriedades, assim como no comércio local. Além disso, cerca de metade da população que compõe a microbacia é considerada pobre (Irecê: 41,99%; João Dourado: 46,24%; Presidente Dutra: 44,55%; Lapão: 37,87% e São Gabriel: 51,29%), segundo o PTDRS (2017, p. 19). Essas pessoas dependem das transferências de renda do governo federal, como o bolsa família para sobreviverem. Outra fonte exógena de recursos são as aposentadorias que garantem a alimentação de muitas famílias em períodos de intensas estiagens, seguidas de secas, as quais contribuem na redução da produtividade agropecuária e, portanto, na oferta de alimentos.

A substituição da agricultura tradicional pela agricultura comercial trouxe significativas implicações socioambientais para a área de estudo. Desde 1950, com o acesso às linhas de créditos e demais incentivos governamentais, ocorreu paulatinamente o abandono de lavouras tradicionais em detrimento da expansão das lavouras comerciais. No entanto, para os pequenos

produtores rurais, segundo Santos et al. (2008, p. 7) além do pouco uso da irrigação, devido ao custo elevado, ocorreu ainda “a intensificação do processo de concentração de terra, resultado do endividamento crescente dos pequenos produtores e na formação de um proletariado rural na região”.

O crédito era mais acessível aos médios e grandes proprietários, uma vez que teriam que cumprir algumas exigências bancárias de garantias e documentação do imóvel. Assim, à medida que a região de Irecê desponta como a “Capital do feijão”, nos anos 1970, portanto, monocultora, sobressaem também os impactos na estrutura fundiária, pois “o modelo de exploração produz um padrão polarizado entre a pequena e a grande propriedade no qual uma maior quantidade de estabelecimentos ocupam uma quantidade menor de área (SANTOS et al., 2008, p. 8). No entanto, vale ressaltar que tanto as pequenas como as grandes propriedades apresentam uma grande taxa de exploração, onerando os sistemas ambientais, com atividades como a superexploração do pastoreio e a agricultura feita sem pousio. Acrescenta-se ainda o aumento da demanda de fertilizantes para manter a produtividade dos cultivos. O uso de agrotóxico, por seu turno, tem sido um dos responsáveis pela contaminação das águas superficiais, mas, sobretudo, subterrâneas, devido às características geológicas regionais. Sobre as questões relacionadas à contaminação do aquífero Salitre, a abordagem será realidade no Capítulo 5.

O desmatamento do Bioma Caatinga e o abandono de áreas que antes eram cultiváveis representam um outro aspecto da degradação ambiental, como foi possível observar na análise multitemporal da microbacia e em trabalho de campo. Além disso, pode-se pontuar a escassez de recursos hídricos, com o rebaixamento do aquífero salitre, assim como a redução dos investimentos governamentais para a produção agropecuária, que de uma forma direta ou indireta causam impacto na vida das pessoas. Tudo isso reverbera na população mais vulnerável, que é formada por grande parte de trabalhadores rurais que vivem em situação de pobreza.

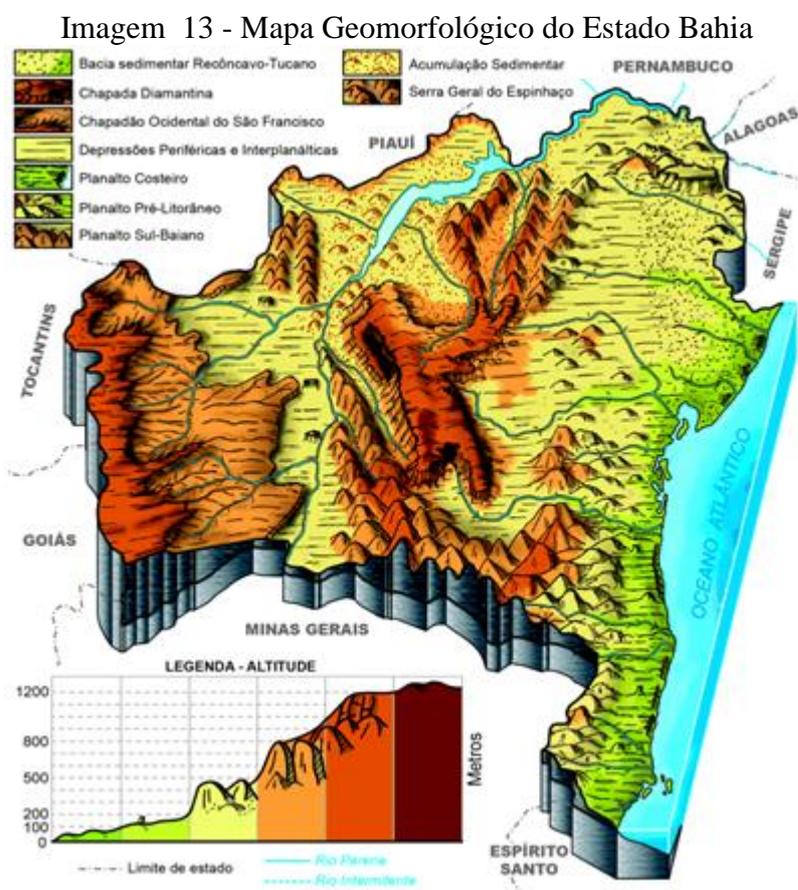
Portanto, as secas que ciclicamente afetam o semiárido não constituem a única causa da degradação ambiental e da frágil situação econômica de uma parcela da população, uma vez que o processo de ocupação regional se revela impactante e intenso ao longo dos séculos, e as disparidades socioeconômicas são marcantes no Território de Identidade de Irecê.

CAPÍTULO 5 - CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DA COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA MICROBACIA DO BAIXÃO VEREDINHA

5.1 ASPECTOS MORFOESTRUTURAIS

O platô cársico de Irecê constitui uma unidade geomorfológica bem caracterizada pelo seu relevo plano suavemente ondulado, com cotas em torno da cota média de 700 metros de altitude, porém com uma declividade onde predomina um relevo plano a ondulado. No contexto regional, contrastando com essa unidade geomorfológica aparecem os chapadões quartzitos do grupo Chapada Diamantina, formando escarpas íngremes ao longo da linha de contatos leste, sul e oeste da área da microbacia. Essas cotas podem chegar a 1.100 metros.

O Platô de Irecê está localizado, no contexto geomorfológico regional, nas depressões interplanetárias, com altitudes entre 500 e 800 metros, em uma área dominada pelas rochas sedimentares, conforme o mapa Geomorfológico do Estado da Bahia (Imagem 13).



Fonte: Santos (2016, p.182).

As rochas do grupo Bambuí, que formam o platô de Irecê, estão assentadas sobre os metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina (GUERRA, 1986). Os calcários do Grupo Bambuí ocorrem em diferentes afloramentos espaçados e recobre toda a área norte da microbacia. São calcários de idade Quaternária, conforme a divisão estratigráfica do Grupo Bambuí pode ser observada no Quadro 7.

Quadro 7 - Divisão estratigráfica do Grupo Bambuí na região de Irecê

Grupo	Formação	Litologia
Bambuí	Caatinga	Calcários claros, fragmentados, maciços, nível conglomerático basal.
	Salitre	Calcários microcristalinos cinza escuros, cinza azulados, calcários dolomíticos, cinza claro a róseos.
	Bebedouro	Ardósias, metarenitos, metassiltitos e metaconglomerados na base.
Chapada Diamantina	Morro do Chapéu	Metarenitos, metassiltitos e metaconglomerados.
	Caboclo	Metassiltitos, metargilitos e metarenitos avermelhados.
	Tombador	Metarenitos, metassiltitos e metaconglomerado.

Fonte: Adaptado de Guerra (1986, p.16).

As principais áreas de ocorrência das rochas do Grupo Bambuí estão localizadas nas bacias dos rios Verde e Jacaré. As unidades geológicas são representadas pelas formações Bebedouro e Salitre, sendo que a última é caracterizada por uma sequência de calcários cinza, bem estratificada e encontra-se superposta à Formação Bebedouro e discordantemente à Formação Caatinga, que caracteriza a parte norte do Platô de Irecê.

Sobre a gênese dos depósitos carbonatados do grupo Bambuí, no platô de Irecê e seus ambientes deposicionais, pode-se afirmar segundo Guerra (1986, p. 29):

(...) após a deposição da Formação Morro do Chapéu, uma ampla glaciação proporcionou a deposição da Formação Bebedouro. A elevação geral do nível dos

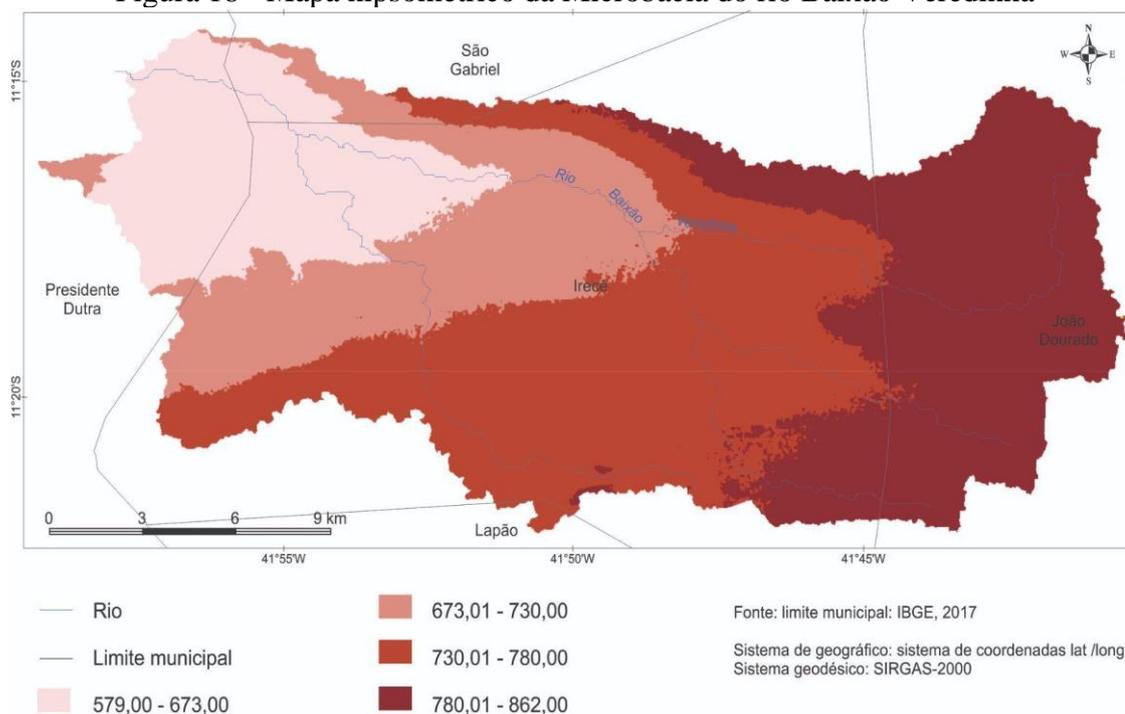
mares invade as regiões mais baixas do continente, instala um sistema lacustre onde foi depositada a sequência inicial da Formação Salitre (...). Na sequência apareceriam sedimentos de ambiente transicional, representados pela alternância de fácies, constituídas de calcários.

Os calcários são classificados em sua origem como sedimentar, decorrentes de precipitações químicas, bioquímicas ou bioclásticas (GUERRA, 1986; BIGARELLA, 2009). Essas rochas resultam ainda da combinação de íons Ca^{2+} CO_3H^- disseminados na superfície terrestre, em ambiente marinho, lacustre ou mesmo continental. Ainda sobre a formação dos calcários, é importante ressaltar que, de acordo com alguns autores como Guerra (1986), Bigarella (2009) e Ramos et al. (2007), o resultado da ação dos fenômenos físico-químicos da água sobre as rochas carbonatadas resulta na própria formação e evolução do carste. Assim, esses processos se iniciam na superfície pelas águas de chuva, bem como por meio das águas fluviais. A água atua nos processos de dissolução, corrosão, transporte e decomposição.

É consensual entre os referidos autores que nas áreas, onde as precipitações pluviométricas estão entre 600 a 400 mm/ano, a circulação hídrica torna-se deficiente ou intermitente, e os fenômenos cársticos são de atividade reduzida. Entretanto, além do elemento água, a temperatura elevada é igualmente fundamental para a evolução de um carste, assim o desenvolvimento das formas cársticas se processam mais rapidamente no clima quente do que no clima frio. Sobre a evolução do carste no Platô de Irecê, esse tema será abordado no tópico 5.3, juntamente com as informações sobre a evolução da paisagem em ambiente cárstico.

A microbacia do Rio Baixão Veredinha está localizada na unidade morfoestrutural correspondente ao platô cárstico, com o relevo relativamente plano a ondulado, com altitudes mais baixas em torno de 579 m e com as altitudes mais elevadas no valor de 862 m. Estas últimas estão no extremo norte e a leste da Microbacia, como é possível visualizar no mapa de relevo sombreado (Anexo 3). As cotas intermediárias situam-se mais ao centro da área de estudo, com os valores de 673 a 680 m, formando um relevo plano. A Figura 18 evidencia a ocorrência que há maior altitude na porção norte, justamente na área serrana, bem como em pontos espaçados a oeste da microbacia que faz limite com os chapadões da Chapada Diamantina.

Figura 18 - Mapa hipsométrico da Microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: IBGE (2017).

A rede de drenagem, associada com as características do relevo, está distribuída de uma forma superficial, dessa forma, apresenta-se bastante rarefeita, com a drenagem criptorréica em alguns pontos, o que é comum nas regiões calcárias, pois a dissolução das rochas faz com que os rios desapareçam em alguns setores e reaparecem a jusante. Assim, nos relevos cársticos, predomina a drenagem subterrânea (PILO, 2000, p. 88), como também a maioria dos rios da região apresenta um regime intermitente, típico do clima semiárido.

A elaboração do mapa de declividade da microbacia foi fundamental para a posterior confecção e interpretação da compartimentação geomorfológica. A declividade é uma variável muito importante para a análise do relevo, pois fornece subsídios para a análise da relação “entre o escoamento superficial e a infiltração da água no solo” (FLORENZANO, 2008, p. 86). Dessa maneira, a interpretação da dinâmica geomorfológica contribui para a caracterização do movimento das águas superficiais e subterrâneas. Assim, o mapa de declividade foi elaborado com base nos critérios estabelecidos conforme o Quadro 8 - Classes de relevo definidos pela Embrapa (1979).

Quadro 8 - Classes de relevo e de declividade definidas pela Embrapa (1979)

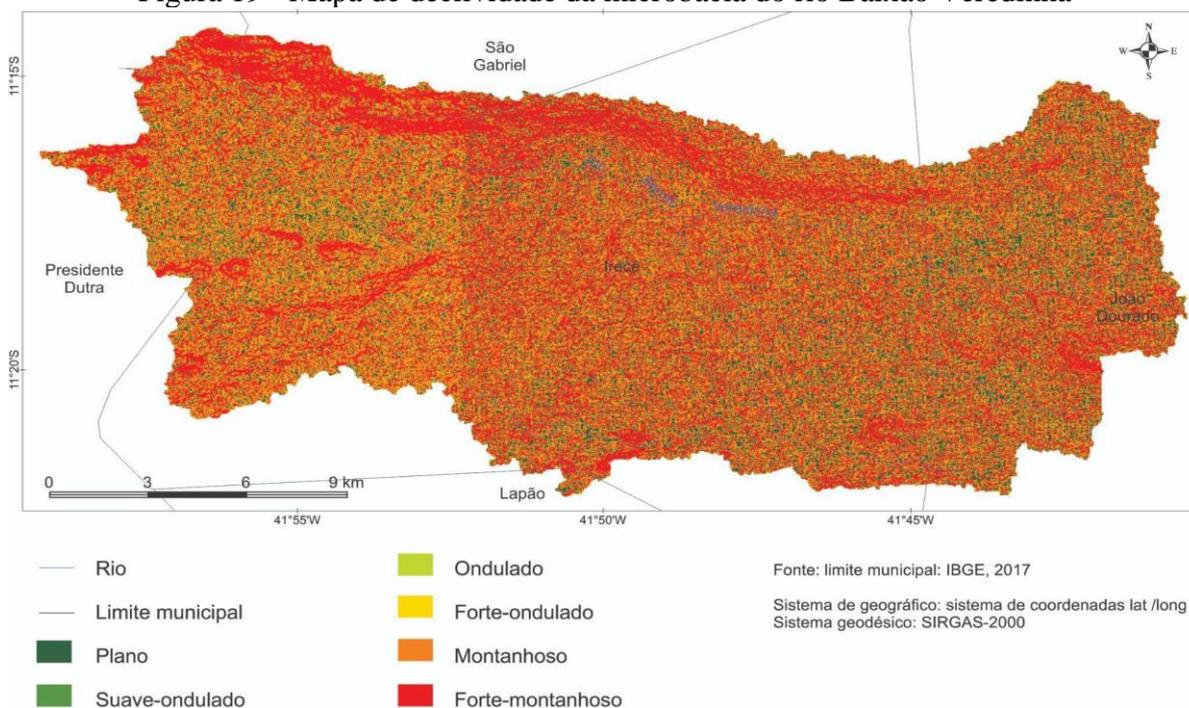
Classes de Relevo	Caracterização	Declividade
Plano	Superfície de topografia horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos.	0 a 3 %
Suave ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50 m e de 50 a 100 m), apresentando declives suaves.	3 a 8 %
Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros, apresentando declives moderados.	8 a 20 %
Forte ondulado	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros ou morros (elevações de 50 a 100 m e de 100 a 200 m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives fortes.	20 a 45 %
Montanhoso	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes.	45 a 75 %
Escarpado	Áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes.	> 75 %

Fonte: Adaptado de Embrapa (1979).

De acordo com a Figura 19 - Mapa de declividade da Microbacia Baixão Veredinha, é possível verificar que a área a qual corresponde ao município de Irecê predominam valores entre 0 a 3 % de declividade, localizados nas áreas do Platô Cárstico, e suave a ondulado na área central da microbacia, com a presença de serras e morros que são caracterizados pelas classes de 8 a 20 % que constituem o relevo ondulado. A análise da Figura 19 contribui ainda

para confirmar o motivo pelo qual o município de Irecê despontou como “Ilha agrícola de umidade”, pois a posição privilegiada sobre o platô, o qual corresponde as seguintes declividades dos tipos: suave a ondulado, o que possibilitou o uso do solo de alto nível de fertilidade, bem como a presença do relevo plano favoreceu a utilização de máquinas para o desenvolvimento agrícola, em detrimento das áreas serranas que receberam poucos investimentos.

Figura 19 - Mapa de declividade da microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Elaborado pela autora.

Nota: IBGE (2017); Embrapa (1979).

5.1.2 Compartimentação geomorfológica a microbacia do Rio Baixão Veredinha

O mapeamento geomorfológico, realizado na microbacia do Rio Baixão Veredinha, teve como base a metodologia proposta pelo IBGE (2009), de acordo com o Manual Técnico de Geomorfologia. Para isso, foram utilizadas as técnicas do Geoprocessamento apoiadas pelo Sistema de Informações Geográficas (SIG) e pelo Sensoriamento Remoto, as quais foram fundamentais para integração dos dados de diferentes produtos (altimetria, declividade, orientação das vertentes, entre outros), pois a interpretação e a avaliação desses mapas auxiliaram na construção do Mapa Geomorfológico e na definição dos critérios referentes à morfologia do relevo, importantes para a compreensão das áreas degradadas e/ou suscetíveis à desertificação.

A área de estudo encontra-se totalmente inserida no platô de Irecê, as unidades mapeadas estão de acordo com as características do relevo local. A nomenclatura utilizada para cada unidade encontra-se caracterizada no Quadro 9.

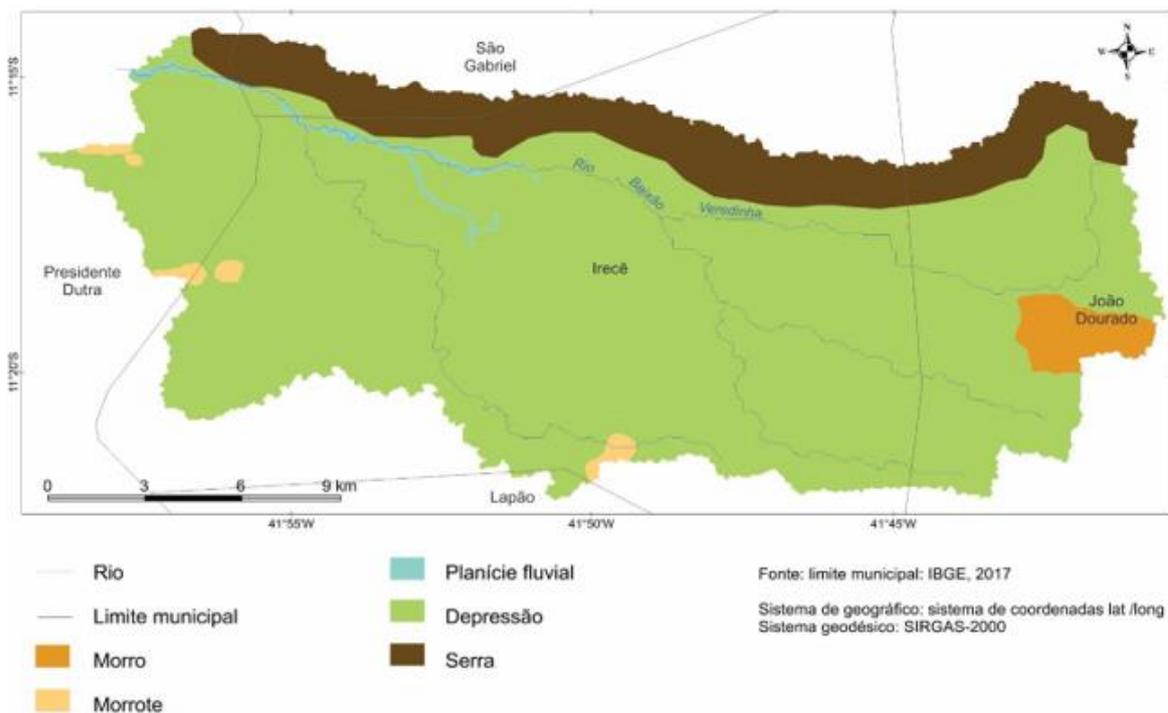
Quadro 9 - Nomenclatura e descrição das classes da compartimentação geomorfológicas

Classe	Definição
Morro	Médias elevações no terreno, em torno de 850 m, contendo amplitudes altimétricas entre 100 m e 200 m, topos convexos e declividades forte-onduladas a forte-montanhosa.
Morrote	Elevações no terreno, com o predomínio de altitude em torno de 690 m, amplitudes altimétricas entre 20 m e 100 m e topos convexos.
Planície fluvial	Superfície sub-horizontal, caracterizada pelas declividades suaves e terrenos baixos em relação ao entorno. É constituída por materiais de acumulação de sedimentos de origem fluvial e, recorrentemente, é sujeita a inundações.
Depressão	Terreno plano, caracterizado por altimetrias inferiores em relação às demais unidades, como serra, morro e morrote. Apresentam formas expostas de dissolução, com feições cársticas marcantes, decorrentes em processos constantes erosivos.
Serra	Elevação destacável no terreno quando a associa com as unidades adjacentes; constituída por escarpas acidentadas e amplitude altimétrica acima de 200 metros, possui cotas altimétricas em torno de 800 m.

Fonte: IBGE (2009).

O mapa Compartimentação Geomorfológica da Microbacia do rio Baixão Veredinha (Figura 20) representa as seguintes Unidades de Relevo de acordo com o Manual Técnico do IBGE (2009): Depressão, Serra, Morro, Morrote e Planície Fluvial.

Figura 20 - Mapa da compartimentação geomorfológica da microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Elaborado pela autora e pelo Israel O. Jr.
Nota: IBGE (2017).

A Figura 20 apresenta as unidades de relevo a partir do terceiro táxon, conforme a metodologia adotada, segundo IBGE (2009), considerando o recorte espacial dentro do contexto mais amplo da Chapada Diamantina. Assim, pode-se destacar as seguintes unidades:

Depressão: essa unidade no contexto local é denominada de Platô, que abrange quase a totalidade do município de Irecê. Essa unidade é caracterizada pelas cotas altimétricas entre 579 a 780 m. O relevo apresenta-se relativamente plano, com declividade moderada variando entre 3 a 20 %, ou seja, classificado como suave ondulado e ondulado. Essa unidade é formada por rochas sedimentares do grupo Bambuí, com predomínio dos calcários. Portanto, nessa área, predomina o processo de deposição dos sedimentos transportados das áreas mais elevadas do entorno. O solo predominante é o cambissolo háplico (ta) eutrófico, o qual apresenta uma excelente fertilidade, devido ao alto teor de argila e de umidade natural.

É importante destacar que as condições geológicas regionais, representadas pelos quartzitos e metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina, com o predomínio de rochas calcárias, além do fator estrutural, resultou na formação do aquífero salitre em que apresenta zonas de recargas concentradas nas áreas de falhas geológicas, como na porção norte da microbacia.

Modelado: constituem as feições menores, segundo o Manual Técnico do IBGE (2009), representa o quarto nível taxonômico. Assim, pode-se destacar as serras, que estão localizadas na porção do extremo norte da microbacia, com altitude que variam entre 673 a 862. Quanto à declividade, o relevo é classificado como forte ondulado, o que significa afirmar que a superfície é bastante movimentada, formada por morros e morretes, estes últimos com topos convexos e bastante desgastados pela erosão.

A unidade representada pelos morros e morrotes são identificados como relevos residuais com 20 a 45% de declividade. Já na parte norte da microbacia, o relevo é classificado como montanhoso, pois apresenta declives acentuados em torno de 45 a 75 %. O tipo de solo predominante, nesta unidade, também é o cambissolo háplico (ta) eutrófico.

Finalmente, a unidade representada pela planície fluvial constitui uma área de baixa declividade, ou seja, de relativamente plano (3 a 8%), com terrenos baixos com relação ao entorno. Essa unidade é constituída por materiais de acumulação de sedimentos de origem fluvial e, de forma recorrente, está sujeita a inundações do rio Baixão Veredinha.

Formas de relevo simbolizadas: constituem as feições menores, imperceptíveis na escala de 1:50.000. São representadas pelas inúmeras dolinas, sulcos, ravinas e voçorocas que fazem parte do conjunto dos processos morfogenéticos ativos nessa região, assim como os sumidouros e superfície de desabamento. As dolinas são formações decorrentes da baixa resistência litológica ao intemperismo químico, este causado pela dissolução da rocha calcária em contato com a água. Os sumidouros que também são feições cársticas têm origem a partir da infiltração das águas que agem sobre as fissuras e diaclases das rochas que vão se alargando e dando lugar aos processos de dissolução subsuperficiais.

Por seu turno, os sulcos têm origem a partir da concentração do escoamento superficial, quando a água provoca o aparecimento de pequenos cortes no terreno, que podem evoluir para canais ou ravinas. Esse processo é muito comum nas áreas com certa declividade e com a ausência de cobertura vegetal. Dessa maneira, associada a tais feições é possível encontrar, também na microbacia, ravinas em avançado grau de morfogênese, onde há perda de solo dos horizontes mais superficiais. As voçorocas também são encontradas na microbacia, como foi possível visualizar em uma propriedade, a perda total dos horizontes superficiais do solo, onde já era possível ver a rocha sendo exumada.

No mapeamento das unidades de relevo e de suas características morfológicas e morfométricas, foi possível, pelo trabalho de campo, identificar e avaliar as correlações entre elas e as áreas degradadas. É relevante destacar que a distribuição espacial das unidades relevo, associadas com o uso da terra criam condições ambientais favoráveis para o desenvolvimento

de processos e de dinâmicas erosivas, uma vez que os condicionantes ambientais associados com as atividades produtivas (agricultura, pecuária e irrigação) potencializam a evolução das áreas degradadas. Ao comparar o mapa geomorfológico com os mapas de uso e cobertura (Figuras 13, 14, 15, 16 e 17, que estão no Capítulo 4), é possível perceber que cada unidade de relevo sofreu diferentes níveis de degradação ambiental, em que o fator geomorfológico foi muito relevante, por exemplo, as áreas mais planas são mais degradadas em detrimento das serras, em certa medida.

5.2 A EVOLUÇÃO DA PAISAGEM EM AMBIENTE CÁRSTICO

A microbacia está inserida na unidade geológica do Grupo Bambuí, conforme já pontuado, todavia, a importância de compreender a geologia regional é condição necessária para o entendimento sobre a relevância dos recursos hídricos (águas subterrâneas e superficiais), no processo de ocupação de uma região semiárida. Os processos de carstificação, decorrente da relação entre a Geologia e as condições climáticas, por meio da precipitação, enquanto elemento do clima, foram fatores fundamentais para a ocupação da microbacia, uma vez que a farta disponibilidade de água (lagoas, fontes subáreas, cacimbas, entre outras), além da umidade do solo decorrentes dos fluxos subsuperficiais, contribuíram para que os municípios que compõem a microbacia se desenvolvessem economicamente de maneira pioneira, no contexto do semiárido.

Segundo João José Bigarella (2009, p. 242) “o termo carste (*Karst*) de origem servo-croata significa campo de pedras calcárias”. De acordo com o mesmo autor, assim como para Guerra (1986) uma das principais características de uma área cárstica é a presença da drenagem criptorréica, acompanhada de fendas, condutos e cavernas, resultando na ausência de água superficial. A paisagem cárstica apresenta ainda aspectos marcantes de calcários e dolomitos. Sobre a gênese e a evolução da paisagem cárstica, Bigarella (2009, p. 242) afirma que:

A gênese e a evolução do carste dependem de numerosos fatores, entre eles a litologia, estratigrafia, tectônica, paleoclima, clima atual e recobrimento florístico. Esse conjunto de fatores condicionam a maior ou menor expressão das formas cársticas numa determinada região.

Como já foi pontuado, a água é um elemento fundamental na formação e na evolução de um carste e, para compreender esse processo complexo, é necessário destacar, segundo Guerra (1986), que a superfície da formação calcária é a zona de absorção da água, pois ao se

considerar um carste em fase embrionária, verifica-se também que as primeiras formas de absorção são formas não cársticas resultantes da própria formação da rocha, associada às suas alterações secundárias, devido aos processos tectônicos e diagenéticos, assim:

(...) tratando-se de um calcário muito compactado ou metamorfisado, suas formas de absorção primárias seriam as mesmas de uma rocha cristalina qualquer, ou seja, absorção através das zonas de fraqueza como as diáclases, juntas, falhas etc. Daí, pela ação agressiva da água, começariam a ser esboçadas as primeiras formas cársticas propriamente ditas, evoluindo gradativamente. (GUERRA, 1986, p. 42).

Quanto às formas resultantes da evolução do carste, segundo o mesmo autor, estas podem ser abertas e fechadas, as quais destacam-se: fechadas - os lapiás, que são formas embrionárias, as dolinas, úvalas, poljes e os vales cegos. As dolinas (Imagem 14) são as formas mais comuns de um carste e resulta da acomodação da massa rochosa provocada pela dissolução do calcário. Suas características internas e externas variam em função de fatores climáticos e geológicos. Já os vales cegos são vales que interrompem bruscamente na paisagem cárstica. Geralmente esses vales indicam a existência de drenagem subterrânea.

Imagem 14 - Exemplos de dolinas



Fonte: A - Biblioteca Digital do IBGE; B – Acervo da autora (jan., 2021).

Nota: A - Dolina localizada no centro da cidade de Lapão, 1962; B - Dolina no centro da cidade de Lapão em 2021.

A imagem (B) apresenta a evolução da dolina, que é parcialmente coberta pela vegetação que se instalou no local ao longo dos anos. É notório ainda o aumento das moradias no entorno, devido ao crescimento urbano, o que tem levado ao aparecimento de rachaduras em algumas casas e ruas, devido à acomodação do terreno, o que causa pequenos tremores, assustando os moradores do município e causando alguns danos nas estruturas. Ao observar a

Imagem 15, é possível visualizar uma rachadura existente na Rua Aurelino Galvão Dourado, no centro de Lapão, bem como na residência de um morador.

Imagem 15 - Exemplos de rachaduras



Fonte: Rocha (2012).

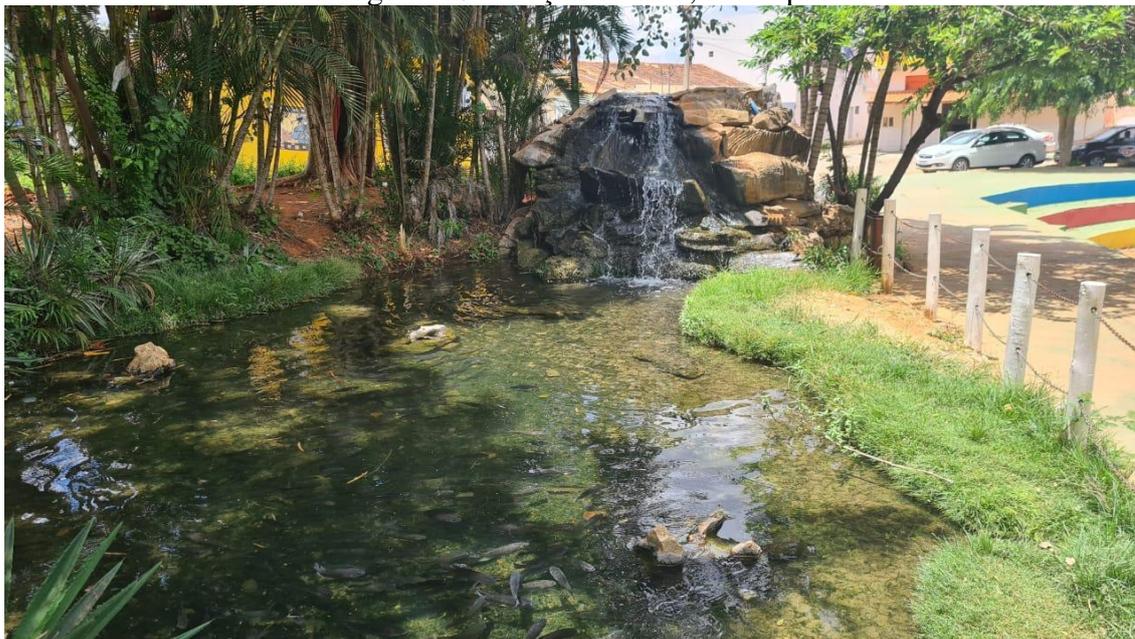
Nota: A - rachadura na Rua Aurelino Galvão Dourado, no centro de Lapão;

B - rachadura na casa de um morador de Lapão.

Sobre essa problemática que atinge o Lapão ao longo dos anos, Rocha (2013) enfatiza que as causas estão relacionadas com a retirada contínua da água subterrânea por meio do escavamento dos poços tubulares, com isso o solo superficial da estrutura cárstica tende a se acomodar nos espaços que vão ficando desocupados, devido ao rebaixamento do Nível Freático (NF). Essa acomodação provoca os tremores e as rachaduras no solo, nas vias públicas e em algumas casas dos moradores, como já foi pontuado. Assim, pode-se inferir que a ação antrópica interfere negativamente na evolução dessas formas geomorfológicas, ao mesmo tempo em que os rebatimentos são sentidos pela população.

As formas abertas por seu turno, de acordo com Guerra (1986) são aquelas que favorecem a penetração livre da água, passando da superfície para a subsuperfície bruscamente. Entre estas destacam-se os sumidouros, os quais são comuns na microbacia. Quanto às zonas hidrodinâmicas e às formas de surgência nos aquíferos, o autor afirma em seu estudo sobre a região de Irecê, que a zona de saturação é onde a circulação é constante e imposta pela rede de drenagem subterrânea, fluxos sub-horizontais nas partes mais superficiais nas proximidades das surgências, onde correm as águas agressivas, devido à sua constante renovação e sub-saturação de CO₃. A cidade de Lapão evidencia esse tipo de forma em pleno centro da cidade, onde uma fonte jorra água de maneira intermitente, conforme é possível visualizar na Imagem 16.

Imagem 16 - Praça da Fonte, em Lapão



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan., 2021).

Nota: Fonte subárea, localizada no centro da cidade.

Os processos de carstificação do Grupo Bambuí na região de Irecê podem ser avaliados, de acordo com Guerra (1986) e Ramos et al. (2007), com base em três fatores: a água, a rocha (composição química) e os elementos estruturais. A água é representada fundamentalmente pelas precipitações pluviométricas diretas sobre a superfície cárstica e pelas contribuições por meio dos quartzitos da Chapada Diamantina, restrita às zonas de contato. Sobre os fatores estruturais, as fissuras nas rochas é um dos fatores de maior importância, sobretudo, porque o tipo de aquífero na região é do tipo fissural e livre. Portanto, os fatores geológicos também representam muita relevância, conforme já pontuado, uma vez que:

O Grupo Bambuí, na região de Irecê, apresenta-se regionalmente dobrado (...) O efeito desses dobramentos faz sentir mais intensamente sobre a carstificação exatamente na porção norte da área onde esses dobramentos se intensificam, com dobras de forte mergulho, eixos orientados no sentido leste-oeste em uma sequência de anticlinais e sinclinais. (GUERRA, 1986, p. 63).

E o autor acrescenta que os dobramentos em anticlinais de mergulho favorecem a penetração da água dos planos de estratificação e de fraturamentos longitudinais e, assim, contribuindo para a recarga do aquífero cárstico.

E finalmente, como resultado da integração dos fatores: água, composição química das rochas e elementos estruturais, tem-se, no platô de Irecê, um quadro cárstico evolutivo em diferentes estágios. Conforme Guerra (1986), pode ser dividido da seguinte maneira:

- a) especialmente na porção norte onde exhibe um estágio evolutivo que pode ser classificado como juvenil. Essa região predomina um quadro morfológico de dolinas esparsas, rasas e de pequeno porte, além de poucos sumidouros. Há ainda presença marcante de formas embrionárias, com os campos de lapiás;
- b) ao sul e ao longo das faixas de contato com o Grupo Chapada Diamantina, especialmente ao lado leste, temos um carste em fase madura de desenvolvimento. Nessa área o processo de dolinização torna-se mais intenso com o aparecimento de dolinas de porte maior e mais profundas, como foi observado em campo, no município de Lapão. Existem ainda, nessa área, os vales cegos e as estruturas de desabamento.

Sobre as diferentes fases da evolução do carste, é possível visualizar mais alguns detalhes de forma resumida na Tabela 10, segundo (GUERRA, 1986 apud LLADÓ, 1970). É importante ressaltar que a microbacia apresenta apenas as duas primeiras fases evolutivas, ou seja, juventude e maturidade. Não há registros ainda de áreas em processos de castificação senil.

Tabela 10 - Períodos e fases da evolução cárstica superficial (segundo Lladó,1970)

PERÍODO	FASE
Juventude	1. Fase de formação de lapiás. Domínio da circulação superficial. 2. Fase de dolinização, interferindo com a fase anterior.
Maturidade	3. Fase de uvalização. Coalescência de dolinas e formação de poliés. Circulação hipogéia.
Senilidade	4. Fase de degradação. Formação de canhões. Retorno à circulação epigéia. 5. Fase de destruição. Origem da topografia reuniforme. Circulação epigéia.

Fonte: Bigarella, (2009, p. 254).

Nota: Adaptação: Evangelista.

A evolução das formas cársticas na microbacia enquadra-se na classificação referentes ao período juvenil, na porção norte e madura na parte sul, onde encontram processo ativos de dolinização, sem, contudo, apresentar ainda formas no estágio de senilidade.

5.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS DO SISTEMA CÁRSTICO NO PLATÔ DE IRECÊ: O AQUÍFERO SALITRE

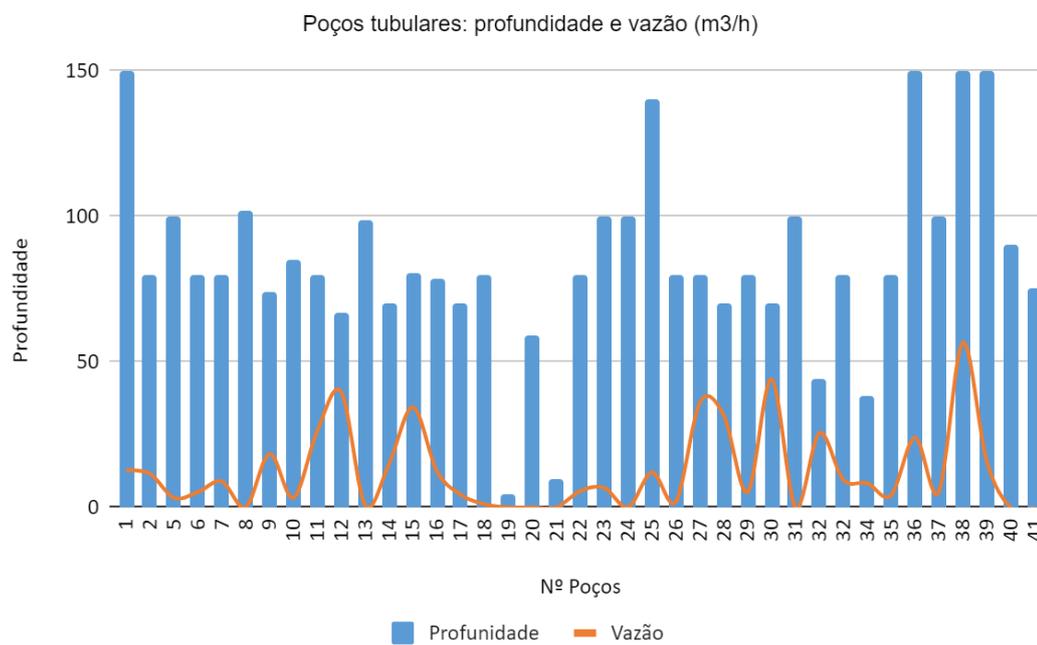
O aquífero é “todo corpo rochoso ou formação capaz de armazenar água” (GUERRA, 1986), segundo o mesmo autor, essa capacidade é inerente a cada tipo litológico, ou seja, a capacidade de armazenar (porosidade) e transmitir (permeabilidade), que são resultantes da interação de diferentes fatores geológicos, desde o seu processo de formação. A respeito da formação do Aquífero Cárstico Salitre, localizado no Grupo Bambuí, o autor afirma que.

