



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS HUMANAS E FILOSOFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO TERRITORIAL –  
MESTRADO PROFISSIONAL**

**MÍLVIA OLIVEIRA CERQUEIRA**

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO TERRITÓRIO DO SISAL-BAHIA**

**FEIRA DE SANTANA  
2015**

**MÍLVIA OLIVEIRA CERQUEIRA**

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO TERRITÓRIO DO SISAL-BAHIA**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Territorial - Mestrado Profissional - da Universidade Estadual de Feira de Santana/ UEFES, como requisito para a obtenção do grau de Mestre.**

**Orientadora: Dr<sup>a</sup> Jocimara Souza Britto Lobão**

**FEIRA DE SANTANA  
2015**

## **Ficha Catalográfica – Biblioteca Central Julieta Carteado**

Cerqueira, Mílvia Oliveira  
C395v A vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal-Bahia / Mílvia  
Oliveira Cerqueira. – Feira de Santana, 2015.  
152 f. : il.

Orientadora: Jocimara Souza Britto Lobão.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de

MÍLVIA OLIVEIRA CERQUEIRA

**VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO TERRITÓRIO DO SISAL - BAHIA**

Dissertação de mestrado aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Planejamento Territorial, Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), pela seguinte banca examinadora:

---

**Prof<sup>a</sup> Dra. Jocimara Souza Britto Lobão (UEFS) - Orientadora**

Doutora em Geografia - Universidade Federal de Sergipe

---

**Prof. Dr. Antonio Puentes Torres (UFBA)**

Doutor em Ciências Florestais - Universidade de Córdoba, Espanha

---

**Prof. Dr. Ardemirio de Barros Silva (UEFS)**

Doutor em Geographical Information Systems - Universidade The Open University, Reino Unido

**FEIRA DE SANTANA  
2015**

À minha fração mais linda, minha filha Ianne Cecília, meu ser de luz!  
Um presentinho de Deus, que mesmo tão pequena, sempre compreendeu  
ausências e compartilhou cada vitória.  
Por ela, tenho a certeza de que a vida é compensatória!!!

## AGRADECIMENTOS

Qualquer palavra aqui escrita será pequena diante da gratidão que transmito a todos os anjos que contribuíram à execução de minha pesquisa e trabalho dissertativo de conclusão de curso de mestrado.

Desde o ingresso no Programa de Pós Graduação em Planejamento Territorial – Mestrado Profissional (UEFS), até o presente momento, saboreei das mais diversas e intensas vivências, das quais pude desfrutar de momentos maravilhosos, felizes, construtivos e cooperativos, como também de situações que requereram reflexões e silêncios. Por tudo agradeço, principalmente pelo amadurecimento pessoal e profissional, advindos das experiências peculiares e repletas de bons significados e simbologias.

Agradeço a Deus, razão primária da essência humana e detentor de toda energia que rege a vida, pela perseverança, persistência e fortaleza que deposita sobre mim. Ele sempre me faz acreditar na fé!

À minha rocha matriz, sustentáculo de minha existência, minha família. Primeiramente ao ser mais belo e mais doce, de onde retiro diariamente a dose mais pura e sincera de amor, minha filha Ianne Cecília. Aos meus amados pais Aloísio e Ozenaide, que infinitas vezes abriram mão das próprias vontades para tornarem possíveis os meus sonhos, e os dos meus irmãos Marla e Marcos Alan. A você Inha (Marla), agradeço por toda amizade, cumplicidade e cooperação incondicionais. A você Marquinhos (Marcos), agradeço pelo apoio, credibilidade e auxílio sem medidas. Ao meu querido companheiro Edenilson, que compartilhou comigo todas as etapas de construção da pesquisa, que com seu entusiasmo, sempre me reergueu nos momentos que pensei fraquejar, trazendo brilho aos meus olhos todos os dias. Aos meus lindos avós, que sempre tão carinhosos, muitas vezes sem mesmo compreender ao certo o que é um curso de mestrado, não mediram esforços em ajudar onde fosse necessário. Aos meus tios e primos, que acreditaram em meu potencial. Agradeço também às minhas cunhadas Marla e Elimara e meus sogros por toda colaboração. Eu amo muito todos vocês!

À minha professora, orientadora e amiga Jocimara Lobão. Dona de uma competência sem igual foi com quem aprendi, exponencialmente, a sentir o doce sabor de uma pesquisa científica. Por todas as vezes que pegou em minha mão e mostrou o caminho certo a trilhar, agradeço-lhe imensamente.

À minha professora, orientadora de iniciação científica e amiga Raquel Vale que, com seu jeito meigo e sério, mostrou para mim o que era a academia e ao meu lado construiu as bases sólidas para minha formação. Agradeço muito pelos ensinamentos e boa prosa.

Agradeço também ao colegiado de professores do curso de mestrado, pela construção de conhecimentos, colaborações e parcerias.

Posso dizer com muito orgulho que participo de uma sociedade paralela e secreta, de onde tirei todo o gás e alegria no decorrer do o curso. Agradeço muito ao meu denominado “Bando de Lampião”, composto pelos cangaceiros Morro (Anselmo), Pati (Vitor), Queimadas (Lívia), Raso (Osmar) e Araci (eu), cada um com sua singularidade, fundamental à boa energia do grupo. Vocês são um presente que o mestrado me proporcionou, amizades que levarei para toda vida. Meus agradecimentos também aos demais amigos de turma, com os quais pude desfrutar de discussões calorosas repletas de saberes e boa energia, obrigado por confiarem a mim, também, a atribuição de representante discente.

Aos meus queridos amigos-irmãos Margareth, Luíz Gonzaga e a pequena Luíze, com os quais posso contar em todas as esferas da minha vida, por quem tenho muito carinho, admiração e gratidão.

Aos companheiros do Grupo de Pesquisa CNPq Natureza, Sociedade e Ordenamento Territorial, ambiente alegre em que sempre desenvolvi minhas atividades de pesquisa.

Sou grata também ao amigo Israel, pela boa disposição em colaborar com a execução do trabalho. Às minhas companheiras de geografia e amigas Gleize, Karine. À Luciana Siqueira, Anita e Valter e todos meus amigos aracienses.

À Fapesb, pela concessão de bolsa de mestrado, com a qual eu obtive viabilidade econômica para a realização deste trabalho.

A todos que enxergam no ambiente o néctar essencial à vida, que prezam pelo equilíbrio harmônico da natureza, disseminando a boa semente da preservação das paisagens.

## RESUMO

A dimensão ambiental dentro do planejamento é fundamental para a gestão e ordenamento de territórios. A materialização do patrimônio natural, das formas, dos usos antrópicos, das ocupações e dos estados de equilíbrio ou instabilidade, manifesta-se na paisagem. A interação natureza-sociedade favorece a compreensão do sistema ambiental, haja vista que a interdependência dos componentes constituintes da paisagem (físicos, biológicos e humanos), traduz padrões, que demonstram níveis de agradação e/ou degradação decorrentes das intervenções antrópicas. Os processos de vulnerabilidade apontam graus de exposição e extensão do sistema ambiental em relação aos fatores, elementos e processos de interferência em sua homeostase e em sua capacidade de resiliência, frente a impactos negativos externos e desequilíbrios nos ciclos naturais que, de acordo com a ecodinâmica (TRICART, 1977), indicam o quadro de estabilidade/instabilidade dos componentes bióticos, abióticos e antrópicos integrados na paisagem através de trocas de matéria e energia. Neste sentido, analisou-se na pesquisa, a vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal (Bahia), constituído pela Lei Estadual nº 10.705/2007, a partir de uma perspectiva sistêmica de abordagem ambiental. A unidade delimita-se em 20 municípios – Araci, Barrocas, Biritinga, Candeal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Tucano, Teofilândia e Valente, os quais se encontram inseridos no semiárido, com a ocorrência de caatingas, cerrados, pediplanos, tabuleiros e representatividade da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru. Através das técnicas de geoprocessamento, a organização de banco de dados espaciais georreferenciados, com variáveis naturais e socioeconômicas, o mapeamento de uso e cobertura das terras, o levantamento de campo e os modelos integrados pela lógica *fuzzy*, evidenciou-se que o leste do Território do Sisal possui os maiores níveis de vulnerabilidade ambiental, causadas pela consorciação entre a composição litológica, a estrutura dos solos, a declividade e forma do terreno, o desmatamento dos biomas e, principalmente, as atividades agrícolas de subsistência e pecuária extensiva, as quais se configuram como força motriz à degradação do patrimônio natural local.