Nas rochas carbonatadas a maior ou menor presença da porosidade primária depende dos processos diagenéticos ou de metamorfismo a que a rocha foi submetida. Sua principal característica, entretanto, é a presença dominante da porosidade secundária, originária dos processos de carstificação. Esses processos aliados à porosidade fissural quando presente, fazem deste grupo o de comportamento hidrológico mais especial e mais complexo. (GUERRA, 1986, p. 44).

O aquífero é do tipo livre, pouco profundo e com capacidade de armazenamento fraca, devido aos índices pluviométricos registrados na região. Assim, segundo os autores (GUERRA 1986; RAMOS et al. 2007), as reservas são modestas, porém intensamente utilizadas para a irrigação e, em segundo, para a complementação do abastecimento humano e animal. Sobre esse aspecto Ramos et al. (2007, p. 1) adverte que:

(...) a utilização intensa das águas tem provocado o contínuo rebaixamento do nível hidrostático do aquífero durante os últimos 20 anos e indica que o mesmo está sendo utilizado em um regime de sobreexploração e de forma não – sustentável.

O aumento na pressão dos recursos hídricos coincide com o advento da agricultura irrigada na região de Irecê, o que é confirmado pelo crescimento expressivo no número de novos poços tubulares (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Poços tubulares: profundidade e vazão (m³/h)

Fonte: Adaptado de CPRM (2017).

A retirada da água é realizada basicamente com o escavamento dos poços com o uso de máquinas, conforme a Imagem 17.

Imagem 17 - Perfuração de poço tubular, em uma propriedade no município de Lapão



Fonte: Rocha (2013, p. 36).

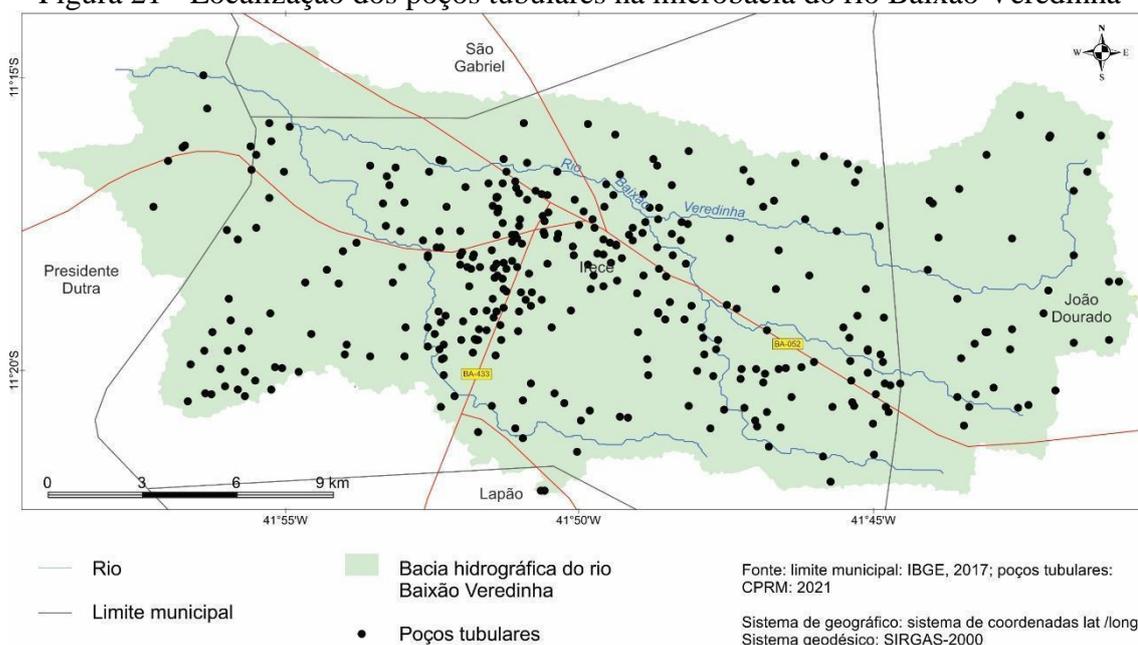
De acordo com Guerra (1986), as áreas que apresentam os poços, com maiores vazões, estão localizados na porção sul da microbacia, no município de Lapão; no entanto, devido ao sistema de recarga do aquífero está atrelado à disponibilidade das águas oriundas das precipitações, nos períodos de estiagens, as vazões tendem a apresentar uma redução e, sobre esse aspecto, o autor afirma:

(...) poços como os da localidade de Lapão que abastecem a cidade de Irecê, considerados os melhores, reduzem drasticamente suas vazões e baixam gradativamente seus níveis durante o período de estiagem. Fato idêntico acontece com todos os poços onde ocorrem bombeamentos intensivos. (GUERRA, 1986, p. 82).

O estudo realizado, na década de 1980, pelo autor supracitado, já apontava uma preocupação com relação ao uso intensivo do aquífero para as atividades produtivas e abastecimento urbano, uma vez que já se registrava um rebaixamento associado ao uso intensivo. No entanto, naquele período, foram registrados cerca de 1.300 poços tubulares, enquanto em 2004, segundo Ramos et al. (2007), esse número passou para 6.000 poços perfurados. Entretanto, 50 % do total apresenta vazões menores de $7 \text{ m}^3/\text{h}$, apenas sendo que 8,

5% deles possui vazões superiores a 25 m³/h (RAMOS et al., 2007, p. 3). De acordo com o mesmo autor, pode-se afirmar que “com o aumento da área irrigada nos últimos ano na região, passando de 900 hectares em 1993 para cerca de 5.900 hectares em 2004” (RAMOS et al., 2007, p. 3), com isso, ocorreu o aumento da demanda pela água e, portanto, a superexploração do aquífero. Sobre a distribuição e a localização dos poços tubulares na microbacia é possível visualizar na Figura 21.

Figura 21 - Localização dos poços tubulares na microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Elaborado pela autora.

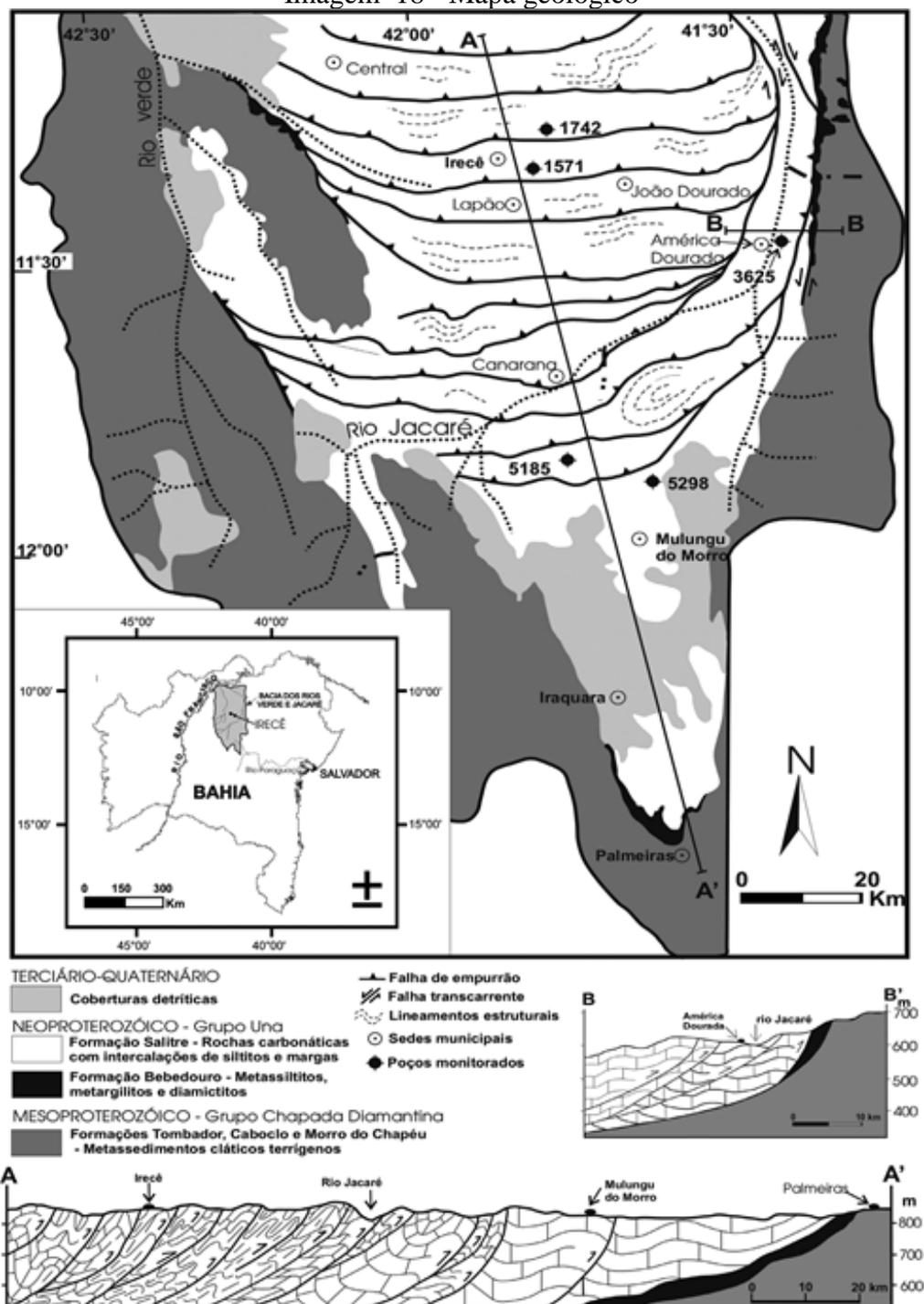
Nota: IBGE (2017), CPRM (2021).

É importante ressaltar que o Gráfico 1, elaborado com os dados do CPRM de 2017, apresenta apenas 41 poços. No entanto, com o avanço do monitoramento dos órgãos competentes, é possível visualizar uma quantidade significativa de poços distribuídos em toda microbacia, o que condiz com a realidade observada em trabalho de campo. Percebe-se ainda uma concentração muito grande nos municípios de Irecê e João Dourado, respectivamente. No primeiro, o uso da água é feito tanto na irrigação dos cultivos quanto no uso doméstico. Já em João Dourado, a utilização da água subterrânea está ligada aos cultivos irrigados, sobretudo, da cebola. A profundidade e a vazão desses variam muito, conforme já explicitado.

Diante da superexploração do aquífero, o monitoramento (Imagem 18) realizado no ano de 2007 pelos autores (RAMOS et al., 2007), com o objetivo de apontar a variação dos NF do aquífero cárstico e as medidas de precipitações regionais (período: dezembro de 2002 e setembro de 2004), destacaram que a recarga regional a partir dos dados isotópicos e medidas

do NF, revelaram os seguintes valores médios de 55 e 66 mm/ano. Esses valores obtidos foram comparados com os dados do monitoramento realizado por (GUERRA, 1986) nos períodos de fevereiro de 1980 até abril de 1982. E, assim, os resultados mais recentes revelaram grandes flutuações ao longo das últimas décadas, evidenciando o rebaixamento do NF do aquífero.

Imagem 18 - Mapa geológico



Fonte: Ramos, et al. (2007, p. 229).

Nota: Localização dos poços monitorados no aquífero cárstico da região de Irecê, Bahia.

Com base no monitoramento realizado nos períodos de 2002 e 2004 (RAMOS et al., 2007), concluíram que o período de maior quantidade de precipitação, ou seja, de setembro a abril, coincide com a recarga do aquífero. As chuvas apresentaram valores acumulados de 402 e 585 mm para o primeiro e o segundo ano monitorados respectivamente. Já entre os meses de maio a novembro, ocorre o rebaixamento do NF, devido às estiagens que acontecem nesse período. Sobre o rebaixamento, os maiores valores observados estão na porção central e sofrem uma redução média de 10 mm em relação ao período de alta precipitação (RAMOS et al., 2007, p. 4). Uma vez que a área central do aquífero coincide com as áreas de ocupação antiga, onde as atividades produtivas foram intensificadas desde a década de 1950. Já, os menores valores do rebaixamento do NF foram observados na borda leste do aquífero, pois:

(...) se relacionam com a maior carstificação, além de ser uma zona de descarga natural, revelando ser uma das áreas de maior potencialidade para exploração de águas subterrâneas na região. Tal fato é sugerido pelos maiores valores das capacidades específicas (média: 4,5 m³/h) dos poços perfurados nesse segmento do aquífero. (RAMOS et al., 2007, p. 4).

O rebaixamento do NF do aquífero além de colocar em risco o abastecimento da população, assim como a manutenção da agricultura irrigada, compromete ainda a recarga dos rios da região, tais como: o rio Verde e o Jacaré, além dos demais de menor visibilidade como o rio Baixão Veredinha. Existe um outro problema de ordem qualitativa, que é a redução da qualidade da água do aquífero, a qual está sendo contaminada, tema abordado por alguns autores como Ramos (2007); Nepomuceno (2014); Rocha (2013), entre outros. Esse problema está relacionado com os seguintes fatores:

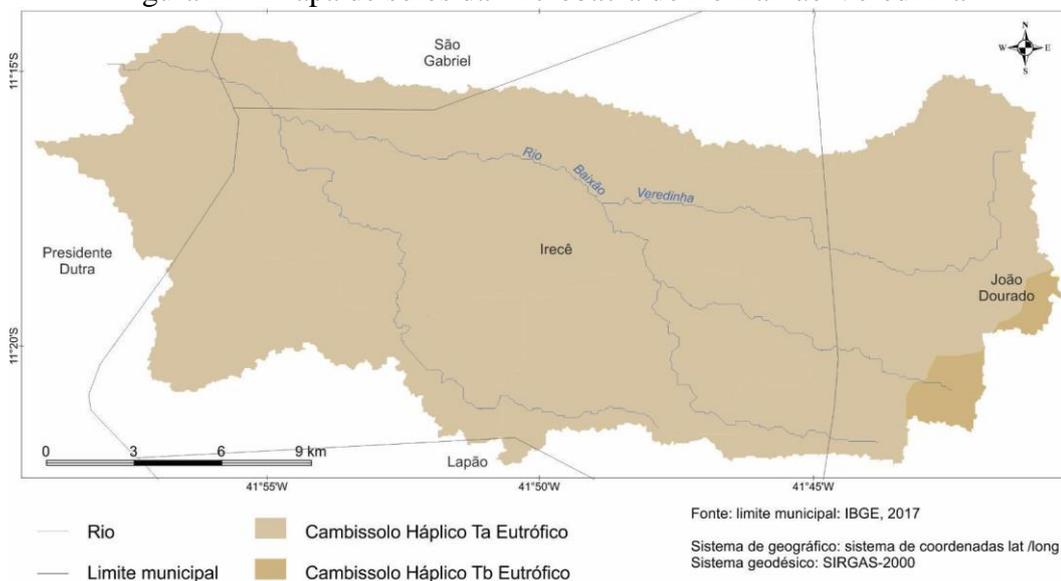
- a) a pouca profundidade e a sistemática de recarga por meio de formas abertas, em que a água passa diretamente da superfície para a subsuperfície sem sofrer uma filtragem natural;
- b) a vocação agrícola da região contribuiu para o uso de agrotóxicos, os quais são potenciais causadores de poluição do solo e da água, devido aos processos químicos: foto-redução, oxirredução e hidrólise, absorção e decomposição, entre outros.
- c) hidrocarbonetos, provenientes dos poços de gasolinas, máquinas agrícolas e motores a diesel utilizados nos bombeamentos dos poços tubulares;
- d) concentrações urbanas, sendo que mesmo as maiores como Irecê, não possuem um sistema de tratamento de esgotos e lixo, os quais são descartados diretamente no solo a céu aberto.

Tudo isso é preocupante, uma vez que “nos terrenos cárstico o tempo de trânsito de uma substância dissolvida na água até atingir a zona de saturação é bastante rápido evidenciando a possibilidade de contaminação” (RAMOS et al., 2007, p. 6). Dessa forma, fica evidente que a forma como a população vem utilizando os recursos naturais coloca em risco o equilíbrio dos sistemas ambientais e a própria manutenção das atividades econômicas, pois a água e o solo são elementos fundamentais para o desenvolvimento das estruturas econômicas e sociais, sobretudo, em uma região de clima semiárido.

5.4 OS CAMBISSOLOS: O MANEJO E O PROCESSO DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Os solos existentes nas unidades geomorfológicas mapeadas decorrem basicamente dos processos pedogenéticos ocorridos nas rochas calcárias e são representados pelos cambissolos háplicos eutróficos, com horizonte textural (ta) e (tb), conforme Figura 22. A homogeneidade com relação ao tipo de solo presente na microbacia está associada com o tipo de rocha pré-existente, representada, portanto, pela predominância das rochas calcárias.

Figura 22 - Mapa de solos da microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Elaborado pela autora e pelo Israel O. Jr.

Nota: IBGE, 2017.

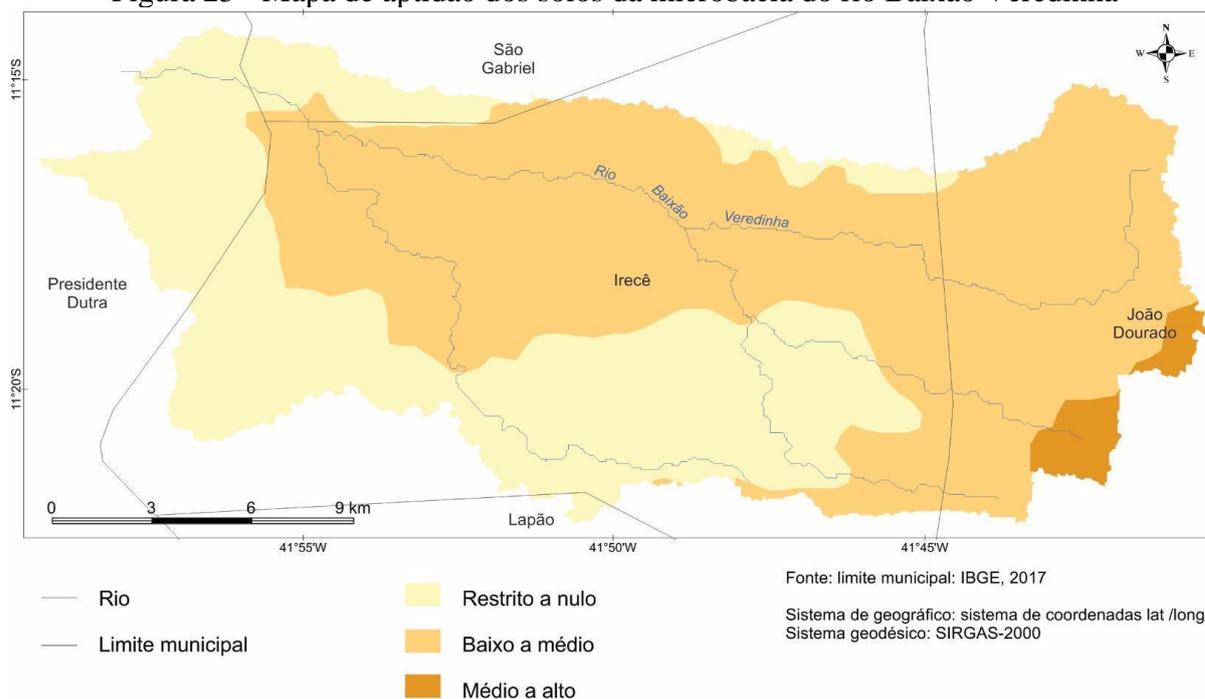
Os cambissolos são rasos a profundos, bem drenados, de cores amarelas, brunas e com menos frequência vermelhos e acinzentados, textura média ou argilosa, com argila de atividade baixa e de alta a baixa saturação por bases, com pH em água usualmente entre 5,5 e 7,5 (MELO FILHO; SOUZA, 2006, p. 50). Segundo os autores, esses solos ocorrem em áreas de relevo variando de plano a forte ondulado, principalmente, sob vegetação de caatinga hipo e

hiperxerófila. Na região semiárida, destacam-se as áreas da Bahia, sobretudo, as de Irecê e municípios vizinhos.

Os cambissolos em Irecê constituem em solos pouco profundos, com uma aptidão agrícola variável, como pode ser verificada na Figura 23, em que prevalecem os tipos: baixo a médio e restrito a nulo. As áreas com maior aptidão são exatamente onde estão localizadas as cotas mais elevadas (780,01 a 862), porém, com a declividade entre (0 a 3% e 3 a 8%), devido ao platô. Segundo a classificação da Embrapa (1979), significa que entre 0 a 3% de declividade, a limitação é praticamente nula em solo plano e de boa permeabilidade. Entretanto, isso ocorre em condições de equilíbrio ambiental, o que difere da realidade vivenciada no platô de Irecê, onde, mesmo a declividade sendo considerada baixa, a erosão superficial associada com a compactação do solo é marcante nesta unidade.

Nesses mesmos solos, a declividade entre 3 a 8% ocorre em relevo suave a ondulado, com grau de limitação moderado, sendo que os solos apresentam pouca suscetibilidade à erosão, e também são solos de boas propriedades físicas. No entanto, esse tipo de solo em Irecê apresenta-se bastante compactado, devido ao uso intensivo de máquinas assim como pelo pisoteio dos animais ao longo das últimas décadas. Com isso, as características naturais do solo vêm sofrendo alterações em decorrência do uso.

Figura 23 - Mapa de aptidão dos solos da microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Elaborado pela autora e pelo Israel O. Jr.

Nota: IBGE, 2017.

Os levantamentos realizados em trabalhos de campo indicaram que o intenso desmatamento tem favorecido o potencial erosivo das chuvas e do vento. Durante a preparação para o plantio, o solo fica totalmente desnudo (Imagem 19) exposto aos efeitos dos raios solares, além do vento e da chuva que são concentradas nesse período (novembro a abril). Esse tipo de manejo convencional prejudica a qualidade do solo a médio e longo prazo, deixando áreas mesmo improdutivas ou que são utilizadas apenas para a pastagem, devido à baixa produtividade do solo.

Imagem 19 - Preparação do solo para o cultivo de feijão



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

O uso de máquinas agrícolas (trator, grades e arados), para o preparo da terra, é muito comum na região e tem sido apontado como um dos principais problemas relacionados com a degradação dos solos. Em estudos realizados na região na década de 1990, Cunha; Ribeiro (1998, p. 694) já chamavam a atenção para esse problema, ao afirmar que:

(...) solos da região passam por um processo de degradação e apresentam, morfológicamente, uma desestruturação em superfície e adensamento nos horizontes subsuperficiais, onde se percebe a presença de formas subarredondadas endurecidas que, ao serem quebradas, apresentam aspecto coeso com fácies envernizadas, que foram chamadas por Ribeiro (1982) de “manchas nodulares”.

Os nódulos endurecidos reduzem a capacidade de infiltração da água no solo, dificultam a fixação das raízes das plantas, reduzem a matéria orgânica, resultando no processo de degradação. Sobre o manejo do solo, pode-se afirmar ainda que é feito de forma insustentável, com a utilização do desmatamento, nas áreas em que ainda apresentam polígonos de vegetação, em seguida, queimam os restos vegetais e utilizam máquinas para concluir o trabalho. Essa forma de manejo é considerada negativa, pois “sendo tal preparo realizado muito antes do período chuvoso, o que torna esse sistema de manejo ainda mais problemático em relação à agregação desses solos”. (CUNHA; RIBEIRO, 1998, p. 696).

Portanto, a forma de manejo apresenta alguns problemas, que se não corrigidos poderá levar a perda gradativa da camada superficial do solo, tendo como finalidade o esgotamento da sua capacidade produtiva e, em consequência, o seu abandono, como já vem ocorrendo em alguns pontos, conforme será destacado no Capítulo 7.

CAPÍTULO 6 - ANÁLISE DOS INDICADORES DE DESERTIFICAÇÃO

Os indicadores de desertificação são parâmetros utilizados para nortear a classificação das áreas no âmbito da desertificação. De acordo com Flávio Nascimento (2013), os indicadores traduzem, em grande parte, as características ambientais intimamente correlacionadas com os geossistemas e podem ser agrupados em três categorias: física (agro), biológica e social (NASCIMENTO, 2013, p.128). Por seu turno, Vasconcelos (1982 apud NASCIMENTO, 2013, p. 127) afirma que:

(...) a identificação de indicadores proporciona melhor conhecimento do desencadeamento do processo de desertificação, já que permite avaliar a vulnerabilidade da área à desertificação, prever o começo desse processo antes que ele se inicie, monitorá-lo nas áreas com tendência à desertificação ou que sofrem tal processo, avaliar as consequências do processo e combatê-lo.

Com isso, para a tese, foram elencados os indicadores que abrangem os aspectos **físicos** (climáticos e a degradação do solo); **biológicos** (a cobertura vegetal associada com a perda da biomassa); **agrícolas** (uso e cobertura da terra e o manejo do solo: mecanização e compactação); **socioeconômicos** (nível econômico dos municípios e estagnação econômica).

6.1 INDICADORES FÍSICOS

Aspectos climáticos relacionados com a dinâmica agrícola: variação anual, mensal e diária das chuvas, o balanço hídrico, o calendário agrícola, a frequência e a ocorrência de secas e as perdas de safras.

6.1.1 Variação anual, mensal e diária das chuvas

O clima local de Irecê, com base nos seus atributos básicos, foi analisado mediante diferentes variáveis no período de 1944 a 1994, por Diva Vinhas Nascimento Barbosa (2000). Dessa maneira, com base nos diversos resultados obtidos pela referida autora, foi possível analisar o comportamento do clima de Irecê nesse intervalo de tempo, bem como relacioná-lo com os fatores agrícolas regionais. Segundo a autora, o platô registra as temperaturas mais amenas no mês de junho, com uma temperatura mínima média de 18° C, quando também a amplitude térmica é mais acentuada em função dos efeitos da continentalidade e da relativa regularidade do relevo regional. Já o mês mais quente é outubro, que corresponde a primavera

austral, com a temperatura máxima podendo chegar a 30°C, tornando as condições de conforto térmico bastante desagradáveis. Segundo Barbosa (2000, p. 67), a insolação e a evaporação também são mais intensas no período seco, enquanto a nebulosidade e a umidade relativa aumentam no período chuvoso que se estende de novembro até abril.

A distribuição das chuvas é marcada pela irregularidade mensal e anual caracterizada pela posição geográfica da microbacia do rio Baixão Veredinha, situada no clima semiárido. O mês de dezembro é o mais chuvoso, com média de 123,87 mm, já o mês de agosto, no período analisado, foi o mais seco com apenas 1,29 mm, segundo a Tabela 11. É interessante observar ainda que o número de dias chuvosos dentro do período (novembro a abril) não é muito expressivo, pois apenas o mês de dezembro apresenta 9 dias com chuvas. Entretanto, os valores máximos em 24 horas confirmam o caráter torrencial das chuvas que caracteriza o clima semiárido, uma vez que no mês de janeiro de 1988 choveu 136 mm em apenas 24 horas. Vale ressaltar que a torrencialidade das chuvas favorece os processos erosivos, sobretudo por meio do escoamento superficial, como já abordado oportunamente.

Tabela 11 - Variação mensal das chuvas na Região de Irecê (1972-1988)

<u>Variação mensal das chuvas</u>								
Meses	Média (mm)	Valor máximo (mm)	Valor mínimo (mm)	Amplitude (mm)	Desvio padrão (mm)	Número de dias de chuvas (mm)	Máximas e m 24 horas	
							Altura (mm)	Data
Jan	106,74	370,30	0,00	370,30	92,98	8,42	136,00	01/88
Fev	75,15	318,50	0,70	317,80	71,27	6,79	94,40	17/86
Mar	97,03	413,30	0,00	413,30	88,33	8,29	87,70	13/73
Abr	43,25	181,30	0,00	181,30	40,17	6,17	55,80	08/83
Mai	6,41	77,20	0,00	77,20	14,64	3,13	48,20	04/87
Jun	4,04	48,50	0,00	48,50	9,08	2,04	31,00	09/85
Jul	1,67	27,30	0,00	27,30	4,44	1,75	24,40	24/73
Ago	1,29	30,40	0,00	30,40	4,47	1,00	30,40	14/72
Set	6,22	148,30	0,00	148,30	21,82	1,38	58,90	22/77
Out	30,69	142,20	0,00	142,20	33,27	3,83	42,00	15/88
Nov	109,29	397,80	0,00	397,80	75,07	7,96	115,00	28/80
Dez	123,87	535,30	0,00	535,30	101,73	9,33	91,40	15/77
ANO	605,65	535,30	0,00	535,30	215,93	60,08	136,00	01/88

Fonte: Barbosa (2000, p.72).

Já na Tabela 12, é possível analisar a variação anual das chuvas para o município Irecê no período de 1944/1994, em que os dados atestam totais anuais que variaram de 269,40 mm no ano de 1969 (ano mais seco) até 1.085,30 mm em 1985 que representou o ano mais chuvoso dentro da série histórica.

Tabela 12 - Variação anual das chuvas - Irecê (1944/1994)

(continua)

Anos	Totais anuais (mm)	Valor máximo (mm)	Valor mínimo (mm)	Amplitude (mm)	Desvio Interanual (%)	Índice de intensidade de seca
1944	691,5	240,9	0	240,9	14,18	0,4
1945	523,5	176,5	0	176,5	-13,56	-0,38
1946	338	174,2	0	174,2	-44,19	-1,24
1947	974,3	397,8	0	397,8	60,87	1,71
1948	594,6	207,9	0	207,9	-1,82	-0,05
1949	394,9	196,2	0	196,2	-34,8	-0,98
1950	314,5	81,8	0	81,8	-48,07	-1,35
1951	292,2	115,8	0	115,8	-51,75	-1,45
1952	632,6	273,4	0	273,4	4,45	0,12
1953	271	111,2	0	111,2	-55,25	-1,55
1954	520,4	151,5	0	151,5	-14,08	-0,39
1955	454	186,1	0	186,1	-25,04	-0,7
1956	540,9	215,2	0	215,2	-10,69	-0,3
1957	739,4	217,8	0	217,8	22,08	0,62
1958	579,8	184,1	0	184,1	-4,27	-0,12
1959	269,4	79,3	0	79,3	-55,52	-1,56
1960	1.031,60	413,3	0	413,3	70,33	1,97
1961	456,8	173,9	0	173,9	-24,58	-0,69
1962	811,3	327,8	0	327,8	33,96	0,95
1963	456,6	174,3	0	174,3	-24,61	-0,69
1964	724,2	293,6	0	293,6	19,57	0,55
1965	539,1	159,7	0	159,7	-10,99	-0,31
1966	881,5	181,3	0	181,3	45,55	1,28
1967	704,7	212,2	0	212,2	16,36	0,46
1968	739,2	283,9	0	283,90	22,05	0,62
1969	605,8	163	0	163	0,03	0

(conclusão)						
1970	698,9	223,3	0	223,3	15,4	0,43
1971	488,7	113	0,2	112,8	-19,31	-0,54
1972	660,6	238,7	0	238,7	9,07	0,25
1973	670,2	175,1	0,1	175	10,66	0,3
1974	693,4	217,2	0	217,2	14,49	0,41
1975	487,6	121,5	0	121,5	-19,49	-0,55
1976	506,6	229,4	0	229,4	-16,35	-0,46
1977	966,6	292,4	0	292,4	69,5	1,67
1978	921,4	318,5	0	318,5	52,14	1,46
1979	683,1	193,7	0	193,7	12,79	0,36
1980	823,8	308,5	0	308,5	36,02	1,01
1981	567,5	383,3	0,1	383,2	-6,3	-0,18
1982	321,6	80,6	0	80,6	-46,9	-1,32
1983	589,9	157	0	157	-2,6	-0,07
1984	513,1	129,8	0	129,8	-15,28	-0,43
1985	1.085,30	334,9	0,4	334,5	79,2	2,22
1986	309,5	109,9	0	109,9	-48,9	-1,37
1987	602,8	179,9	0	179,9	-0,47	-0,01
1988	989	309,9	0	309,9	63,3	1,78
1989	868,9	535,3	0,1	535,2	43,47	1,22
1990	312,5	85,8	0	85,8	-48,4	-1,36
1991	545,8	182,6	0	182,6	-9,88	-0,28
1992	748	228,3	0	228,3	23,5	0,66
1993	257,9	99,8	0	99,8	-57,42	-1,61
1994	493,4	142,3	0	142,3	-18,53	-0,52
ANO	605,65	1.085,30	297,9	827,4	—	—

Fonte: Adaptado de Barbosa (2000, p. 74).

De acordo com Barbosa (2000, p. 72), “No ano de 1985, o mais chuvoso de todo o período em análise, observou-se um máximo de 100 dias de chuvas distribuídas, principalmente, nos meses de dezembro e janeiro”. Contrastando com o referido ano, em 1993, a região de Irecê foi assolada por uma seca, conforme os dados representados na Tabela 12, em

que é possível identificar o valor de precipitação de apenas 257,90 mm anual. Essa seca ocasionou repercussões negativas, como perdas de safras, perdas de rebanhos, além de causar um forte impacto negativo no comércio regional.

No entanto, a análise da Tabela 12 evidencia também que, em pelo menos 6 anos, o total pluviométrico registrado em Irecê foi superior às isoietas que delimitam o clima semiárido (até 500 mm). Assim, por exemplo, nos anos de 1977 e 1985, foram registrados os totais de 966,6 mm e 1.085,30 mm, respectivamente. Esses volumes expressivos obviamente foram eventos excepcionais; no entanto, na maioria dos anos analisados, os volumes acumulados estão acima de 500 mm, o que coloca o município em uma situação mais favorável, em relação aos demais da mesma região, como é o caso de Morro do Chapéu que apresenta uma média anual de 544 mm/ano.

6.1.2 Balanço hídrico e calendário agrícola

Além da precipitação que representa um elemento fundamental na caracterização do clima de Irecê, é importante destacar ainda o balanço hídrico, o qual apresenta de forma sintetizada os atributos climáticos, representados pelos seguintes dados dos elementos do clima: precipitação, evaporação potencial, distribuição da temperatura ao longo do ano, déficit de água no solo, este último devido à maior evaporação em detrimento ao armazenamento, entre outros elementos, que segundo Barbosa (2000, p. 69):

(...) caracteriza o tipo climático semi-árido megatérmico, conforme o índice hídrico apresentado (-28,59). Com precipitações reduzidas e evaporação de 1.156 mm, superior ao limite da mesotermia (1.140 mm), a estação de Irecê não apresenta excedente hídrico mesmo no período chuvoso, quando se verifica apenas a reposição de água no solo. Nessas condições a deficiência hídrica é elevada (551 mm).

Para o cálculo do balanço de Irecê, Barbosa (2000) elegeu a capacidade de campo de 50 mm, pois é a mais adequada para as áreas que apresentam curto período chuvoso e limitada aos cultivos temporários e de sequeiro. Dessa maneira, a Tabela 13 e o Gráfico 2 apresentam os dados com o respectivo balanço hídrico referente ao período de 1944 a 1994.

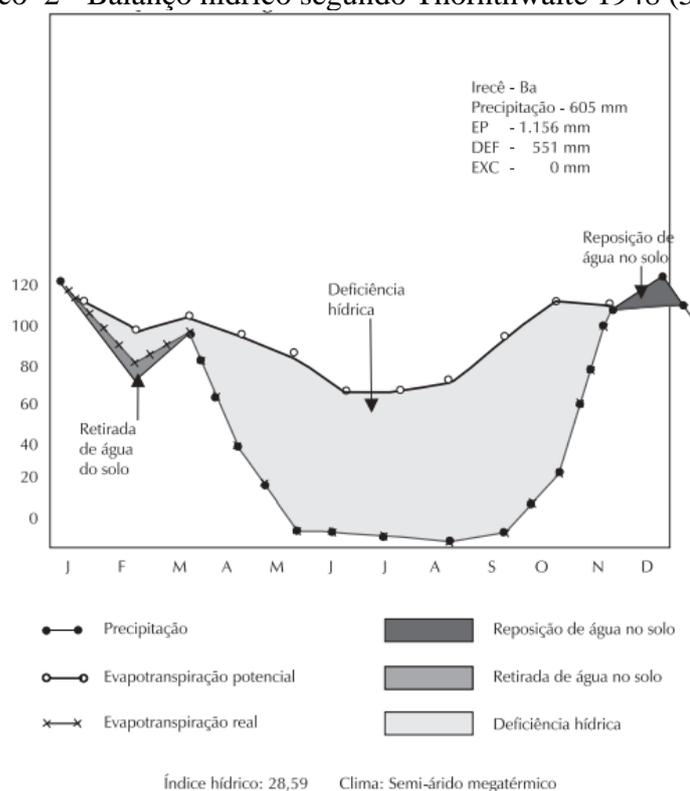
Tabela 13 - Balanço hídrico segundo Thornthwaite (1948)

Balanço hídrico segundo Thornthwaite, 1948 (50 mm).***Latitude: 11°18S. Longitude 41°52W. Altitude: 747 m***

Meses	T°C	Tab. 1	Tab. 2	EP (mm)	P (mm)	P-EP (mm)	ALT (mm)	ARM (mm)	ER (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	23,8	3,4	32,7	111	107	-4	-4	8	111	0	0
Fev	24,0	3,4	29,1	100	75	-25	-8	0	83	17	0
Mar	23,8	3,4	31,5	107	97	-10	0	0	97	10	0
Abr	23,3	3,3	29,7	98	43	-55	0	0	43	55	0
Mai	22,4	2,9	30,0	87	6	-81	0	0	6	81	0
Jun	21,3	2,5	28,8	72	4	-68	0	0	4	68	0
Jul	21,0	2,4	29,7	71	2	-69	0	0	2	69	0
Ago	21,6	2,5	30,3	76	1	-75	0	0	1	75	0
Set	23,2	3,2	30,0	96	6	-90	0	0	6	90	0
Out	24,4	3,6	31,3	113	31	-82	0	0	31	82	0
Nov	24,4	3,6	31,5	113	109	-4	0	0	109	4	0
Dez	24,1	3,4	33,0	112	124	+12	12	12	112	0	0
ANO	23,1	-	-	1.156	605	551	0	-	605	551	0

Fonte: Barbosa (2000, p.71).

Gráfico 2 - Balanço hídrico segundo Thornthwaite 1948 (50 mm)



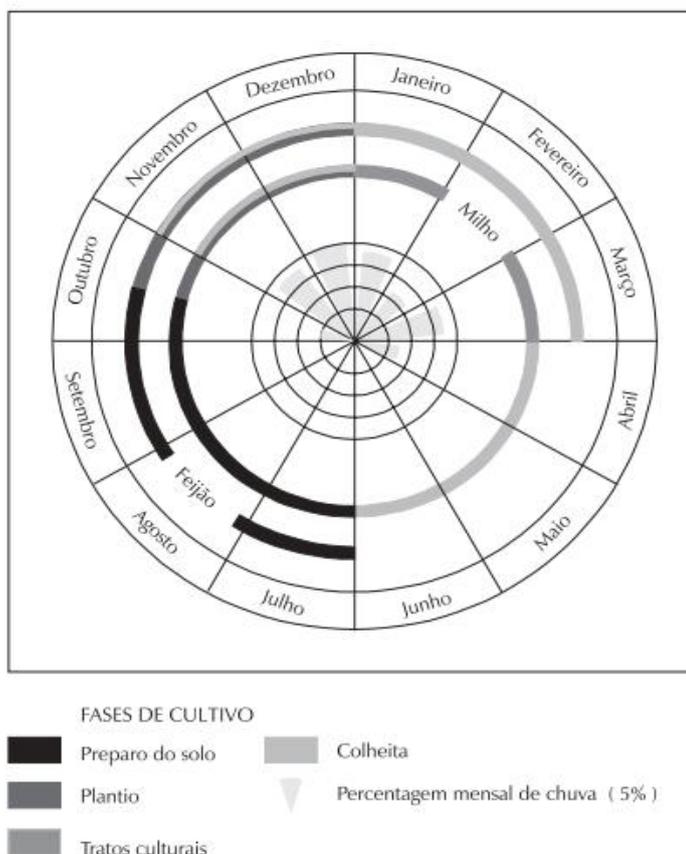
Fonte: Barbosa (2000, p. 70).

O balanço hídrico apresenta um déficit de água no solo, uma vez que a retirada de água é maior que a reposição. Esse fato está relacionado com a intensa evapotranspiração registrada ao longo do ano na região, assim como pela irregularidade na distribuição anual das chuvas. O

baixo volume da precipitação também chama a atenção, mesmo no período considerado seco, pois entre os meses de maio a setembro o volume variou entre apenas 1 mm e 6 mm.

A observação da distribuição mensal das precipitações na Tabela 12 e o Gráfico 2 revela uma relação com o calendário agrícola, pois o ritmo climático funciona como um regulador da produção agrícola, a qual apresenta diferentes fases dos cultivos. De acordo com Barbosa (2000, p. 70), “esse vínculo é tanto maior, quanto menor for o grau de tecnologia empregada na produção”. Dessa maneira, como a estação chuvosa é bastante reduzida, os cultivos de sequeiro e os demais cultivos de ciclo curtos são limitados e dependentes da distribuição anual das chuvas, inclusive os cultivos desenvolvidos com o uso de maquinário e de insumos modernos. Dessa maneira, o Gráfico 3 apresenta o calendário agrícola para os cultivos consorciados de feijão e milho.

Gráfico 3 - Calendário agrícola
Calendário Agrícola



Fonte: Barbosa (2000, p.71).

De acordo com a autora e as observações de campo, o preparo do solo ocorre no período seco, entre julho a outubro, o plantio é realizado no período chuvoso e os tratos culturais durante as fases do crescimento dos cultivos. Já a colheita é diferenciada para cada cultura, dependendo

do desenvolvimento de cada cultivo, sendo que para o feijão o ciclo é de 3 meses, e 4 meses para o milho. No entanto, esse tempo poderá variar de acordo com a época do plantio, as condições de tempo ao longo do período e a variedade da planta. Entretanto, não se pode fazer a mesma relação com cultivos irrigados, os quais são regulamentados pelos procedimentos técnicos mais adequados, independentes do período normal de precipitações.

6.1.3 O fenômeno das secas e os processos de desertificação

A seca é um fenômeno natural que ciclicamente atinge a região semiárida. Para autores, como: Duque (1980) e Nimer (1980; 1988), entre outros, a seca está na vanguarda do problema da desertificação. No entanto, alguns aspectos analisados contribuíram para a tentativa de responder à seguinte reflexão: **Em que medida as secas intensas que ciclicamente assolam o semiárido contribuem para o desencadeamento dos processos de desertificação na área de estudo?**

Diante dos estudos realizados, pode-se afirmar que as ocorrências de secas já existiam na região de Irecê, antes mesmo da chegada dos primeiros povoadores no século XIX. Assim, os grandes episódios de secas que assolaram o sertão baiano, foram registrados com base em diferentes relatos de viajantes, jornalistas, etc. desde a chegada dos colonizadores portugueses na região. Assim, a Tabela 14 apresenta alguns episódios de secas registrados no Nordeste do Brasil do século XVI ao século XXI, com destaque para episódios que causaram impactos significativos, sobretudo na região de Irecê, a partir do século XX.

Tabela 14 - Registros de secas no semiárido brasileiro do século XVI ao XXI

Século XVI	1553, 1559 e 1583.
Século XVII	1603, 1606, 1614 - 1615, 1645, 1652, 1692/1693, 1692/1693.
Século XVIII	1709 - 1711, 1721-1725 (ou 1723 - 1727), 1736 - 1737, 1745 - 1746, 1754, 1760, 1766, 1777 - 1778, 1790 a 1794, 1791 - 1793, 1804, 1808.
Século XIX	1808 - 1810, 1824 - 1825, 1827 - 1830, 1835 - 1837, 1844 - 1845, 1859, 1877 - 1879, 1877, 1888 -1889 e 1900.
Século XX	1914 - 1915, 1932, 1951, 1953, 1959 , 1970, 1976, 1979, 1983, 1984 , 1987 - 1988, 1990 - 1993 e de 1998 - 1999.
Século XXI	2000, 2001, 2010, 2012 e 2017.

Fonte: Adaptado de Rêgo (2012); Barbosa (2000); Lima e Magalhaes (2018).

Como é possível visualizar na Tabela 14, as secas assolam o semiárido e, portanto, a região de Irecê, antes mesmo do processo de ocupação. Vale ressaltar ainda que existiam diversas lagoas na região, onde atualmente está inserida a microbacia, bem como havia uma vegetação densa representada pelo Bioma Caatinga. Associado aos elementos anteriormente citados, a região contava ainda com solos férteis e úmidos, ricos em calcário, o que dispensava qualquer tipo de adubação como foi analisado no Capítulo 3. Assim sendo, tudo isso concorre para que se possa afirmar que a seca pode contribuir, em parte, para o desencadeamento dos processos de desertificação, porém não é a principal causa, como sugerem alguns estudos sobre o tema.

O surgimento dos problemas vivenciados atualmente deve-se, em grande parte, à forma impactante da ocupação humana, por meio da qual as pessoas vêm se relacionando e/ou se distanciando da natureza ao longo do processo histórico da formação socioespacial. Nesse contexto, o tempo do capital não é o tempo da natureza e, assim, o uso dos recursos naturais vem ocorrendo de modo intenso sem levar em consideração o equilíbrio dinâmico dos ecossistemas regionais.

Sobre a incidência das secas, especificamente na região de Irecê, destacam-se os resultados obtidos por Barbosa (2000) ao estudar o clima de Irecê no século XX, pois a autora propôs o índice de intensidade de seca para Irecê, onde classifica o fenômeno como: **severos, moderados e não - significativos**. Para isso, o estudo foi pautado na análise e na observação de dados de 51 anos, sendo “que 28 (54,9%) foram anos com anomalias negativas de secas, e 23 (45,1%) caracterizados como anos normais chuvosos [...] 4 anos de secas severas, 9 de secas moderadas e 15 de secas não significativas” (BARBOSA, 2000, p. 77). Assim, conforme a autora, pode-se visualizar a frequência de secas na Tabela 15, elaborada de acordo com a referida classificação.

Tabela 15 - Frequência de ocorrência de seca, segundo o ano civil - Irecê (1944-1994)

PARÂMETROS	SECAS NÃO	SECAS	SECAS	ANOS
ESTATÍSTICOS	SIGNIFICATIVAS	MODERADAS	SEVERAS	E CHUVOSOS
	1945	1946	1951	1944
	1948	1949	1953	1947
	1954	1950	1959	1952
	1956	1955	1993	1957
	1958	1961	-	1960
	1965	1963	-	1962
	1971	1982	-	1964
	1975	1986	-	1966
	1976	1990	-	1967
	1981	-	-	1968
	1983	-	-	1969
	1984	-	-	1970
	1987	-	-	1972
	1991	-	-	1973
	1994	-	-	1974
	-	-	-	1977
	-	-	-	1978
	-	-	-	1979
	-	-	-	1980
	-	-	-	1985
	-	-	-	1988
	-	-	-	1989
	-	-	-	1992
TOTAL	15	9	4	23
(%)	29,41	17,65	7,84	45,1
PROBABILIDADE	21,23	20,69	8,08	49,99
(%)				
(ANOS)	11	11	4	25

Fonte: Adaptado de Barbosa (2000, p. 75).

A metodologia utilizada pela autora para aferição da intensidade das secas foi de acordo com o seguinte critério:

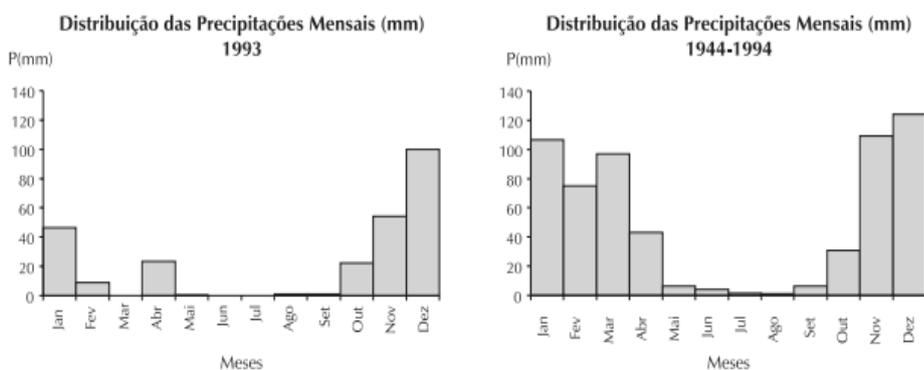
(...) utilizou-se o índice de intensidade de secas, definindo-se as anomalias em relação à média do período. Partindo-se dos valores de Z, positivo ou negativo, foi possível agrupar os desvios pluviométricos negativos em três categorias de secas: severas, moderadas e não significativas. Os índices positivos (iguais ou superiores a zero), que definem os valores de chuvas normais ou superiores à média do período, foram classificados na categoria de anos normais e chuvosos. (BARBOSA, 2000, p. 75).

A Tabela 15, representativa da frequência de ocorrência de secas, explicita que, apesar do grande número de ocorrências, apenas 4 secas (17,65%) foram registradas como severas e 9 (7,84%) como moderadas. Já as secas não significativas somaram 15 (29,41%). Já nos demais 23 anos (45,10%), foram classificados como anos normais e chuvosos. No entanto, cabe pontuar que o último episódio de seca (1993) se evidenciou como o ano mais severo de toda a série histórica, sendo que:

(...) aquele ano apresentou o índice de seca de -1,61, revelando um desvio negativo da normal de -57,42%, significando que a intensidade da estiagem foi a mais elevada do período, excedendo os anos de 1951, 1953 e 1959, também classificados como secas severas. (BARBOSA, 2000, p. 76).

Com base nas observações da autora, pode-se perceber a diferença quanto à distribuição das precipitações durante o episódio de 1993 e os valores esperados para a normal do período, conforme o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Comparação da distribuição das chuvas
Comparação da distribuição das chuvas mensais entre 1993 e a normal do período
1944-1994



Fonte: INMET / SUDENE
Elaboração: Diva Vinhas Barbosa

Fonte: Barbosa (2000, p.79).

Como já foi pontuado, uma das características do clima semiárido é a irregularidade interanual, mensal e espacial como se manifestam as precipitações. Com isso, aumenta o grau de incerteza das atividades que demandam a água, como a agricultura de sequeiro, o que provoca perdas de safras, como será pontuado no próximo tópico.

6.1.4 Perdas de safras

Diante do exposto, é relevante destacar ainda as perdas de safras associadas com os episódios de secas registradas na região de Irecê e, para isso, será destacada a última da série histórica analisada, pois marca o fim da produção de feijão em larga escala e representa o início da implementação da diversificação da produção agrícola, além dos investimentos na agricultura irrigada. A Tabela 16 apresenta a variação anual da pluviosidade e a sua relação com a produção de feijão em Irecê no mesmo período.

Tabela 16 - Variação anual da pluviosidade e a sua relação com a produção de feijão

Nº de ordem	Ano agrícola	Chuvas anuais (mm)	Produção de feijão (t)
1	84/85	867,6	23.980
2	85/86	611,5	3.991
3	86/87	568	208
4	87/88	678,6	3.063
5	88/89	670,7	1.668
6	89/90	800	4.200
7	90/91	451,9	1.834
8	91/92	644,4	16.085
9	92/93	458,2	5.944
10	93/94	548,5	456

Fonte: Adaptado de Barbosa (2000, p. 82).

A lavoura do feijão é extremamente dependente das chuvas, a Tabela 16 evidencia essa relação ao se observar tanto o aumento quanto a redução da produção agrícola de acordo com os índices pluviométricos registrados ao longo dos anos analisados. É evidente o impacto negativo da seca na produção de feijão, no biênio 1992/1993, onde o índice pluviométrico foi

apenas 458,20 mm, e o número de toneladas foi reduzida drasticamente de 16,085 no biênio de 1991/1992 para apenas 5,944, para os anos 1992/1993. As perdas foram acumuladas nos anos posteriores, alcançando o valor mínimo de 456 toneladas nos dois anos seguintes: 1993 e 1994.

De acordo com Barbosa (2000, p. 81), “(...) os prejuízos, na produção em 92/93, em relação à safra anterior (91/92), foram de -53,69%, elevando-se para -80,50%, na safra seguinte (93/94) com a continuação da estiagem”. As perdas continuam até os anos de 1996 e 1997, quando a lavoura do feijão entrou em crise afetando a economia regional. Esse fato influenciou também o crescimento demográfico da região, pois foram registradas saídas da população em direção aos grandes centros do país como São Paulo, em busca de melhores oportunidades.

O episódio de seca de 1993 foi considerado excepcional tanto pela intensidade, como pela abrangência espacial, pois atingiu não apenas todo o semiárido, mas também o Nordeste, inclusive as áreas litorâneas. Entretanto, é válido ressaltar que a expansão e a retração na produção de feijão, desde o início da implantação do produtivismo na região, está relacionada também com o acesso ou a falta de crédito para o custeio da produção.

6.1.5 Erosão dos solos

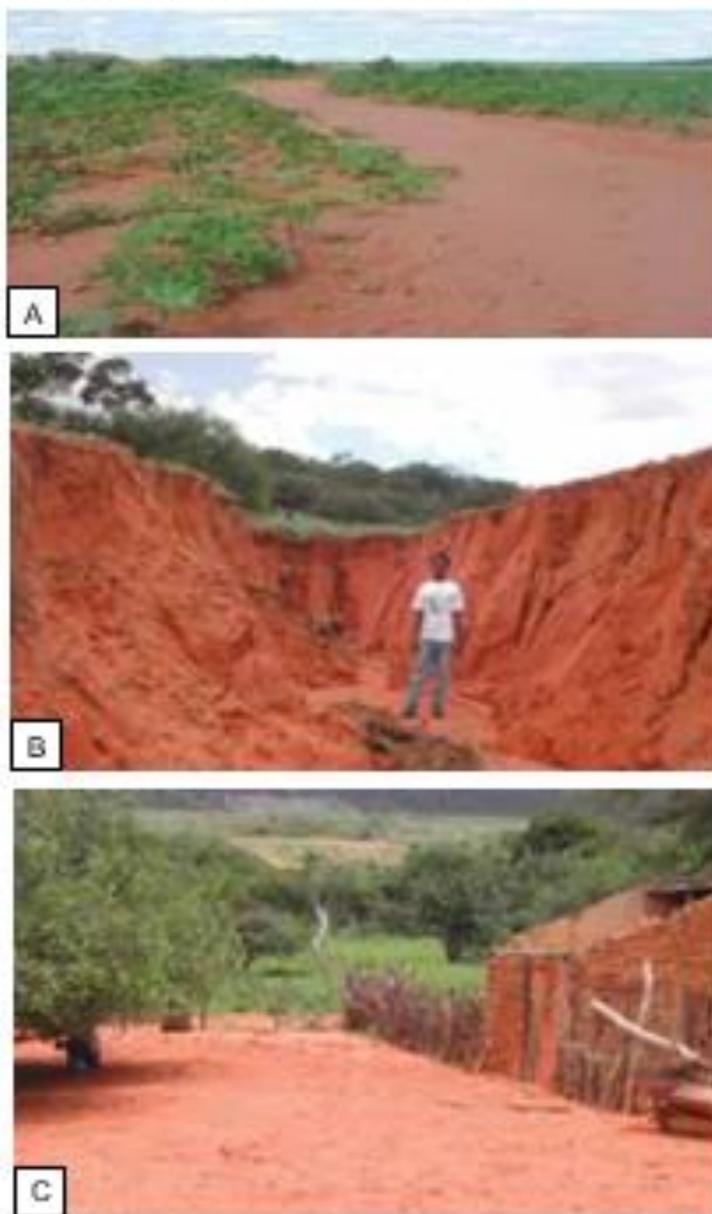
De acordo com Guerra et al. (2010, p. 17), “a degradação dos solos afeta tanto as áreas agrícolas como as áreas com vegetação e pode ser considerada, dessa forma, um dos mais importantes problemas ambientais de nossos dias”. O solo assim como a água e o ar representam a base de sustentação produtiva para a humanidade. Sendo assim, a deterioração dos solos causa desequilíbrios não apenas ao meio ambiente, mas, sobretudo, na própria sociedade. Os solos tropicais estão muito suscetíveis aos efeitos da erosão, em especial a hídrica. E o manejo inadequado potencializa as causas naturais, por exemplo, o avanço da agricultura, com a utilização de sistemas convencionais para o preparo do solo, o uso excessivo da aragem e a prática das queimadas.

A **degradação física** do solo para Melo Filho; Souza (2006, p. 55) “está relacionada diretamente com a erosão, principalmente hídrica, tendo em vista que a erosão eólica, apesar de existir apresenta-se localizada e decorre de situações específicas”. A microbacia do rio Baixão Veredinha está mais suscetível à erosão hídrica, devido ao regime pluviométrico regional, que é caracterizado pelos temporais e aguaceiros, principalmente, no verão. No dia 3 de novembro do ano de 2020, por exemplo, o município de Irecê e região registraram volumes de precipitação expressivos em apenas único dia (150 mm), segundo a reportagem de Tiago Marques na Agência Sertão (2020) em que título é: “*Temporal de 150 mm em Irecê provocou*

alagamentos e deixou desalojados”. E a mesma notícia destaca que o prefeito da cidade afirmou que: “(...) as chuvas vieram numa proporção não imaginada e hoje estamos vivenciando um dos maiores temporais da história de Irecê” (MARQUES, 2020).

As chuvas intensas, associadas com a baixa eficiência da vegetação para proteger os solos, resulta na geração de eventos erosivos de grande magnitude, como pode ser visualizado na Imagem 20 - Processos erosivos na região de Irecê.

Imagem 20 - Processos erosivos de ocorrência no semiárido da Bahia, região de Irecê



A- Erosão laminar grave em área de cultivo da mamona;
B- Voçoroca em área desmatada para uso com culturas anuais;
C- Deposição de material erodido com danos à residência do produtor.
Fonte: Melo Filho (2006).

É sabido que, “o risco de degradação física do solo pela erosão é muito elevado quando as condições de erosividade e erodibilidade se associam ao relevo acidentado” (MELO FILHO; SOUZA, 2006, p. 55). Entretanto, mesmo o relevo relativamente plano a ondulado da microbacia, a erosão superficial é atualmente algo preocupante, como já destacado. Dessa forma, o desafio é compreender todos os aspectos que envolvem os processos erosivos, reconhecendo, assim, que não são decorrentes simplesmente dos fatores físicos, mas também socioeconômicos. Os solos erodem não apenas porque chove forte, mas porque foram desmatados e cultivados de maneira incorreta. Tudo isso está relacionado também com as condições dos produtores, uma vez que com a pobreza haverá uma pressão maior sobre os recursos naturais. Já no caso dos médios produtores, faltam, muitas vezes, os incentivos para a conservação dos solos e devida assistência técnica.

A **degradação química** dos solos na região semiárida está associada à quantidade de sais presentes no perfil de solo, principalmente, devido aos baixos índices de precipitação e a elevada evaporação da água na superfície do solo. Acrescenta-se ainda a baixa qualidade da água utilizada na irrigação. De acordo com Melo Filho e Souza (2006, p. 55), “A salinidade degrada o solo por afetar as relações hídricas e todo o balanço de energia e de nutrição no complexo de relações solo-água-plantas”. Para os diversos autores, a salinização é a principal causa de degradação dos solos no semiárido e isso ocorre principalmente pela irrigação inadequada, muitas vezes, com o excesso de água no solo sem um sistema de drenagem eficiente.

A irrigação foi introduzida na região de Irecê na década de 1970 e, atualmente, a agricultura irrigante vem ocupando mais espaços do que a agricultura de sequeiro. A irrigação realizada sem o acompanhamento técnico tem causado a salinização de algumas manchas de solos na região, conforme relatos dos produtores rurais e dos técnicos que trabalham na região. Dessa maneira, algumas áreas já apresentam problemas com a salinização dos solos. Com isso, esses solos podem se tornar estéreis e serem abandonados, que poderá evoluir para o processo de desertificação.

A **degradação biológica** está associada com a matéria orgânica do solo, “cujo conteúdo é naturalmente baixo em consequência das características da vegetação e do clima” (MELO FILHO; SOUZA, 2006, p. 55). Dessa maneira, por se tratar do clima semiárido, o fornecimento de matéria orgânica é reduzido, uma vez que a produção de biomassa vegetal é limitada pelas condições de semiaridez. Portanto, há um déficit de umidade no solo que limita a produção de biomassa e reduz a microfauna existente no solo, pois enquanto a precipitação média anual (600 mm/ano), a evapotranspiração que é (1.300 mm/ano), segundo a Embrapa Solos (2000, p. 10),

e isso reduz sobremaneira a biomassa vegetal, como será pontuado mais adiante. O balanço hídrico apresenta um déficit de umidade muito significativo (700 mm/ano). Esse processo é acentuado:

(...) pela retirada dos resíduos da biomassa quando a erosão remove as camadas superiores do solo. Esse tipo de degradação influencia também na perda de nutrientes e microorganismos benéficos, que são arrastados pelas chuvas que escorrem na superfície do solo. (MELO FILHO; SOUZA, 2006, p. 58 apud RAYA, 1996).

Além dos diferentes processos de degradação do solo expostos acima, tem-se ainda a compactação dele, devido ao uso intensivo de máquinas agrícolas (tratores, grades, arados, enxadas, entre outros) e o pisoteio dos animais. Assim, com o advento da mecanização da agricultura na região de Irecê, nos anos 1970, houve um aumento significativo no número de tratores, inclusive em comparação com o Estado da Bahia, como será analisado no tópico referente aos indicadores agrícolas. Dessa maneira, o processo de degradação do solo passa a ser intensificado.

Sobre os rebanhos, pode-se afirmar que, desde o início da ocupação da região de Irecê, o gado desempenha um papel relevante na economia regional. Os rebanhos aumentaram ou diminuíram ao longo do tempo de acordo com os interesses mais imediatos, bem como devido às secas que comprometeram a quantidade e a qualidade dos animais. O certo é que desde a década de 1970 até os dias atuais tem-se observado um aumento no número de cabeças de gado na região de Irecê, em relação ao estado da Bahia, conforme será abordado em um tópico específico. Há também um crescimento no número de caprinos, por serem animais de menor porte e fácil manejo.

Autores como Dregne (1983) e Conti (2002) destacam que uma das consequências da desertificação é a redução da produtividade agrícola e da biomassa, devido ao excesso da monocultura, o sobrepastoreio, o desmatamento e a salinização. Com isso, a degradação do solo relacionada com a forma de uso pela sociedade representa um indicador muito relevante para a identificação de áreas em processos de desertificação.

Na microbacia do rio Baixão Veredinha, a compactação do solo devido ao pisoteio dos animais constitui um importante indicador de desertificação, não apenas pela degradação do solo em si, mas ainda pelo conseqüente abandono dessas parcelas que vão se tornando improdutivas, como no exemplo apresentado na Imagem 20 (b).

6.2 INDICADORES BIOLÓGICOS

6.2.1 Redução da cobertura vegetal

A cobertura vegetal é a proteção natural dos solos contra a erosão. Os efeitos que a cobertura vegetal promove aos solos são vários, como pode-se destacar, segundo os autores Lepsch (2010) e Salomão (2010):

- a) proteção contra o impacto direto das gotas de chuvas, o que evitaria o chamado efeito *Splash* ou salpicamento das partículas do solo, desagregando-o, tendo como resultado a selagem da camada superficial ou ainda a formação de ravinas;
- b) dispersão e quebra da energia das águas de escoamento superficial: a velocidade e a intensidade dos fluxos superficiais contribuem para a remoção da camada superficial do solo desnudo;
- c) aumento da infiltração pela produção de poros no solo por ação das raízes: as plantas possuem um papel fundamental para a retenção, infiltração e percolação da água no sistema solo. Esse processo é fundamental para manter a umidade do solo;
- d) aumento da capacidade de retenção de água pela estruturação do solo por efeito da produção e incorporação de matéria orgânica. A produção de húmus é fundamental para a manutenção do equilíbrio do solo, assim, a vegetação apresenta um papel fundamental, uma vez que é uma das fontes fornecedoras de matéria orgânica para o solo.

Segundo Salomão (2010, p. 233), a vegetação influencia ainda na determinação das perdas de solo por erosão laminar em áreas cultivadas, pois, segundo o autor, essa determinação é definida pelos fatores: uso e manejo do solo e práticas conservacionistas. Sendo que o “fator uso e manejo do solo (C) é a relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado em determinadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto”.

A agricultura e a pecuária representam as principais atividades econômicas da microbacia do rio Baixão Veredinha; no entanto, a forma como os solos vêm sendo manejados coloca em risco a própria manutenção dessas atividades, bem como o frágil equilíbrio dos solos. Lepsch (2010, p. 149) adverte que:

(...) quando o homem cultiva a terra para o seu sustento, esse equilíbrio benéfico pode ser rompido. A história da agricultura aponta que o ato de cultivar nem sempre deu lugar a um novo sistema ecológico sustentável, seja de pastagem, seja de lavouras.

No início do processo de ocupação, a Caatinga recobria toda a região e havia abundância de água e de animais que serviam de alimento para os sertanejos recém-chegados que fugiam das secas. No entanto, a região de Irecê que já foi considerada uma “ilha de umidade” e, portanto, muito produtiva, considerando o contexto do semiárido, atualmente, o Bioma Caatinga está reduzido a pequenos fragmentos espaçados, conforme as Figuras 13, 14, 15, 16 e 17 (Capítulo 4), com prejuízo ainda para a fauna que praticamente desapareceu da região. Atualmente, as paisagens da região de Irecê destoam dos municípios vizinhos, por exemplo, Morro do Chapéu, uma vez que nesse município as áreas apresentam maiores altitudes e o relevo é bastante íngreme, não possibilitando o uso agrícola e, com isso, a caatinga encontra-se relativamente preservada.

6.2.2 *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): quantidade de biomassa*

O Bioma Caatinga apresenta uma variedade de espécies adaptadas às condições edafoclimáticas. Essa adaptação é expressa pelo xeromorfismo, como os espinhos das cactáceas e a cera existente nos troncos das árvores que impedem a evapotranspiração excessiva. Dessa maneira, as plantas conseguem armazenar, em seus tecidos, a água durante o curto período chuvoso, para que se mantenham vivas durante as longas estiagens. No entanto, as lavouras anuais encerram o seu ciclo de vida ainda no período chuvoso, como o milho e o feijão, por exemplo, isso dificulta a cobertura do solo, seja pela lavoura, seja pela vegetação.

Nas imagens orbitais, o aspecto de maior destaque, no que diz respeito à vegetação, refere-se à deciduidade, ou seja, as espécies da caatinga desenvolvem um sistema de adaptação ao ambiente no período seco que consiste na perda de suas folhas. Com isso, reduz a evapotranspiração potencial e conseguem preservar o mínimo de umidade para a manutenção de suas funções. No entanto, no período seco, com a perda das folhas, as poucas espécies que ainda existem não são suficientes para manter elevada a produção de biomassa, uma vez que o bioma se encontra reduzido há alguns polígonos de vegetação antropizada.

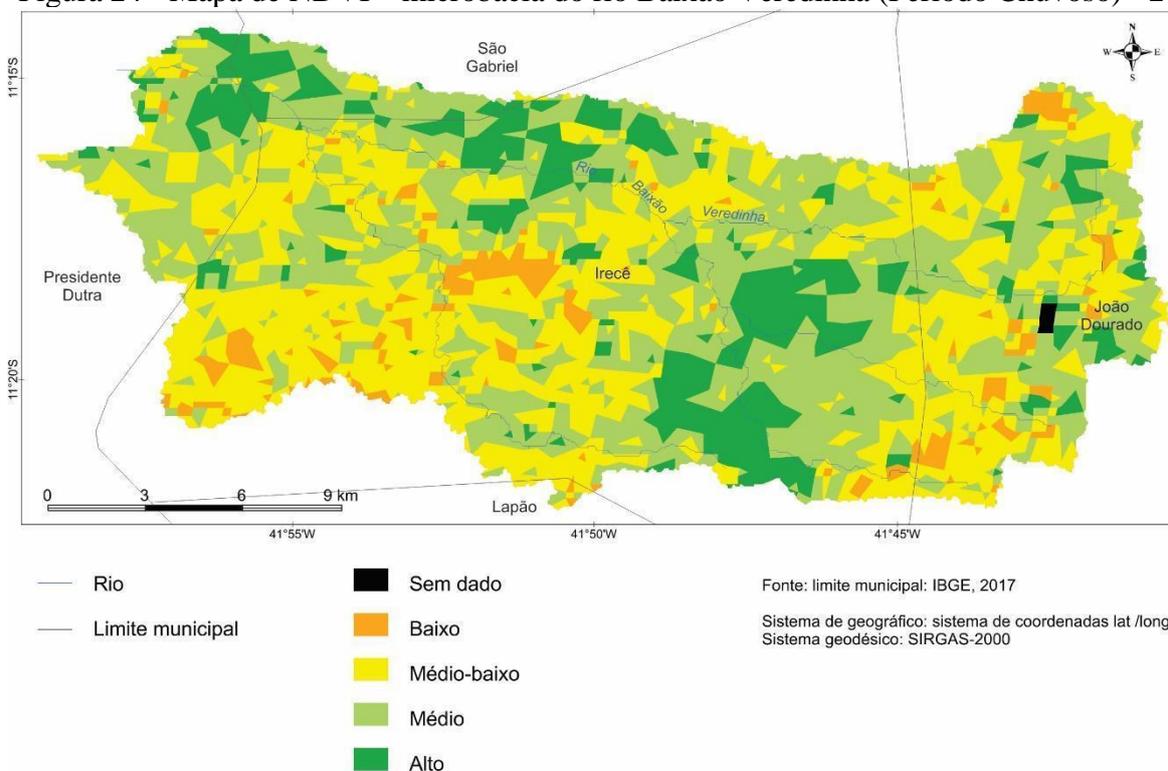
A análise das imagens orbitais da microbacia considera a existência de dois períodos distintos (seco e chuvoso), pois isso é necessário para compreender o comportamento da Caatinga quanto à produção de biomassa. Portanto, a análise multitemporal aplicada ao índice de vegetação tem como escopo facilitar as comparações sazonais de alterações fisiológicas, representado pelo ápice verde e os períodos de senescência das plantas. O período chuvoso é a época da exuberância da vegetação, e o período de dormência está relacionado com a temporada

seca. O maior desempenho da atividade fotossintética consiste no mês de janeiro (período chuvoso).

Os valores expressos no produto do MOD13 variam de 0 a 1, sendo que a proximidade ao 0 expressa solo exposto e de 1 maior densidade da cobertura vegetal. Para a classificação dos mapas, observaram-se os intervalos NDVI para a microbacia hidrográfica, levantamento de dados em campo e mapas de uso e cobertura da terra. Assim, foi estabelecida quatro classes, conforme sintetiza o Quadro 3, localizado no Capítulo 1.

A avaliação do período chuvoso do NDVI é muito relevante para identificação dos remanescentes de vegetação, uma vez que na estiagem a resposta da radiância espectral refletida ou emitida pela cobertura vegetal pode ser confundida com outros elementos da paisagem como os afloramentos rochosos, a área urbana e as lavouras permanentes. Nesse período, a atividade fotossintética é mais ativa e pode ser captada com mais eficiência pelos sensores orbitais, favorecendo na identificação da vegetação, com base no índice de vegetação, conforme a Figura 24.

Figura 24 - Mapa de NDVI – microbacia do rio Baixão Veredinha (Período Chuvoso) - 2001



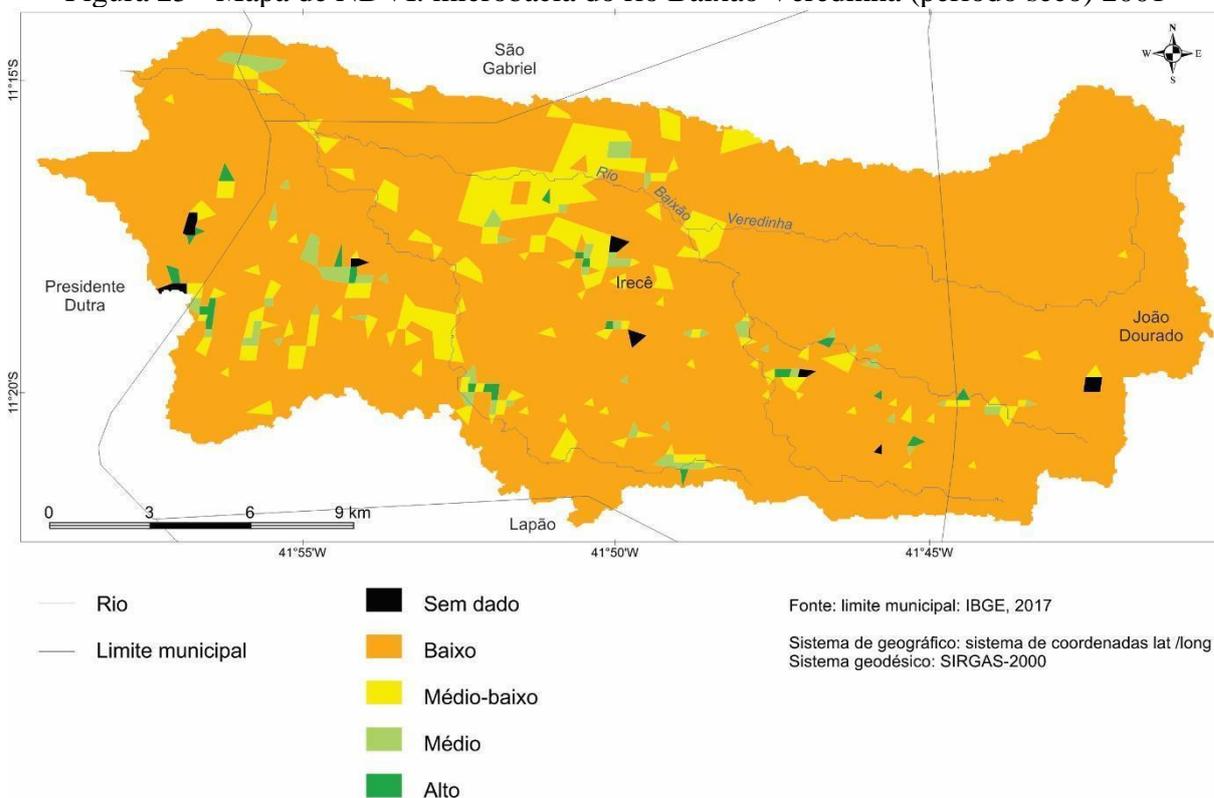
Fonte: Adaptado do IBGE (2017) pela autora e pelo Oliveira Jr.

O mapa de NDVI (Figura 24) apresenta uma disparidade quanto à energia refletida ou emitida entre as áreas de ocupação agropecuárias, sobretudo, na área do platô e alguns pontos da região serrana ocupada mais tardiamente. O contraste ocorre devido à absorção de energia

eletromagnética pela clorofila. Assim, nas áreas do platô, a baixa intensidade de energia captada pelo sensor, sobretudo, na banda do infravermelho próximo, que sugere uma baixa atividade fotossintética. Nessa área, predominam os cultivos agrícolas com plantas de estruturas foliar muito rasteira, como: feijão, cenoura, cebola, beterraba, ainda, a existência de algumas capoeiras ralas. Tudo isso contrastando com as áreas serranas onde a vegetação é mais presente, e, portanto, o índice de vegetação é alto. No entanto, a maior parte da microbacia predomina os valores médio a baixo, que significa pouca quantidade de bioma, e baixo que, por sua vez, representa as áreas com a presença de solo exposto.

A análise do comportamento espectral no período seco também é muito relevante, pois é na época da estiagem que se pode observar melhor as áreas onde de fato existe vegetação. Como na microbacia, apesar do aumento dos cultivos irrigados, o que predomina são áreas com cultivos diversos, dependentes de chuva e áreas com pastagem. Dessa maneira, no período seco, é possível visualizar muitas áreas com o solo exposto, conforme a Figura 25 - mapa de NDVI elaborado para o período seco com imagens orbitais do ano de 2001.

Figura 25 - Mapa de NDVI: microbacia do rio Baixão Veredinha (período seco) 2001



Fonte: Adaptado do IBGE (2017) pela autora e pelo Oliveira Jr.

De acordo com a análise do mapa de NDVI (Figura 25), predomina o baixo índice de vegetação no período seco, inclusive nas áreas serranas, e isso pode ser explicado pelo

comportamento do Bioma Caatinga, o qual apresenta totalmente seco nos períodos de estiagens, graças ao mecanismo de xeromorfismo como já destacado anteriormente, bem como o ressecamento das pastagens. Assim, observa-se que o índice de vegetação médio a baixo aparece associado aos cursos d'água e em alguns pontos espaçados, bem como podem estar associados às lavouras desenvolvidas com o uso de irrigação, cuja água é extraída dos poços tubulares.

6.3 INDICADORES AGRÍCOLAS

6.3.1 Uso e cobertura da terra

Desde o início da ocupação da região de Irecê, a agricultura e a pecuária são as principais atividades econômicas desenvolvidas na microbacia do rio Baixão Veredinha. Com base nos mapas de uso e cobertura, analisados no Capítulo 4, pode-se concluir que a expansão das lavouras (temporárias e permanentes) evoluíram à medida que o Bioma Caatinga foi sendo reduzido a pequenas capoeiras. A expansão da área ocupada pelas lavouras temporárias na região de Irecê de 1950 a 1985, em relação ao estado da Bahia, foi muito marcante, como explicitada na Tabela 6, no Capítulo 4. A década de 1990 ainda seguiu essa tendência, porém com um expressivo aumento das lavouras temporárias, em detrimento dos cultivos permanentes, com exceção para o município de Presidente Dutra, que, até os dias atuais, possui a base da produção agrícola voltada para o cultivo de Pinha.

Nos municípios, que compõem a microbacia, são desenvolvidas culturas permanentes, como: pinha, mamona, acerola e cítricos. Entretanto, os cultivos temporários são os mais importantes para a economia dos municípios. São exemplos de cultivos temporários: cebola, beterraba, pimentão, sorgo, milho, feijão, entre outros. As áreas com pastagens também têm aumentado, desde o ano de 1995, principalmente, nos municípios de Irecê e São Gabriel, como é possível visualizar na Tabela 17.

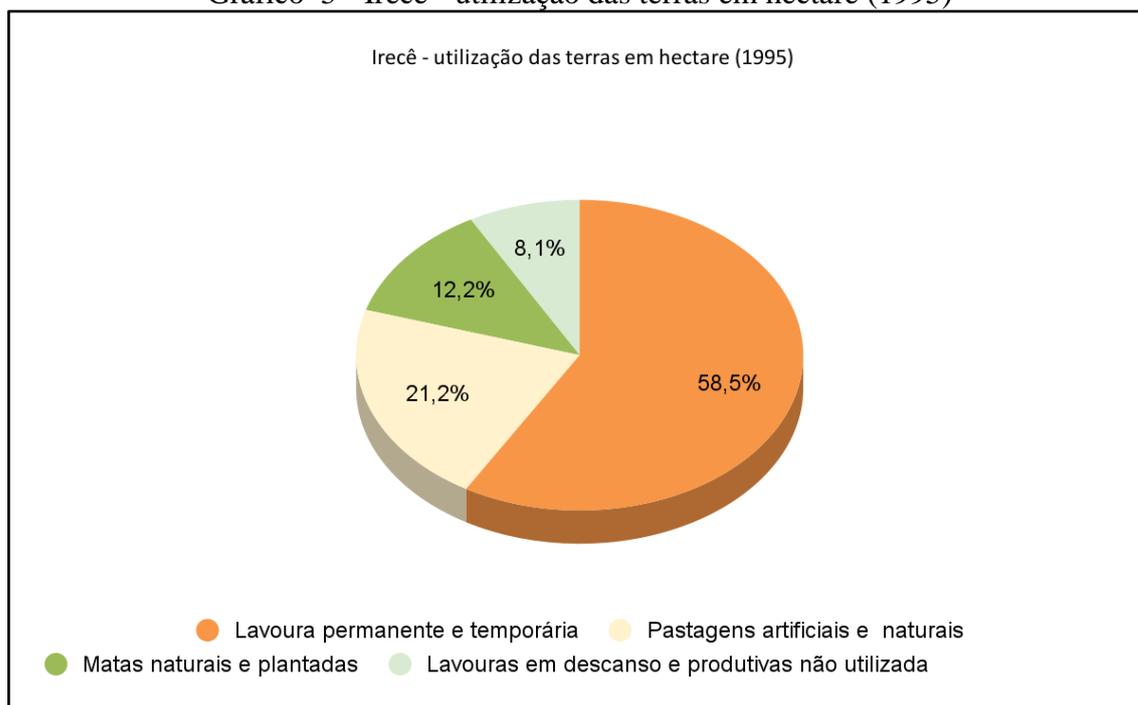
Tabela 17 - Microbacia do rio Baixão Veredinha - utilização das terras em hectare (1995)

Municípios	Lavoura permanente e temporária	Pastagens artificiais e naturais	Matas naturais e plantadas	Lavouras em descanso e produtivas não utilizadas
Irecê	16373268	5942733	3412972	2268017
João Dourado	423.808.50	104.602.13	662.695.7	917.877.0
Lapão	314.66.782	394.375.5	510.097.5	472.735.4
Presidente Dutra	151.807.29	236.856.7	275.763.2	134.245.1
São Gabriel	275.060.88	911.276.5	183.711.67	769.389.2

Fonte: Adaptado do IBGE - Censo Agropecuário (1995).