**Palavras-Chave:** Paisagem. Sistema ambiental. Ecodinâmica. Geoprocessamento. Semiárido.

## ABSTRACT

The environmental dimension into the planning is critical to managing and planning territories. The materialization of the natural heritage, of shapes, anthropogenic uses, occupations and equilibrium states or instability, manifested in the landscape. The interaction nature and society fosters an understanding of the environmental system, given the interdependence of the landscape of the constituent components (physical, biological and human), translate patterns that demonstrate levels of aggradation and / or degradation resulting from human interventions. The vulnerability processes, point degree of exposure and extent of the environmental system in relation to factors interfering elements and processes homeostasis and their resilience, against external impacts and negative imbalances in the natural cycle, which according to ecodynamics (TRICART, 1977), show the picture of stability / instability of biotic components, abiotic and man-made, integrated into the landscape through matter and energy exchanges. In this sense, it analyzed in the survey, environmental vulnerability of the Sisal Territory (Bahia), constituted by the State Law No. 10,705 / 2007, from a systemic perspective of environmental approach. The unit-bounds in 20 municipalities - Araci, Baroque, Biritinga, Candeal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Northeast, Burning, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, Santo Domingo, Serrinha Toucan Teofilândia and Valente, which are inserted into the semi-arid, with the occurrence of caatingas, Savannas, pediplanos, trays and representativeness of the River Basin Itapicuru. By using geoprocessing techniques, the organization of georeferenced spatial database with natural and socioeconomic variables, the use of mapping and coverage of land, the field survey and models integrated by fuzzy logic, it became clear that the East Territory Sisal has the largest environmental vulnerability levels, caused by intercropping between lithological composition, soil structure, slope and shape of the terrain, deforestation of biomes and especially agricultural activities of subsistence and extensive cattle, which are constitute a driving force to the degradation of the natural heritage site.

**Keywords:** Landscape. Environmental System. Ecodynamics. Geoprocessing. Semiarid.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização e Municípios do Território do Sisal – Bahia .....	17
Figura 2 - Etapas de Desenvolvimento da Pesquisa.....	24
Figura 3 - Mapa com a articulação das imagens RapidEye para o Território do Sisal.....	27
Figura 4 - Mapa dos Territórios de Identidade do Estado da Bahia.....	37
Figura 5 - Esquema Ilustrativo da Concepção de Paisagem.....	42
Figura 6 - Esquema Ilustrativo com Definições de Critérios de Análise Ambiental.....	50
Figura 7 - Esquema Integrado Sobre a Compreensão da Vulnerabilidade Ambiental.....	56
Figura 8 - Mapa das Regiões de Planejamento e Gestão das Águas e Isoietas do Território do Sisal .....	66
Figura 9 - Mapa da Litologia do Território do Sisal.....	68
Figura 10 - Mapa dos Compartimentos Geomorfológicos do Território do Sisal.....	69
Figura 11 - Mapa de Altimetria do Território do Sisal .....	70
Figura 12 - Mapa de Declividade do Território do Sisal.....	71
Figura 13 - Mapa de Solos do Território do Sisal .....	73
Figura 14 - Mapa da População Total do Território do Sisal, Segundo Censo Demográfico do IBGE de 2010.....	76
Figura 15 - Evolução da População Total do Território do Sisal, Segundo o Censo Demográfico de 1980, 1990, 2000, 2010 e Pesquisa Anual de 2014 do IBGE .....	77
Figura 16 - Percentual da População Rural e Urbana em Relação à População Total do Território do Sisal entre nos Anos de 1991, 2000 e 2010 .....	78
Figura 17 - Índice de Performance Social do Território do Sisal e o ranking dos municípios em relação ao estado da Bahia.....	80
Figura 18 - Índice de Performance Econômica do Território do Sisal e o ranking dos municípios em relação ao estado da Bahia.....	82
Figura 19 - PIB Total, Valor Adicionado ao PIB (Milhões) pelos Setores da Economia dos Municípios do Território do Sisal - 2010.....	83
Figura 20 - Mapa de Áreas Requeridas para Pesquisa e Mineração do Território do Sisal ...	84
Figura 21 - Mapa do Efetivo de Rebanho Ovino (cabeças) do Território do Sisal - 2011 .....	87
Figura 22 - Mapa do Efetivo de Rebanho Caprino (cabeças) do Território do Sisal - 2011 .....	88
Figura 23 - Mapa do Efetivo de Rebanho Bovino (cabeças) do Território do Sisal - 2011.....	89
Figura 24 - Mapa de Produção de Mandioca (toneladas) do Território do Sisal - 2011.....	91
Figura 25 - Mapa de Produção de Feijão (toneladas) do Território do Sisal - 2011.....	92
Figura 26 - Mapa da Produção de Milho (toneladas) do Território do Sisal - 2011 .....	93
Figura 27 - Mapa da Produção de Castanha de Caju (toneladas) do Território do Sisal – 2011 .....	94
Figura 28 - Mapa da Produção de Fibras de Sisal do Território do Sisal – 2011 .....	95
Figura 29 - Esquema Ilustrativo dos Níveis Hierárquicos das Classes do Mapa de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal .....	98
Figura 30 - Esquema com Informações Necessárias à Fotointerpretação das Imagens RapidEye (RGB – 5, 3, 2), para Mapeamento de Uso e Cobertura do Território do Sisal....	101
Figura 31 - Percentual das Áreas Antrópicas, Naturais e Recobertas por Água.....	105
Figura 32 - Mapa de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal .....	107
Figura 33 - Percentual das Classes de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal ...	109
Figura 34 - Plantação de Milho no Município de Cansanção .....	109
Figura 35 - Lajedo no Município de Monte Santo.....	110

Figura 36 - Solo Exposto no Município de Santaluz.....	111
Figura 37 - Caatinga Arbóreo-arbustiva Antropizada por Pisoteio de Rebanho Caprino e Ovino no Município de Santaluz .....	112
Figura 38 - Lavoura de Sisal no Município de Valente .....	113
Figura 39 - Batedeira Comunitária de Sisal da APAEB no município de Valente .....	113
Figura 40 - Caatinga Arbóreo-arbustiva de Altitude no Município de Itiúba.....	114
Figura 41 - Superfícies de erosão acelerada em tabuleiros sedimentares, na localidade do Buraco do Vento do município de Tucano .....	115
Figura 42 - Espécies do Bioma Cerrado .....	116
Figura 43 - Mapa com os Pontos de Controle de Campo para a Validação do Mapa de Uso de Cobertura das Terras do Território do Sisal .....	119
Figura 44 - Testes dos Modelos Resultantes da Integração Fuzzy das Variáveis Pertinentes à Mensuração da Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal .....	126
Figura 45 - Mapa de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal.....	132
Figura 46 – Modelo com Integração Fuzzy de Declividade, Geologia, NDVI, Solos e Uso e Cobertura das Terras.....	133
Figura 47 - Caatinga arbóreo-arbustiva de altitude nas áreas de interflúvios no município de Serrinha.....	135
Figura 48 - Mapa da Distribuição Percentual da Classe de Muito Alta Vulnerabilidade Ambiental dos Municípios do Território do Sisal .....	136
Figura 49 - Voçorocamento na Localidade do Buraco do Vento no Município de Tucano.....	137
Figura 50 - Plantação de Mandioca em Propriedade Rural no Município de Biritinga.....	138
Figura 51 - Pontos de análise da vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal .....	140

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População Urbana, Rural e Total do Território do Sisal – 2010.....	77
Tabela 2 - Valor Adicionado, PIB e PIB Per Capita da Bahia, Território do Sisal e Seus Municípios - 2010 .....	81
Tabela 3 - Produtos Agrícolas de Lavoura Temporária e Permanente do Território do Sisal - 2011 .....	85
Tabela 4 - Efetivo de Rebanhos do Território do Sisal - 2011 .....	86
Tabela 5 - Extensão e Percentual das Classes de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal .....	108
Tabela 6 - Matriz de Correspondência entre as Classes do Mapa de Uso e Cobertura das Terras e os Pontos de Controle de Campo do Território do Sisal .....	120
Tabela 7 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Declividade do Território do Sisal.....	127
Tabela 8 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável NDVI do Território do Sisal.....	129
Tabela 9 - Índice Fuzzy e Áreas de Abrangência das Classes de Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal (km <sup>2</sup> e %) .....	133

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dados, Fonte, Escala e Informações Utilizados para a Análise da Vulnerabilidade do Território do Sisal, em ambiente SIG.....	22
Quadro 2 - Estudos Pioneiros do Ambiente a Partir de Noções Sistêmicas.....	44
Quadro 3 - Trabalhos Desenvolvidos a Partir da Análise Integrada do Ambiente.....	49
Quadro 4 - Tipos de Vulnerabilidade para Estudos de Ambientes Naturais e Antrópicos.....	51
Quadro 5 - Diversidade Conceitual da Vulnerabilidade Ambiental.....	53
Quadro 6 - Atividades dos Setores Econômicos Agregadas ao PIB.....	81
Quadro 7 - Variáveis Utilizadas para Modelagem, Justificativa e Seus Critérios Pertinentes à Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal.....	123
Quadro 8 - Modelos, Operador Utilizado, Variáveis Integradas, Reclassificações e Intervalos Fuzzy para Mensuração da Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal.....	124
Quadro 9 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Geologia (litotipos) do Território do Sisal.	128
Quadro 10 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Solo do Território do Sisal.....	130
Quadro 11 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal.....	131
Quadro 12 - Níveis de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal, uso e cobertura correspondente e recomendações de acordo com pontos de controle de campo .....	141