A intensidade e o tipo de uso das terras são elementos preponderantes na análise dos processos de desertificação em determinada área de estudo. Na microbacia do rio Baixão Veredinha, tem-se observado a intensificação da degradação dos recursos naturais, associados aos múltiplos usos da terra. A água, utilizada na irrigação, é condição necessária para a produção agrícola, porém o uso intensivo do aquífero tem contribuído para a redução do nível freático, bem como a utilização de agrotóxico provoca a contaminação das águas. Já os solos e a vegetação foram degradados a partir da introdução dos cultivos comerciais, com o uso do sistema convencional. Para uma melhor compreensão dos usos da terra foram elaborados os Gráficos 5, 6, 7, 8 e 9 em que se destacam a utilização das terras em hectare nos municípios que compõem a microbacia, com base nos dados do Censo Agropecuário de 1995.

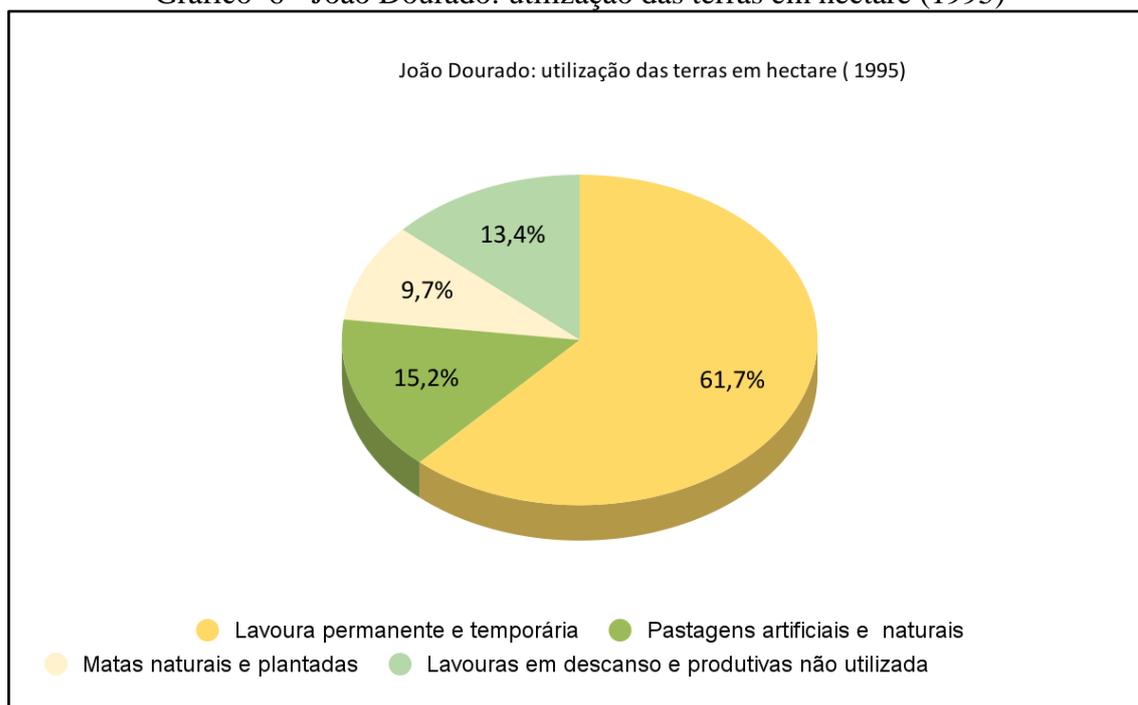
Gráfico 5 - Irecê - utilização das terras em hectare (1995)



Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

Como é possível visualizar no Gráfico 5, é utilizada 59% da área para a agricultura, enquanto a pastagem abrange 21%. Já as matas naturais e plantadas ocupam apenas 12% da área, sendo que o restante é ocupado com as lavouras em descanso ou terras produtivas não utilizadas, que representam 8%. Já no município de João Dourado, no Gráfico 6, mostra o percentual da área ocupada pela agricultura foi de 62%, a pastagem vem em segundo lugar com 15% da área ocupada, sendo que nesse município área com matas naturais ou plantas representa 10%, percentual ainda menor se comparada com Irecê.

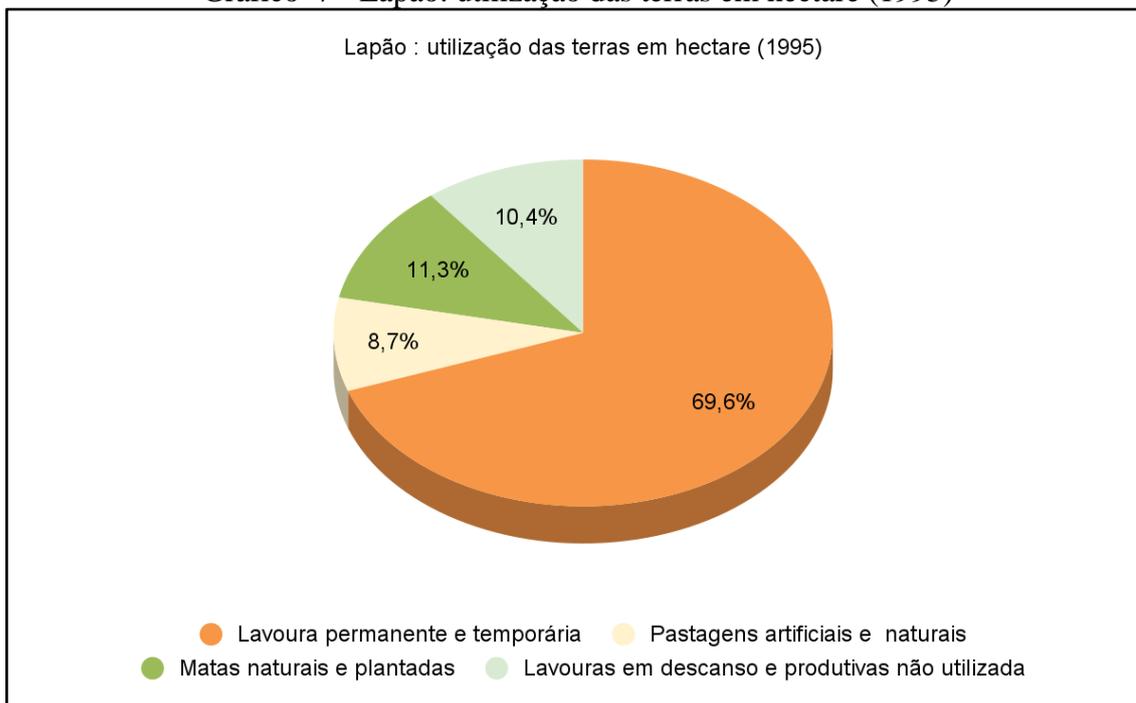
Gráfico 6 - João Dourado: utilização das terras em hectare (1995)



Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

Portanto, é possível observar ainda, no Gráfico 6, a importância da agricultura associada com a pecuária para a economia do município de João Dourado. Somente a agricultura corresponde a mais da metade da área ocupada. A realidade não é diferente no município de Lapão, conforme o Gráfico 7, a utilização das terras para a agricultura representa 70%; no entanto, a área com pastagem foi apenas 9% em 1995, enquanto nas áreas com matas naturais e plantas, segue o padrão dos demais municípios, com o valor de apenas 11% e área de pousio com apenas 10%.

Gráfico 7 - Lapão: utilização das terras em hectare (1995)

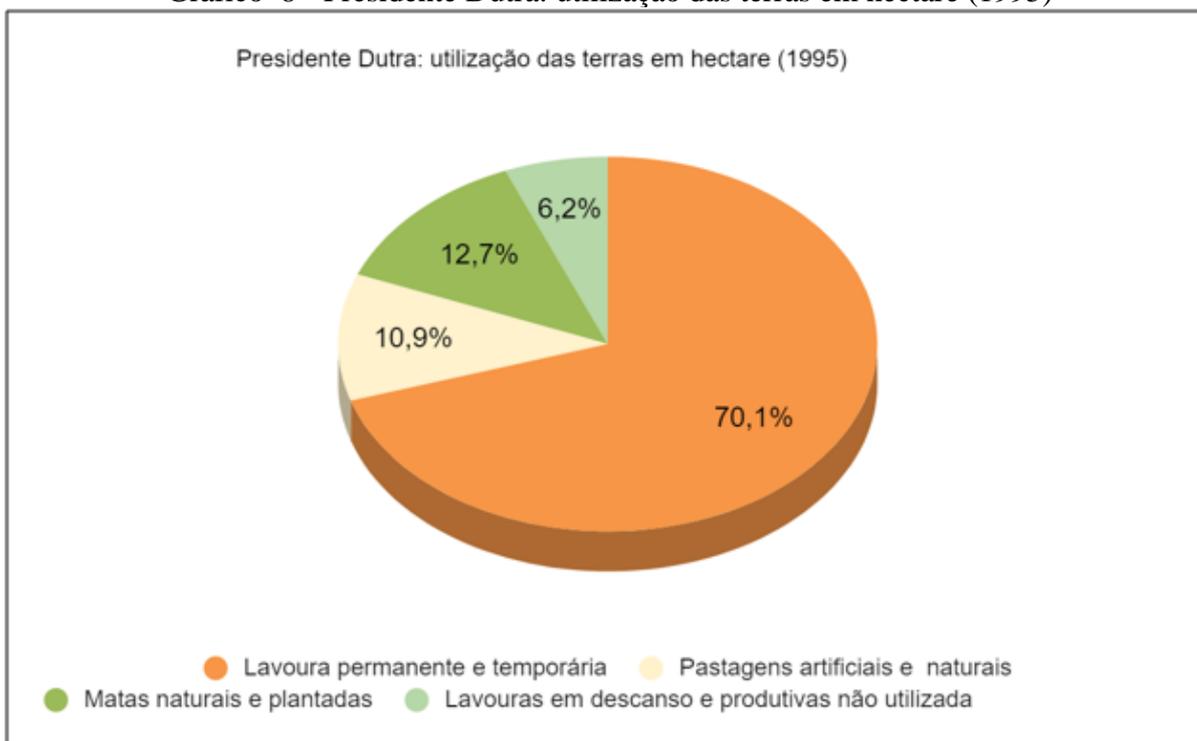


Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

De acordo com o Gráfico 7, a agricultura e a pecuária somam 71,9% da área ocupada no município. É importante ressaltar que a agricultura sempre apresentou um papel importante na economia do município de Lapão, o qual contribuiu muito para manter Irecê na condição de um dos maiores produtores de feijão do país até a década de 1980, quando deixou de pertencer a Irecê, na condição de vila.

Ainda sobre a utilização das terras em 1995, pode-se citar o município de Presidente Dutra (Gráfico 8), em que o percentual das áreas utilizadas pela agricultura é semelhante ao município anterior, com 70%. Já a área ocupada pelas matas naturais e plantadas constitui o maior percentual dentre os municípios analisados, pois o valor é de 13%, superior a área ocupada pelas pastagens artificiais, que perfazem 11%. No entanto, a área para pousio é de apenas 6%.

Gráfico 8 - Presidente Dutra: utilização das terras em hectare (1995)

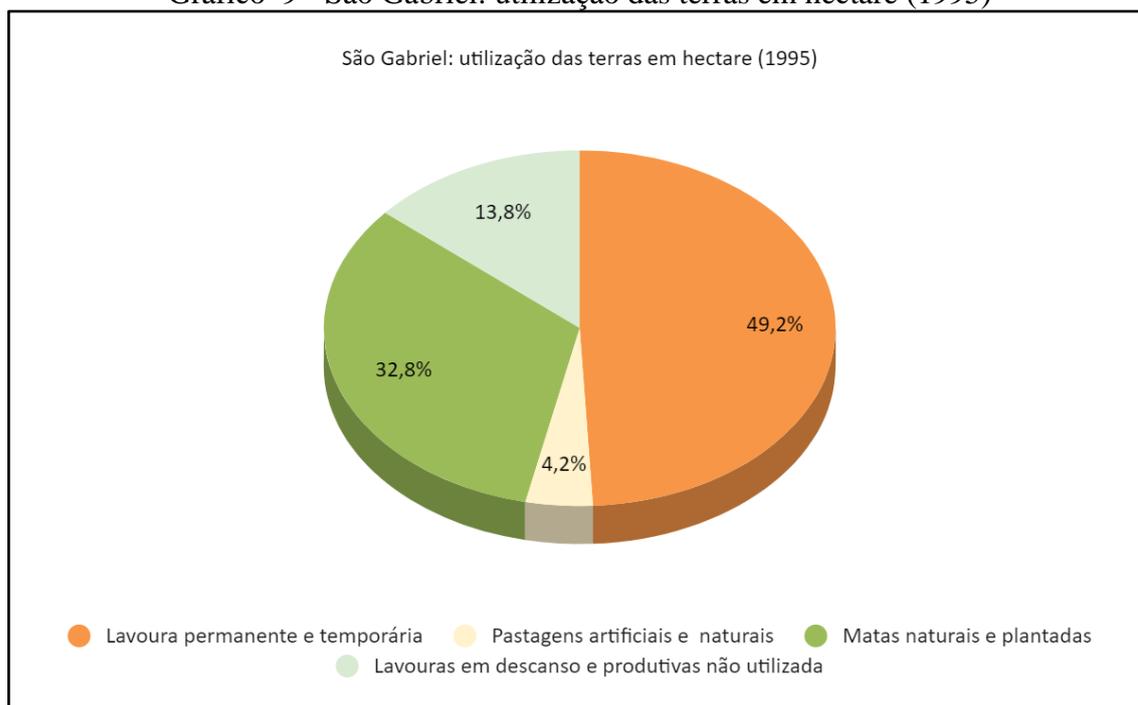


Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

Durante os trabalhos de campo, foi possível constatar realmente que o município de Presidente Dutra apresenta um maior percentual de área com a presença do Bioma Caatinga, inclusive a caatinga arbórea em alguns trechos ao longo da rodovia BA 148, no entroncamento com o município de São Gabriel.

E finalmente, o Gráfico 9, elaborado com os dados referentes à utilização das terras no ano de 1995, para o município de São Gabriel, apresenta características que destoam dos demais municípios, pois a área utilizada pela agricultura é de 44%, enquanto, as matas naturais e plantadas representam 29% da área utilizada, seguida pelas pastagens que representam 15%. Esse percentual é menor apenas ao apresentado pelo município de Lapão.

Gráfico 9 - São Gabriel: utilização das terras em hectare (1995)

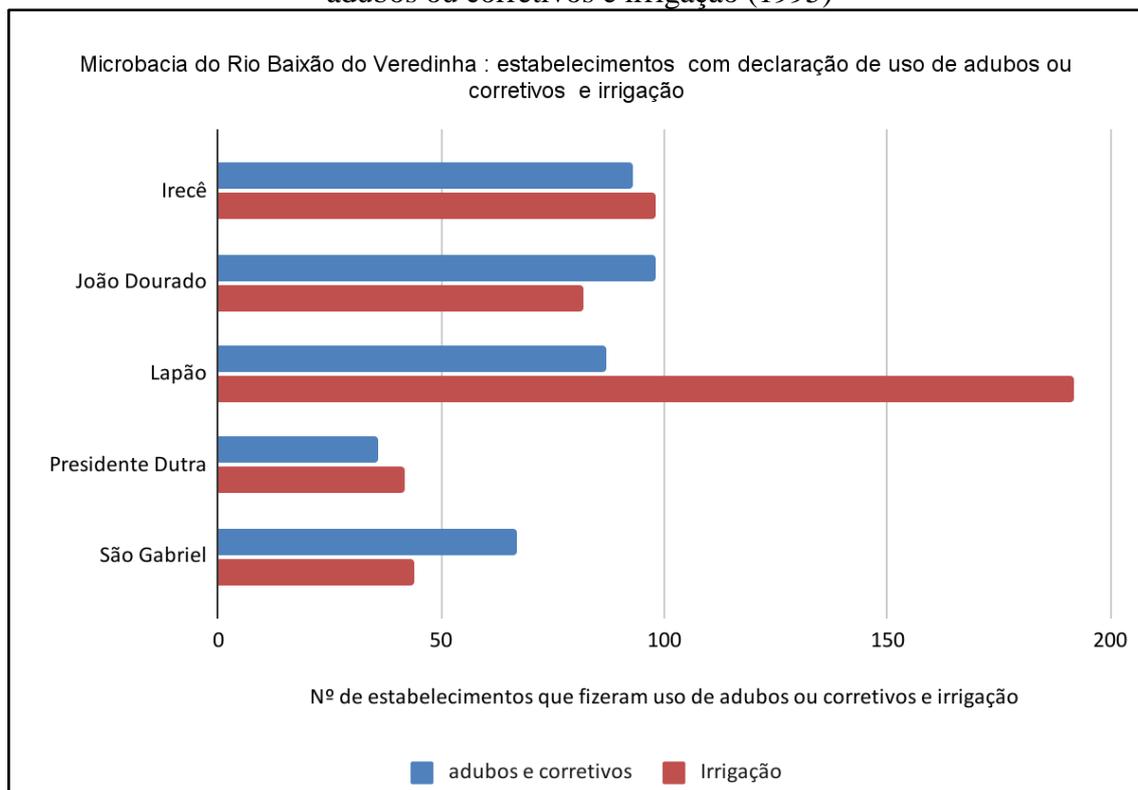


Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

O percentual de ocupação da área para a agricultura, em São Gabriel, justifica-se pelos argumentos já apresentados, como as características geomorfológicas da porção do município que está inserida dentro da microbacia, a baixa aptidão do solo na área analisada, associada ainda com a impossibilidade do uso de máquinas.

Sobre a utilização de adubos ou corretivos, também denominados de agrotóxicos, ocorreu um aumento com a intensificação da agricultura comercial, na década de 1970. Segundo depoimentos, isso favoreceu a contaminação do solo e das águas (superficiais e subterrâneas), na microbacia. Sobre este aspecto, segundo o Censo Agropecuário do ano de 1995, o município de Lapão apresentou o maior número de estabelecimentos que declararam fazer uso desses produtos químicos, como é possível visualizar no Gráfico 10.

Gráfico 10 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: estabelecimentos que fizeram uso de adubos ou corretivos e irrigação (1995)



Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

O Gráfico 10 revela que os estabelecimentos que fizeram uso de adubos e corretivos também utilizaram a irrigação e, portanto, justifica a preocupação atual, com a contaminação do solo e da água, devido ao uso inadequado ou excessivo desses produtos. Os municípios de Lapão, Irecê e João Dourado, sem dúvidas, são aqueles que apresentaram as maiores áreas plantadas e também irrigadas. Já São Gabriel, mesmo utilizando apenas 44% das terras para a agricultura, também fez uso da irrigação de maneira intensa em suas lavouras.

A compactação do solo devido ao pisoteio dos animais é um dos problemas existentes nas áreas suscetíveis à desertificação, infelizmente, na microbacia do rio Baixão Veredinha esse problema se faz presente ainda na atualidade. Assim, é possível visualizar na Tabela 18 a evolução do efetivo de rebanhos da microbacia em comparação com o Estado da Bahia, no período de 1975 a 2019.

Tabela 18 - Evolução do efetivo de rebanho bovino na microbacia em comparação com a Bahia- 1975/2019

ESTADO/MUNICÍPIO	CENSOS AGROPECUÁRIOS					
	1975	1980	1985	1995/96	2006	2019
Bahia	8139414	8942727	9315074	8729953	1170758	8177761
Irecê	53.072	39.971	52.880	3.005	11.500	7.309
João Dourado	*	*	*	3.448	9.400	14.768
Lapão	*	*	*	2.862	8.150	8.778
Presidente Dutra	3.197	2.140	4.031	1.691	2.720	3.163
São Gabriel	*	*	*	2.927	6.000	5.245
Total - Microbacia	56.269	42.111	56.911	13.933	37.770	39.263

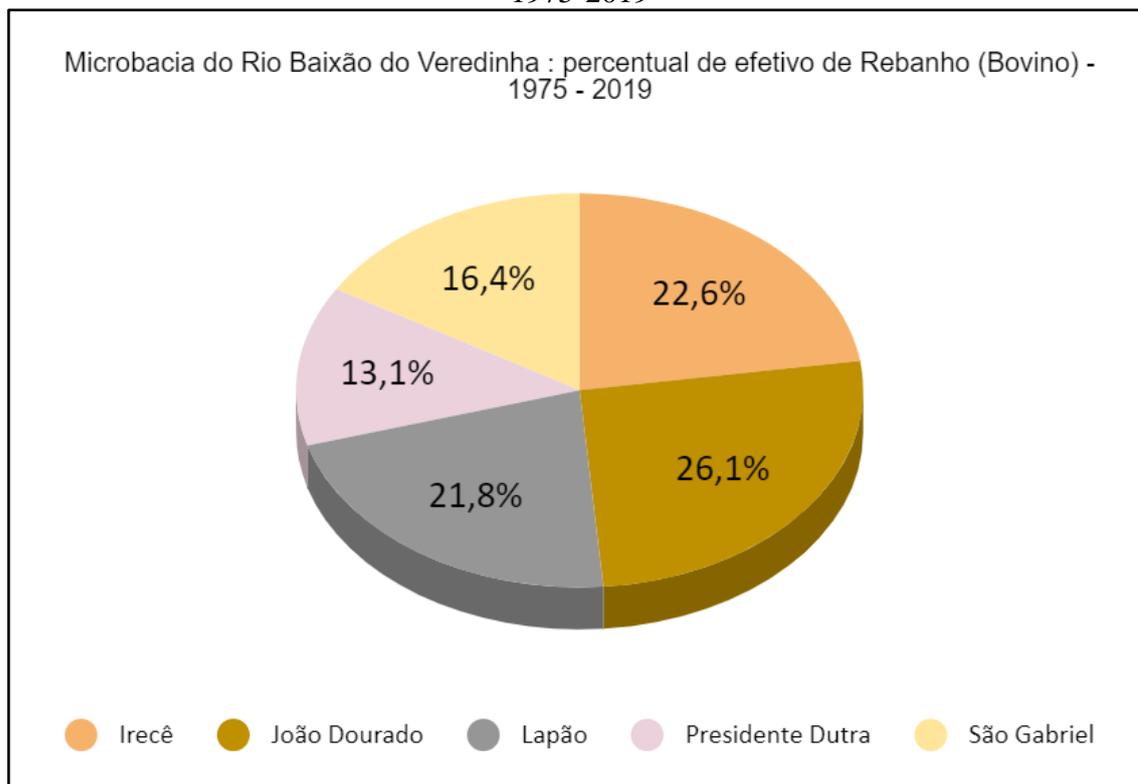
*A área pertencia ao município de Irecê. O desmembramento somente ocorreu em 1985.

Fonte: Adaptado de IBGE /SIDRA, 2021 (Censos agropecuários 1975/1980/1985/1995/96; 2006/2019).

A evolução no número de rebanho apresentou uma tendência crescente no conjunto de municípios analisados, porém o período de 1995/96 chama a atenção para um decréscimo acentuado. Pode-se inferir que essa redução drástica está relacionada com a seca intensa que vitimou muitos animais, como também a transferência dos rebanhos para áreas do Estado que não estavam atravessando os mesmos reveses climáticos. É possível perceber ainda na Tabela 18 que, nas décadas seguintes, o número do rebanho voltou a crescer, mas ainda inferior ao patamar da década de 1970.

Não obstante à redução do rebanho nas últimas décadas, tem observado uma preferência pelos caprinos, pois além de serem animais de pequeno porte, também são mais resistentes às secas. No entanto, as implicações da criação de bovinos ainda estão presentes na paisagem, por meio do aumento das pastagens em detrimento das matas naturais ao longo do tempo, como já foi pontuado anteriormente, bem como a presença de solo exposto. O pisoteio dos animais, portanto, tem contribuído para a degradação do solo, ao considerar que essa degradação se refere “à deterioração ou perda total da capacidade solos para o uso presente e futuro” (FAO, 1980 apud ARAÚJO et al., 2009, p. 23). Diante dessa problemática, é importante destacar o percentual de rebanho (bovino) existente nos ao longo das últimas décadas, conforme o Gráfico 11 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: percentual de efetivo de rebanho (bovino) - 1975-2019.

Gráfico 11 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: percentual de efetivo de rebanho (bovino)-1975-2019



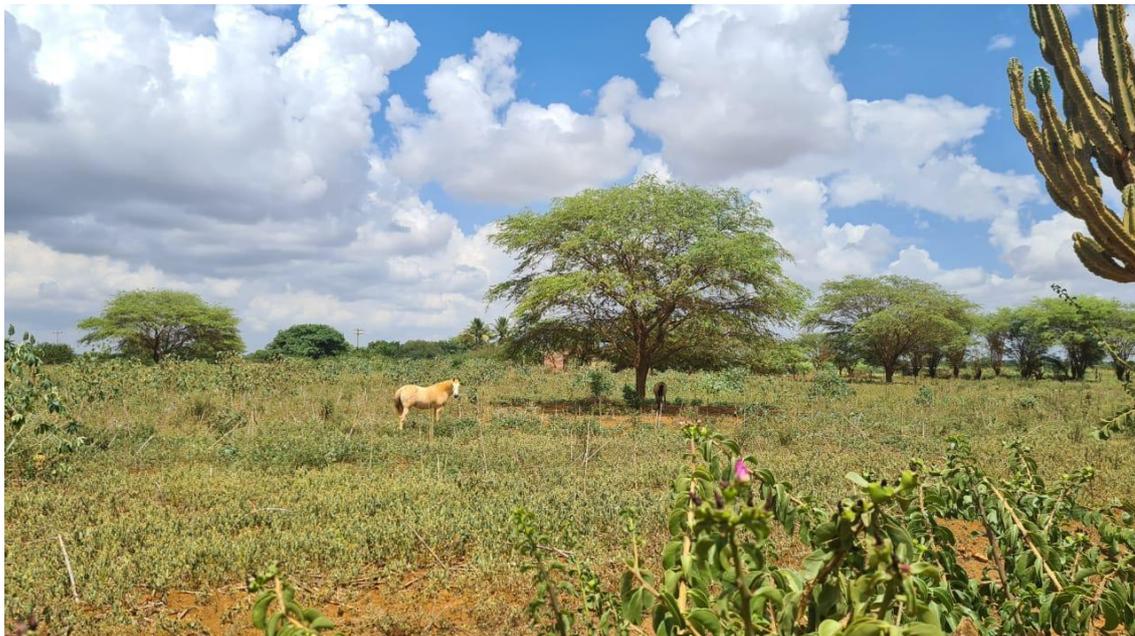
Fonte: Adaptado do IBGE /SIDRA, 2021 (Censos agropecuários 1975/1980/1985/1995/96; 2006/2019).

A análise dos dados referentes ao uso da terra (Figura 17 - Capítulo 4), associado com o Gráfico 11, se complementam e se reforçam, uma vez que confirma o destaque dos municípios de Irecê e João Dourado com a expansão das áreas de pastagem. É importante pontuar ainda que o aumento das pastagens, muitas vezes, está associado com a perda da capacidade produtiva da terra para a agricultura, pois em concordância com Araújo et al. (2009, p. 29):

(...) Nos locais onde a degradação é séria, tanto as terras podem ser abandonadas temporária ou permanentemente quando convertidas em usos menos “nobres”, ou seja, terras agrícolas convertidas em pastos ou pastos abandonados às ervas.

Durante o trabalho, foi observado a existência de áreas de pastagens em terras que provavelmente eram ocupadas pela agricultura até pouco tempo atrás, pois algumas parcelas são utilizadas para pastejo nos períodos em que não estão sendo cultivadas. Assim, é possível perceber na Imagem 21, a presença de animais em uma área com alguns arbustos (jurema, avelós e cactos) típicos da Caatinga.

Imagem 21 - Área utilizada para lavoura e pastagem alternada, no município de João Dourado



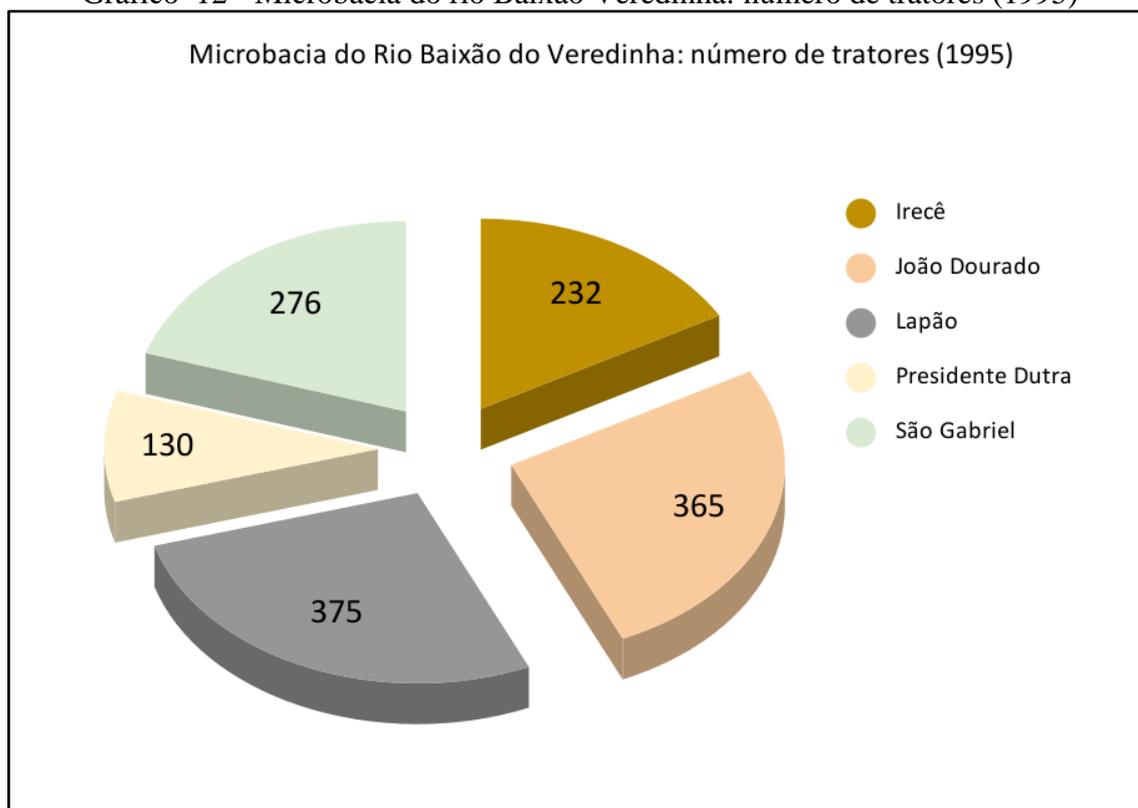
Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

Após a utilização da terra para a pastagem, os produtores fazem a aragem do terreno e introduzem as lavouras, sobretudo, as temporárias, como apresentado nos mapas de uso e cobertura já analisados, no Capítulo 4.

6.3.2 Manejo da terra: o uso da mecanização e os danos causados ao solo

Outro indicador importante para análise da suscetibilidade à desertificação é o manejo da terra, tendo como base o grau de mecanização. Dessa maneira, pode-se destacar que a microbacia do rio Baixão Veredinha tem apresentado desde os anos 50 uma forte tendência para os cultivos comerciais e, com isso, a mecanização é cada vez mais presente, a fim de aumentar os rendimentos por hectare. Na Tabela 4, no Capítulo 3, é possível visualizar a evolução no número de tratores e arados mecânicos de 1950 a 1985 na microbacia em relação ao Estado da Bahia. Já na década de 1990, o Censo Agropecuário de 1995/96 apresenta uma evolução sobre a mecanização na microbacia, referente ao número de tratores e às máquinas para o plantio, como podem ser visualizados nos Gráficos 12 e 13, respectivamente.

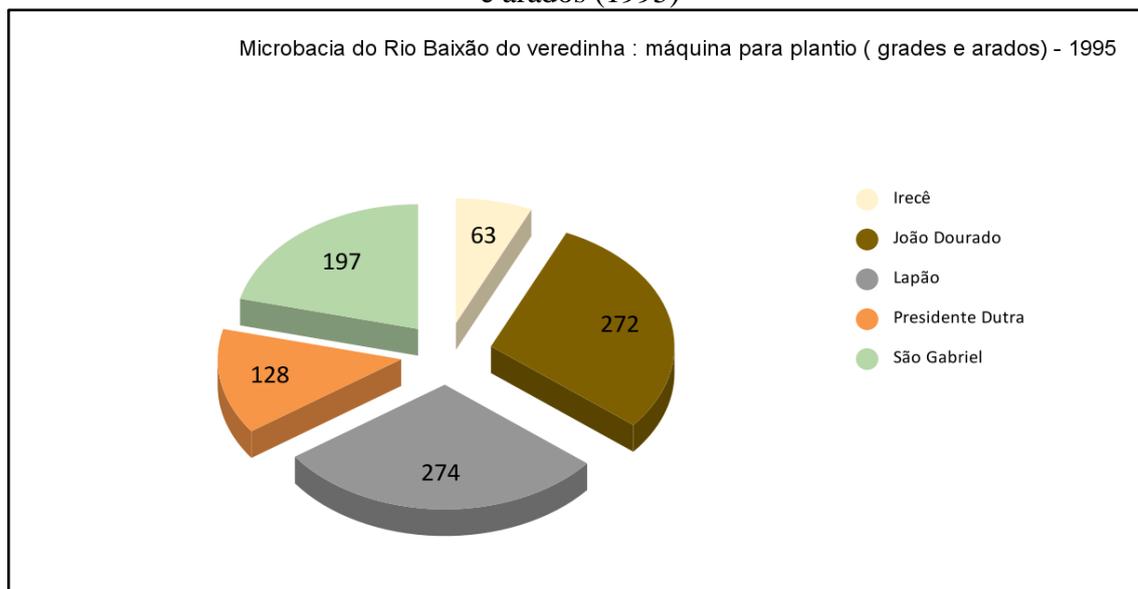
Gráfico 12 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de tratores (1995)



Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

Como é possível perceber entre os municípios analisados, João Dourado e Lapão possuíam o maior número de tratores e o maior número de máquinas para o plantio (Gráfico 11). É certo que esses municípios, quando pertenciam a Irecê, na condição de vila, eram naquelas áreas que os cultivos eram praticados em grande escala. Após os desmembramentos, esses municípios ainda apresentam uma importância significativa na produção agrícola da denominada Microrregião de Irecê. Assim, além do número de tratores, esses municípios também possuíam uma quantidade significativa de grades e arados, como apresenta o Gráfico 13. É importante ressaltar que a aquisição da maquinaria foi realizada com o incentivo do Estado, por meio de linhas de créditos especiais para os produtores rurais.

Gráfico 13 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de máquinas para plantio - grades e arados (1995)



Fonte: Adaptado do Censo agropecuário IBGE (1995).

A mecanização é apontada na literatura como um fator direto de degradação das terras, uma vez que o uso intensivo de máquinas, ao longo do tempo, contribui para a compactação do solo, que por seu turno levará a redução da produtividade, conforme já foi pontuado. Na Microbacia, a utilização de tratores, de grades e de arados é muito intensiva no período de preparo do solo que corresponde geralmente aos meses de novembro a janeiro. Assim, é possível visualizar na Tabela 19 o número de máquinas e implementos agrícolas utilizados pelos municípios, dos quais Lapão e João Dourado se destacam, neste aspecto, ocupando Irecê o 4º lugar no conjunto dos municípios analisados. Esse fato reforça o que foi colocado sobre a importância dos municípios de Lapão e João Dourado na dianteira da produção de grãos no contexto da microbacia.

Tabela 19 - Microbacia do Rio Verde: número de tratores, implementos e máquinas utilizados nos estabelecimentos (2017)

(continua)

Municípios	Tratores, implementos e máquinas (nº de estabelecimentos)				Total de máquinas por município
	Tratores	Semeadeiras/ plantadeiras	Colheitadeiras	Adubadeiras	
Irecê	133	61	26	14	234

(conclusão)

João Dourado	166	99	37	26	238
Lapão	460	218	66	30	774
Presidente Dutra	79	42	20	6	147
São Gabriel	169	102	29	14	314

Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

Portanto, com base na Tabela 19, os municípios de Lapão e João Dourado também continuam apresentando na atualidade um maior número de máquinas e implementos agrícolas, sendo assim, Irecê permanece ocupando o 4º lugar, quanto ao uso de máquinas na produção agropecuária.

É importante analisar ainda, no âmbito do indicador de mecanização, o sistema de preparo do solo. E, nesse aspecto, os dados não deixam dúvidas se comparados com a realidade vista durante os trabalhos de campo. O que predomina é o sistema convencional, representado pelo desmatamento, que atualmente já não é mais intenso, pois a Caatinga já foi drasticamente reduzida, conforme os dados já apresentados. Com isso, utiliza-se também a técnica da coivara que consiste no ajuntamento em pequenas porções dos restos de vegetais que foram removidos do terreno, em seguida é colocado fogo, assim, acredita-se que as cinzas ajudam na fertilização do solo. Esse tipo de preparo do solo é bastante comum nas comunidades tradicionais no Brasil, como apresenta a Imagem 22.

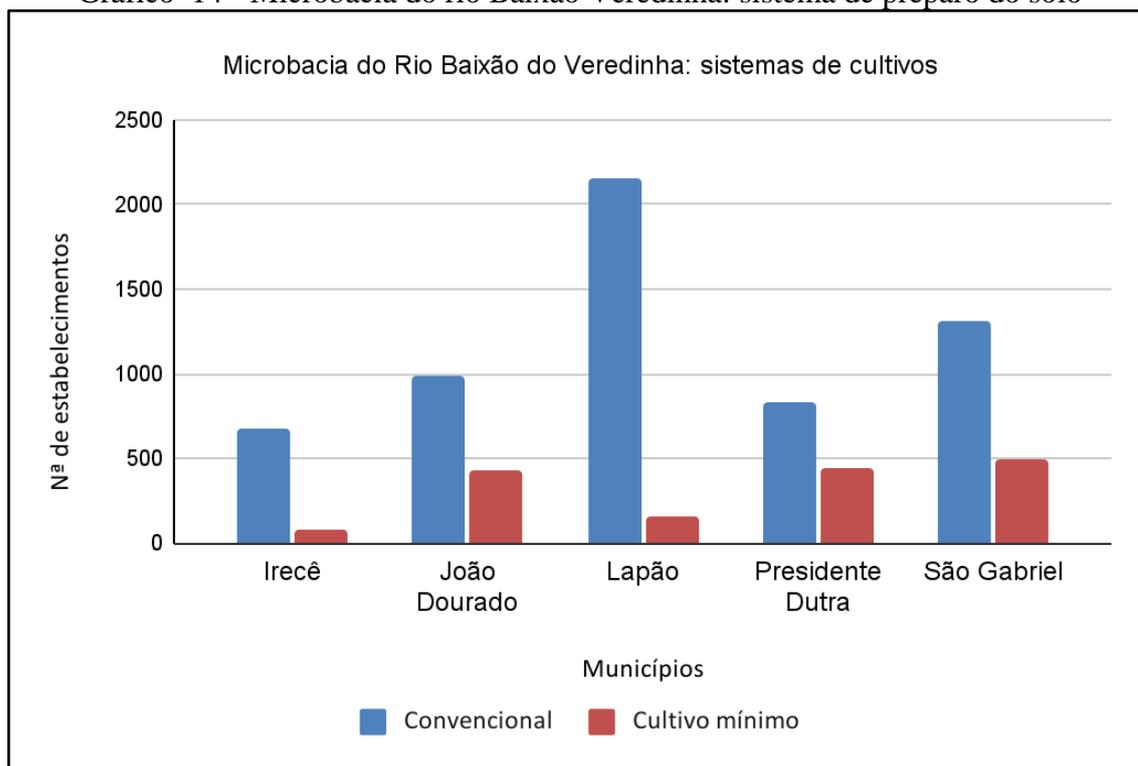
Imagem 22 - Uso do sistema da coivara para o preparo do solo em Irecê



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

Ainda sobre o manejo do solo (Gráfico 14), percebe-se que o sistema mais adotado é o convencional, que visa a manutenção da produtividade a qualquer custo, com implicações negativas ao meio ambiente e à saúde dos trabalhadores. Não obstante, o cultivo mínimo é praticado em um número menor em todos os municípios, sobretudo, naqueles com maior destaque agropecuário como: Lapão, João Dourado e Irecê.

Gráfico 14 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: sistema de preparo do solo

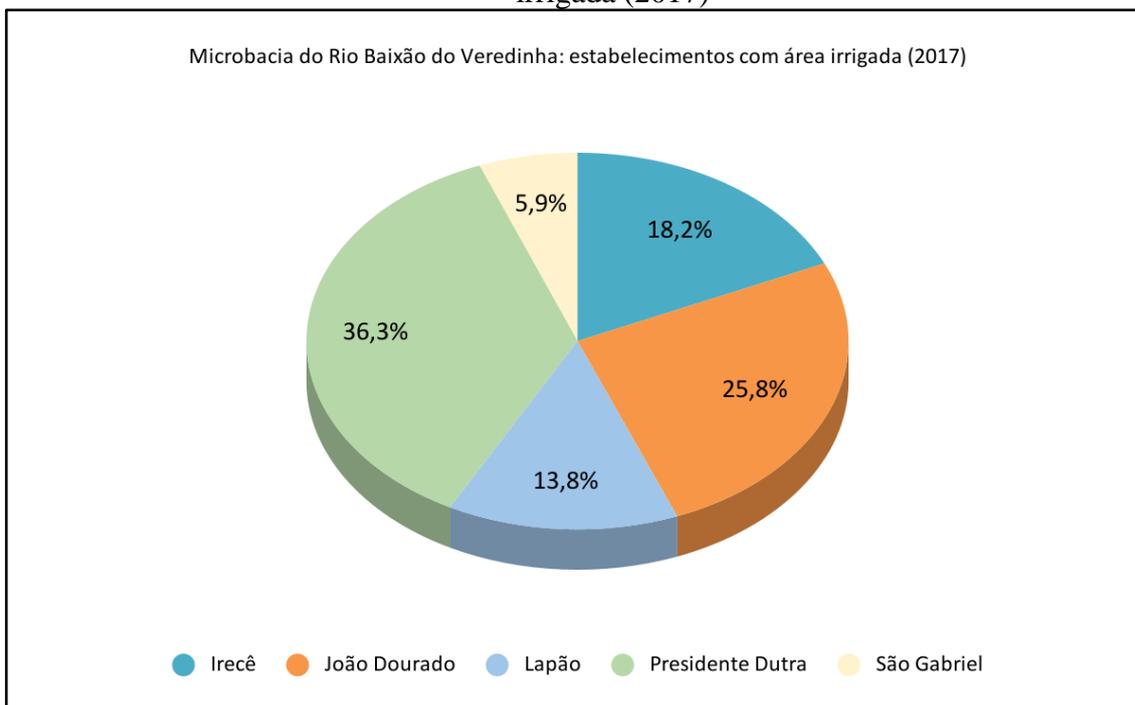


Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

A análise do Gráfico 14 apresenta que o sistema de manejo predominante dos municípios de Lapão, São Gabriel e João Dourado, respectivamente, é o cultivo convencional, em detrimento do cultivo mínimo. E de todos os municípios da microbacia, Irecê é o que aparece com o menor número para os dois tipos.

Além do uso de máquinas na produção, os produtores locais têm priorizado os cultivos irrigados (Gráfico 15) de forma mais intensa, a partir da década de 1980, uma vez que a frequência e a intensidade das secas colocam em riscos a produtividade, conforme já abordado. Com isso, a irrigação está presente em todos os municípios, em maior percentual em Presidente Dutra, para o cultivo de frutas, como a pinha, que representa o principal produto agrícola cultivado naquele município.

Gráfico 15 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de estabelecimentos com área irrigada (2017)



Fonte: Adaptado do IBGE/SIDRA (2017).

A irrigação é realizada, sobretudo, pelos produtores que possuem um maior poder aquisitivo, devido aos custos que são elevados. Com isso, alguns pequenos produtores acabam trabalhando nessas propriedades para complementar a sua renda. Já os produtores irrigantes que possuem terras insuficientes para esse tipo de produção lançam mão do arrendamento de terras para poder continuar produzindo. Assim, a irrigação é uma técnica muito importante para o desenvolvimento das atividades agrícolas na microbacia; no entanto, o risco de salinização do solo é uma realidade constante.

6.4 INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

6.4.1 Nível econômico: renda per capita, percentagem de pobreza, dependência econômica

A desertificação é um problema muito complexo que envolve causas naturais e humanas. Partindo dessa constatação, diversos autores como Vasconcelos Sobrinho (1978) e Duque (1980) afirmam que o crescimento da população contribui para o aumento da pressão sobre os recursos naturais, o que poderá ajudar no desencadeamento dos processos de desertificação, principalmente, nas zonas áridas e semiáridas no planeta.

Apesar de diversos estudos sobre o tema em vários países, ainda não há um consenso entre as causas e as consequências da desertificação. Entretanto, é notória a constatação sobre

a atuação humana como um elemento indutor de degradação ambiental, que poderá evoluir para os processos de desertificação. O que se pode afirmar sem sombra de dúvidas é que cada ASD possui suas particularidades e, quando os processos começam a se instalarem, há redução da qualidade e da disponibilidade dos recursos naturais necessários à sua subsistência da população afetada. No entanto, uma análise crítica sobre a problemática revela que o homem é um dos principais responsáveis pela geração do fenômeno e o mais afetado pelas consequências.

Dessa maneira, destacam-se, como indicador de desertificação, os aspectos socioeconômicos com base na renda, no percentual de pobreza e na dependência econômica da população. Isso posto, antes de tratar desse aspecto, é importante apresentar a evolução da população dos municípios que compõem a microbacia (Tabela 20).

Tabela 20 - Evolução da população 1970 a 2010 da microbacia

MUNICÍPIO	1970	1980	1991	2000	2010
	TOTAL DA POPULAÇÃO				
Irecê	93.215	46.000	50.908	57.436	66.061
João Dourado	*	*	19.211	21.056	21.990
Lapão	*	*	20.913	24.727	26.616
Presidente Dutra	20.000	16.977	12.012	13.730	14.306
São Gabriel	*	*	17.884	18.412	19.099

Fonte: Adaptado do IBGE, Censos Demográficos: 1970 – 2010.

Como é possível visualizar na Tabela 20, todos os municípios registraram aumento no quantitativo populacional, com exceção de Irecê durante a transição entre as décadas de 1970 e 1980. Isso se explica, devido aos desmembramentos dos municípios de Lapão, São Gabriel e João Dourado em 1985. Portanto, a perda do território também repercutiu na perda da população. Entretanto, o quantitativo populacional de Irecê voltou a crescer na década de 1990, provavelmente devido ao aumento da taxa de natalidade. Já no que se refere ao perfil da população desses municípios, percebe-se que a maioria são urbanos, pois a maior deles, atualmente, vive nas cidades, com exceção de Lapão, onde a população rural é maior do que a população urbana, como mostra a Tabela 21.

Tabela 21 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: perfil da população

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO RURAL	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO
	TOTAL (HAB.)	TOTAL (HAB.)	TOTAL (HAB.)
Irecê	5.162	61.019	66.181
João Dourado	8.980	13.569	22.549
Lapão	15.596	10.050	25.646
Presidente Dutra	4.694	9.056	13.750
São Gabriel	7.933	10.494	18.427
Total: 5	42.365	104.260	235.283

Fonte: IBGE, Censo demográfico (2010).

É possível visualizar ainda na Tabela 21 que Irecê representa o município com o maior quantitativo população da microbacia e da microrregião, bem como o maior grau de urbanização. O município desempenha ainda o papel polarizador das principais atividades econômicas, a concentração de instituições públicas, seja na área da saúde, como o hospital regional, seja na área da educação, com a presença do Campus XVI da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e escolas de médio porte.

As disparidades regionais no Estado da Bahia são marcantes. Desde o início do processo de industrialização na década de 1970, o governo do Estado tem priorizado os investimentos na Região Metropolitana de Salvador (RMS), ficando as demais regiões do Estado na opacidade de um *pseudodesenvolvimento* socioeconômico estadual. Com isso, à medida que o sistema Tri consórcio foi entrando em decadência, ocorreu a redução dos investimentos públicos na região de Irecê, a qual não conseguiu ainda apresentar o crescimento econômico já registrado nas décadas anteriores. Dessa maneira, assim como a maioria dos municípios do interior da Bahia, a microbacia possui uma população empobrecida e sujeita às adversidades climáticas. Assim, a Tabela 22 apresenta o percentual da população pobre dos municípios analisados, bem como aquelas pessoas consideradas abaixo da linha da pobreza, segundo o IBGE (2010).

Tabela 22 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: percentual da população considerada pobre e abaixo da linha da pobreza

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO POBRE (%)	POPULAÇÃO ABAIXO DA LINHA DA POBREZA (%)
Irecê	41,99	32,28
João Dourado	46,24	36,7
Lapão	37,87	28,54
Presidente Dutra	44,55	33,79
São Gabriel	51,29	42,45

Fonte: Adaptado do IBGE (2010).

Como se pode constatar em todos os municípios, ocorreu um elevado percentual da população considerada pobre. O dado chama a atenção para o município de Irecê, o qual é considerado aquele que apresenta o maior nível de desenvolvimento econômico na região e, mesmo assim, praticamente metade da sua população é pobre (41,99%) e com (32,28%) das pessoas vivendo abaixo da linha da pobreza. Mais alarmante ainda é a situação de São Gabriel, onde mais da metade da população é pobre (51,29 %) e (42,44%) da população situa-se abaixo da linha da pobreza. Para o Pan-Brasil (2004), as áreas pobres são mais vulneráveis à desertificação, pois em grande parte, a desertificação ocorre em função da pobreza, provocando insegurança alimentar associada a variações do ciclo hidrológico, como as secas.

A Tabela 23 apresenta os aspectos socioeconômicos para os municípios, com destaque para o Produto Interno Bruto Per Capita e os rendimentos da população. Ao analisar a Tabela 22, percebe-se que o PIB Per Capita é totalmente discrepante com a realidade dos rendimentos auferidos pela população. A maior parte da receita é proveniente de fontes externas, como a do INSS, por meio das aposentadorias e do Programa Bolsa Família, conforme exposto a seguir.

Tabela 23 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: aspectos socioeconômicos (2017)

Município	PIB Per Capita (R\$)	Salário médio mensal dos trabalhadores formais (R\$)	População ocupada rendimento nominal mensal per capita de até 1/2 salário-mínimo (%)
Irecê	16.746,40	1,8	19,40%
João Dourado	7.624,63	2,1	51,40%
Lapão	7.624,63	5,5	55,90%
Presidente Dutra	6.667,59	1,5	55,20%
São Gabriel	6.153,82	1,8	55,80%

Fonte: Adaptado do IBGE (2017).

O dado referente à população ocupada com rendimento mensal de até 1/2 salário evidencia o quantitativo da população acima de 50% em todos os municípios, com exceção de Irecê. De acordo com alguns depoimentos, muitos trabalhadores possuem condições precárias de trabalho, como contratos temporários, que garantem uma renda apenas nos períodos de safras e, por isso, muitas vezes, essas pessoas complementam a renda na informalidade, com baixa remuneração, como é possível visualizar nos dados apresentados, confirmando, assim, a condição de pobreza explicitada dos dados já apresentados na Tabela 23. Disso decorre ainda um elevado número de pessoas cadastradas no Programa Bolsa Família, conforme apresenta a Tabela 24.

Tabela 24 - Microbacia do rio Baixão Veredinha: número de família beneficiadas pelo Programa Bolsa família e valores das transferências mensais (2021)

Município	Nº de famílias	Transferência mensal em R\$
Irecê	6.884	662.114,00
João Dourado	3.244	316.214,00
Lapão	4.094	421.790,00
Presidente Dutra	2.351	226.861,00
São Gabriel	3.182	334.159,00
Total	19.755	1.961.138,00

Fonte: Adaptado de MDS (2021).

Os municípios de Irecê e Lapão destacam-se pelo número de famílias dependentes desses recursos externos. Já São Gabriel, mesmo sendo a segunda menor população entre os demais municípios, apresenta um número elevado de famílias cadastradas, o que justifica pelo fato de ser o município com o maior percentual de pessoas consideradas pobres (51%), como já destacado anteriormente.

6.4.2 Estagnação econômica: migração, desemprego, abandono da terra

A migração da população das áreas que enfrentam os processos de desertificação é apontada como um indicador da problemática, conforme Matallo Jr. (2001); Pan-Brasil (2004), entre outros autores. Com isso, um dos efeitos negativos da migração é a perda dos trabalhadores mais capazes, que poderiam implementar práticas alternativas de uso da terra. De acordo com Barbosa (2000), o crescimento demográfico sofreu alteração após as décadas de 1980 e 1990 em decorrência dos episódios de secas e suas repercussões socioeconômicas. Sobre isso pode-se destacar que:

Entre 80/91 a região apresentou a taxa de crescimento de 2,52, uma das mais elevadas do Estado, após a RMS e Piemonte da Diamantina. Desse modo era considerada uma das áreas de atração demográfica do Estado, devido às décadas de plantio do feijão, principal fonte de riqueza da área, (BARBOSA, 2000, p.87).

A Tabela 25 mostra a taxa de crescimento anual dos municípios após 1990, em que é possível visualizar o crescimento negativo apenas na microbacia, quando comparada com as demais regiões do estado da Bahia. Nessas condições, o conjunto de municípios analisados inverte a sua lógica, pois deixa de ser atrativa e passa a ser repulsiva de população.

Tabela 25 - Taxa de crescimento anual dos municípios que compõem a microbacia

NÚMERO	MUNICÍPIO	TAXA DE CRESCIMENTO A.A (%)
01	Irecê	0,53
02	João Dourado	-1,53
03	Lapão	0,59
04	Presidente Dutra	-1,45
05	São Gabriel	0,36

Fonte: Adaptado de Barbosa (2000, p. 89).

A Tabela 25 apresenta as taxas de crescimento anual dos municípios no período que corresponde a decadência econômica da região de Irecê, conforme explicitado. Os municípios de João Dourado e Presidente Dutra chamam a atenção para taxas negativas, que somadas aos demais municípios da microbacia, torna-se a única que apresenta uma taxa de crescimento negativa acumulada de (-0,72), em comparação com as demais regiões da Bahia (BARBOSA, 2000, p. 88).

Portanto, os municípios da microbacia foram os únicos que apresentaram perda absoluta de população no período de 1991 e 1996, onde a “região passou de 361.131 habitantes em 1991 para 348.271 habitantes em 1996, indicando uma taxa negativa de - 0,72% a.a” (BARBOSA, 2000, p. 87). Esses dados revelam a perda de população, como resultado da emigração de habitantes, que ocorreu não apenas devido às secas severas e prolongadas, mas também pelo endividamento do produtor em função de uma política agrícola que visava os interesses do grande capital em detrimento dos interesses reais dos produtores, conforme depoimentos registrados.

O PAE-Bahia (2014), ao apresentar a análise das áreas suscetíveis à desertificação no Estado, aponta uma projeção para o aumento da migração para as próximas décadas (2035 - 2050), sobretudo, aquelas populações localizadas no oeste do estado, também nos municípios que margeiam o Rio São Francisco. Assim, conforme o documento:

Esse processo poderá ser ocasionado pela diminuição de áreas para cultivo de soja, mandioca, milho, arroz, feijão, algodão e girassol em consequência do aumento de temperatura e da diminuição da disponibilidade hídrica provocadas pelas mudanças climáticas. (PAE-BAHIA, 2014, p. 52).

Independente das projeções apontadas, é lícito afirmar que a população já está utilizando os recursos naturais muito acima da capacidade de suporte, desde a década de 1970, no ápice

do sistema tri-consórcio. Como alternativa para retardar o problema, o próprio documento aponta a necessidade de reduzir o desmatamento e fazer a introdução de tecnologias eficientes e de baixo custo que possam contribuir com a qualidade de vida da população da região semiárida. Assim sendo, a saída da população da microbacia nas décadas de 1980 e 1990 estava associada com o aumento do desemprego causado pelas perdas de safras e, conseqüentemente, pela falta de postos de trabalho no comércio local, que também foi impactado com as conseqüências das secas. Outro aspecto negativo associado com a saída da população foi a política de crédito do Governo Estadual, que passou a reduzir, de sobremaneira, o acesso ao crédito aos agricultores, alegando que o país passava por uma recessão econômica e, portanto, não dispunha de recursos para socorrer os pequenos agricultores. Muitos desses agricultores se endividaram, pois não tinham como honrar os seus compromissos assumidos e, segundo relatos, algumas dezenas cometeram suicídio em decorrência do endividamento.

Quanto ao desemprego, sabe-se que o aumento da mecanização no campo significa, em certa medida, a desocupação da mão de obra. Já na década de 1960 Duarte (1963, p. 50) chamava a atenção para esse problema na região de Irecê, pois segundo o autor:

A mecanização que é recente veio possibilitar a utilização de uma área maior para a lavoura; daí ser fator do crescente aumento da produção agrícola. Além disso, acarretou uma economia de mão-de-obra [SIC] de modo especial nos períodos do plantio e colheita. O calendário agrícola vai de novembro a junho. Nos meses restantes de acentuada estiagem os trabalhadores assalariados ficam praticamente sem serviço, vagando pela cidade e pelas vilas.

No contexto atual, a realidade não é muito diferente, pois, mesmo com a diversificação das atividades produtivas, ocorreu o aumento da mecanização ao longo das últimas décadas, conforme já discutido nos indicadores agrícolas. Esse processo repercutiu no desemprego de uma parcela da população, que foi obrigada a migrar para outras regiões do próprio estado ou para a região Sudeste do país.

Ainda sobre indicador socioeconômico, pode-se citar como elemento associado à estagnação econômica – o abandono das terras. Segundo Duarte (1963, p. 52), o decréscimo da importância na criação de gado a favor das lavouras na região de Irecê, na década de 1960, estava associado à baixa qualidade das pastagens espontâneas ou naturais, bem como a excelente qualidade dos solos, conforme já destacado. No entanto, desde a década de 1980, percebe-se uma evolução no número de rebanho, junto com o aumento da área ocupada por pastagens naturais e artificiais, de acordo com os dados já discutidos. Assim, ao analisar os

mapas de uso e cobertura, fica evidente, a partir desse período, também a presença de solo exposto. Já durante o trabalho de campo, foi possível encontrar algumas áreas abandonadas.

No decorrer do trabalho de campo, encontramos propriedades com algumas áreas onde era possível visualizar a camada superficial do solo repleta de fragmentos de rochas (seixos e matacões), conforme a Imagem 23, o que tornava inviável qualquer tipo de cultivo na área, uma vez que o horizonte O e, portanto, a parte orgânica do solo foi retirada, devido ao escoamento superficial.

Imagem 23 - Área abandonada no povoado de Itapicuru, em Irecê



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (2019).

Ao refletir sobre o processo de ocupação da região, bem como os tipos de técnicas analisadas, nota-se que no século XIX, no início do processo de ocupação, as terras eram desmatadas, cultivadas e depois ficavam em pousio, enquanto novas parcelas eram ocupadas. Associado a isso, as terras que, ao longo do tempo, apresentavam baixo rendimento (já no terceiro ciclo de ocupação) eram utilizadas para as pastagens. Desde 1970 até os dias atuais, tudo indica que as terras são utilizadas ao máximo e, para isso, o uso de fertilizantes e de máquinas é imperativo. Entretanto, as terras que apresentam baixa produtividade atualmente ou são utilizadas para a produção pecuária (pastagem e lavouras alternadas com pastagem) seguindo a antiga lógica ou, na pior das hipóteses, algumas áreas são abandonadas.

CAPÍTULO 7 - UNIDADES DE PAISAGEM E SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO

7.1 Análise das Unidades de Paisagem na microbacia

O presente capítulo tem como escopo apresentar as Unidades de Paisagem (UP) identificadas na microbacia do rio Baixão Veredinha, com base no uso da terra e nos aspectos geomorfológicos. A análise dessas relações, a partir dos indicadores de desertificação adotados, foi possível classificar a microbacia de acordo com o grau de suscetibilidade à desertificação. No entanto, a priori, é importante destacar as bases conceituais e metodológicas adotadas, as quais foram norteadoras para a chegada dos resultados que serão discutidos ao longo deste capítulo. Assim, a paisagem é compreendida como sendo o resultado das transformações do espaço natural pela ação humana. Para Santos (2008, p. 17), “A paisagem é o conjunto heterogêneo de formas naturais e artificiais, é formada por frações de ambas, ou seja, quanto ao tamanho, volume, cor, utilidade, ou por qualquer outro critério”.

A paisagem é dinâmica, pois se transforma à medida que a sociedade se desenvolve, modificando suas técnicas e criando diferentes objetos (fixos) para atender a produção do espaço geográfico e a reprodução da vida social. O mesmo autor destaca ainda que “em tempos remotos os objetos de trabalhos eram prolongamento do homem, mas à medida que o tempo passa, vão-se transformando em prolongamento da terra, são próteses, acréscimos à própria natureza, duráveis ou não” (SANTOS, 2008, p. 73). Essas próteses estão impressas na paisagem, podem ser duráveis como uma estrada ou transitórias como uma lavoura temporária.

A paisagem não é construída de uma só vez, mas a ela são acrescentados elementos que são substituídos por outros, pois cada objeto utilizado no passado fazia parte da lógica da produção social naquele tempo pretérito. Assim, ainda com base em Santos (2008), “uma paisagem é escrita sobre a outra, é uma herança de muitos diferentes momentos”. A identificação desse movimento implica compreender as alterações impostas pelas novas configurações espaciais, as quais são diferentes, pois dependem das condições políticas, econômicas e culturais da sociedade em um dado momento.

O movimento da paisagem pode ser mais ou menos rápido e isso depende das condições técnicas apontadas, como também das relações sociais. E, por isso, desvendar essa dinâmica social é fundamental, pois ao analisar os usos da terra em diferentes momentos históricos, com o aparato técnico e as relações sociais de cada período na microbacia, foi possível compreender como os sujeitos se relacionam com a natureza e entre si.

Para identificar as UP e classificá-las de acordo com as características que lhes são comuns, foi necessário compreendê-las como “a integração das dinâmicas naturais e sociais, originando ambientes diferenciados que podem ser observados em distintas escalas de abordagem ao longo do tempo” (VERDUM, 2012, p. 10). Assim, no presente trabalho, a abordagem da paisagem é realizada, enquanto sistema aberto, capaz de assimilar os processos de transformações naturais e sociais ao longo do tempo (geológico e histórico). Quanto ao tempo geológico, considera-se a formação do arcabouço geológico regional que data o período do Quaternário. Já no tempo histórico, o estudo está pautado no período de 1877 a 2016, conforme a periodização adotada, porém com ênfase na fração de tempo que compreende o ápice das transformações socioespaciais e os rebatimentos socioambientais na região de Irecê (os últimos 30 anos), que abrange o tempo de uma geração (25 anos).

A análise da interface dos aspectos geomorfológicos e os usos múltiplos da terra possibilitam a compreensão, em parte, da complexidade do espaço geográfico em um dado momento. Em consonância com Verdum (2012), compreendemos que a paisagem é resultado da vida das pessoas, dos processos produtivos e da transformação da natureza. Debruçar-se sobre a análise de uma paisagem é estudar a história da população de um determinado lugar. E, com isso, como pontua o mesmo autor, é possível “ler as marcas territoriais de diferentes tempos e espaços a partir da percepção da paisagem como indicadora dessas transformações” (VERDUM, 2012, p. 10). A análise multitemporal do uso e cobertura da terra, realizada no presente trabalho de pesquisa, teve como objetivo destacar as transformações socioespaciais, pautadas no processo de produção e de reprodução do espaço geográfico ao longo das últimas décadas. No entanto, as diferentes paisagens que compõem o espaço não são homogêneas e, assim, foi possível diferenciá-las e classificá-las, com base nos critérios já mencionados.

Reafirmando que a paisagem é dinâmica, compreende-se que o mesmo recorte espacial se altera com o tempo (escala temporal). Por isso, ao analisar a paisagem no tempo presente, é necessário considerá-la como uma sobreposição de tempos pretéritos e, disso, pressupõe compreender que haverá uma outra configuração no futuro. Portanto, essa dinâmica “sugere a existência de uma estrutura e uma funcionalidade, essencialmente únicos que dariam a cada paisagem seu caráter específico” (BERTRAND, 1995 apud VERDUM, 2012, p. 16). Dessa maneira, a paisagem pode ser considerada como:

(...) um conjunto, ela teria dimensões capazes de serem diferenciadas, sendo que, também, teria recortes espaciais (unidades) uma complexidade crescente. Assim, essas unidades integradas não são a soma de seus componentes; são relativamente homogêneas, permitindo estabelecer um sistema de classificação taxonômica (níveis de hierarquização); apresentam uma estrutura relacionada com os seus

funcionamentos, que varia através do tempo; apresentam seu desenvolvimento próprio que leva cada unidade a experimentar transformações em sua própria estrutura.

Para investigar a paisagem de acordo com as concepções adotadas, foi fundamental assimilar a combinação dos elementos físicos, biológicos, sociais, ou seja, a interface entre o natural e o social, como sendo uma análise de várias dimensões. Concordamos com Verdum (2012, p. 17), ao afirmar que “a maior complexidade da paisagem é o tempo morfológico (forma), constitucional (estrutura) e a funcionalidade, que não pode ser reduzida em partes”. No entanto, com o objetivo de caracterizar o espaço geográfico em estudo, a partir da categoria paisagem, lançamos mão de um referencial que foi fundamental para a compreensão das diferentes Unidades de Paisagem (UP), conforme já pontuado e os critérios adotados são: a forma, a função, a estrutura e a dinâmica.

Para isso, foram realizados os procedimentos metodológicos, como a observação *in loco* dos elementos morfológicos: (a ocupação das terras, área urbana, a cobertura vegetal, corpos d'água, entre outros) os quais representam a **forma**, que por sua vez se destaca na paisagem pelos aspectos visíveis. Estes aspectos são possíveis de fotografar e cartografar. As informações sobre esses elementos foram validadas com os produtos cartográficos previamente produzidos, com base nas imagens de satélites e, sobretudo, com a realização dos trabalhos de campo.

Cada forma possui diferenças quanto à sua **dinâmica**, quanto ao tipo de uso social, ou seja, à **função**. Assim, foi possível perceber as diferentes funções desenvolvidas em cada UP na microbacia. Ainda, visualizar as marcas deixadas por outras funções desenvolvidas em tempos pretéritos, por exemplo, as áreas de solo exposto, que evidenciam o uso exaustivo do solo em decorrência de várias décadas de sucessivas lavouras e pastagens, pode-se citar até os antigos armazéns, onde eram armazenados os grãos (milho, feijão e mamona) e que hoje são utilizados como loja de confecções, no centro de Irecê.

Alguns elementos não estão materializados na paisagem, mas são passíveis de serem compreendidos mediante a utilização de técnicas qualitativas, como aplicação de formulários eletrônicos e a realização de entrevistas. Sobre esse aspecto, pode-se exemplificar como: a) as transformações sociais favoreceram as profundas alterações na estrutura fundiária ao longo das últimas décadas; b) o acesso diferenciado aos equipamentos tecnológicos de acordo com o nível de renda do produtor influenciou no grau de degradação ambiental na região. Esses aspectos não são visíveis, mas fazem parte do processo de evolução da paisagem, que no contexto mais amplo é a **estrutura** que representa o conjunto das relações entre as formas e as funções derivadas dos processos históricos.

Para a elaboração do mapa de Unidades de paisagem, integraram-se os cinco mapas de uso e cobertura da terra (1973, 1986, 1996, 2006, 2016), unidades geomorfológicas, solos e declividade do relevo, seguindo os critérios indicados no Quadro 10.

Quadro 10 - Níveis de pertencimento dos planos de informação ao conjunto *fuzzy* de unidade de paisagem

Mapas	Classe	Nível de pertencimento ao conjunto <i>fuzzy</i>
Unidades geomorfológicas	Serra	0,8
	Morro	0,6
	Morrote	0,4
	Planície Fluvial	0,2
	Depressão	0,1
Declividade	Plano	0,2
	Suave-ondulado	0,4
	Ondulado	0,6
	Fonte-ondulado	0,7
	Montanhoso	0,8
	Forte-montanhoso	0,9
Uso e cobertura da terra	Caatinga Arbóreo-Arbustiva	0,0
	Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada	0,1
	Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial	0,2
	Lavoura e Pastagem Alternadas	0,3
	Pastagem	0,4
	Lavoura Irrigada	0,5
	Vila	0,6
	Cidade	0,7
	Solo Exposto	0,8
Solo	Cambissolo háplico eutrófico	0,5

Fonte: Elaborado pela autora.

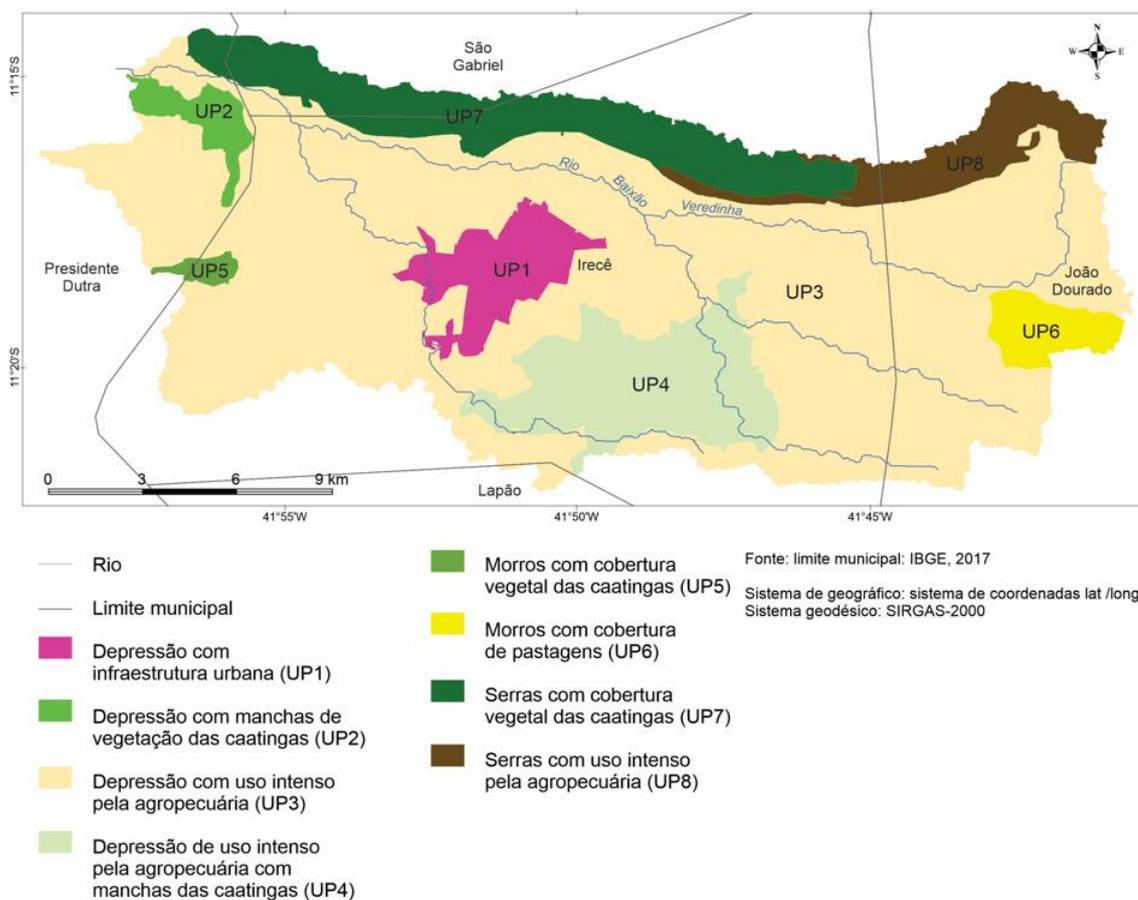
Aplicou-se a lógica *fuzzy*, operador *gamma*, com expoente 0,7, m expoente 0,7, conforme indica a Equação 2.

$$\text{Modelo fuzzy} = (\text{soma algébrica}) \times (\text{produto algébrico})^{1-g} \quad (2)$$

O mapa final possui escala cartográfica de 1/100.000.

Portanto, com base na fundamentação teórica e no método adotado, procedeu-se a identificação e a delimitação de 8 (oito) unidades de paisagem (Figura 26) a partir do cruzamento dos seguintes dados: compartimentação geomorfológica, mapa de declividade, uso e cobertura da terra e o mapa de solos. A classificação de cada unidade com as suas respectivas características será pontuada após a apresentação do mapa.

Figura 26 - Mapa: Unidades de paisagem da microbacia do rio Baixão Veredinha



Fonte: Adaptado do IBGE (2017) pela autora e pelo Oliveira Jr.

7.1.1 Depressão com infraestrutura urbana (UP1)

Esta unidade é caracterizada pelo relevo plano a suave ondulado, com declividade entre 0 a 8 % (Imagem 24) com altitude entre 579 a 673 m, o que confere uma temperatura média mais amena durante o inverno austral, que fica em torno de 18°C a mínima e a máxima 28°C. O tipo de solo nessa unidade é basicamente o cambissolo háplico eutrófico (ta), o qual originalmente apresenta argila de alta atividade e fertilidade natural. A fertilidade é variável de acordo com a posição no relevo. No entanto, nesta UP, a aptidão do solo nessa área é caracterizada como média a alta, conforme a Figura 22, p. 135, o que justifica o uso intensivo desse solo em tempos pretéritos para fins agrícolas.

Imagem 24 - O Platô e a área urbana de Irecê



Fonte: Acervo de Israel O. Jr do trabalho de campo (2021).

A caatinga representa a cobertura vegetal original nesta UP. Até a década de 1970 predominava a caatinga arbórea arbustiva, a qual foi sendo transformada paulatinamente em caatinga antropizada e atualmente existem apenas alguns fragmentos de vegetação no entorno da área urbana que vem se expandindo nas últimas décadas. Esta UP corresponde a área da mancha urbana atualmente de Irecê, onde se encontra o maior contingente populacional da microbacia. É possível observar ainda o uso intensivo dos recursos hídricos, pois há uma concentração de poços tubulares, que foram perfurados para a utilização da água no uso

doméstico, em algumas empresas e em escolas, como ocorre na Escola Agrotécnica, a qual possui dois poços em sua unidade.

Acrescenta-se ainda nesta UP a existência de uma infraestrutura de educação, saúde, transporte e serviços. O comércio é a principal atividade econômica, em que desempenha um relevante papel aglutinador das demais atividades produtivas, uma vez que as atividades comerciais fornecem insumos para a agricultura e a pecuária. O comércio é ainda responsável pela venda dos produtos e dos serviços necessários para a população em geral, que, por sua vez, é responsável pela introdução de dinheiro no comércio, formal e informal, sobretudo, nos períodos de safras. Essas atividades são interdependentes e complementares, pois, quando as safras são positivas, o comércio registra um aumento na receita e, quando as safras não são exitosas, toda a cadeia produtiva sofre as repercussões. Outra atividade importante para a economia local é a extração do fosfato nas rochas carbonatadas, no ramo da mineração que emprega uma parcela da mão de obra local.

Os principais problemas registrados nesta UP são: insuficiência do saneamento básico, pois não há destinação adequada para o lixo, o qual é depositado em lixões a céu aberto ou em terrenos baldios. O abastecimento de água potável nas últimas décadas melhorou, mas ainda, atualmente, muitas residências, escolas e empresas consomem a água subterrânea, assim sendo, há a concentração de poços na referida unidade.

7.1.2 Depressão com manchas de vegetação das caatingas (UP2)

A UP2 assim como a UP1 está inserida na altitude entre 579 a 673 m, com o relevo plano e suave a ondulado, sendo que a declividade varia entre 0 a 8 %, com o predomínio dos cambissolos háplicos (ta) eutrófico, também com presença de argila de alta atividade e fertilidade natural. A aptidão dos solos nesta UP é variável, pois apresenta algumas elevações, o que torna o uso restrito a nulo. A vegetação da caatinga, assim como a vegetação de influência lacustre, vem sofrendo com a pressão do avanço das lavouras e das pastagens alternadas, ao longo das últimas décadas. Com isso, o Bioma Caatinga está se transformado em pequenos polígonos antropizados de vegetação. Dessa maneira, as diferentes formas de usos refletem a dinâmica social expressa nas formas da paisagem.

Esta unidade está inserida totalmente no município de Presidente Dutra, onde as principais atividades são: agricultura, com o cultivo de pinha, milho e sorgo, e a pecuária. No entanto, encontra-se ainda polígonos densos de caatinga arbórea arbustiva antropizada (Imagem 25) ao longo da rodovia BA 148. Acrescenta-se ainda a existência da vegetação com influência

lacustre fluvial, uma vez que está próxima ao rio Baixão Veredinha. Esta unidade é de uma ocupação mais recente em comparação com as demais e, isso se explica pelo fato do município de Presidente Dutra ter sido desmembrado de Central e não de Irecê como os demais. Assim sendo, a introdução da agricultura comercial e mecanizada ocorreu em meados dos anos 1980, com o cultivo de pinha irrigada.

Imagem 25 - Caatinga arbórea arbustiva antropizada - Presidente Dutra



Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

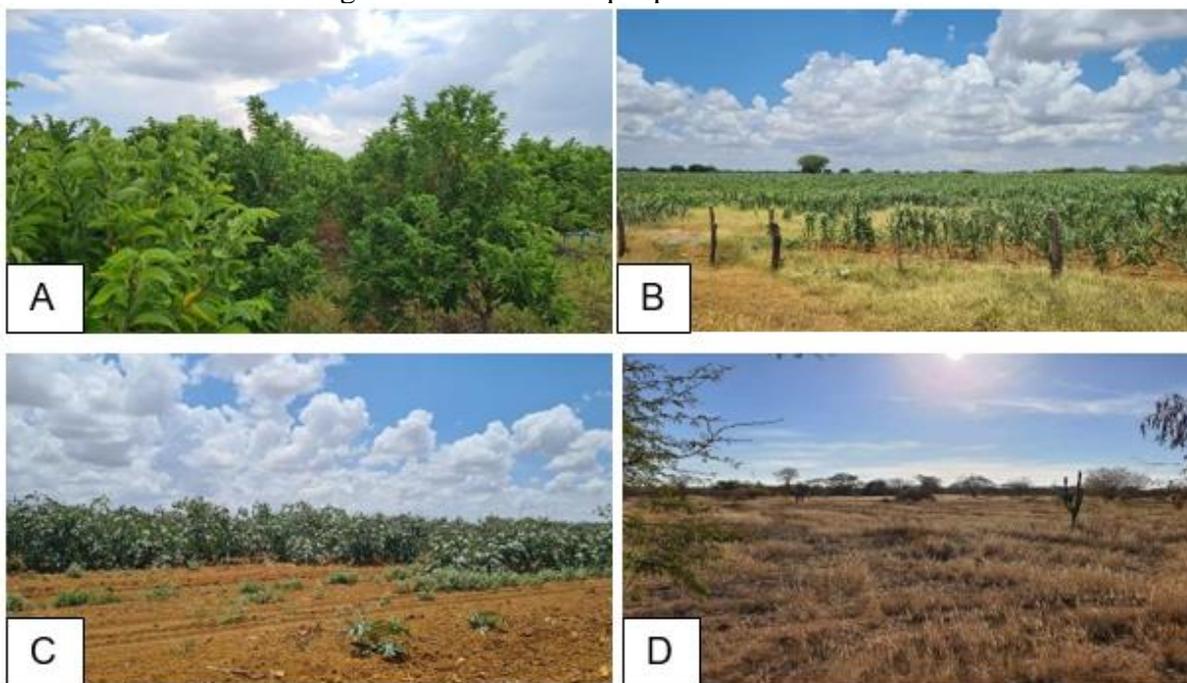
7.1.3 Depressão com uso intenso pela agropecuária (UP3)

A UP3 é caracterizada pelo predomínio do solo do tipo cambissolo (ta) eutrófico e, portanto, apresenta uma grande quantidade de argila de alta atividade e fertilidade natural. Esse tipo de solo é localizado em um relevo com altitude em torno de 579 a 780 m, porém, por estar na área do platô, o relevo, nessa UP, apresenta-se entre suave ondulado a levemente ondulado, e, assim, com declividade entre 0 a 8 %. Nessa UP, a caatinga está restrita a pequenos fragmentos de vegetação antropizada, devido ao avanço das atividades produtivas, como: agricultura, pecuária, mineração, comércio, entre outras. A aptidão do solo é classificada como alta a média, o que nos ajuda a compreender o motivo da exploração tão intensa nesta unidade,

sobretudo, pela utilização de máquinas agrícolas, uma vez que a baixa declividade favorece esse tipo de uso. A utilização dos recursos hídricos também é muito significativa, pois há uma demanda crescente de água subterrânea e, por isso, há concentração de poços tubulares, sendo que muitos estão em exercício, outros foram abandonados depois de exauridas suas reservas de água.

Essa UP corresponde à área de ocupação mais antiga e, portanto, com a maior diversidade das atividades econômicas, como agricultura (sequeiro e irrigada), conforme mostra a Imagem 26, além da pecuária e mineração, como já apontado. A grande quantidade de poços tubulares existentes nessa unidade tem provocado o solapamento de dolinas e a subsidência de terrenos, conforme relatos de moradores. Além disso, há narrativas de que alguns proprietários irrigantes aumentam a profundidade de seus poços para até 300 metros, sem nenhum tipo de fiscalização e/ou orientação técnica, em busca de água nas camadas mais profundas, enquanto o vizinho vê o seu poço secar.

Imagem 26 - Lavouras que predominam na UP3



Nota: A- pinha; B - sorgo; C-mamona; D -pastagem.

Fonte: Acervo da autora do trabalho de campo (jan, 2021).

Os principais problemas identificados na UP3, além do relatado anteriormente, são: desmatamento, entupimento das cacimbas nos períodos chuvosos, manchas de solo exposto, compactação do solo, devido ao uso de máquinas e o pisoteio dos animais, entre outros.