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E FERRAMENTAS GEOTECNOLÓGICAS DE PESQUISA.....</b>	<b>19</b>
2.1 Geotecnologias, SIG e Banco de Dados no Estudo Ambiental .....	20
2.2 Mapeamento de Uso e Cobertura das Terras.....	24
2.3 Criação de Modelos para Análise da Vulnerabilidade Ambiental .....	30
<b>3. ABORDAGENS SOBRE O SISTEMA AMBIENTAL: CATEGORIAS E DEFINIÇÕES.....</b>	<b>33</b>
3.1. Legislação e Planejamento Ambiental.....	33
3.2 Paisagem: Definições, Análises Ambientais e Ecodinâmica .....	38
3.3 Vulnerabilidade Ambiental e Definições Norteadoras.....	50
3.3.1 Uso e cobertura da terra como subsídio à análise da vulnerabilidade ambiental.....	56
<b>4 O TERRITÓRIO DO SISAL: PADRÕES SOCIOAMBIENTAIS .....</b>	<b>61</b>
4.1 Ocupação do Semiárido e do Território do Sisal.....	61
4.2 A Paisagem Natural do Território do Sisal .....	64
4.3 Perfil Socioeconômico do Território do Sisal .....	75
<b>5 USO E COBERTURA DAS TERRAS DO TERRITÓRIO DO SISAL: MAPEAMENTO E ANÁLISES .....</b>	<b>97</b>
5.1 Classes do Mapeamento de Uso e Cobertura das Terras .....	97
5.2 Mapa de Uso e Cobertura das Terras.....	105
5.3 Validação do Mapa de Uso e Cobertura das Terras.....	118
<b>6 VULNERABILIDADE DO TERRITÓRIO DO SISAL: MODELOS E ANÁLISES.....</b>	<b>122</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>144</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>148</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As formas de apropriação antrópica, reveladas nos processos de ocupação das terras, denotam enredos ambientais através do envolvimento sistêmico entre elementos de ordem física, biológica e social, os quais desenvolvem funcionalidades cruciais para a configuração da paisagem. A interação natureza-sociedade é uma relação de fundamental importância na compreensão de cenários da paisagem e, por tal razão, torna-se provocativo pensar no patrimônio natural e em sua importância na constituição do espaço geográfico. Os estudos que envolvem a dimensão social e natural integradas possibilitam ampliar a apreensão ambiental, tanto no campo teórico quanto metodológico.

Considerada como um recurso, a natureza é explorada a partir e para, a manutenção das condições materiais de existência, indicando que a problemática do ambiente não se configura apenas no campo natureza-sociedade, mas também na dimensão homem-homem. A crise ambiental, reconhecida a partir da metade do século XX, é resultado das formas inapropriadas com que a sociedade se apossa dos recursos naturais, traduzidas em impactos, riscos, degradações e vulnerabilidades, que são causas e/ou consequências do desmatamento de biomas, da extinção da biodiversidade, da erosão e deterioração dos solos, da escassez hídrica e da queda produtiva de lavouras agrícolas e produção pecuária.

O surgimento das influências antrópicas-sociais nos discursos da natureza e paisagem, tem promovido mudanças nas concepções de análise, o que favorece um avanço na compreensão dos desequilíbrios ambientais. Logo, afirma-se que a ação humana é a principal causadora de degradação ecológica, o que repercute, ironicamente, em outras crises, como social, econômica, populacional e cultural, elucidando que a desestabilidade ambiental é também da vida humana.

A vulnerabilidade mede o grau de exposição de determinado ambiente aos processos de interferência em seu equilíbrio homeostático, geradores de suscetibilidade e fragilidade. Ao ser considerado como vulnerável, uma paisagem está engendrada de deterioração, delineando baixa capacidade de resiliência e adaptação frente às atividades erosivas e intempéricas, o que rebata em aceleração dos processos morfogenéticos denudacionais (TRICART, 1977). A vulnerabilidade expressa a possibilidade de ocorrência de risco ambiental, investigada por meio das

características biofísicas e socioeconômicas que interferem no funcionamento do sistema de uma paisagem.

Em paisagens semiáridas, onde a seca constitui um fenômeno climático natural e periódico, a instauração da vulnerabilidade aos riscos ambientais, potencializa a aridez, por meio da denudação de superfícies e queda da aptidão germinativa de floras e habitat de faunas. No semiárido baiano, as atividades agropastoris são consorciadas com o desmatamento de caatingas, tornando-se forças motrizes de devastação ambiental que, conseqüentemente, intensificam e retroalimentam processos degradativos, haja vista a baixa capacidade de recomposição inerente a esses sistemas (LOBÃO, 2013).

A paisagem ambiental é materializada a partir da socialização do patrimônio natural e, portanto, constitui-se e (re)produz-se em toda a superfície planetária. Portanto, deve buscar a totalidade e complexidade ambiental, haja vista que os rebatimentos de uma natureza degradada recaem sobre a vida social. Sendo assim, o ambiente está no jogo de relações antrópicas, tanto à paisagem, quanto ao espaço geográfico, regiões e territórios, demandando planejamentos e ordenamentos em caráter holístico.

Muito se discute sobre o recorte espacial para estudos ambientais e da paisagem. A bacia hidrográfica é considerada a opção que melhor se adequa a estudos que envolvem análises sistêmicas. Entretanto, o planejamento e gestão são difíceis, pois nunca se ajusta aos limites políticos, econômicos e sociais. Nesta lógica, optou-se pelo recorte adotado atualmente pelas políticas públicas na Bahia, Território de Identidade (BAHIA, 2007).

Um território de identidade se constrói por meio de um conjunto de relações sociais, culturais, econômicas, ambientais e políticas, construídas historicamente num espaço físico delimitado. Regionaliza-se em locais onde a população constrói sua identidade e coesão social.

Partindo dessas concepções, traçou-se como objetivo geral de pesquisa, analisar a vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal (Bahia), por meio de modelos que integrem variáveis pertinentes à dinâmica do ambiente. E como objetivos específicos: i) realizar uma revisão teórica dos principais conceitos e procedimentos de análise integrada da paisagem; ii) construir um banco de dados espaciais com informações sobre o quadro natural e social do território, com suporte das geotecnologias de informação; iii) elaborar um mapa de uso e cobertura das

terras para melhor compreender a apropriação do patrimônio natural; iv) gerar um modelo de vulnerabilidade ambiental através da integração *fuzzy* de dados pertinentes à temática abordada.

Ressalta-se que a mensuração da vulnerabilidade fornece subsídio à elaboração de políticas de planejamento territorial, com o intuito de ordenar as situações de risco ambiental e fomentar medidas de utilização sustentável e equilibrada dos recursos naturais. Em diversas áreas da esfera social, seja no domínio acadêmico-científico ou governamental, a vulnerabilidade tem sido a ideia-chave condutora das ações, análises e propostas sobre a problemática ambiental, a exemplo das elaborações de Zoneamentos Ecológicos e Econômicos para gestão ambiental e territorial.

O Território do Sisal (TS) é um dos 27 territórios de identidade instituídos para a gestão do estado da Bahia (BAHIA, 2007). Localiza-se na porção nordeste do estado, entre as latitudes 09°46'18" e 12°11'23" Sul e longitudes 38°06'09" e 40°24'52" Oeste, com área total de 20.473 Km<sup>2</sup> e população de 581.813 habitantes (IBGE, 2010), distribuída em 20 municípios, a saber: Araci, Barrocas, Biringinga, Candéal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santaluz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente (figura 1).

Totalmente inserido no semiárido, o TS possui um ambiente marcado por degradações e vulnerabilidades, traços consequentes das formas de ocupação que ali se instalaram e das incoerências do desenvolvimento agropecuário preponderante, as quais representam agentes de deterioração ambiental (CERQUEIRA e VALE, 2011; 2012; 2013). A paisagem do Território do Sisal é analisada na pesquisa, a partir de abordagens sistêmicas gestadas na Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanfy (1977), e das concepções ambientais da Ecodinâmica de Tricart (1977), que nortearam a ponderação da vulnerabilidade do TS, considerando o balanço morfogênese e pedogênese, que define meios estáveis, instáveis e intermediários.

As técnicas de geoprocessamento são utilizadas amplamente como uma eficaz ferramenta de aquisição, tratamento e cruzamento de dados, permitindo o monitoramento das condições ambientais e confecção de modelos, tornando-se a âncora para a realização dos procedimentos metodológicos da pesquisa. A organização de bancos de dados espaciais georreferenciados, o mapeamento de uso



Os procedimentos metodológicos e a síntese das ferramentas geotecnológicas utilizados no desenvolvimento da pesquisa, estão organizados no item 2, que informa questões relacionadas à elaboração do banco de dados espaciais, às técnicas de realização do mapeamento de uso e cobertura das terras e sua validação, e por fim, ao processo de modelagem de dados em lógica *fuzzy*, pertinentes à análise e mensuração da vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal.

A base teórica conceitual, norteadora da pesquisa, está estruturada no item 3, onde se discute as categorias e abordagens sistêmicas de análise ambiental, as concepções integradas da paisagem e definições da vulnerabilidade, além da contextualização da regionalização do Território do Sisal e dos fundamentos e técnicas de mapeamento de uso e cobertura das terras. No item 4 estão organizadas as características ambientais e sociais do TS, a geologia, geomorfologia, solos, hidrografia, clima e vegetação, além da população, PIB, IDH, produção agrícola e pecuária, subsidiando a análise da paisagem.

O mapa de uso e cobertura das terras é apresentado e discutido no item 5, acrescido da adequação do sistema de classificação do IBGE (2012; 2013), dos níveis hierárquicos das classes, da fotointerpretação e da validação das classes a partir dos pontos de controle de campo. No sexto e último item do trabalho estão contidos os modelos ambientais do Território do Sisal, os membros *fuzzy* ponderados, as variáveis integradas e as análises do processo de vulnerabilidade, indicando as condições de estabilidade e instabilidade ambiental.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E FERRAMENTAS GEOTECNOLÓGICAS DE PESQUISA**

A vulnerabilidade é uma abordagem de investigação ambiental e expressa o grau de exposição e resistência de determinado sistema aos fatores e processos de interferência em sua dinâmica natural da paisagem, em seu padrão de resiliência. Para a análise da vulnerabilidade faz-se necessário conhecer e analisar os elementos indicadores de equilíbrio da paisagem, de morfogênese e/ou pedogênese.

Para a compreensão da paisagem e da ocorrência de vulnerabilidades, utilizou-se das noções derivadas da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Bertalanfy (1977), a qual influenciou estudos da paisagem através de abordagens integradas, a saber, a Ecodinâmica de Tricart (1977), o Geossistema de Bertrand (2007) e Sotchava (1977), a Ecogeografia de Tricart (1979) e Jurandyr Ross (2006), entre outros. Os direcionamentos de Tricart (1977) para classificar os meios em estáveis, instáveis e intermediários, através do balanço ecodinâmico morfogênese/pedogênese nortearam a execução das etapas teórico-metodológicas de análise da vulnerabilidade do Território do Sisal, acrescidas das contribuições de Almeida (2010), Crepani (2001), Christofolletti (1999), Figueirêdo (2010), Lobão (2006; 2013), Mendonça (2002), Mezzomo (2008), Santos (2004), Tansley (1934), dentre outros, os quais desenvolveram estudos, pesquisas e metodologias a partir das concepções sistêmicas do ambiente.

Na atualidade, a tecnologia informacional é atuante na construção de técnicas, inovações e demandas sociais. Segundo Santos (2004), vive-se o meio técnico, científico e informacional, o qual vem dinamizando, além de outras esferas da sociedade, as formas de se realizar pesquisa acadêmica e de se explicar a realidade com toda sua diversidade. É nesse contexto que os estudos da paisagem passaram a integrar as tecnologias da informação, como ferramentas de obtenção de elementos espaciais e de construção de conhecimento. Partindo desta perspectiva, discutem-se no capítulo os materiais, os métodos e os procedimentos geotecnológicos utilizados para a elaboração e sistematização dos dados e informações pertinentes à análise e modelagem da vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal. Todo o conjunto de elementos, ferramentas e metodologias foi organizado à luz das concepções teóricas de análise integrada da paisagem.

## 2.1 Geotecnologias, SIG e Banco de Dados no Estudo Ambiental

O geoprocessamento é uma forma de aproximação entre as representações espaciais e a realidade de fato, numa dimensão holística. Por Silva (2007), ele é considerado um ramo da computação eletrônica de processamento de dados georreferenciados, o qual possui o objetivo de transformá-los em ganhos de conhecimento. Os produtos oriundos da utilização do geoprocessamento são resultantes da abstração da totalidade espacial, da constituição de cenários sobre bases cartográficas.

As geotecnologias formam um conjunto de técnicas e meios de se estudar a superfície terrestre frente às necessidades biofísicas, naturais, ambientais e sociais; são compostas pelo sistema de informação geográfica (SIG), sensoriamento remoto, cartografia, *global positioning system* (GPS), geoestatística, etc (SILVA, 2003). Segundo Lobão (2013), a inserção das geotecnologias nas análises espaciais, ambientais e de ordenamento territorial fez crescer a quantidade de informações geradas e a complexidade na interpretação dos dados, possibilitando operações e análises eficazes.

O SIG faz parte do conjunto geotecnológico e pode ser compreendido como um arsenal de ferramentas necessárias à análise de dados espaciais, oferecendo alternativas de entendimento das formas, processos e agentes dinamizadores do ambiente. A aplicabilidade do SIG é ampla – Geografia, Meteorologia, Biologia, Agronomia, Geologia, Urbanismo, etc. -, e possui capacidades diversas e eficazes de integração, armazenamento, visualização, acurácia, recuperação e modelagem de dados, o que possibilita a sistematização de alternativas para a interpretação do fenômeno ambiental em questão. A premissa do SIG é a espacialização, que se configura na localização espacial relacionada a um sistema de coordenadas (LOBÃO, 2013).

O uso desses sistemas é crescente para a representação de ambientes. Isto se deve, exatamente, à capacidade que possuem de considerar, de forma integrada, a variabilidade taxonômica, a expressão territorial e as alterações temporais verificáveis em uma base de dados georreferenciada (SILVA, 2007, p. 24).

A análise das estruturas ambientais dentro do campo das geotecnologias deve surgir da relação entre as técnicas do geoprocessamento, a experiência do pesquisador e a dinâmica da paisagem, numa perspectiva transdisciplinar, a qual direciona a compreensão do sistema ambiental. Vale ressaltar que o levantamento de campo é um suporte fundamental na produção de dados e, portanto, deve ser bem planejado e executado, pois, em parceria com o SIG, direciona as análises propostas (LOBÃO, 2006). O sistema de organização e sistematização de dados espaciais georreferenciados é percebido e concebido então, como uma composição de fenômenos reais e virtuais, a qual se estrutura através do relacionamento integrado de seus elementos.

A mensuração da vulnerabilidade no Território do Sisal é complexa, por abarcar uma dimensão regional, com multiplicidade de fatores, forças motrizes, agentes e processos, e por demandar da interdependência de uma teia de dados sobre os padrões ambientais. O conjunto de dados espaciais é necessário para dimensionar as abordagens e para a obtenção de resultados coerentes com a realidade estudada, o que justifica a organização de um banco de dados georreferenciados, disponível para a análise e integração.

A composição de um banco de dados se dá pela sistematização de camadas de dados secundários e disponibilizados, e de dados primários produzidos de acordo com o objetivo de pesquisa. Assim, são de suma importância a qualidade dos dados coletados e elaborados, a adequação das escalas cartográficas destes, o sistema de referência (coordenadas) e a compatibilização dos formatos dos arquivos, assegurando então a integridade das informações produzidas. Silva (2003) afirma que a organização de dados para um ambiente SIG corresponde a 75% dos esforços físicos, financeiros e intelectuais de um projeto que utilize das técnicas de geoprocessamento.

Inúmeros dados podem fazer parte de estudos integrados do ambiente, gerando informações sobre a paisagem, porém alguns deles assumem maior pertinência aos estudos de vulnerabilidade ambiental. O banco de dados espaciais organizado no contexto deste trabalho tem a finalidade de subsidiar a caracterização ambiental e social do Território do Sisal, o mapeamento de uso e cobertura das terras e a elaboração de modelos de vulnerabilidade, por intermédio da lógica *fuzzy*. Os principais dados utilizados e integrados encontram-se sistematizados no quadro 1, com sua respectiva fonte e escala.