7.1.4 Depressão de uso intenso pela agropecuária com manchas das caatingas (UP4)

A UP4 está localizada em uma altitude em torno de 730 a 780 m. O relevo é classificado como plano a suave ondulado, com declividade de 0 a 8 %, pois refere-se à área do platô; entretanto, com a presença de pequenos morrotes ou morros residuais, resultantes da erosão. O solo nessa UP é do tipo cambissolo háplico (ta) eutrófico que, até a década de 1970, era recoberto pela vegetação da caatinga arbórea arbustiva e, desde então, vem sendo reduzida a pequenos fragmentos, para dar lugar às lavouras alternadas por pastagem.

Essa unidade também representa uma área de ocupação antiga, com as mesmas atividades, ou seja, agricultura e pecuária, mesmo a aptidão do solo sendo considerada restrita a nula. Quanto à degradação ambiental, pode-se citar como os principais problemas enfrentados: a existência de solo exposto, processos morfogenéticos ativos, como ravinamento, solapamentos e voçorocamento; contaminação e rebaixamento do nível freático do aquífero. Associado ao uso da água subterrânea, há riscos de salinização do solo, devido às altas concentrações de sais presente na água utilizada na irrigação, como apontam estudos de Ramos et al. (2007). O desmatamento é uma face da degradação ambiental que se impõe ao longo do processo de ocupação, pois existem apenas fragmentos da Caatinga nessa unidade. Já, no que se refere aos problemas sociais, pode-se pontuar: pobreza de uma grande parcela da população, concentração fundiária, baixa escolaridade, precariedade no saneamento básico, entre outros elementos já pontuados, na análise dos indicadores de desertificação no Capítulo 6.

7.1.5 Morros com cobertura vegetal das caatingas (UP5)

A UP5 se destaca pelo relevo mais elevado, com altitude em torno de 730 a 780 m. A UP está localizada no limite entre Irecê e Presidente Dutra, onde apresenta o relevo classificado como forte - ondulado a forte montanhoso, com declividade de 20 a 45%. O solo predominante também é o cambissolo háplico (ta) eutrófico. A aptidão do solo nessa UP é classificada como restrita a nulo, nas áreas onde apresentam uma declividade mais acentuada, porém, de maneira geral, foi possível o uso para as atividades agropecuárias. Acrescenta-se ainda que na UP5 há presença de solo exposto.

Ao contrário da UP2, que ainda apresenta polígonos de vegetação, nessa UP, a caatinga foi substituída pelas lavouras e pastagem alternadas da década de 1970 até 2016. Vale ressaltar que esta foi uma das últimas unidades a serem ocupadas pelas atividades produtivas, devido às condições geomorfológicas já apontadas. Entretanto, a partir da década de 1980, a pecuária começa a ser introduzida e avança à medida que a caatinga arbórea foi sendo substituída pela caatinga antropizada. Dessa maneira, tanto a agricultura quanto a pecuária contribuíram para redução da densidade da cobertura vegetal, pois, atualmente, o que se encontra são pequenos fragmentos de vegetação secundária (Imagem 27), a qual possui acentuada homogeneidade e/ou propagação de algumas espécies. O cultivo da pinha é o destaque dessa UP juntamente com a pecuária.

Imagem 27 - Caatinga arbustiva antropizada



Fonte: Acervo de Carlos N. Nascimento (2021).

Nota: Ba 052 após o contorno de Presidente Dutra, sentido Xique-Xique.

7.1.6 Morros com cobertura de pastagens (UP6)

A UP6 está inserida na área com as altitudes mais elevadas que estão em torno de 760 a 862 m, no extremo leste da microbacia. O relevo predominante é classificado como forte - ondulado a forte - montanhoso, com declividade de 20 a 45%. Os cambissolos, nessa UP, apresentam dos tipos eutrófico (ta) e eutrófico (tb), sendo o primeiro com elevada concentração

de argila e com alta fertilidade, e o segundo, a argila é de atividade baixa, além da presença de significativo teor de alumínio, o que compromete o desenvolvimento das raízes. A aptidão agrícola, portanto, varia de baixo a média, o que justifica o uso predominante pela pecuária. O principal recurso hídrico nessa UP é o aquífero cárstico, pois há uma certa quantidade de poços tubulares como é possível visualizar na Figura 21 - Localização dos poços tubulares na Microbacia do Rio Baixão Veredinha (p. 131).

Esta unidade abrange parte dos municípios de Irecê e João Dourado. Atualmente predomina a pastagem e há presença de solo exposto, resultante do uso intensivo na agropecuária, associado com o avanço do desmatamento e o pisoteio dos animais. Assim, ao analisar a evolução da utilização e cobertura da terra, foi possível perceber que essa unidade enfrenta um longo processo de degradação ambiental, pois, se na década de 1970 havia densos polígonos de caatinga que cobria a região, atualmente, o que se verifica são áreas desmatadas, com presença de solo exposto (Imagem 28) e alguns pontos com o solo extremamente compactado devido ao constante pisoteio dos animais.

Imagem 28 - Solo exposto



Fonte: INEMA (2014).

Nota: Fazenda Uberlândia, município de João Dourado.

Esses solos são erodidos (erosão laminar), devido à existência de uma camada espessa e endurecida, que compromete a retenção e a infiltração de água no solo. Dessa maneira, inviabiliza o crescimento de plantas, ficando o solo completamente desprotegido e conseqüentemente tornando-o impróprio para o cultivo e, portanto, abandonado.

7.1.7 Serras com cobertura vegetal das caatingas (UP7)

A UP7 está localizada na parte do extremo norte da microbacia, formada por serras, sendo que a altitude varia de 673 a 882 m e, portanto, o relevo é classificado como forte-ondulado a forte-montanhoso, com declividade de 20 a 45%. O tipo de solo predominante é o cambissolo háplico (ta), com aptidão baixa e restrita a nulo, devido à acentuada declividade registrada. Quanto à cobertura vegetal, até a década de 1970, a vegetação era composta pela densa caatinga arbórea arbustiva; no entanto, atualmente é possível encontrar apenas polígonos de caatinga arbórea e caatinga antropizada. O que chama a atenção é que essa UP é a única que não possui o uso pelas atividades agropecuárias ao longo do período analisado. Dessa forma, pode-se inferir que mesmo as condições geomorfológicas não favorecendo o uso dessa área para as atividades agropecuárias, o desmatamento pode ter sido provocado, visando o uso da lenha em outras atividades, como: fonte de energia para os fornos das padarias, fábricas de cerâmica e até o uso doméstico.

Essa UP representa ainda uma importante área de recarga do aquífero, devido à presença de falhas geológicas na região. Na porção mais baixa, próxima ao rio, apresenta ainda uma vegetação com influência lacustre e fluvial, a qual já se apresenta em processo de alteração, devido à utilização para a agricultura, uma vez que os solos são geralmente férteis e úmidos.

7.1.8 Serras de uso intenso pela agropecuária (UP8)

A UP8 está inserida nas cotas altimétricas mais elevadas da microbacia, pois a altitude varia entre 862 a 780 m, com a declividade em torno de 45%. O tipo de solo predominante é o cambissolo háplico (ta); no entanto, mesmo com alta fertilidade natural, esse solo apresenta uma aptidão agrícola baixa a média e restrita a nulo, devido às suas características geomorfológicas já apontadas. Não diferente da UP7, essa unidade, até da década de 1970, apresentava uma densa cobertura de vegetação da caatinga, porém, atualmente, encontra-se apenas alguns polígonos de vegetação, que estão sendo substituídos pela pastagem desde os anos 1980. Dessa maneira, pode-se concluir que os processos morfogenéticos ativos nessa UP, identificados no povoado de Mocozeiro em Irecê, foram provocados pela associação dos seguintes fatores naturais e humanos: as limitações naturais causadas pela inclinação do relevo, a existência das chuvas concentradas e torrenciais, associado com o desmatamento e uso pela pecuária, nas áreas onde o solo está desprovido de vegetação são encontradas diversas ravinas e voçorocas em algumas propriedades.

Já, os processos de dolinização, nessa unidade, correspondem à fase juvenil, apresentando dolinas de forma pontual e espaçada. Conforme já apontado, a vegetação é praticamente inexistente, com exceção de alguns fragmentos encontrados de forma esparsa. É nessa UP também que se encontra o Instituto de Permacultura em Terras Secas (IPÊTERRAS) (Imagem 29), Organização Não-Governamental (ONG), onde se desenvolvem experimentos para o combate à erosão e ao desenvolvimento de práticas conservacionistas de manejo do solo e da água.

Imagem 29 - Instituto de Permacultura em Terras Secas



Fonte: Acervo da autora.

Nota: Povoado de Mocozeiro em Irecê

7.2 ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO NA MICROBACIA

Os estudos realizados na microbacia do rio Baixão Veredinha, com base nos indicadores físicos, biológicos, agrícolas, socioeconômicos, já apontam para o desencadeamento dos processos de desertificação tendo em vista a forma de ocupação e os usos múltiplos da terra ao longo das últimas décadas. Assim, para o presente trabalho, os processos de desertificação na paisagem cárstica é caracterizado pelo esgotamento dos cambissolos, da superexploração das águas superficiais e subterrâneas, utilizadas na irrigação, bem como pelas atividades representadas pela agricultura e pela pecuária que sempre desempenharam um papel relevante no processo de ocupação da região. Tudo isso associado com o desmatamento do Bioma

Caatinga tem levado a degradação dos recursos naturais, que já são fragilizados, devido às condições climáticas já apontadas.

Com a utilização dos indicadores de desertificação, foi possível constatar a redução da produtividade agrícola, a degradação dos recursos hídricos, a redução da biomassa - micro e macro flora, uma vez que o Bioma Caatinga se encontra devastado na área de estudo, entre outros aspectos já pontuados no Capítulo 6. Portanto, cabe ressaltar tais aspectos como: a degradação do solo também é perceptível, tanto nos produtos cartográficos, quanto na observação direta no campo. A maior utilização do sistema de cultivo convencional em detrimento ao cultivo mínimo tem favorecido a perda da camada superficial do solo. Ressalta-se também que a análise dos elementos climáticos, com base nos estudos efetuados por Barbosa (2000), não revela alterações na dinâmica climática que se possa classificar a desertificação como sendo necessariamente climática.

O regime das chuvas apresenta-se com a mesma irregularidade características do clima semiárido e os totais pluviométricos também não apresentaram desvios significativos dentro da série histórica analisada. Com isso, conclui-se que o clima influencia no agravamento da degradação das terras, mas a ação humana representa o elemento central no processo de desertificação que lentamente se instala na microbacia, conforme é possível analisar no mapa de suscetibilidade à desertificação da microbacia do rio Baixão Veredinha (Figura 27).

Para a elaboração do mapa de suscetibilidade à desertificação, integraram-se os dez mapas NDVI do período seco e os dez mapas NDVI do período chuvoso de 2001 a 2010 (Anexo I). Aplicou-se a lógica *fuzzy*, operador *gamma*, com expoente 0,7, conforme indica a Equação 3.

$$\text{Modelo } fuzzy = (\text{soma algébrica})^g \times (\text{produto algébrico})^{1-g} \quad (3)$$

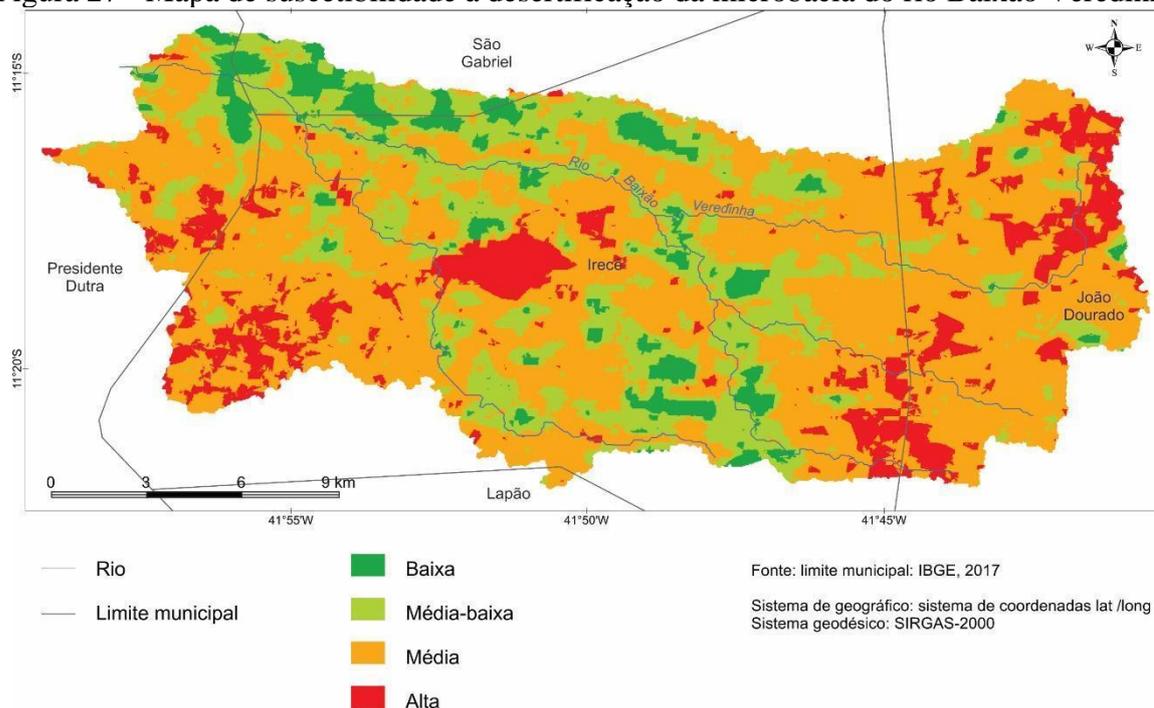
A definição dos níveis de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de suscetibilidade à desertificação encontra-se indicado no Quadro 11. O mapa final possui escala cartográfica de 1:1.000.000.

Quadro 11 - Níveis de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de suscetibilidade à desertificação

Classe	Definição	CrITÉrios
Alta	0,1	Solo exposto
Média	0,4	Fragmentos de caatinga arbustiva antropizada
Média - baixa	0,7	Fragmentos de caatinga arbórea arbustiva
Baixa	1,0	Alta densidade de cobertura vegetal que protege os solos às intempéries climáticas

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 27 - Mapa de suscetibilidade à desertificação da microbacia do rio Baixão Veredinha



Quando se trata de áreas suscetíveis à desertificação, a supressão da cobertura vegetal constitui um dos principais elementos desencadeadores dos demais processos. Dessa maneira, o produto cartográfico representa o resultado da álgebra dos mapas de NDVI (períodos secos e chuvosos), no intervalo 2001 a 2016, aponta a importância da cobertura vegetal para a proteção do solo, pois é possível perceber na Figura 27, que as áreas com vegetação, mesmo que seja do tipo caatinga antropizada, o grau de suscetibilidade varia de baixo a média-baixa. Já nas áreas com uso intenso pela agropecuária e área urbana a suscetibilidade, varia de média a alta. É importante destacar também o tempo de ocupação, pois as áreas de ocupação mais antigas como nas partes sul e central da microbacia, onde está localizado o município de Irecê, predominam as áreas consideradas como média e alta suscetibilidade e isso é válido também para o município de João Dourado, sobretudo, na porção noroeste. Uma parte do município de Lapão que pertence à microbacia também apresenta média suscetibilidade, isto justifica-se, porque Lapão era uma antiga Vila de Irecê, o qual sempre apresentou um importante papel da produção agropecuária na região, além de possuir água disponível nas antigas lagoas e no lençol freático.

O município de São Gabriel é o único que apresenta área com baixa suscetibilidade à desertificação dentro da microbacia. Essa situação é justificada pela pouca visibilidade das atividades econômicas desenvolvidas, quando comparadas com os demais municípios analisados, bem como a área que está situada dentro da microbacia - a serrana e, portanto, o uso é limitado. Enquanto o município de Presidente Dutra, por seu turno, apresenta a maior parte

da área classificada como média e alta suscetibilidade, exceto as áreas que apresentam cobertura vegetal da caatinga. Dessa maneira, é possível visualizar no Quadro 12 elaborado com base na Figura 27, a extensão das classes e a suscetibilidade à desertificação na microbacia.

Quadro 12 - Extensão das classes e a suscetibilidade à desertificação na microbacia

Classe	Área	
	Km ²	%
Suscetibilidade Baixa	9950,337	3,8
Suscetibilidade Média- baixa	37059,09	14,6
Suscetibilidade Média	94684,84	36,9
Suscetibilidade Alta	114596,7	44,7

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Como é possível visualizar no Quadro 12, a microbacia possui 44,7% da área classificada como alta suscetibilidade à desertificação, e 36,9% como média suscetibilidade, enquanto apenas 3,8% representam baixa suscetibilidade. Assim, com base nas análises da modelagem (Figura 27) e do Quadro 12, pode-se concluir que a área mais suscetível à desertificação corresponde a UP1 (Depressão com Infraestrutura Urbana) e UP3 (Depressão com Uso Intenso pela Agropecuária), ambas inseridas no platô, devido ao uso dessa área com o relevo plano a suavemente ondulado, que favoreceu o processo de ocupação e ainda desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da agricultura comercial e mecanizada, juntamente com a pecuária e demais atividades produtivas.

Diante do exposto, conclui-se que a área que já foi considerada como uma “ilha de umidade” está se transformando em um núcleo de desertificação. Dessa maneira, é urgente que sejam tomadas providências, tanto pelo Estado, enquanto agente regulador do uso do território, quanto pela participação efetiva da população (produtores, STRs, Escolas Técnicas, entre outros agentes), para juntos criarem estratégias para reverter o que ainda for passível de ser revertido.

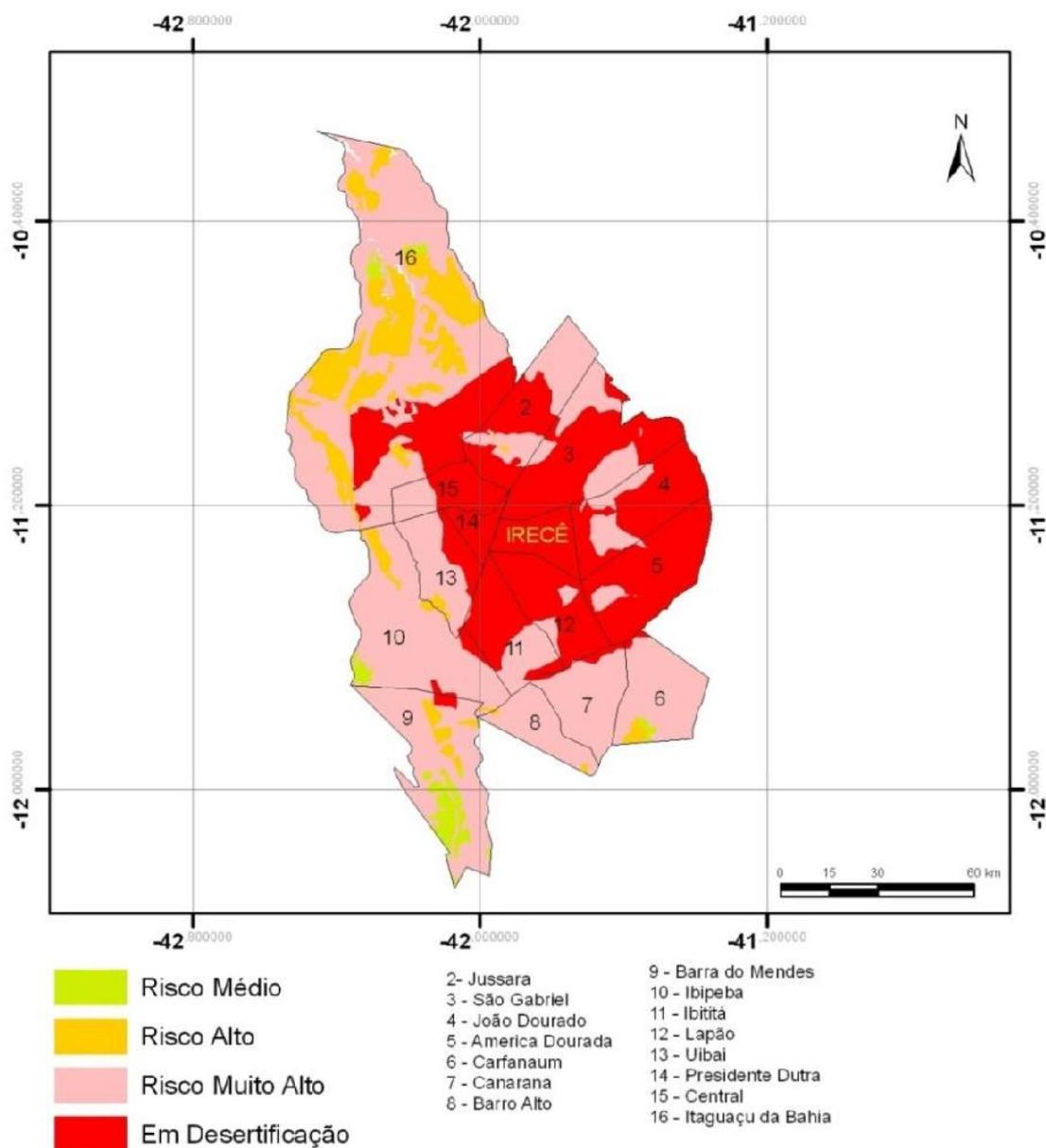
Portanto, com o objetivo de responder às questões norteadoras da presente tese, sobretudo, ao seguinte questionamento: **a desertificação é uma realidade na microbacia ou o problema representa apenas um nível extremo de degradação ambiental?** e, tendo como

base as análises realizadas, fundamentadas no referencial e na metodologia adotadas, é possível analisar a suscetibilidade à desertificação na microbacia da seguinte maneira: causas naturais e humanas (diretas e indiretas), particulares e gerais. Optamos por essa classificação, devido à complexidade que reveste a problemática; no entanto, vale ressaltar que as causas diretas, por exemplo, podem estar associadas tanto aos aspectos naturais quanto aos aspectos humanos.

Causas naturais: as estiagens e as secas são consideradas causas naturais e diretas que corroboram para os processos de degradação ambiental, pois a insolação persistente impede o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente reduz a proteção do solo, que fica exposto aos efeitos do vento e das chuvas torrenciais. Mas esse fenômeno natural por si só não é responsável pelo desencadeamento dos processos de desertificação, pois há presença de água no solo (aquífero Salitre) e o volume das precipitações corroboram para colocar a região em situação privilegiada, no contexto do semiárido. Assim, conclui-se que o ressecamento das terras foi potencializado pela ação antrópica, sobretudo, provocada pelo desmatamento do Bioma Caatinga.

De acordo com o Relatório preliminar do Projeto sobre os Processos de Degradação Ambiental e Desertificação no Estado da Bahia, na seção que trata da hidrogeologia regional, destaca que, levando em consideração as condições do aquífero cárstico, predominante, a região do Platô de Irecê, este encontra-se sob risco extremo de desertificação. Essa afirmação foi feita com base nos critérios metodológicos elaborados especialmente para o diagnóstico das áreas susceptíveis à desertificação no Estado. O referido documento destaca os critérios utilizados para a confecção dos dois índices hidrogeológicos para mensurar o risco à desertificação, a saber: o Índice Hidrogeológico não Antrópico de Aumento da Aridez (IHNARA) e o Índice Hidrogeológico de Aridização e Desertificação (IHRAD). O primeiro leva em consideração o potencial do aquífero, sua vazão e vulnerabilidade, bem como a qualidade natural. O resultado deste índice para a região de Irecê pode ser visualizado na Figura 28, onde a microbacia está localizada na área classificada como “Em desertificação”.

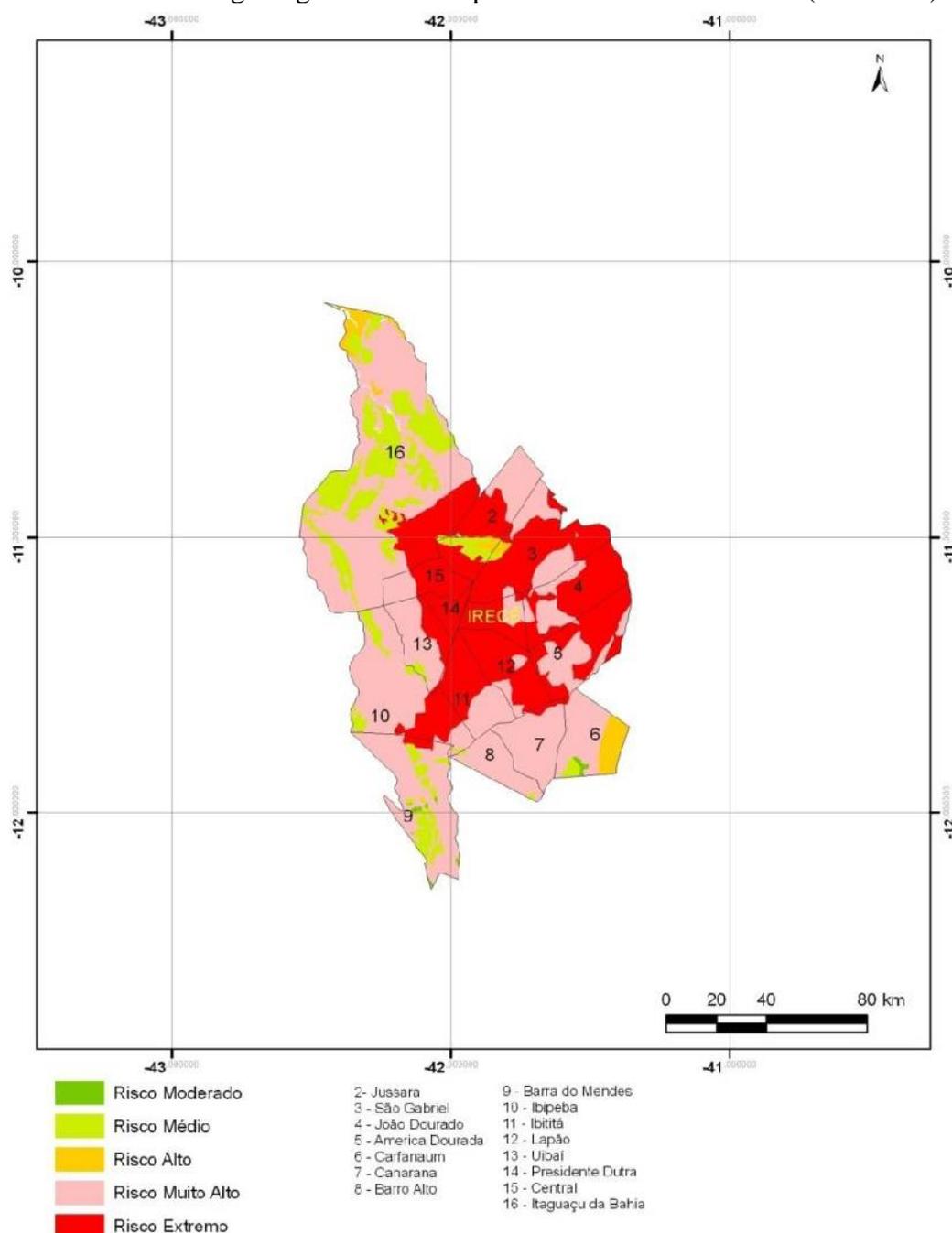
Figura 28 - Índice Hidrogeológico de Aridização e Desertificação (IHRAD)



Fonte: Relatório preliminar do projeto degradação ambiental e processos de desertificação no Estado da Bahia (2010).

Quanto à Figura 29 - Mapa: Índice Hidrogeológico não Antrópico de Aumento da Aridez (IHNARA), apresenta como critérios: a capacidade do aquífero, sua vazão e grau de poluição, bem como sua suscetibilidade e qualidade natural. Portanto, ao analisar o mapa percebe-se então que toda a área referente à microbacia do rio Baixão Veredinha está inserida como risco extremo de desertificação.

Figura 29 - Índice Hidrogeológico não Antrópico de Aumento da Aridez (IHNARA)



Fonte: Relatório preliminar do projeto degradação ambiental e processos de desertificação no Estado da Bahia (2010)

Entretanto, é preciso fazer uma ressalva, quanto ao conteúdo dos dois mapas (28 e 29), uma vez que o indicador analisado possui como referência apenas o aquífero, portanto, apresenta somente uma dimensão do problema. Dessa maneira, justifica-se a importância da metodologia e do recorte espacial adotados, bem como a utilização de vários indicadores, pois a utilização de uma escala cartográfica maior (microbacia do rio Baixão Veredinha) possibilitou a análise da problemática da desertificação com uma maior riqueza de detalhes.

Causas Humanas (diretas e indiretas): entre as primeiras podem ser mencionadas o crescimento no número de rebanhos, além das práticas prejudiciais ao solo como o sistema de coivaras, o desmatamento, a irrigação sem o acompanhamento técnico adequado. Entre as causas indiretas, pontuam-se o uso inadequado dos recursos naturais, a pobreza da população, que necessita pressionar de forma mais intensa os recursos naturais utilizados para garantir a sua sobrevivência, enquanto uma minoria, ou seja, os produtores com maior quantidade de terras utilizam esses recursos de forma insustentável, compartilhando os custos com os mais pobres.

Ainda dentro do contexto das causas humanas, já é possível visualizar a instalação de processos de desertificação, sobretudo, pela confirmação de alguns elementos como: desmatamento intenso e abandono da agricultura tradicional (sequeiro) para a agricultura comercial (irrigada). Associado a isto, tem-se a deterioração das estruturas de conservação da água (superficial e subterrânea) e do solo (esgotamento do solo, compactação, erosão e o abandono de algumas áreas, além da salinização).

Devido às diferentes condições ambientais que revestem as ASD, é importante destacar a seguinte subclassificação para as causas humanas: **particulares e gerais**.

Causas gerais e particulares na microbacia do rio Baixão Veredinha encontram-se áreas com solos férteis ao lado de manchas de solos abandonados. É notável ainda a mudança na estrutura fundiária, o que repercutiu na forma de uso; a substituição da agricultura de subsistência pela monocultura, com o uso intensivo de maquinaria. E, com isso, o desenvolvimento técnico aumentou a produção, mas, em contrapartida, aumentou os impactos ambientais como a contaminação do solo e das águas, além da diminuição da biodiversidade. Outro fator importante, é a migração, ou seja, o êxodo rural da população jovem que não quer trabalhar com os cultivos e migram para cidades fora da região em busca de melhores oportunidades.

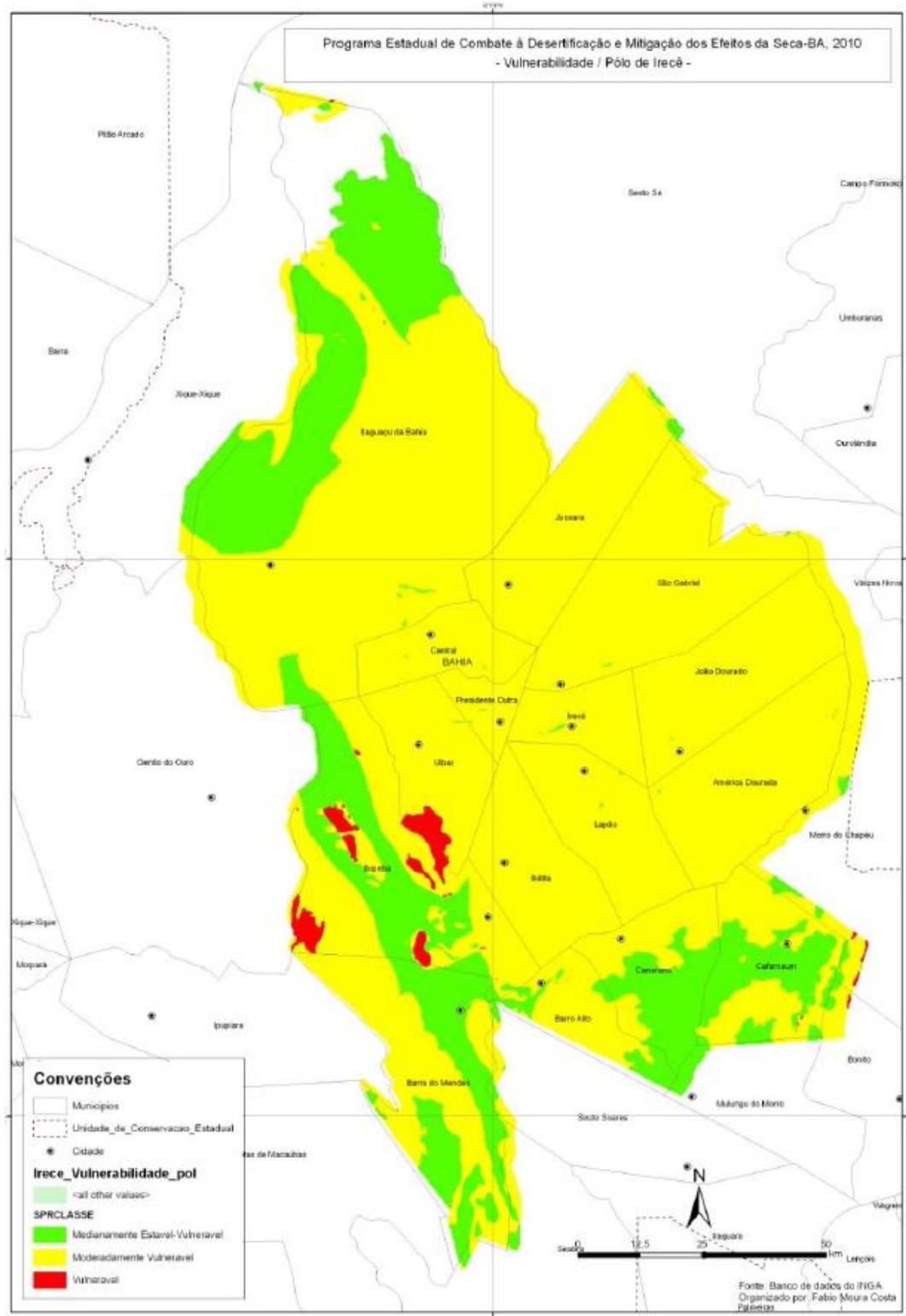
Dessa maneira, em concordância com os autores, como Quezeda; Varnero (2009), os processos de desertificação estão relacionados à suscetibilidade natural dos ecossistemas aos efeitos das secas, as quais são agravadas pela ação humana, sobretudo, pelo uso intensivo dos recursos naturais como foi possível verificar ao longo do trabalho de pesquisa. Aouad; Condori (1986, 1992) pontuam que a ação humana a partir do uso incorreto do solo representa o fator principal da desertificação. As análises realizadas atestam essa afirmação, pois foi realmente a partir da ação humana sobre os recursos naturais, desde o primeiro ciclo de ocupação, que se iniciaram os processos de degradação ambiental, culminando para a suscetibilidade à desertificação na microbacia, conforme apresentado.

Rêgo (2012) classifica as secas como causa direta, associada com o rápido crescimento da população humana. Em concordância com o autor, os dados confirmam essa assertiva, pois, da década de 1940 até a década de 1990, houve um incremento significativo no número de habitantes na região, impulsionados pelas possibilidades de oportunidades de trabalho e renda. No entanto, tem se verificado nos últimos anos uma migração da população mais jovem, devido à falta de perspectivas na região. Segundo o PAE- Bahia (2014, p. 121), já são registrados na região o “Êxodo rural, comunidades quase desertas: busca por melhores condições de vida; Abandono das atividades agrícolas pelos jovens: migração”. Esse aspecto tem consequências relevantes sobre as atividades, uma vez que reduz as chances de melhorias nas práticas de uso da terra, assim como é apontado também como parâmetro dentre os indicadores de desertificação.

As causas humanas da desertificação além daquelas até aqui apresentadas, pode-se citar, ainda segundo Rêgo (2012), a concentração de terras e renda. Esses aspectos também foram confirmados tanto pela análise da evolução da estrutura fundiária, quanto pelos indicadores socioeconômicos analisados, como o índice de Gini para a região, conforme destacado no Capítulo 4, que apresenta índice de Gini (0,501 a 0,700), enquanto a concentração fundiária apresenta-se dentro da categoria entre média e forte, no contexto do Estado da Bahia.

De acordo com o PAE-Bahia, na versão de 2010, a região de Irecê já era classificada como em processos de desertificação. No entanto, a unidade espacial utilizada pelo referido documento é a bacia dos rios Verde e Jacaré, uma área que abrange 16 municípios, conforme a Figura 30.

Figura 30 - Mapa programa de combate à desertificação e mitigação dos efeitos das secas- Bahia (2010) – vulnerabilidade - Polo Irecê



Fonte: PAE-Bahia (2010).

O mapa (Figura 30) apresenta a classificação moderadamente vulnerável para a área de acordo com os critérios baseados no uso e na cobertura da terra e os indicadores socioeconômicos do Território de Identidade de Irecê. Entretanto, ao analisar a microbacia do

rio Baixão Veredinha, a qual pertence região hidrográfica da bacia do rio Verde, ficou evidente que a microbacia que constitui a área de estudo não apresenta características homogêneas como sugere o Mapa 30, uma vez que o processo de degradação ocorreu em uma forma radial, ou seja, do platô - parte central da microbacia do rio Baixão Veredinha, para as áreas periféricas, como é possível visualizar nos mapas de uso e cobertura da terra, assim como o mapa de suscetibilidade à desertificação.

Finalmente, é válido pontuar as discrepâncias entre as informações dos mapas 28, 29 e 30, ambos elaborados pelos órgãos oficiais do estado da Bahia, uma vez que os dois primeiros afirmam que a referida área de estudo está em “risco extremo à desertificação” e “Em desertificação”, já o terceiro aponta que a área é “moderadamente vulnerável”. Todos os mapas utilizam como recorte espacial a Bacia dos Rios Verde e Jacaré. Assim, cabe pontuar a importância de um estudo mais verticalizado e mais profundo, utilizando pequenas bacias hidrográficas e um maior número de indicadores que sejam capazes de apresentar as informações o mais próximo possível da realidade.

7.3 DESERTIFICAÇÃO EM PAISAGEM CÁRSTICA: SUGESTÕES PARA O ENFRENTAMENTO DA PROBLEMÁTICA NA MICROBACIA DO RIO BAIXÃO VEREDINHA

A desertificação é um fenômeno que atinge diversas partes do mundo como os continentes: africano, europeu e americano. Essa problemática existe em diferentes graus de abrangência e intensidade. Entretanto, é sem dúvida nas zonas tropicais que a desertificação se apresenta de maneira mais incisiva, nas quais o Brasil está inserido.

As dificuldades encontradas para se alcançar uma definição consensual sobre a desertificação ainda constituem um desafio ao enfrentamento dessa problemática no âmbito global. Dessa forma, o conceito mais aceito e usual é a desertificação enquanto processos de degradação das terras induzidas pelas atividades socioeconômicas, sem necessariamente haver mudança climática. E, assim, diante dessa afirmação, há evidências de profunda degradação ambiental no Nordeste semiárido que conduz à desertificação.

A região que corresponde aos sertões semiáridos, que originalmente são recobertos pelo Bioma Caatinga e que foram historicamente ocupados pela pecuária extensiva e pela agricultura de subsistência, são, sem dúvida, as áreas mais afetadas. A falta de políticas públicas eficientes para redução da pobreza, a ausência de uma reforma agrária séria, associada à falta de incentivo

técnico ao produtor rural contribuem para a dilapidação dos recursos naturais e o comprometimento da capacidade de suporte dos ecossistemas locais.

As bacias hidrográficas inseridas nas ASD ocupam uma importância central para o estudo da desertificação, uma vez que esta representa uma célula básica de planejamento territorial e ambiental. Dessa maneira, a bacia hidrográfica favorece a investigação holística dos processos de desertificação e, ainda, facilita o melhor monitoramento e o gerenciamento do fenômeno, sobretudo, com base no instrumento legal representado pelos comitês de bacias hidrográficas. Assim, a microbacia do rio Baixão Veredinha, a qual faz parte da bacia hidrográfica dos rios Verde e Jacaré, constitui o recorte espacial, onde foi possível identificar e compreender os diferentes aspectos da degradação ambiental, com base no estudo do processo de ocupação por meio de uma visão holística de acordo com a escala adotada.

A gestão dos recursos hídricos, as ações voltadas para preservação do que resta do bioma caatinga na região, o desenvolvimento de técnicas para reduzir os processos erosivos, entre outras questões perpassam pela necessidade de se reconhecer a microbacia do rio Baixão Veredinha como uma unidade básica para o desenvolvimento de estratégias visando a convivência com as secas e a mitigação dos seus efeitos, bem como a minimização da degradação ambiental que mostra uma evolução para os processos de desertificação. Dessa maneira, com base na literatura analisada e, sobretudo, nas recomendações apresentadas no valioso documento PAN- Brasil (2004), assim como a análise do PAE- Bahia (2014), tendo em vista ainda os estudos realizados ao longo dos últimos 4 (quatro) anos na microbacia do rio Baixão Veredinha recomenda-se como sugestões para o enfrentamento dos processos de desertificação na paisagem cárstica as seguintes ações:

- a) a atuação do poder público em diferentes esferas: federal, estadual e municipal no sentido de incentivar e disponibilizar recursos, para que o pequeno produtor invista na modernização de suas atividades produtivas, considerando as limitações naturais das áreas onde estão inseridas;
- b) incentivar o associativismo e o cooperativismo, concomitante com a realização de uma reforma agrária séria a médio e longo prazos, sob pena dos recursos naturais serem exauridos, devido ao uso intenso pelas atividades agropecuárias, conforme já foram pontuados;
- c) disponibilizar a assistência técnica aos produtores e, assim, incentivar as práticas conservacionistas do solo e da água como: não desmatar, não fazer coivaras, não criar gado solto no pasto e sim em cercados permitindo ainda que o pasto descanse

e se renove. Destacar ainda a importância do plantio de árvores nativas, valorizando as ações de reflorestamento para evitar a evaporação excessiva;

- d) realizar estudos hidrológicos (águas superficiais e subterrâneas) para identificar a qualidade desses recursos hídricos utilizados para o consumo humano e a utilização na irrigação. Associado a isso, investir no saneamento básico, pois a falta de acesso à água de boa qualidade para o consumo humano poderá afetar a saúde da população. Já a água de má qualidade utilizada na irrigação compromete a qualidade dos solos agricultáveis;
- e) o poder público junto com a sociedade civil organizada: o Comitê da Bacia dos rios Verde e Jacaré, as secretarias de Meio Ambiente e Agricultura deverão elaborar análises mais pontuais para melhorar os indicadores de degradação ambiental, sobretudo, com o uso das técnicas do sensoriamento remoto e do Geoprocessamento. Com isso, os referidos agentes poderão monitorar a extensão do fenômeno e atuar de maneira mais assertiva na resolução ou na mitigação do problema;
- f) considerar a relação entre a gestão dos recursos hídricos, agrônômicos e o potencial econômico, com base em uma perspectiva que vise resguardar e, se possível, reverter a degradação das terras na microbacia;
- g) é urgente também uma efetiva fiscalização no sentido do cumprimento da legislação, sobretudo, no que se refere aos recursos hídricos, pois as águas do aquífero Salitre são fundamentais para as atividades econômicas na região e; no entanto, a forma como vem sendo utilizado coloca em risco a continuidade da agricultura que representa uma das principais atividades econômicas na região. Vale ressaltar que a agricultura de sequeiro vem sendo praticada cada vez menos, devido aos riscos de perda de safras ocasionadas pelas secas. Os rios que existem na região possuem regime intermitente e, por isso, as águas subterrâneas são extremamente relevantes no contexto da microbacia;
- h) e, finalmente, é importante que os agentes envolvidos possam analisar as alterações ambientais da microbacia, no espaço e no tempo, desencadeadas pelas intervenções humanas e os seus resultados sobre o desencadeamento dos processos de desertificação. No entanto, deve-se considerar a microbacia do rio Baixão Veredinha não como um espaço homogêneo e sim como resultado de diferentes UP, onde cada fração do espaço é formada por elementos que a individualiza no contexto do todo e, portanto, requer soluções diversificadas para o enfrentamento

do problema que se apresenta de forma diferenciada. Vale ressaltar que os processos de desertificação são perceptíveis do centro da microbacia para as bordas, pois a área de ocupação mais antiga foi a UP2 (Depressão com Uso Intensivo pela Agropecuária) concentram-se, nessa UP2, os principais problemas identificados, conforme o levantamento realizado e descrito na presente tese.

Portanto, os resultados alcançados pelo trabalho de pesquisa **confirmam a tese** de que a microbacia do rio Baixão Veredinha encontra-se **suscetível à desertificação**, uma vez que foram confirmados todos os indicadores analisados para os municípios que compõem a área de estudo, permitindo, assim, afirmar que o principal agente desencadeador dos processos de desertificação foi a ação humana, em decorrência da forma impactante das diferentes formas de usos da terra, ficando os fatores climáticos em uma posição secundária, porém não menos relevante.

As transformações da paisagem e a degradação dos recursos naturais foram registradas com base nos produtos cartográficos e fotografias obtidas em trabalhos de campo. No entanto, a degradação ambiental na região de Irecê vem sendo intensificada a partir da década de 1960, com a introdução da agricultura comercial e mecanizada, além da pecuária extensiva que historicamente é desenvolvida na região. Ainda assim, os discursos dominantes, tanto da mídia quanto dos órgãos públicos, atribuem aos eventos climáticos cíclicos, como as secas, como sendo um dos principais causadores dos problemas ambientais e socioeconômicos existentes na região. Esse discurso, na verdade, busca esconder as desigualdades regionais que vão sendo escamoteadas ao longo do tempo.

Dessa forma, a degradação ambiental no semiárido baiano é decorrente da histórica desigualdade na estrutura fundiária. Essa degradação é potencializada pelos condicionantes naturais representados pelos elementos do clima semiárido, como a irregularidade das chuvas no tempo e no espaço, os episódios de secas, entre outros. No entanto, a área de estudo apresenta de forma predominante os cambissolos, os quais são considerados de boa fertilidade natural e baixa suscetibilidade à erosão, em condições de equilíbrio dinâmico. Entretanto, o uso intensivo tem levado a exaustão desse importante recurso natural.

Em relação aos aspectos sociais, o conjunto de municípios se destaca pelo processo de minifundização, ou seja, o predomínio de imóveis rurais com menos de um módulo fiscal, classificado pela EMBRAPA, como minifúndios, e pela Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993 (BRASIL, 1993), que do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) que “(...) leva em conta o módulo fiscal (e não apenas a metragem), que varia de acordo com

cada município”. De acordo com o INCRA (Tabela com módulos fiscal dos municípios), 1 módulo fiscal em Irecê é equivalente a 65 hectares (INCRA, 2017, p. 20).

Assim, ficou evidente que a microbacia é formada basicamente por pequenas e médias propriedades, por uma população vulnerável às limitações climáticas e que utilizam ao máximo os recursos naturais disponíveis para a sua reprodução como sujeitos, enquanto uma pequena parcela acrescenta também lucro com as suas atividades produtivas, sendo que o ônus dos danos causados ao meio ambiente é vivenciados por todos, seja de uma maneira mais ou menos intensa.

CONCLUSÕES

A presente tese apresentou como objetivo geral responder se existe relação entre a dinâmica ambiental, que permitia identificar essa área como em processo de desertificação. Para isso, lançamos mão do recorte espacial da microbacia hidrográfica, a qual foi recortada, com a utilização do Sistema de Informações Geográficas (SIG) e nomeada de acordo com a denominação utilizada pelos moradores da região hidrográfica. Para a realização das investigações na microbacia, a adoção de uma periodização foi fundamental, pois o processo de ocupação em seus diferentes ciclos trouxe à luz informações relevantes para a compreensão dos processos de degradação ambiental, as relações socioeconômicas e toda a dinâmica social, que juntas deixaram as suas marcas na paisagem, a qual continua evoluindo no presente em direção ao futuro com base nos processos de produção e reprodução espaço.

O esforço para uma abordagem holística dos elementos analisados teve como objetivo romper com a perspectiva setorial da pesquisa e, dentro das limitações do trabalho, contribuir para uma abordagem do espaço geográfico por meio da análise da paisagem em suas múltiplas dimensões. Dessa maneira, o método de pesquisa pautado na identificação, na delimitação e na análise das UP foi muito promissor, pois foi possível compreender a microbacia não como uma área homogênea, apesar dos elementos em comuns que existem entre as partes, mas, sobretudo, identificar as particularidades, as singularidades quanto à forma, à função, à estrutura e à dinâmica que as constituem e que formam um todo.

A metodologia adotada igualmente foi relevante e eficiente, sobretudo, a utilização do SIG, que tornou possível a compilação e a construção de informações espaciais, bem como a elaboração dos produtos cartográficos, os quais foram fundamentais para as investigações propostas. O referencial teórico também foi escolhido com base na concepção de uma análise integrada da paisagem e, assim, as diferentes contribuições dos diversos autores, sobretudo geógrafos, foram extremamente importantes para a realização do presente trabalho.

A relevância desta tese aponta para a necessidade de se fazer uma reflexão entre a sociedade e a natureza, não a partir da velha dicotomia (Geografia Física X Geografia Humana), que ainda está presente em diversos estudos geográficos na atualidade, porém a contribuição deste trabalho é no sentido também de compreendermos o espaço Geográfico em sua integridade e isso significa compreender as relações entre os sujeitos e o seu lugar – o seu chão. Entender a forma como as pessoas se relacionam com a natureza (ambiente físico) e os rebatimentos dessa relação na vida desses sujeitos. Estes últimos considerados como partícipes

das transformações socioespaciais e não como agressor e vítimas da natureza, conforme alguns autores apontam em estudos ambientais, como pontua a geógrafa francesa Yvete Veyret (2007).

De qualquer modo, os estudos integrados buscam ainda estimular as conexões entre diferentes elementos, bem como buscar novas relações e ampliar as bases do conhecimento já consolidadas. Diversos trabalhos foram produzidos na região de Irecê, que versam sobre temas importantes que se inserem em diferentes áreas do conhecimento; no entanto, a presente tese é pioneira quanto à análise das unidades de paisagem, com a utilização de um novo recorte espacial – a microbacia do rio Baixão Veredinha –, em uma área de ocupação antiga e bastante degradada representada em sua maior parte pelo platô de Irecê.

E, assim, espera-se finalmente, com esta tese, contribuir para as tomadas de decisões dos órgãos públicos em colaboração com a sociedade civil organizada, no contexto da microbacia, visando a resolução ou a mitigação dos problemas levantados. Dessa maneira, com base no método e na metodologia adotadas, pode-se concluir que a microbacia se caracteriza resumidamente pelos seguintes aspectos:

- a) a análise da evolução do quadro agrário mostrou uma concentração fundiária na região a partir da década de 1970, quando os municípios deixaram de apresentar o predomínio de médias propriedades para concentrar um maior percentual na categoria de minifúndios. A partir desse mesmo período, observou-se o aumento da área plantada, com a intensificação da mecanização e, na década seguinte, o uso da irrigação;
- b) a análise multitemporal do uso e cobertura da terra evidenciou o processo de desmatamento do Bioma Caatinga, o avanço das atividades agropecuárias e a expansão urbana na microbacia, com destaque para algumas áreas com o solo exposto. Tudo isso associado com os dados referentes à evolução do número de rebanhos, entre outros aspectos;
- c) com base nas reflexões acerca dos aspectos socioeconômicos e nas relações dos trabalhadores com os recursos naturais disponíveis foi possível averiguar a vulnerabilidade em que a população está submetida. O paulatino empobrecimento dos solos, os quais já foram extremamente férteis, a falta de água de qualidade para o uso humano e agrícola, pois o aquífero apresenta vestígios de contaminação por agrotóxicos e outros efluentes, bem como a pobreza da maioria da população coloca a microbacia na posição de alerta frente aos problemas levantados. Tudo isso corrobora para que esta região esteja configurada como polo de desertificação, com base nos estudos realizados e de acordo com o PAE-Bahia (2014).

E, finalmente, devido ao processo de degradação da cobertura vegetal, o uso intensivo dos solos, das águas subterrâneas e as secas cíclicas que assolam a região há séculos, associados com o processo de minifundização e todos os indicadores identificados e analisados, pode-se confirmar que a microbacia se encontra em processo de desertificação, sobretudo, na UP1 (Depressão com Infraestrutura Urbana), que corresponde ao platô, seguida da UP3 (Depressão de Uso Intenso pela Agropecuária) e baixa suscetibilidade para a UP7 (Serras com cobertura vegetal das caatingas).

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Cotia: Ateliê, 2003.
- AB'SABER, A.N. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical. *In: Geomorfologia*. USP/Dep. de Geografia, São Paulo, n. 53, 1977.
- AOUAD, M. S.; CONDORI, R. V. Áreas vulneráveis Rapp à desertificação. **Bahia Análise & Dados**, Salvador, v. 1, n. 4, p. 61-65, 1992.
- ANGELOTTI, F. et al. **Mudanças climáticas e desertificação no semi-Árido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido; Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2009.
- AOUAD, M. S.; CONDORI, R. V. **Desertificação no Estado da Bahia: levantamento preliminar de áreas vulneráveis**. *In: SEMINÁRIO SOBRE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE*, 1, 1986, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, 1986. p.128-147.
- ARAÚJO, G. H. S et al. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2009.
- AUBRÉVILLE, A. **Climats, Forêts et Désertification de l'Afrique tropicale**. Paris: Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 1949.
- BAHIA. Lei nº 4407, de 25 de fevereiro de 1985. Cria o Município de São Gabriel, desmembrado do de Irecê. Bahia, 25 fev. 1995. Disponível em: Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/ba/lei-ordinaria-n-4407-1985-bahia-cria-o-municipio-de-sao-gabriel-desmembrado-do-de-irece>. Acesso em:
- BAHIA. **Plano Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca PAE/BA**. Salvador: Secretaria do Meio Ambiente, 2014.
- BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural. **Território de Identidade de Irecê: Perfil Sintético**. 2015. Disponível em: http://www.portalsdr.ba.gov.br/intranetsdr/model_territorio/Arquivos_pdf/Perfil_Irece.pdf. Acesso: jan. 2018.
- BAHIA. Secretaria do Planejamento (SEPLAN). **PTDR - Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário**. Irecê, Bahia, 2017.
- BARBOSA, Diva Vinhas Nascimento. Os Impactos da seca de 1993 no Semiárido Baiano - Caso de Irecê. **Estudos e pesquisas**. Salvador: SEI, 2000.
- BEEKMAN, G.B.; ABRAHAM, E. M. **Indicadores de Desertificación para América Del Sur**. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura - IICA, 2007. Disponível em: https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/publicaciones/libro_bid/libro_bid.pdf. Acesso em: fev. 2019.

BERTRAND, G. Le paysage entre la nature et la société. *In*: ROGER, ALLAIN (org.) **La théorie du paysage en France** (1974-1994) Seyssel: Éditions Champ Vallon, 1995.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico**. Cadernos de Ciências da Terra. São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1971.

BIGARELLA, A. J. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2009.

BOTELHO, R.G. M; SILVA, A. S. da; VITTE, A.C. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. Cap.6, 2007. *In*: VITTE, Antônio Carlos e GUERRA, Antônio José Teixeira (org.) Reflexões sobre Geografia Física no Brasil. Rio De Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BRASIL. Câmara Legislativa. **Lei Federal nº 7.827 de setembro de 1989**. Instituiu a Delimitação do Semiárido Brasileiro, 1989. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=7827&ano=1989&ato=999kXU61EeFpWT9a0>. Acesso: Maio de 2019.

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Brasília, DF: Presidência da República, [1993]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18629.htm. Acesso em: jul. 2017.

BRANDT, J.; GEESON, N. *In*: LUCINDA. **Land Care in Desertification Affected Areas**. Fascículo A, n.1, 2010.

CAMPOS, Umberto de. Licitação para Baixio de Irecê sai em 90 dias (A Tarde). Salvador: **Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura**, 2006. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2006/08/11/licita%C3%A7%C3%A3o-para-baixio-de-irec%C3%AA-sai-em-90-dias-tarde>. Acesso em: maio 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

COMPANHIA DE PRODUÇÃO MINERAL- CPRM. **Dados e Informações e produtos do Serviço Geológico do Brasil**. Shapefiles. 2017.

Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/> Acesso em: 29 nov. 2017.

CONFERÊNCIA DO RIO. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: UNESCO, 1992.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA.

Resolução CONAMA, nº 238, de 22 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a aprovação da Política Nacional de Controle da Desertificação, Seção 1, p. 30930, 1997. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/CONAMA_RES_CONS_1997_238.pdf. Acesso em: jul. 2017.

CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO DE IRECÊ. **Plano territorial de desenvolvimento rural Sustentável - PTDRS**, 2017. Disponível em: http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio050.pdf. Acesso em: 2 abr. 2020.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos: proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro.** São Paulo, USP, FFLCH, Departamento de Geografia, 1995. Tese de Livre Docência.

CONTI, J. B.. **A relação sociedade / natureza e os impactos da desertificação nos trópicos.** Cadernos Geográficos, Florianópolis, n. 4, 2002.

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

COUTO FILHO, Vitor Athayde. **Agricultura familiar e desenvolvimento territorial: um olhar da Bahia sobre o meio rural brasileiro.** (org.) Maya Takagi, Otavio Valentim Balsadi. Brasília: MDA; Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

CUNHA, T.J.F.; RIBEIRO, L.P. Qualidade e Relações Pedogenéticas da matéria Orgânica de Alguns Solos da Região de Irecê (Ba). **Revista Brasileira das Ciências dos Solos**, n. 22, p. 693-704, 1998. Disponível em https://www.rbcjournal.org/wp-content/uploads/articles_xml/0100-0683-rbcs-S0100-06831998000400015/0100-0683-rbcs-S0100-06831998000400015.x22228.pdf. Acesso: jun. 2021.

DREGNE, H. E. **Desertification of arid lands.** London: Harwood Academic Publishers, 1983.

DUARTE, Aluizio Capdeville. Irecê: uma área agrícola "insulada" no sertão baiano *In: Revista Brasileira de Geografia*, ano XXV, n. 4, out.-dez.1963. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1963_v25_n4.pdf. Acesso em: 3 set. 2017.

DUQUE, J.G. **Solo e água no Polígono das Secas.** 5 ed. Coleção Mossoroense, v. 142. Mossoró: Banco do Nordeste do Brasil, 1980.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Súmula 10:** reunião técnica de levantamento de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema de Produção para o Algodão Herbáceo.** Irecê, Bahia, Brasília: Boletim n. 24, 1976. 16 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/903795/1/CODEVASFDOCUMENTOS24SISTEMADEPRODUCAOPARAALGODOAHERBACEOCU63351.pdf>. Acesso em: ago. 2017.

EMBRAPA SOLOS. Estudo de Correlação de Solos para Fins de Classificação nas Regiões do Recôncavo Baiano e na Microrregião de Irecê-Bahia. **Boletim de Pesquisa**, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/337627/1/Estudodecorrelacao.pdf>. Acesso em: fev. 2021.

EVANGELISTA, A. R. S. **O processo de ocupação do Bioma Caatinga e suas repercussões socioambientais na Sisalândia, Bahia.** 2010. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

FAO. Natural resources and the human environment for food and agriculture. Environment Paper, n.1, Roma, 1980.

FILHO, J.F.M; SOUZA, A.L.V. O manejo e a conservação do solo no semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Revista Bahia Agrícola**, v.7, n.3. Salvador: 2006. p.50- 60. Disponível em:
<http://www.conhecer.org.br/download/TECNICAS%20CONSERVACAO%20SOLO/leitura%20anexa%203.pdf>. Acesso: mar. 2020.

FLORENZANO, T. G (org.). **Geomorfologia: Conceitos e Tecnologias**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

GRILO, D S. et al. Caracterização Geoambiental associada a processos de desertificação do município de Jeremoabo/ Ba. XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais**. Natal: INPE, 2009. p. 5243-5249. Disponível em:
<http://mar.te.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.18.02.32.01/doc/5243-5249.pdf>. Acesso: maio 2020.

GUERRA, A.M. **Processos de Carstificação e Hidrogeologia do Grupo Bambuí na Região de Irecê-Bahia**. 1986. 149 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de São Paulo-USP. Instituto de Geociências. São Paulo, 1986.

GUERRA, A.T. O início do Processo Erosivo. *In*: BOTELHO, R. et al (org.) **Erosão e Conservação dos solos. Conceitos, Temas e aplicações**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p.17-55.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: mar. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo agropecuário, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991 e 1995**. Disponível em:
<https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. História & Fotos, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/joao-dourado/historico>. Acesso em: ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Decreto nº 8.452. **Cidades**. História & Fotos, 2021. Disponível em:
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/irece/historico>. Acesso em: jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Limites administrativos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: fev. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Biblioteca Digital**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/fotografias/GEBIS%20-%20RJ/BA12265.jpg>. Acesso em: set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo demográfico**, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Informações Ambientais**. Shapefiles, 2017. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/cobertura_e_uso_da_terra/uso_atual/vetores/uso_da_terra_pelo_censo/. Acesso em: 2 dez. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Classificação dos imóveis rurais**. 2017. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/tamanho-propriedades-rurais>. Acesso em: nov. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Dados meteorológicos**. 2017. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesautomaticas>. Acesso em: nov. 2017.

MATTOS, Jémison Santos. **Indicadores de desertificação no semiárido brasileiro: o caso de Campo Formoso na Bahia**. 2016. 471 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, Niterói, 2016.

LLADÓ, J. **Fundamentos de hidrogeologia cárstica**. Madri: Blume, 1970.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

LIMA, José R.; MAGALHAES, Antonio R. Secas no Nordeste: registros históricos das catástrofes econômicas e humanas do século 16 ao século 21. **Parceria Estratégica**. Brasília-DF, v. 23, n. 46, p. 191-212. jan-jun 2018. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/896/814. Acesso em: 15 abr. 2020.

LOBÃO, J. et al. Mapeamento das áreas susceptíveis à desertificação no Nordeste da Bahia. XIV SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais**. Rio Grande do Norte, Natal: abril, 2009. INPE. p. 4199- 4200. Disponível em <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr%4080/2008/11.17.21.32/doc/4195-4200.pdf>. Acesso em: mar. 2020.

LOPES et al. I. Variação do índice de aridez e tendência climática à desertificação para a região semiárida do nordeste brasileiro. *In: Revista Brasileira de Geografia Física*. v.10, n.4, p.1014-1026, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/318311136_Variacao_do_indice_de_aridez_e_tendencia_climatica_a_desertificacao_para_a_regiao_semiarida_do_nordeste_brasileiro/link/59829b7b0f7e9b9ebaab2139/download. Acesso em: mar. 2017.

LOPES, Carmozina. *Hino de Irecê*. *In: Prefeitura Municipal de Irecê*. Disponível em: https://irece.ba.gov.br/texto/hino_de_irece. Acesso: set. 2021.

MACÊDO, L. R. de L. **Dinâmica socioprodutiva de territórios susceptíveis à desertificação no estado da Bahia**: o caso de Irecê. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente - Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2010.

MAINGUET, M. La désertification expression de la décadence? *In: L’Homme et la sécheresse*. Masson. Paris, 1995. p. 285-296.

MAINGUET, M. Les notions d’aridité et de sécheresse dans les écosystèmes secs”. *In: L’Homme et la sécheresse*. Masson. Paris, 1995. p. 27-50.

MARQUES, Tiago. Temporal de 150 mm em Irecê provocou alagamentos e deixou desalojados. **Agência Sertão**, Guanambi, 3 nov. 2020. Disponível em: <https://agenciasertao.com/2020/11/03/temporal-de-150-mm-em-irece-provocou-alagamentos-e-deixou-desalojados/>. Acesso em: jun. 2021.

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

MELO, F. J.F.; SOUZA, A.L. V. O manejo e a conservação do solo no semiárido baiano: desafios para a sustentabilidade. **Revista Bahia Agrícola**. Salvador, v.7, n.3, dez, 2006.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília, 2005.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA. Caderno Informativo: conceitos e metodologias. *In: Desenvolvimento Territorial na Bahia*. Brasília – DF: Salvador: SEI, 2003. 1 CD-ROM.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Secretaria de Recursos Hídricos. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana (org.). Brasília: MMA, 2007. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/129_08122008042625.pdf. Acesso em: 5 dez. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: PAN- Brasil. Brasília, 2004.

OFICIAL DA NASA: STEPHEN BERRICK. **MODIS**. Disponível em: <https://earthdata.nasa.gov/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

MONTEIRO. C.A.F. **On the désertification in the northeast Brazil and man's role in the process**. Latin American Studies. Ibaraki, n.9, The University of Tsukuba, Japan, 1988.

MOREIRA, Rui. **Pensar e ser em Geografia**: ensaios de história, epistemologia e ontologia do espaço geográfico. São Paulo: Contexto, 2010.

MOURA, Adriana Maria O impacto da agricultura no crescimento do comércio na cidade de Irecê: análise da década de oitenta aos dias atuais. 1997. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia de Ciências Econômicas) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1997.

NASCIMENTO, F. R. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: UFG, 2013.

NEPOMUCENO, M. Q.; LOBÃO, J. S. B. Estudo da fragmentação da vegetação como indicador da susceptibilidade a desertificação no Polo de Irecê-Ba. Salvador: **Anais do II IALE-BR**, 2012.

NEPOMUCENO, M. Q.; LOBÃO, J. S. B.; VALE, R. M. C. Uso e cobertura da terra como indicativo do processo de desertificação na região de Irecê BA. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2011, Curitiba. **Anais do XV SBSR**, 2011. p. 6794-6801.

NEPOMUCENO, Maurílio Q. Análise geossistêmica da região de Irecê-BA. 2014. 295 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.

NIMER. E. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 7-39, 1988.

NIMER. E. Subsídio ao plano de ação mundial para combater a desertificação – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 612-637, 1980.

OLIVEIRA, I. J. **Da mata branca ao estado de degradação: a desertificação em Canudos, Bahia**. 2019. 368 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2019.

OLIVEIRA JUNIOR, I.; PEREIRA, A. J.; LOBÃO, J. S. B.; SILVA, B. C. M. N. Uso e cobertura da terra e o processo de desertificação no polo regional de Jeremoabo-Bahia. **Geografia**. Recife, v. 37, n. 2, p. 130-149, 2020.

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

PROJETO GEOGRAFAR. Evolução do Índice de Gini e da Estrutura Fundiária. Irecê - BA (1940 - 1980). **Geografar**, 2019. Disponível em: <https://geografar.ufba.br/estrutura-fundiaria>. Acesso em: 25 jan. 2020.

QUEZEDA, F. S., VARNERO, P. S. Interacciones entre el Cambio Climático y la Desertificación en Latinoamérica. In: ANGELOTTI ET ALL (org.) **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro**. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido: 2009. p. 27-39.

RAMOS S. O. et al. Variação temporal do nível freático do aquífero cárstico de Irecê - Bahia: contribuição para uso e gestão das águas subterrâneas no semi-árido. **Revista Brasileira de Geociências/SBGeo**. São Paulo, v. 37, n. 4, supl., 2007. p. 227-233, 2007.

RAPP, A. **A review of desertification in Africa: water, vegetation and man.** Secretariat for International Ecology (SIES). Stockolm, Report n. 1, 1974. 77 p.

RÊGO, André Heráclito. **Os sertões e os desertos: o combate à desertificação Brasília:** FUNAG, 2012. Disponível em: http://funag.gov.br/loja/download/933-Sertoos_e_os_Desertos_Os.pdf. Acesso: 20 abr. 2020.

RIO DE JANEIRO. Defesa Civil. **Classificação e Codificação Brasileira de Desastres** (COBRADE). Disponível em: <http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf>. Acesso em: mar. 2017.

ROCHA, Aline carvalho. **Impactos causados pelos tremores de terra no Município de Lapão – Bahia.** 2013. 45 f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura Plena em Geografia) - Universidade do Estado da Bahia. Jacobina - BA, 2013. Disponível em: <http://www.saberaberto.uneb.br/bitstream/20.500.11896/436/1/TCC%20ALINE%20CARVALHO>. Acesso em: maio 2021.

RODRIGUES, V. Desertificação: as relações entre suas causas e as atividades humanas. **Interciência.** Caracas, v. 12, n. 2, 1987.

RODRIGUES, V. **Problemas Ambientales En Las Zonas Áridas.** Universidade Federal do Piauí, Departamento de Biologia: Teresina, Piauí, 1987.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. *In:* FRADEN, S.C.; MERCANTI, E. P.; BECKER, M. (eds.) **Third Earth Resources Technology Satellite–1 Symposium.** Washington, DC: NASA, 1974. p. 309-317.

RUBEM, Jackson. B. **Irecê: a saga dos imigrantes.** Irecê/Ba: Print Fox, 2004.

RUBEM, Jackson. B. **Irecê: História, Casos e Lendas.** 2. ed. Irecê/Ba: Print Fox, 2001.

RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil. São José dos Campos: Parênteses, 2007.

SALES, M. C. L. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **Espaço e Tempo.** São Paulo, n. 14, p. 9-19, 2003.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. *In:* BOTELHO, R. et al (org.) **Erosão e Conservação dos solos. Conceitos, Temas e aplicações.** 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 229-263.

SANTOS, J. A. L. **Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel:** Sujeição da renda da terra camponesa ao capital no Território de Identidade de Irecê – BA. 2012. 262 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SANTOS, J. M. **Indicadores de desertificação no semiárido brasileiro: o caso de Campo Formoso na Bahia.** 2016. 471 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências. Rio de Janeiro, Niterói, 2016.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo. Razão e emoção.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2009.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: Território e sociedade no início do século XXI.** 6. ed. Rio de Janeiro: Record, 2004.

SANTOS, C.F. et al. **Da Totalidade ao Lugar.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: 2012. 176 p.

SANTOS, C.F. et al. O Semi-Árido Baiano e o Agronegócio dos “Biocombustíveis”: problematizando a Região de Irecê (primeiras aproximações). **Revista Pegada.** v. 9 n. 2, dez. 2008. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/1662/1604>. Acesso em: abr. 2020.

SEMEDO, J.M. A Ilha de Santiago (Cabo Verde): Paisagem Natural, Uso dos Recursos Naturais e risco de Desertificação. *In:* MOREIRA, M. & TARGINO, I. (org.) **Desertificação, desenvolvimento sustentável e agricultura familiar recortes no Brasil, em Portugal e na África.** João Pessoa: Universitária, 2010. p.10 – 29. Disponível em: <http://repiica.iica.int/docs/b2055p/b2055p.pdf>. Acesso: fev. 2017.

SILVA, José Graziano da. **A modernização dolorosa. Estrutura Agrária, fronteiras agrícolas e trabalhadores rurais no Brasil.** Rio de Janeiro: Zahar, 1982. Coleção Agricultura e Sociedade.

SISTEMA DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL - SICAR. **Imóveis Rurais.** Bahia. Disponível em: <http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=BA>. Acesso: nov. 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA – SEI. **Estatísticas dos Municípios Baianos.** v. 23. Território de Identidade de Irecê, 2017.

Disponível em:

http://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/estatisticas_municipios/est_munba_2017_v23.zip. Acesso em: nov. 2017.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA.

Estatística dos municípios baianos. v.23, Salvador: SEI, 2011. 380 p. Disponível em: http://www.sei.ba.gov.br/images/publicacoes/download/estatisticas_municipios/est_munba_2011_v23.zip. Acesso: jan. 2014.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance.** Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, (Publications in Climatology). v. VIII, n.1, 1955. 104 p.

THORNTHWAITE, C.W. **An approach toward a rational classification of climate.** Geogr. Rev, v. 38, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE. **Atlas of climatic types in the United States**. Washington, D.C: Department of Agriculture, Forest Service, 1941.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN. Recursos Naturais e Meio Ambiente, 1. Rio de Janeiro, 1977.

UNESCO. Map of the world distribution of arid regions. Paris: UNESCO, 1979.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT & DEVELOPMENT. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: United Nations, 1992.

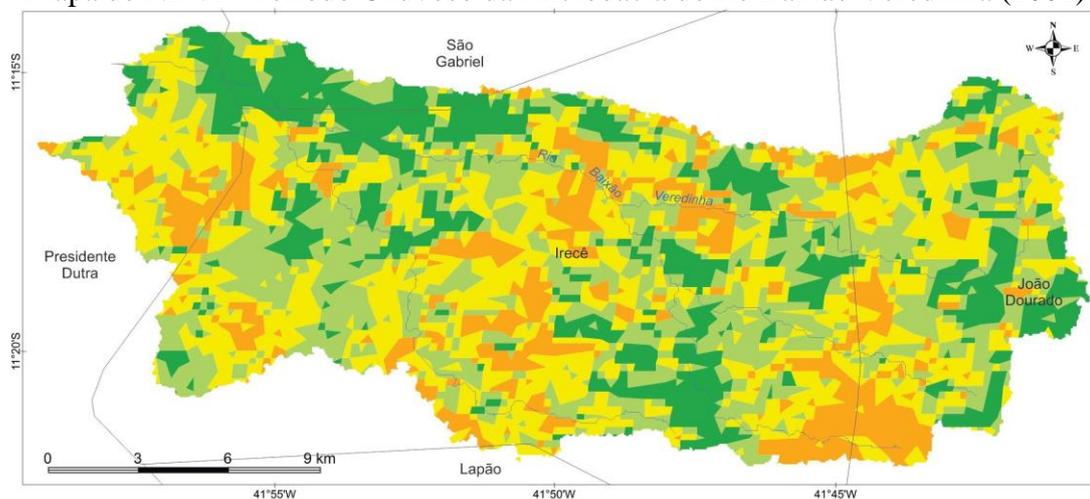
VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação de processos de desertificação**: manual de indicadores. Recife: SUDENE, 1978.

VERDUM, Roberto et al. **Paisagem**: leituras, significados e transformações. Porto Alegre: UFRGS, 2012.

VEYRET, Y (org.). **Os Riscos. O Homem como agressor e vítima do meio ambiente** (tradutor: Dilson Ferreira da Cruz). São Paulo: Contexto, 2007.

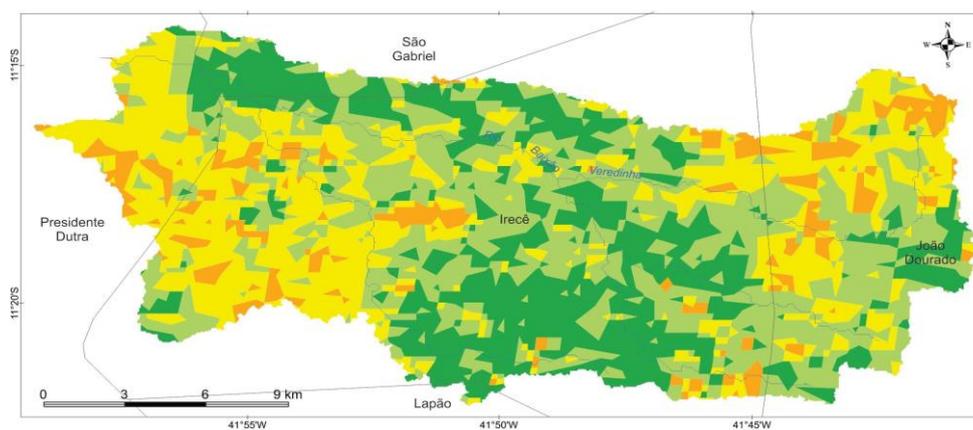
ANEXO A – MAPAS DE NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI)

Mapa de NDVI - Período Chuvoso da Microbacia do rio Baixão Veredinha (2002)



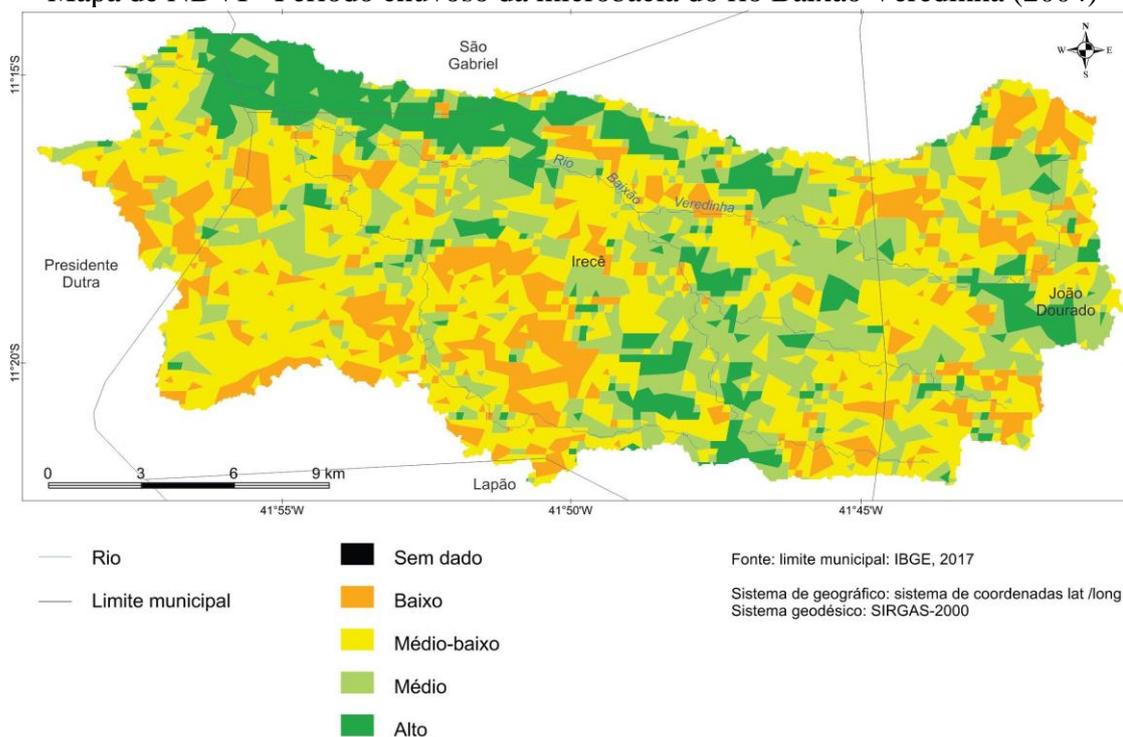
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI- Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2003)



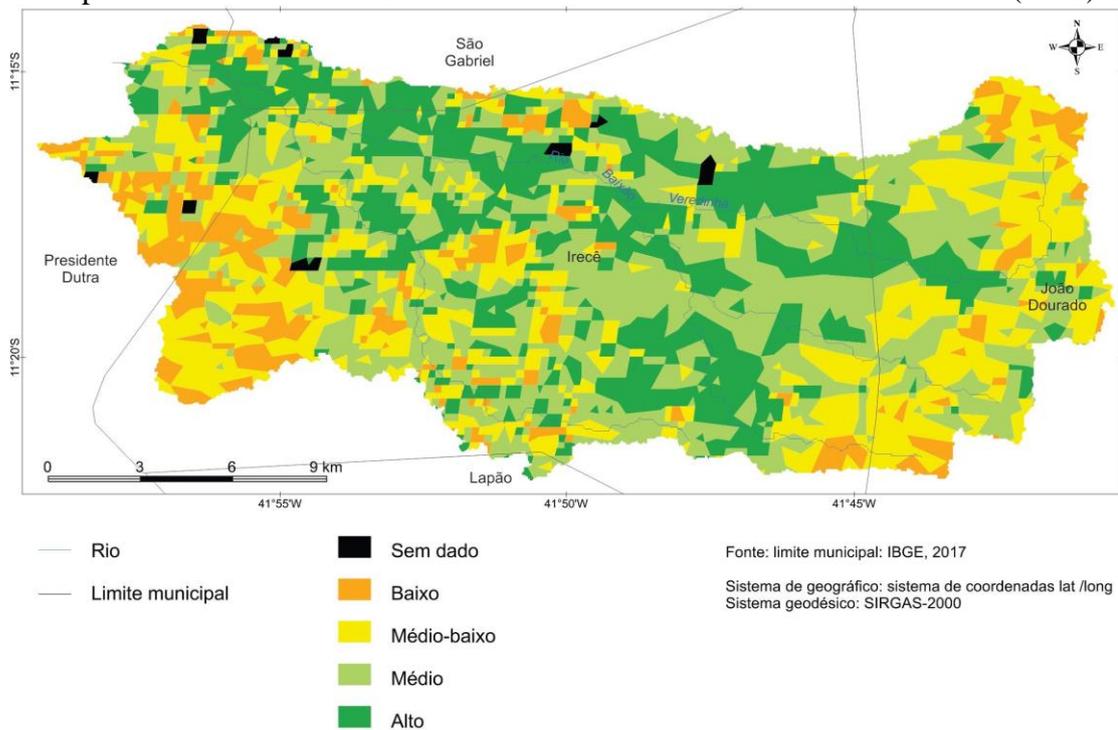
Fonte: IBGE (2017)
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2004)



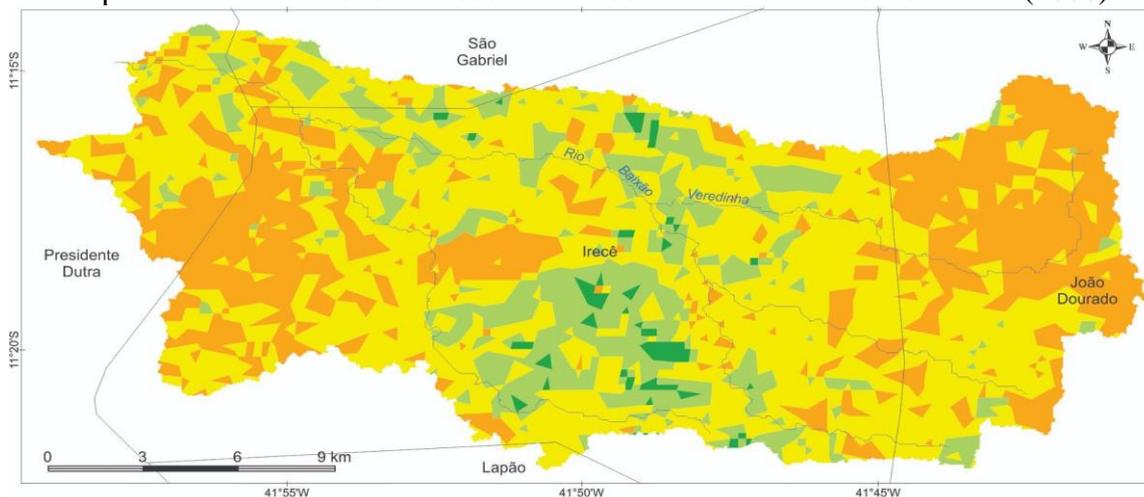
Fonte: IBGE (2017).
 Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período Chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2005)