**Quadro 1 - Dados, Fonte, Escala e Informações Utilizados para a Análise da Vulnerabilidade do Território do Sisal, em ambiente SIG**

DADO	FONTE/ANO	ESCALA / RESOLUÇÃO	INFORMAÇÃO
População	IBGE, 1980, 1990, 2000, 2010a e 2014	Municipal	População total e distribuição urbana e rural
Hidrografia e RPGA's	INGÁ, 2007; SIG-BAHIA, 2003;	1:500.000	Região de Planejamento e Gestão das Águas do Rio Itapicuru, drenagem e principais rios da bacia hidrográfica
Índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM)	PNUD, 2010	Municipal	IDHM de 1991, 2000 e 2010
Imagem RapidEye	SEI, 2009/2010	5 metros	56 cenas do sensor RapidEye para a elaboração do mapa de uso e cobertura das terras
Limite político administrativo	IBGE, 2010b	1:1.000.000	Localização pontual de povoados, vilas, distritos e localidades do Território do Sisal
Mapa de solos	SIG-BAHIA, 2003	1:250.000	Classes e características
Mapa geológico	SIG-BAHIA, 2003	1:250.000	Rochas, litologia e estrutura
Mapa geomorfológico	Cerqueira, 2012	1:100.000	Unidades estruturais, morfoesculturais, morfológicas e formas de relevo
MOD13	NASA, 2010	250 metros	Análise da biomassa verde pelo NDVI de período seco
Modelo digital de terreno (MDT)	INPE, 2001	30 metros	Morfometria do relevo (declividade, altimetria, rugosidade). Produtos oriundos do projeto da NASA (2001) denominado Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), disponibilizados no projeto TOPODATA
Pontos de campo	Cerqueira, 2011; 2014	-	Levantamento de dados e informações primárias em campo, para verificação e validação dos produtos gerados no ambiente SIG
Produção agropecuária	SEI, 2014	Municipal	Produtividade agrícola (feijão, mandioca, milho, sisal e caju) e pecuária (bovino, caprino e ovino) do ano de 2011
Bruto (PIB)	SEI, 2014	Municipal	Produto Interno Bruto no ano de 2010
Recursos Minerais	DNPM, 2008	1:250.000	Áreas requeridas para mineração
Rodovias	SIG-BAHIA, 2003	1:500.000	Principais rodovias

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Para a caracterização socioeconômica do Território do Sisal (TS) em ambiente SIG, principalmente dos aspectos de produção agropecuária e PIB, utilizou-se dos dados do 26º Anuário Estatístico da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) do ano de 2014, o qual se configura como uma síntese da organização de informações estatísticas e registros administrativos de todo o estado,

contemplando as temáticas ambientais, sociais e econômicas dos territórios de identidade. A SEI utiliza como base para o Anuário os dados do IBGE do ano de 2010 e 2011, correspondentes ao período das imagens RapidEye (2009/2010), utilizadas na fotointerpretação e elaboração do mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal, integrando junto as demais variáveis na modelagem de vulnerabilidade ambiental do TS.

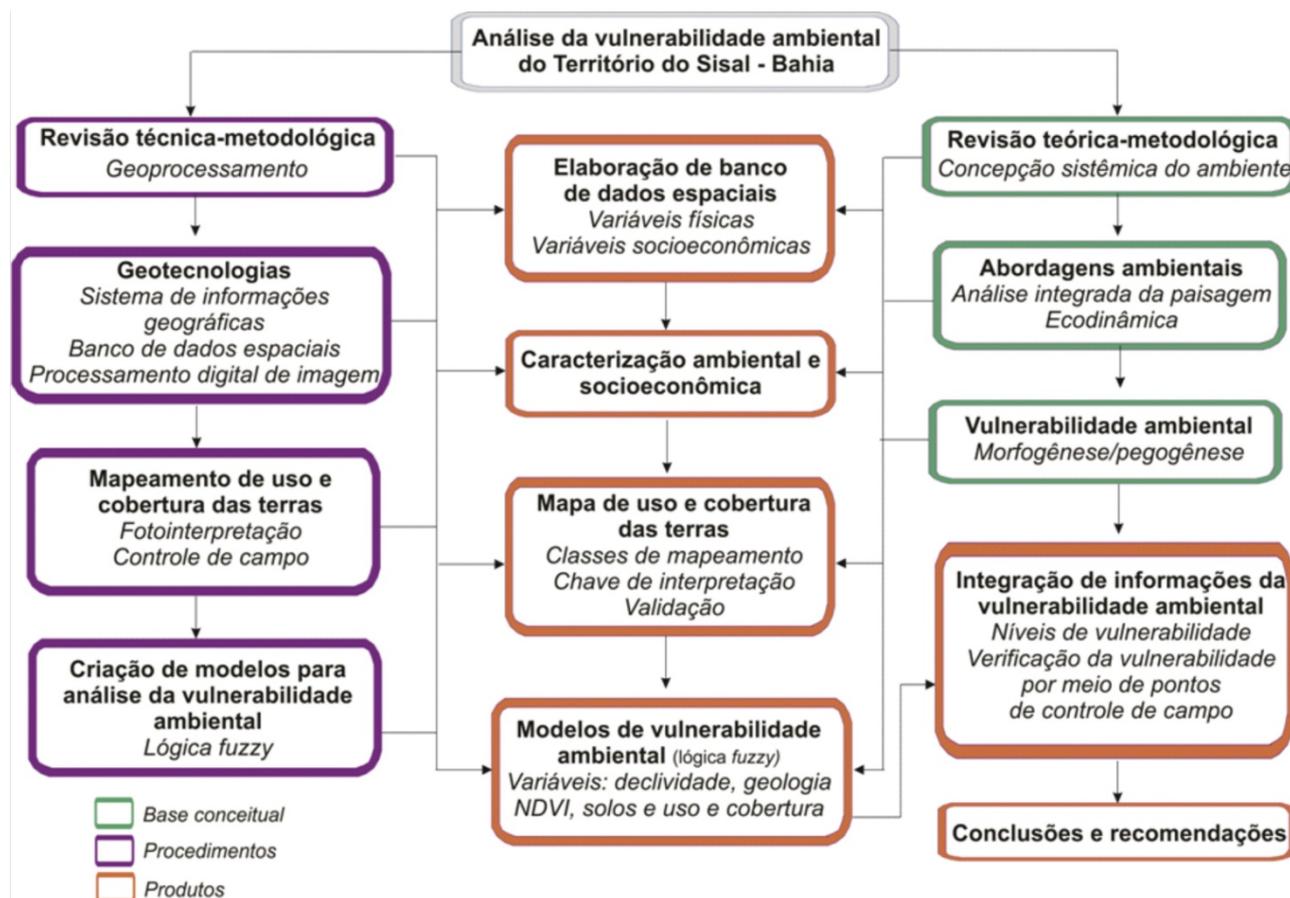
O dado MOD13 é um produto do sensor MODIS que tem como característica gerar índices de vegetação com baixa interferência de elementos atmosféricos, dentre os quais o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI), que classifica a biomassa verde num intervalo entre -1 (menor biomassa) a 1 (maior biomassa). Na proposta de Rouse et al. (1973 *apud* PONZONI, 2007), o intervalo de NDVI é obtido por meio da equação  $(\rho_{ivp} - \rho_v) / (\rho_{ivp} + \rho_v)$ , onde o  $\rho_{ivp}$  refere-se à reflectância no infravermelho próximo e o  $\rho_v$  à reflectância no vermelho.

Para a integração *fuzzy* da modelagem de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal utilizou-se o subproduto MOD13/NDVI. A partir do mosaico das cenas {MOD13Q1.A2010289.h14v09.005} e {MOD13Q1.A2010289.h14v10.005}, imageadas no dia 15 de outubro de 2010, no período seco e ano correspondente ao das imagens RapidEye, estas foram fotointerpretadas para elaboração do mapa de uso de cobertura.

A execução dos procedimentos teórico-metodológicos para a mensuração da vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal foi organizada a partir da utilização das técnicas e ferramentas de geoprocessamento que tornam possível a investigação detalhada do objeto de pesquisa, devido à capacidade de relacionamento e integração de dados que expressam os elementos constituintes da paisagem.

Sendo assim, a figura 2 sintetiza as etapas de desenvolvimento da pesquisa a partir dos fundamentos teóricos e metodológicos.

**Figura 2 - Etapas de Desenvolvimento da Pesquisa**



Elaborada pela autora, 2014-2015.

## 2.2 Mapeamento de Uso e Cobertura das Terras

O mapa de uso e cobertura das terras é um indicador fundamental para mensurar a vulnerabilidade ambiental, além de ser uma ferramenta potencial para o planejamento e gerenciamento do ambiente, já que possibilita a identificação espacial dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, bem como a representação cartográfica das limitações e das potencialidades de uso no sistema ambiental. Nos manuais técnicos de Uso da Terra (2013) e da Vegetação (2012), o IBGE compreende que os conceitos adotados são abstrações da realidade e que estes necessitam ser representados concretamente - em âmbito qualitativo ou quantitativo - através de um conjunto de técnicas e artifícios metodológicos.

A interpretação da imagem de satélite, por meio das técnicas de processamento digital de imagem, auxilia no mapeamento dos eventos e dos

elementos dispostos na superfície, de forma compatível com a escala de análise do trabalho. As imagens permitem o reconhecimento das formas e, segundo Oliveira Jr. (2014), o levantamento de pontos de controle de campo permite relacioná-las aos processos de uso e padrões de cobertura, possibilitando uma análise integrada da vulnerabilidade ambiental.

Com a inserção das técnicas de geoprocessamento nas mais diversas áreas dos estudos científicos, cresceu também a quantidade de sensores orbitais disponíveis para os estudos de uso e cobertura das terras e dos padrões ambientais. Podem-se destacar as imagens dos sensores CBERS, IKONOS, Landsat, MODIS, QuickBird, SPOT, dentre outros, as quais variam tanto em suas resoluções espaciais, temporais, radiométricas e espectrais, quanto no potencial de aplicabilidade, de acordo com o objetivo de utilização.

Para a construção do mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal utilizou-se imagens dos sensores RapidEye. Estes foram lançados em 29 de Agosto de 2008, por uma empresa alemã, e são compostos por cinco satélites, com igual espaçamento, os quais imageam a terra sistematicamente e são capazes de coletar imagens de extensas áreas, com a combinação de resoluções espacial, espectral e temporal de alta definição. Segundo Felix (2009), esta configuração permite estabelecer novos padrões relacionados à eficácia na aquisição e na exatidão das informações geradas sobre a superfície da Terra. Por tal razão, é uma fonte de coleta de dados que possibilita uma classificação detalhada do uso e cobertura. Devido a essas características, a aplicabilidade das imagens do sistema RapidEye e sua utilização podem estender-se para estudos da agricultura, biomas, desmatamentos, degradação ambiental, cartografia, ações governamentais, energia, segurança, entre outros.

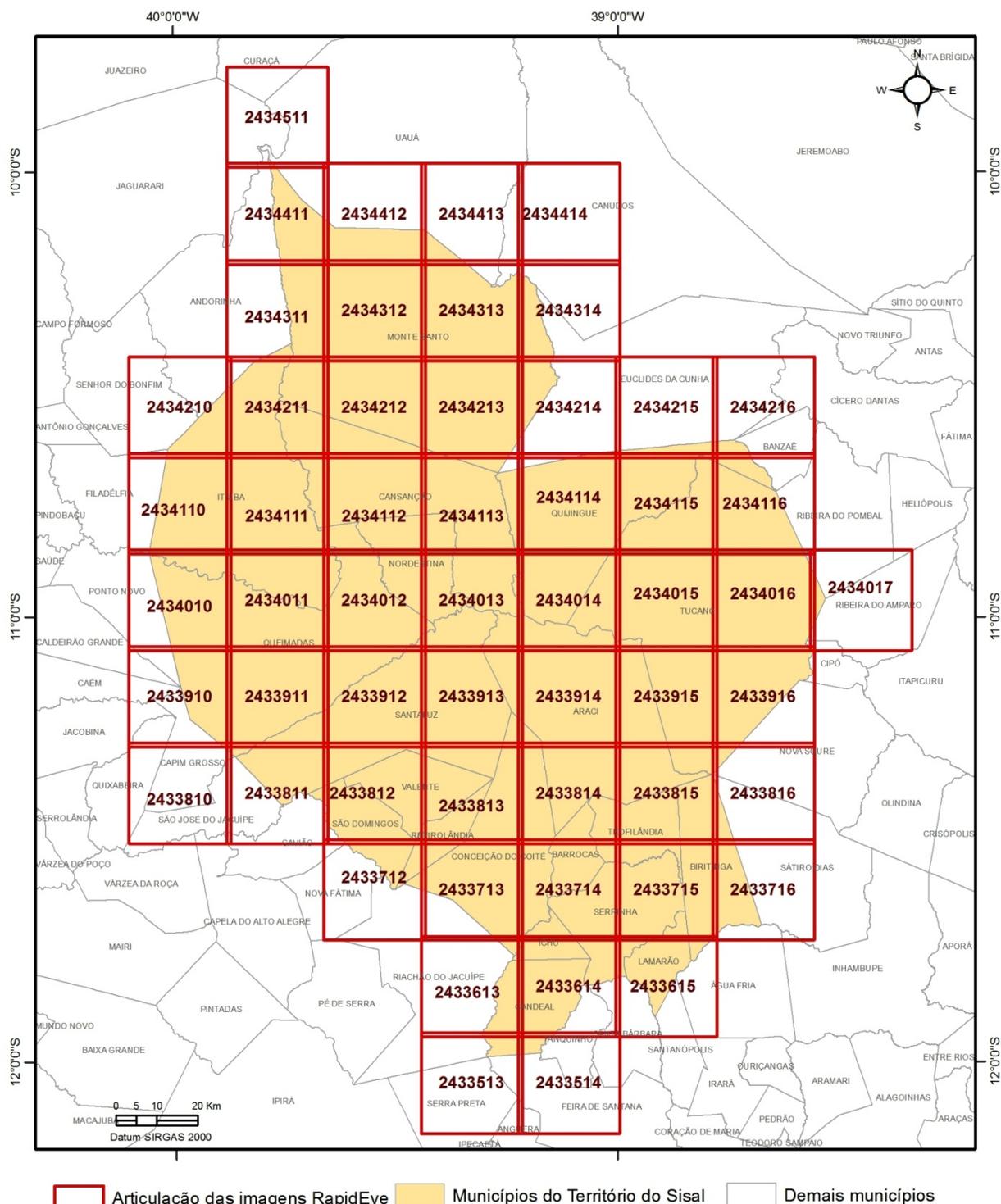
As imagens RapidEye são ortorretificadas, ou seja, são corrigidas suas deformações geométricas causadas pela plataforma do sensor, ângulo de aquisição, curvatura da terra, etc. Felix (2009) afirma ainda, que as imagens RapidEye são resultado de uma boa cobertura de extensas áreas, alcançando mais de 4 milhões de Km<sup>2</sup>, com resolução radiométrica de 12 bits, resolução espacial de 6,5 m com 5 metros de pixel ortorretificados, numa precisão compatível a uma escala de 1:25.000. Os intervalos de captura dessas imagens são frequentes, chegando a 15 voltas diárias, 77 km de largura e 500 km de comprimento em cada um dos cinco sensores,

os quais possuem caráter multiespectral, com imagens em cinco bandas: azul, verde, vermelho, red-edge e infravermelho próximo.

Devido à dimensão da área do Território do Sisal, foi necessária a utilização de 56 cenas das imagens RapidEye dos anos de 2009/2010 (figura 3), selecionadas a partir da articulação delas para o estado da Bahia (SEI, 2010). De posse das imagens foi realizada análise estatística das bandas e histograma, para a definição da composição colorida dos canais vermelho (R), verde (G) e azul (B) e, por conseguinte, obter uma melhor acuidade visual para a interpretação dos elementos imageados. Foram realizados testes de mosaicos das imagens, entretanto, devido à quantidade de cenas, inevitável pela dimensão da área do TS, escolheu-se habilitar cena por cena à medida que a vetorização manual fosse sendo desenvolvida, haja vista que o manuseio do mosaico no software, sobrecarregava a memória RAM do computador.

Após a composição colorida, analisou-se as imagens RapidEye através das técnicas da fotointerpretação (CREPANI, 2001; FLORENZANO, 2008; JENSEN, 2009; MENESES, et al., 2009), que permitem isolar as classes de uso e cobertura pela avaliação da cor, textura, forma e contexto dos alvos imageados (SANTOS, 2004). Acrescida do levantamento prévio de dados de campo, do sistema de classificação do IBGE (2012 e 2013) e das informações do banco de dados espaciais foram estabelecidas as classes do mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal. A resolução espacial das imagens facilitou a fotointerpretação, visto que a escala pretendida para o mapeamento era de 1:100.000.

**Figura 3 - Mapa com a articulação das imagens RapidEye para o Território do Sisal**



Articulação das imagens RapidEye
  Municípios do Território do Sisal
  Demais municípios

Fonte: IBGE, 2010; SEI, 2010;  
 Elaboração: Milvia O. Cerqueira, 2015

Fonte: IBGE, 2010; SEI, 2010. Elaborada pela autora.

Para estabelecer as classes do mapa realizou-se a adequação dos sistemas de classificação dos manuais (IBGE, 2012; 2013) e de Heymann (1994, adaptado pelo IBGE, 2013), levando em consideração a realidade e as particularidades existentes no Território do Sisal - seu padrão fisiográfico, as atividades agropecuárias, os principais usos e coberturas existentes - perceptíveis nas imagens RapidEye e nos levantamentos de campo. Santos (2004) ressalta que

A seleção e ênfase dada a cada classe depende das características do local. Para as áreas de predomínio rural, o enfoque é para os tipos de uso agrícola, pecuária e silvicultura. Onde a ocupação é urbana, são destacadas classes como favelas, loteamentos ou centros industriais (SANTOS, 2004, p. 98).

Nos processos de definição da hierarquia dos níveis de mapeamento do uso e cobertura das terras do Território do Sisal, além da fotointerpretação das imagens, buscaram-se informações em fontes de dados secundários (quadro 1), confrontando-as com o controle de campo, considerando sempre a escala geográfica e cartográfica do mapeamento e dos dados-suporte.