Fonte: IBGE (2017).
 Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2006)



— Rio
— Limite municipal

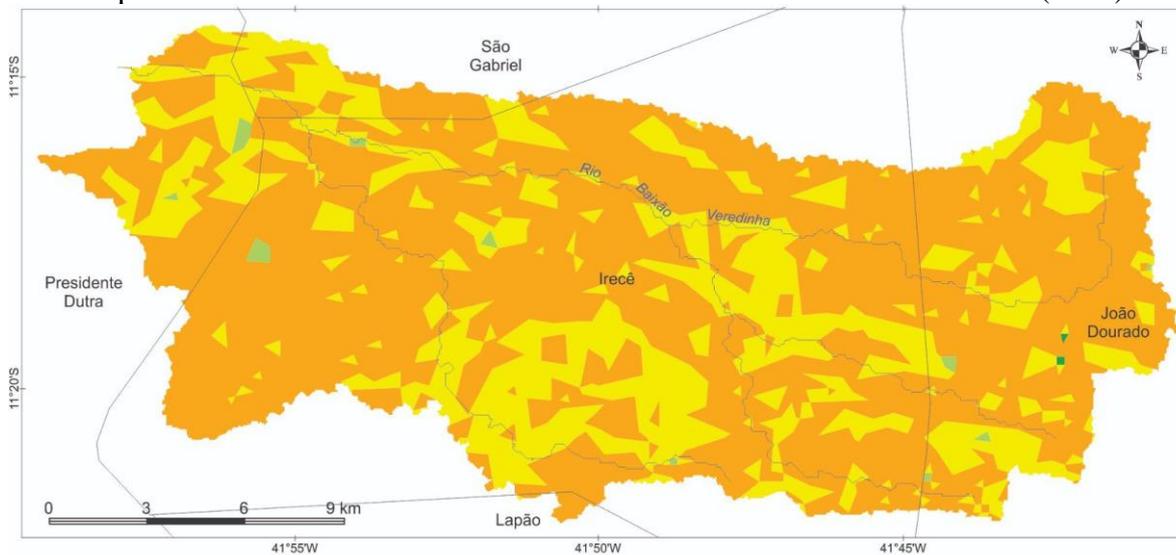
- Sem dado
- Baixo
- Médio-baixo
- Médio
- Alto

Fonte: limite municipal: IBGE, 2017

Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
Sistema geodésico: SIRGAS-2000

Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2007)



— Rio
— Limite municipal

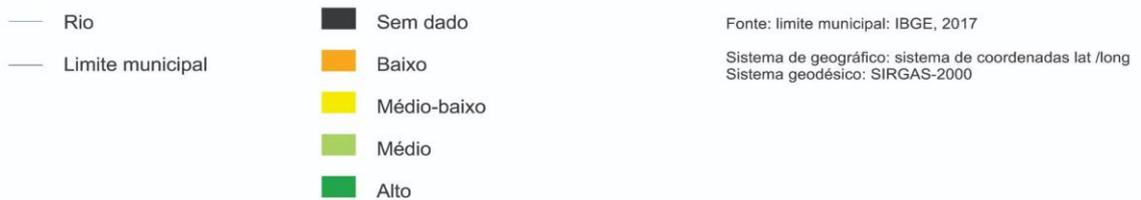
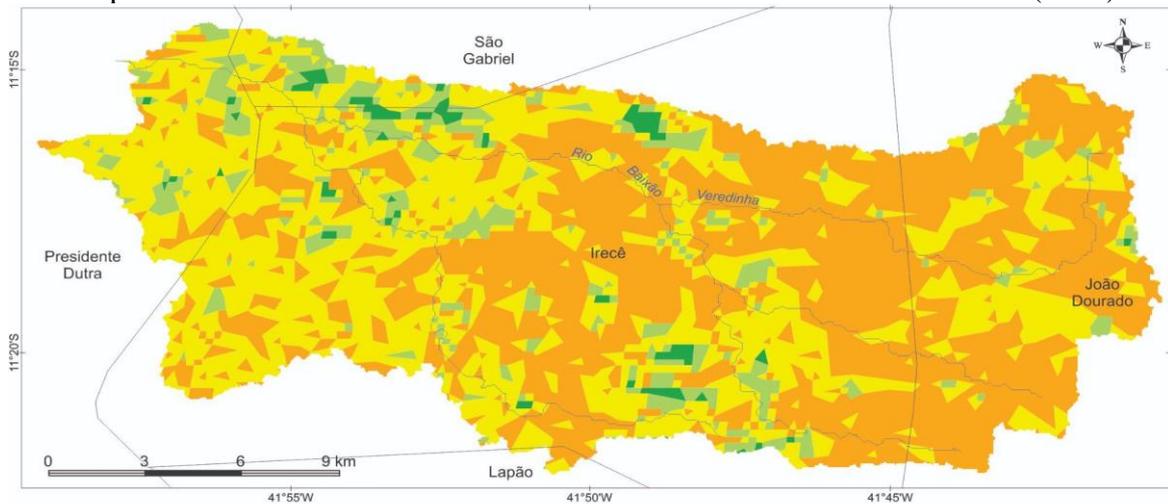
- Sem dado
- Baixo
- Médio-baixo
- Médio
- Alto

Fonte: limite municipal: IBGE, 2017

Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
Sistema geodésico: SIRGAS-2000

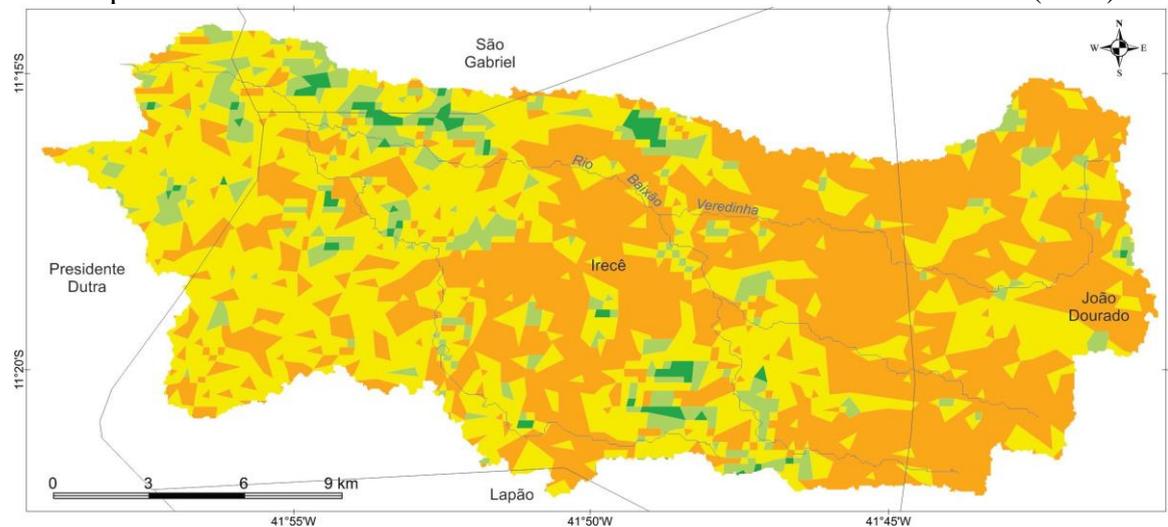
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2008)



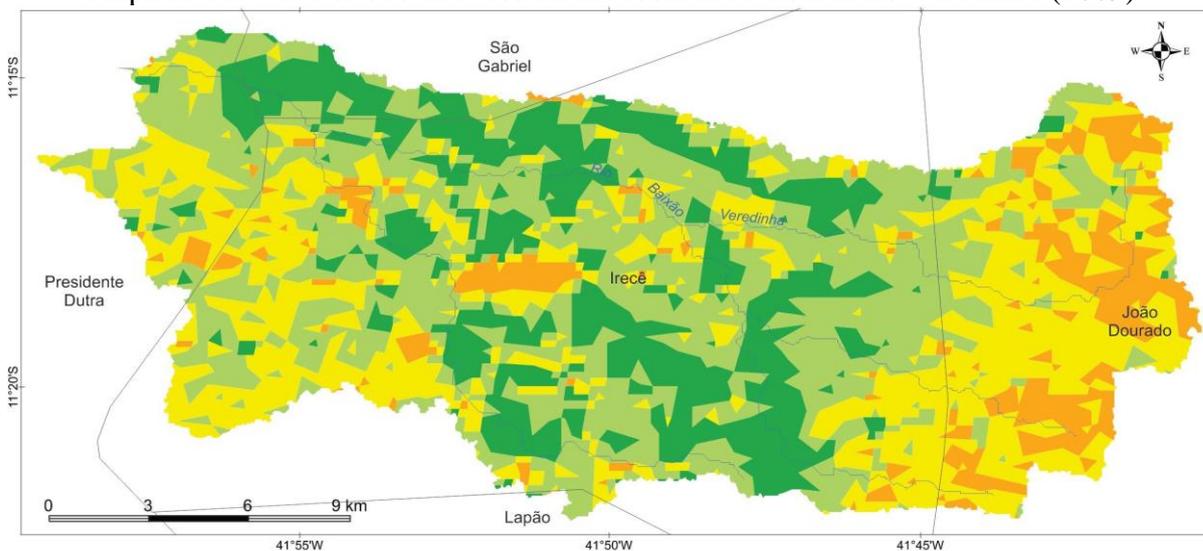
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2009)



Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

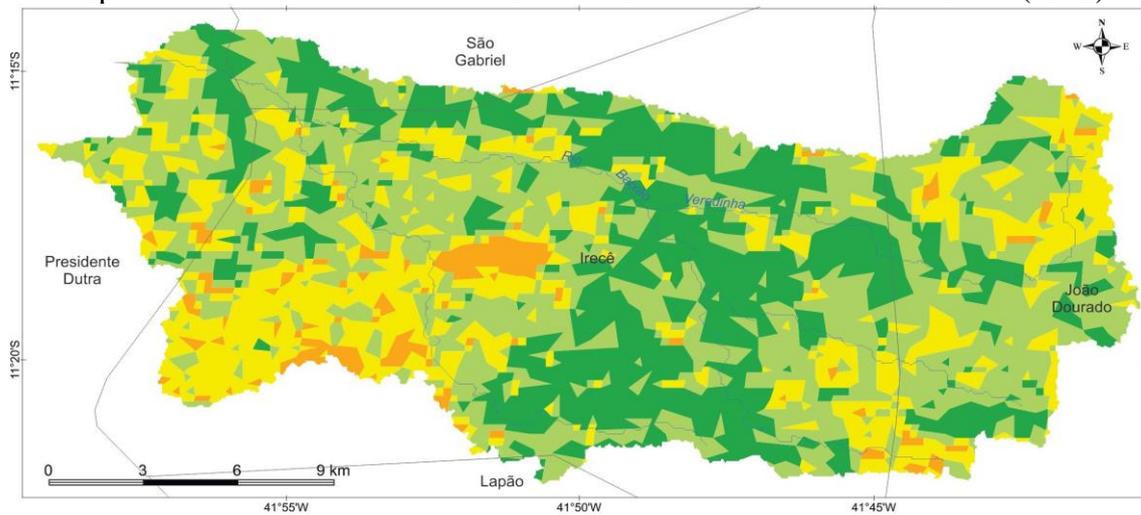
Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2009)



— Rio	■ Sem dado	Fonte: limite municipal: IBGE, 2017
— Limite municipal	■ Baixo	Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
	■ Médio-baixo	Sistema geodésico: SIRGAS-2000
	■ Médio	
	■ Alto	

Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

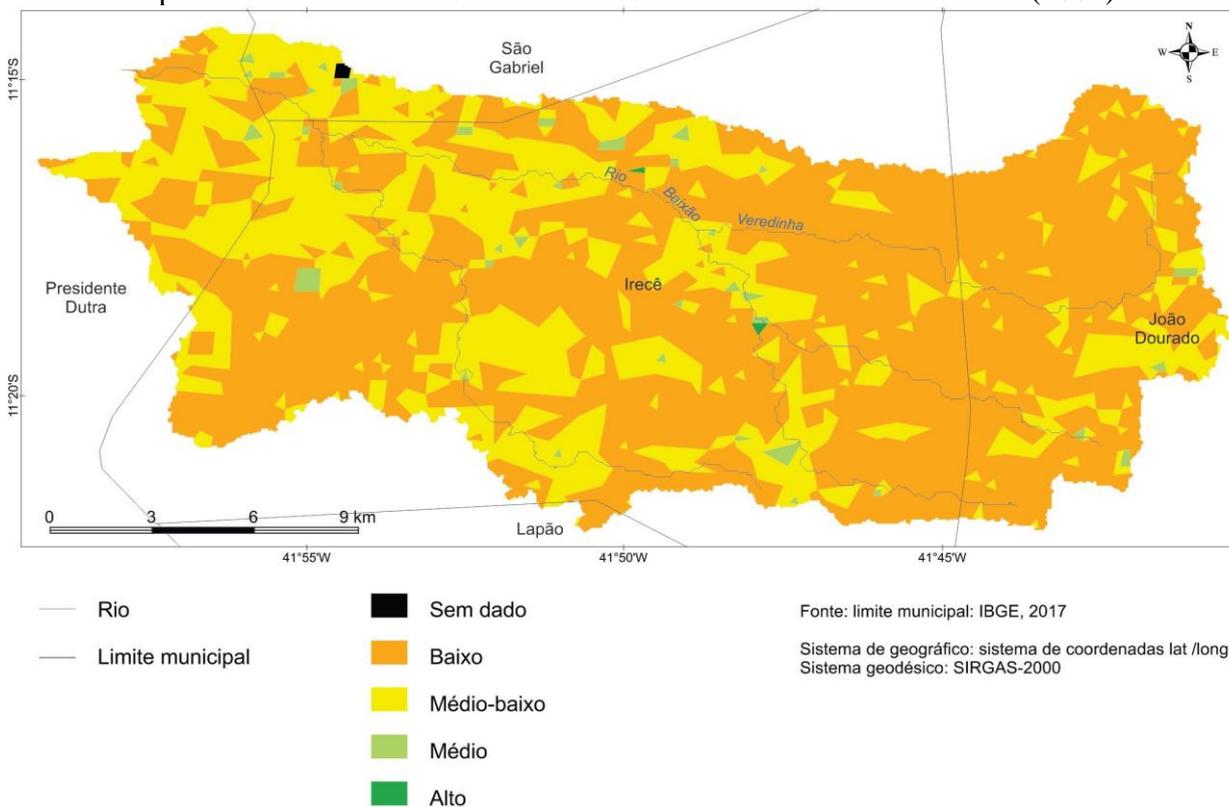
Mapa de NDVI - Período chuvoso da microbacia do rio Baixão Veredinha (2010)



— Rio	■ Sem dado	Fonte: limite municipal: IBGE, 2017
— Limite municipal	■ Baixo	Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
	■ Médio-baixo	Sistema geodésico: SIRGAS-2000
	■ Médio	
	■ Alto	

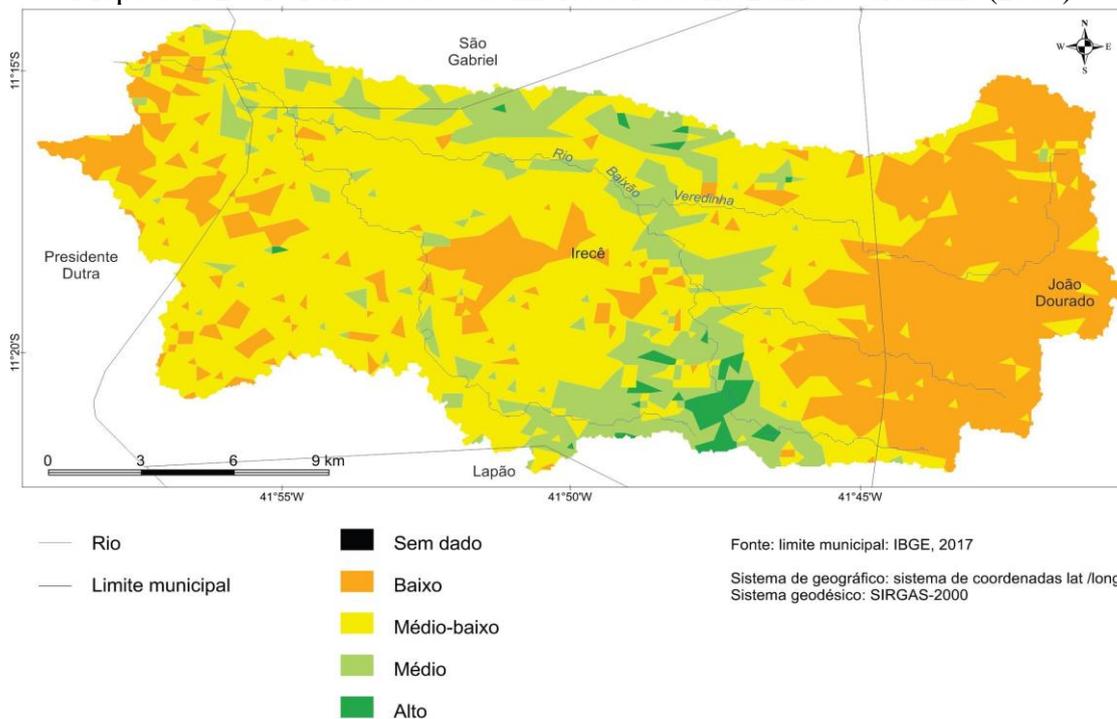
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2002)



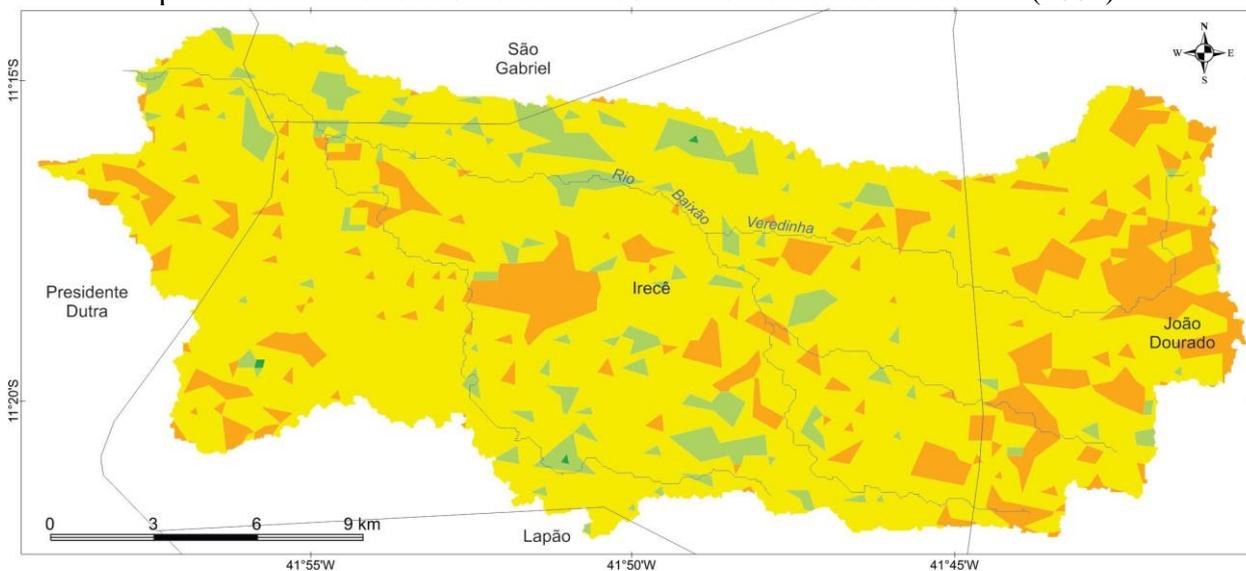
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2003)



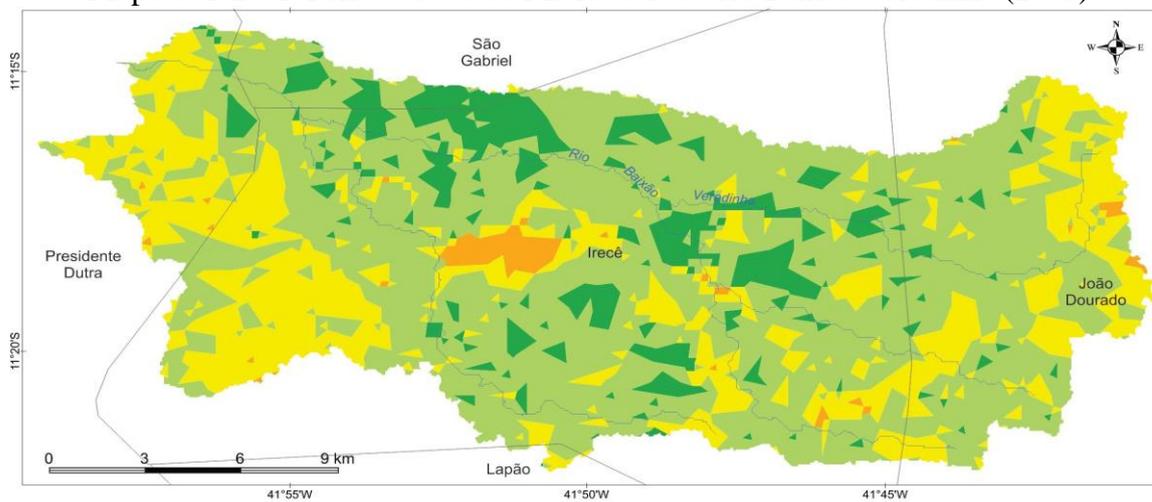
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2004)

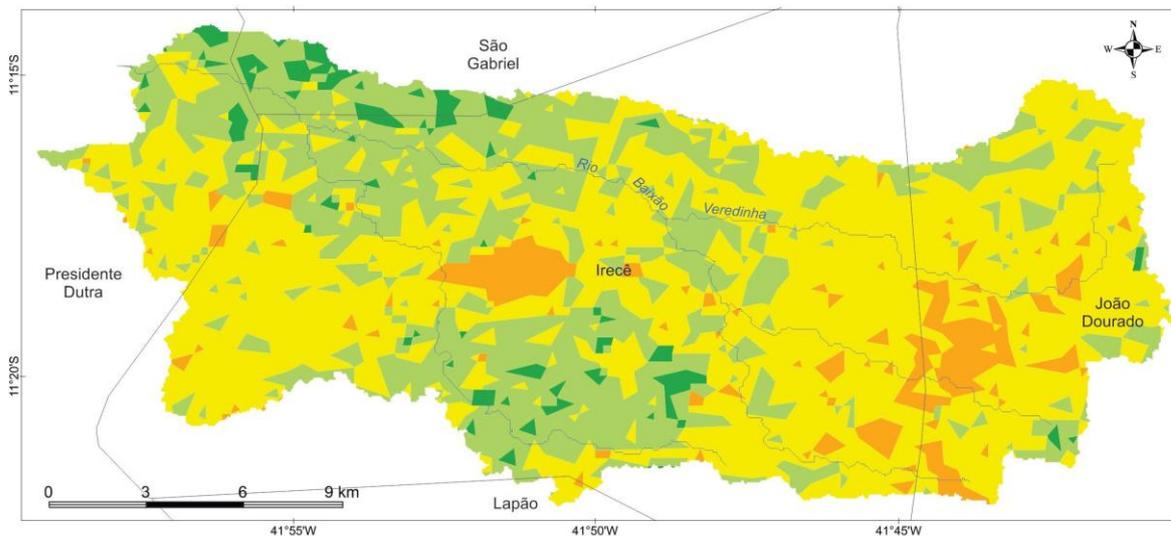


Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI- Período Seco da Microbacia do rio Baixão Veredinha (2005)



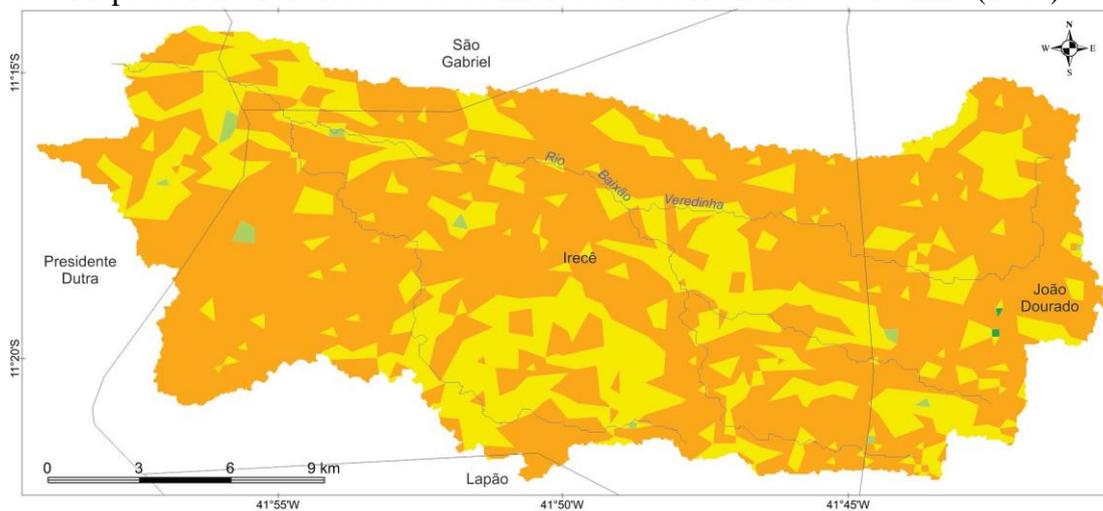
Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr. Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2006)



- Rio
 - Limite municipal
 - Sem dado
 - Baixo
 - Médio-baixo
 - Médio
 - Alto
- Fonte: limite municipal: IBGE, 2017
 Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
 Sistema geodésico: SIRGAS-2000

Fonte: IBGE (2017)
 Elaboração: Israel Oliveira Jr.

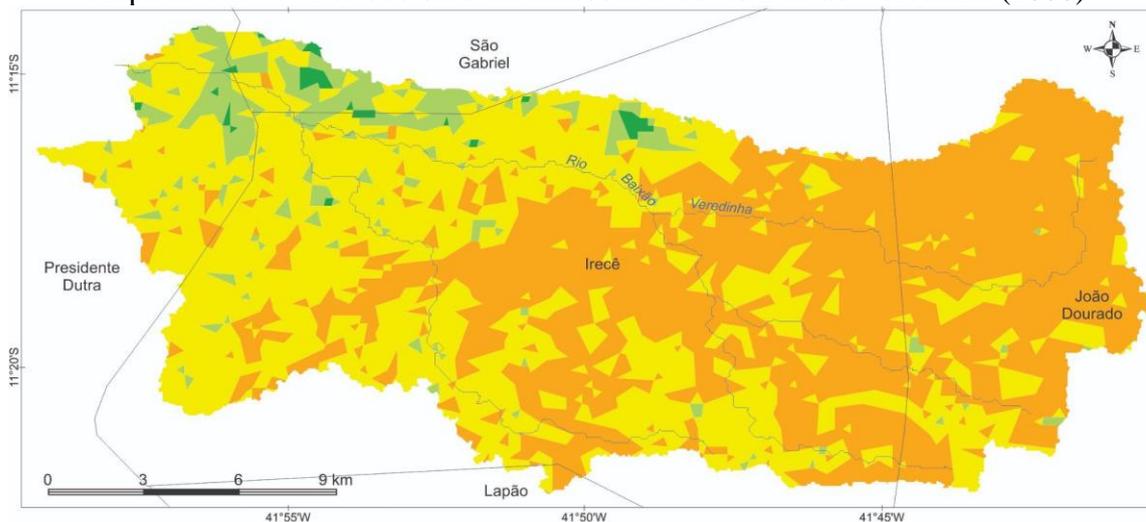
Mapa de NDVI- Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2007)



- Rio
 - Limite municipal
 - Sem dado
 - Baixo
 - Médio-baixo
 - Médio
 - Alto
- Fonte: limite municipal: IBGE, 2017
 Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
 Sistema geodésico: SIRGAS-2000

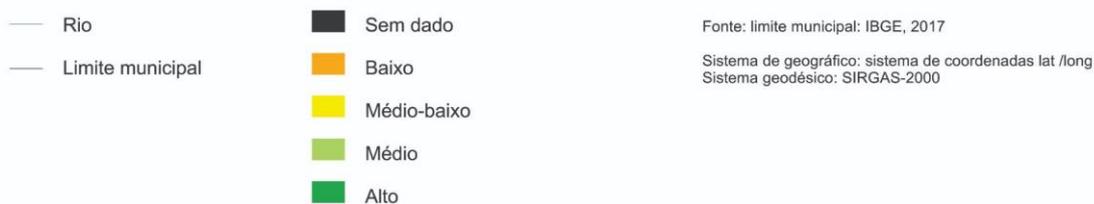
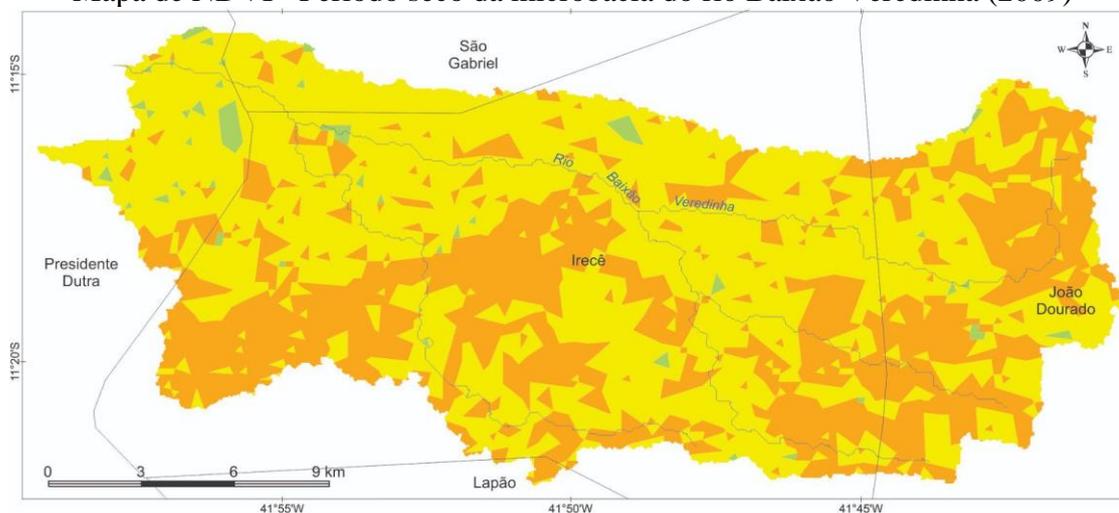
Fonte: IBGE (2017).
 Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2008)



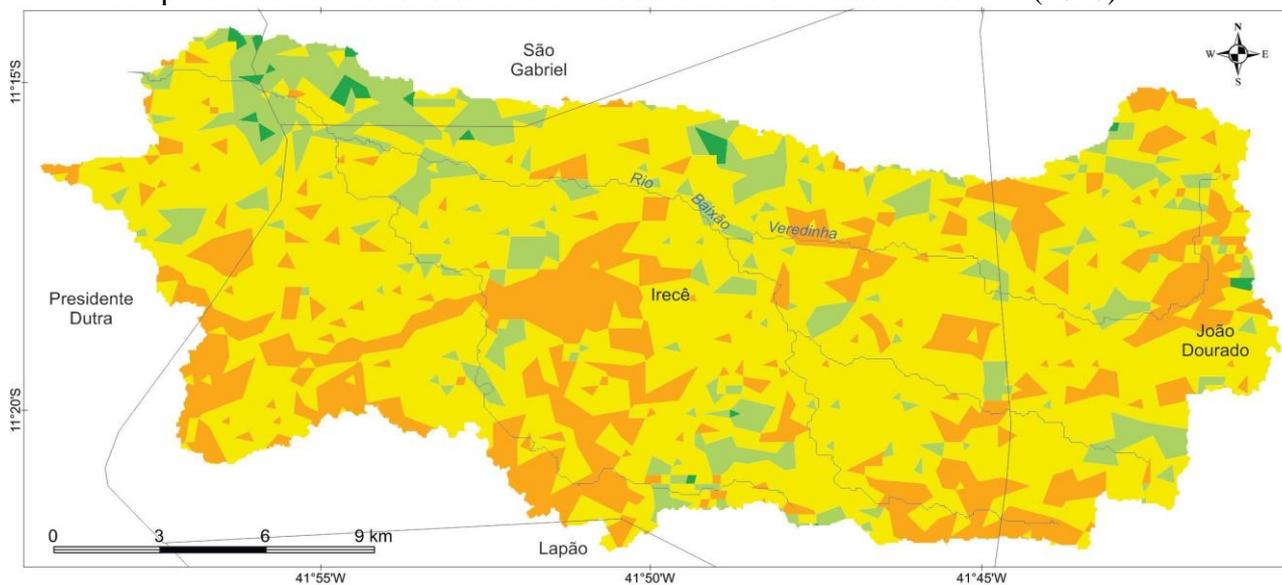
Fonte: IBGE (2017)
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2009)



Fonte: IBGE (2017).
Elaboração: Israel Oliveira Jr.

Mapa de NDVI - Período seco da microbacia do rio Baixão Veredinha (2010)



- | | |
|--------------------|---------------|
| — Rio | ■ Sem dado |
| — Limite municipal | ■ Baixo |
| | ■ Médio-baixo |
| | ■ Médio |
| | ■ Alto |

Fonte: limite municipal: IBGE, 2017

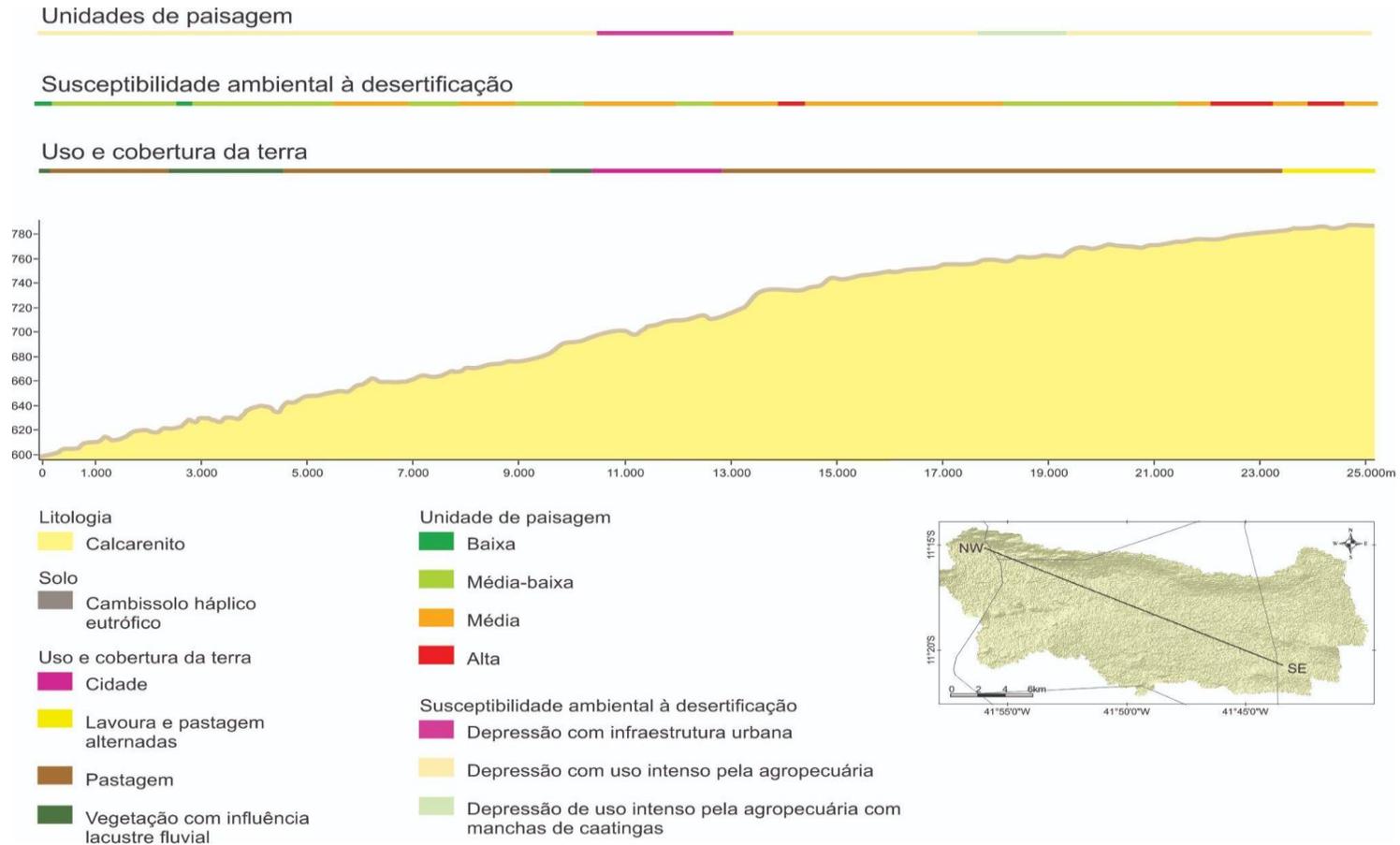
Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
Sistema geodésico: SIRGAS-2000

Fonte: IBGE (2017).

Elaboração: Israel Oliveira Jr.

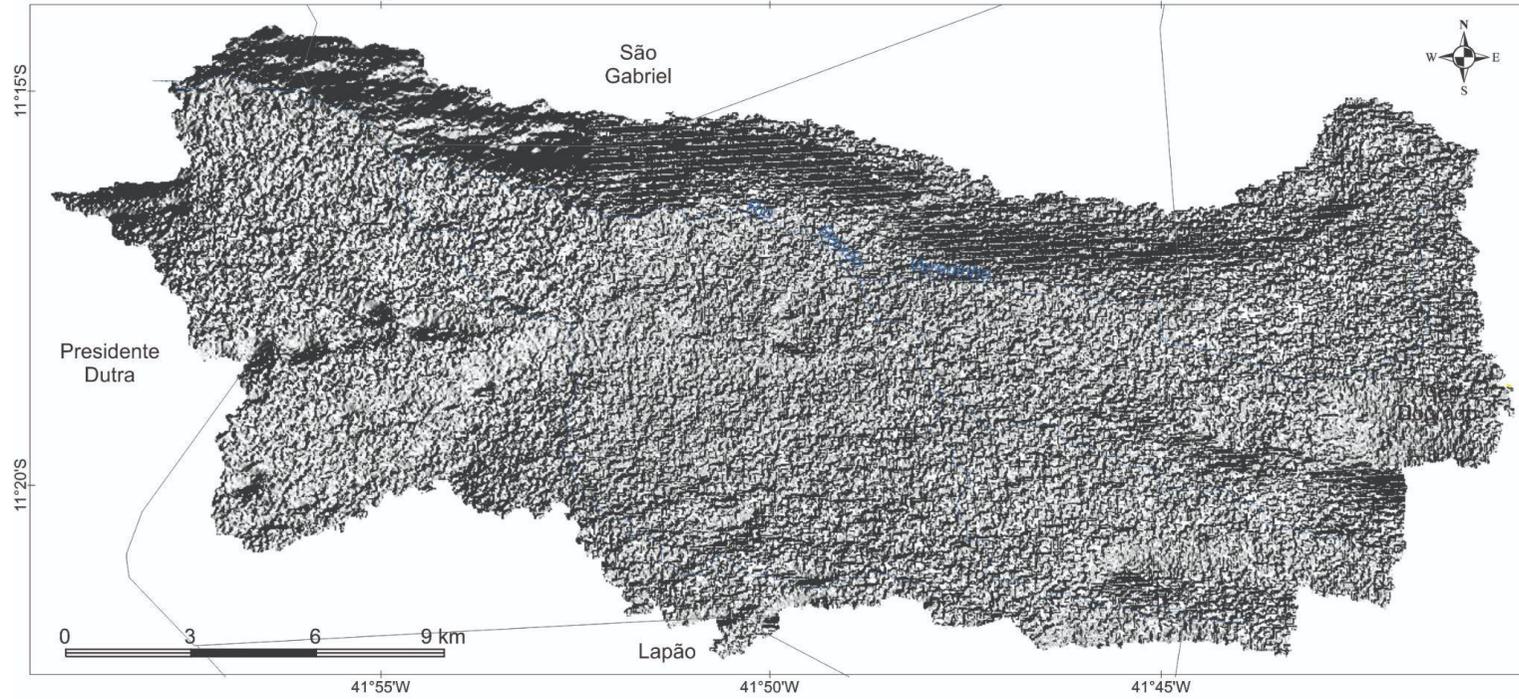
ANEXO B – PERFIL TOPOGRÁFICO

Perfil topográfico da microbacia rio Baixão Veredinha



ANEXO C – RELEVO SOMBREADO

Mapa do relevo sombreado da microbacia do rio Baixão Veredinha



— Rio
— Limite municipal

Alto
Baixo

Fonte: limite municipal: IBGE, 2017
Sistema de geográfico: sistema de coordenadas lat /long
Sistema geodésico: SIRGAS-2000

Fonte: IBGE (2017)
Elaborado pela autora e pelo Israel Oliveira Jr.