A partir da definição dos níveis de mapeamento e hierarquização das categorias de uso e cobertura, elaborou-se um esquema integrado com chave de interpretação (DIAS, 2012; FLORENZANO, 2008; OLIVEIRA JR., 2014), com o propósito de melhor reconhecer o padrão dos alvos a serem mapeados. A chave descreve os objetos conforme sua aparência e ocorrência da superfície, seguido de uma descrição de como são percebidos pelo sensor.

A escolha da escala geográfica, cartográfica e temporal de pesquisa fornece importantes informações sobre a organização das paisagens estudadas. Santos (2004) faz referência a Pablo (1994) ao reconhecer três escalas de análise ambiental, quais sejam a local, regional e global, afirmando ainda que “para planejamentos ligados à avaliação das potencialidades de uso e proposição de zoneamento, deveriam ser usadas escalas meso” (p. 47).

Para mapeamentos em escalas regionais é necessária uma visão ampla e sistêmica dos diversos aspectos do ambiente, ou seja, cada escala escolhida reflete um número razoável de classes mapeadas. Segundo Cendrero (1989) e a FAO (1982) – ambos citados e modificados por Santos (2004) -, escalas cartográficas entre 1:250.000 até 1:25.000 são consideradas de nível meso, semi-detalhadas, de análises regionais.

A vetorização do mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal, foi realizada sobre as imagens RapidEye (2009/2010), a partir dos níveis hierárquicos das classes de mapeamento, das técnicas da fotointerpretação e com base na chave de interpretação visual. Pesquisou-se e analisou-se outros sensores remotos (Landsat7, Landsat8, MODIS, etc), entretanto, devido a questões relacionadas à escalas, interferências atmosféricas nas imagens e disponibilização para a área estudada, os produtos RapidEye tornaram-se mais eficazes para o mapeamento das terras do TS. Após vetorização realizou-se a correção topológica dos polígonos, que consiste na melhora de feições e traçados discordantes e com erros, visando manter a relação de vizinhança dos polígonos.

Depois da correção topológica do mapa elaborado, realizou-se levantamento de campo em Junho de 2014, para coleta de pontos de controle e validação das classes, que por sua vez, se define a partir da verificação do mapeamento através de procedimentos estatísticos que determinam a acurácia e/ou exatidão da classificação realizada (BERNARDES, 2006). A diferença entre os anos de obtenção das imagens RapidEye e do controle do campo possibilitou a percepção acerca da evolução do uso e cobertura das terras do TS e suas principais modificações, pertinentes à validade do mapeamento. No procedimento de validação, as categorias provenientes da fotointerpretação são confrontadas com os dados de campo, através de uma matriz de confusão também denominada de matriz de correlação, de erro ou correspondência (BORGES, 2009; BRITES, 1996; LOBÃO et al., 2005; SILVA, 2003; FIGUEIREDO, 2007) e, posteriormente, submetidas à mensuração da validação, através de índices.

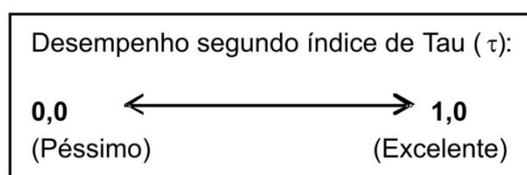
A matriz de confusão é formada por um arranjo quadrado de números dispostos em linhas e colunas, que expressam o número de unidades de amostras de uma categoria particular relativa – inferida por um classificador (ou regra de decisão), comparado com a categoria atual verificada no campo (FIGUEIREDO, 2007, p. 5756).

O coeficiente de concordância e/ou índices de exatidão (Exatidão Global, Kappa, Pabak, Tau) são derivados da matriz de confusão, e indicam o desempenho de o quanto a classificação realizada, em determinada imagem de sensor remoto, está de acordo com os dados de referência de campo. Optou-se pelo índice de Tau em função dos problemas marginais relatados por estudiosos em relação ao índice de Kappa e da recomendação de sua não utilização (PONTIUS JR; MILLONE, 2011). O

índice ou coeficiente de Tau ( $\tau$ ) fornece “uma medida quantitativa precisa e intuitiva sobre a acurácia da classificação” (FIGUEIREDO, 2007, p. 5758), além de envolver no resultado final todas as células da matriz de correspondência. O índice acusa o desempenho da classificação realizada e é obtido através da seguinte relação:

$$\tau = \frac{\textit{observado} - 1/m}{1 - 1/m}$$

$\textit{Observado}$  → Valor do somatório dos números presentes na diagonal da matriz dividido pelo total de elementos  
 $m$  → Número de categorias ou classes em análise



A validação permite, então, afirmar quantitativamente a qualidade do mapeamento realizado, podendo, assim, aferir a confiabilidade das classes elaboradas e se elas reproduzem com verossimilhança as superfícies alvo.

### 2.3 Criação de Modelos para Análise da Vulnerabilidade Ambiental

A mensuração da vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal foi realizada através da elaboração de modelos em ambiente SIG, os quais consistem no resultado da integração de dados georreferenciados que podem assumir diversos níveis de complexidade. São denominados também de modelos digitais, computacionais do ambiente ou modelos ambientais.

Trata-se de uma montagem de dados, normalmente contida em uma estrutura de processamento automático, que procura reproduzir os limites e as partes componentes do sistema ambiental e simular os processos ambientais que caracterizam suas funções internas (de conexão entre suas partes componentes) e suas funções externas (que garantem sua existência por meio de interações de energia/massa, as quais podem ser também entendidas, obviamente, como trocas de recursos humanos, materiais ou financeiros) (MEIRELLES et al., 2007, p. 34).

É importante ressaltar que modelagens são aproximações da realidade e não ela propriamente dita, pois resultam da integração de variáveis de diversas fontes, elaboradas em distintas escalas temporais e cartográficas. Um modelo ambiental deve possuir seletividade da informação, estruturação através de conexões entre as variáveis, possibilidade de elaboração de hipóteses sobre o objeto estudado, inteligibilidade em sua compreensão e aplicabilidade em outras dimensões da realidade pesquisada, através de modificações de variáveis e graus de ponderação (Christofolletti, 1999; Santos, 2004).

Para a criação de modelos que simulem a realidade ambiental, faz-se necessária a utilização de operacionalizadores estatísticos de inferências espaciais, tem-se como exemplo a sobreposição por índice ou média ponderada, a lógica *booleana*, onde os dados são tratados em função da pertinência binária, e a *fuzzy*, que lida com aspectos imprecisos das informações, onde a realidade é ponderada através de limites transicionais, e não dicotômicos. Nos estudos ambientais, lógica *fuzzy* para a elaboração de modelagens é amplamente utilizada (ZADEH, 1965; COX, 1994; LOBÃO e SILVA, 2013; MEIRELLES et al., 2007; DIAS, 2015; OLIVEIRA JR., 2014), por resultar em fronteiras contínuas ou limiares, pertinências parciais e relativas, adequadas às análises sistêmicas.

A integração de variáveis da lógica *fuzzy* é feita através de ponderações, que variam do membro 0,0 ao 1,0, aumentando o pertencimento de forma crescente, reclassificando assim os dados. Na pesquisa anterior à aplicação dos membros, rasterizou-se as variáveis, reamostrando-as para 30 metros de resolução. A aplicação da lógica *fuzzy* ocorre por meio da utilização de operadores, obtidos por funções matemáticas, as quais determinam como os dados são integrados, a saber: interseção (AND ou mínimo); união (OR ou máximo); soma algébrica fuzzy; produtos algébricos fuzzy; e operador gamma.

Pela possibilidade de “produzir valores de saída que garantem certa flexibilidade entre a tendência de maximização da soma algébrica *fuzzy* e de minimização do produto algébrico *fuzzy*” (LOBÃO, 2013, p. 88), na elaboração dos modelos de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal, utilizou-se o operador *gamma* (*g*), que torna os resultados mais flexíveis, sem tendenciar a obtenção de cenários otimistas, nem pessimistas. Ao definir à constante *gamma* valor 1, as integrações se igualam à soma algébrica; ao definir valor 0, torna-se semelhante ao produto algébrico (BONHAM-CARTER, 1994), portanto, definiu-se o valor 0,7 para a

modelagem final das variáveis em *fuzzy*, evitando a obtenção de resultados aberrantes e discordantes da real vulnerabilidade ambiental do TS.

De posse do modelo para o TS, quantificou-se a área de abrangência de cada nível de vulnerabilidade ambiental, e verificou-se a correspondência entre esses níveis e a realidade da paisagem da unidade, através dos pontos de controle de campo (jun/2014) utilizados na matriz de correlação de validação do mapa de uso e cobertura das terras, podendo assim alcançar resultados coerentes com o quadro ambiental real do Território do Sisal.

### **3. ABORDAGENS SOBRE O SISTEMA AMBIENTAL: CATEGORIAS E DEFINIÇÕES**

A apropriação dos recursos naturais está a *pari passu* do surgimento do ser humano, que desde os estágios de evolução mais primitivos, do nomadismo, do surgimento da agricultura, das técnicas industriais e mais tecnológicas, necessita da natureza para garantir sua existência e a das bases materiais para a reprodução dos modos de vida social. O desenvolvimento do sistema ambiental, portanto, transcende limites escalares e temporais.

As diversas iniciativas globais para a discussão das problemáticas ambientais expressam a dimensão que a temática tem adquirido a partir de meados do século XX. O ambientalismo se expandiu a partir de então, penetrando em outras áreas do conhecimento, em dinâmicas organizacionais e de gestão territorial, estimulando o engajamento de grupos científicos, participações sociais, governamentais e empresariais (JACOBI, 2003).

O contexto global de notoriedade da abordagem ambiental estimulou o crescimento da pesquisa científica, da produção literária, da intervenção técnica e de definições e metodologias relacionadas com a análise, a escala, o planejamento e o gerenciamento do ambiente. Toda a conjuntura ampliou as formas de concepção e apreensão ambiental das paisagens, das potencialidades, da dinâmica e dos limites e exploração.

#### **3.1. Legislação e Planejamento Ambiental**

A dimensão ambiental dentro do planejamento é premissa para uma adequada estrutura organizacional, gestão e ordenamento de territórios. No Brasil, os fundamentos que regem os modelos de planejamento ambiental caminham a passos lentos, a participação da sociedade civil nas representações sociais ainda possuem caráter simplista. Porém, é salutar destacar que tais incipiências são reflexos de contextos históricos, políticos, sociais, econômicos, culturais e ambientais, e que, portanto, transformam-se à medida que os processos de institucionalização de órgãos ambientais, de legitimação de decretos, de fiscalização de condutas e de planejamento holístico, comecem a apresentar melhorias, seja no

campo de políticas públicas, seja no âmbito da iniciativa privada e/ou da educação ambiental.

No Brasil, desde o Império, já se discutiam questões ligadas às atividades humanas e os recursos naturais, através de documentos que nortearam os primeiros regulamentos sobre o meio natural, embora deve-se ressaltar que as primeiras observações eram extremamente naturalistas, desvinculadas das decisões políticas e regionais (SANTOS, 2004). A partir da década de 1930 surgiram as pioneiras propostas de planejamento ambiental voltadas para a gestão das bacias hidrográficas e, com o avanço das discussões, legitimou-se o Código de Águas (Decreto nº 24.643/1934), o Código Florestal (Lei nº 4.771/1965, revogada pela Lei nº 12.651/2012) e a Lei de Proteção à Fauna (Lei nº 5.197/67).

O crescimento industrial no Brasil, a partir de meados do século XX, ofuscou o desenvolvimento de debates e políticas sobre o gerenciamento ambiental. Porém, a partir de 1970, outros países iniciaram discussões sobre as questões do meio ambiente: EUA, Canadá, Japão, Nova Zelândia, Austrália e Europa Ocidental; nos anos 80: América Latina, Europa Oriental, União Soviética e Sul e Leste Asiático; na década de 90: países africanos, árabes e a China. Nessa conjuntura global, o Brasil, oficialmente, iniciou uma gestão ambiental a partir da criação da Política Nacional de Meio Ambiente (Lei nº 6938/81), a qual trazia uma série de intenções relacionadas com a conservação dos recursos naturais e a instalação de uma Secretaria de Meio Ambiente. A mudança de postura do governo brasileiro associou-se com as pressões de bancos internacionais, de sociedades estrangeiras ambientalistas (World Wildlife Foundation - IUCN/WWF), da Estratégia Mundial para a Conservação e do surgimento de ONGs, as quais passaram a participar das discussões, exigirem posturas do governo e a cobrar decisões acerca dos impactos, planejamento e gestão ambiental (SANTOS, 2004).

A partir da Lei de Política Nacional de Meio Ambiente, criou-se o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), com diretrizes para a avaliação de impactos, para o planejamento, gerenciamento, zoneamentos ambientais e para a gestão de bacia hidrográfica. “Foi a primeira vez que, explicitamente, surgiu uma proposta de planejamento ambiental no Brasil, como forma de orientação de ordenamento territorial” (SANTOS, 2004, p. 21). Na década de 1990, o planejamento ambiental passou a compor os planos diretores municipais. E no ano 2000, através da Lei nº 9.985, foi criado o Sistema

Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), o qual estrutura os procedimentos para criação, implantação e gestão de unidades de conservação ambiental em âmbito federal, estadual e municipal e em áreas particulares destinadas à conservação.

O Art. 225º, do capítulo VI – Meio ambiente – da Constituição Federal declara que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Essa sentença remete à Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938/81, quando versa em seu Art. 3º, que meio ambiente é um “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”, e as alterações em suas características naturais configuram-se como degradação ambiental. É notório que a ação antrópica, os elementos socioeconômicos e culturais - enquanto agentes atuantes nos processos de configuração ambiental - estão inseridos na legislação de maneira incipiente, o que permite afirmar que, mesmo com o advento das abordagens ambientais sistêmicas a partir de meados do século XX na lei e sistemas de gerenciamento, o ambiente ainda é concebido, em algumas instâncias, somente pelo viés naturalista, indicando a ação humana como irrisória dentro da problemática ambiental.

As principais deliberações legítimas de planejamento e gerenciamento ambiental, acima discutidas, repercutem diretamente nas ações de esferas estaduais e municipais. Assim como no Brasil, a Bahia também vivenciou transformações históricas na formulação e institucionalização de suas leis ambientais, dentre outras, a exemplo:

- Lei nº 3.163/1973 – Cria o Conselho Estadual de Proteção Ambiental;
- Lei Delegada nº 31/83 – Cria o Centro de Recursos Ambientais;
- Lei nº 6.855/1995 – Dispõe a Política, o Gerenciamento e o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- Lei nº 7.799/2001 – Institui a Política Estadual de Administração dos Recursos Ambientais;
- Lei nº 10.431/2006 - Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade;

- Lei nº 11.612/2009 (revoga a Lei nº 10.432/2006, alterada pela Lei 12.035/2011; Lei 12.032/2011 e Lei 12.377/2011) – Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Lei nº 12.056/2011 - Institui a Política de Educação Ambiental do Estado;

Um Plano Plurianual (PPA) estabelece - de forma regionalizada - as diretrizes, objetivos e metas da administração pública e orçamentária, na dimensão federal, estadual e municipal. O PPA 2008/2011 do Estado da Bahia, aprovado pela Lei nº 10.705/2007, instituiu 26 Territórios de Identidade como unidades de planejamento e gestão governamental e afirmou que a execução de políticas públicas passaria a ser condizente com as necessidades e potencialidades locais.

De acordo com Duarte (2009), os Territórios de Identidade são construídos por meio de um conjunto de relações socioeconômicas, culturais e políticas, historicamente desenvolvidas e espacializadas; um espaço de reprodução de relações de trabalho, incluindo a perspectiva ambiental. Definem-se em locais em que a população constrói a sua identidade e cria seu patrimônio social. A Secretaria de Planejamento do Estado da Bahia (SEPLAN), para fins de elaboração de Planos Plurianuais, afirma que Território é definido como:

Um espaço físico, geograficamente definido, geralmente contínuo, caracterizado por critérios multidimensionais, tais como o ambiente, a economia, a sociedade, a cultura, a política e as instituições, e uma população com grupos sociais relativamente distintos, que se relacionam interna e externamente por meio de processos específicos, onde se pode distinguir um ou mais elementos que indicam identidade, coesão social, cultural e territorial. (SEPLAN – Secretaria de Planejamento do Estado da Bahia. Territórios de Identidade. *Mapa*. (<http://www.seplan.ba.gov.br/territorios-de-identidade/mapa>. Acesso em: 09 setembro 2014)

Segundo a SEPLAN, a metodologia de elaboração de Planos Plurianuais para o Estado da Bahia é pensada com o objetivo de identificar prioridades da realidade local, com base no desenvolvimento igualitário entre as regiões, através da participação social. Então, através do Decreto nº 12.354/2010, instituiu-se na Bahia o Programa Territórios de Identidade, o qual, segundo o Art. 1º, tem a finalidade de promover o desenvolvimento equilibrado e sustentável dos territórios. Ainda por

meio do Decreto, é criado o Conselho Estadual de Desenvolvimento Territorial (CEDETER), “com a finalidade de subsidiar a elaboração de propostas de políticas públicas e estratégias integrantes do Programa Territórios de Identidade” (Art. 3º).

O CEDETER, na Resolução nº 03/2011 dispõe sobre a normatização e critérios para a reconfiguração dos limites e toponímias dos Territórios de Identidade, a qual só tem a possibilidade de ocorrer a partir de demandas locais dos próprios colegiados de território, através das representações políticas e sociais no momento de elaboração de Planos Plurianuais.

Em consonância com as diretrizes da Resolução nº 03/2011, instituiu-se o Plano Plurianual Participativo (PPA-P) 2012-2015, por meio do Decreto nº 12.578/2011, o qual estabeleceu a atual reconfiguração dos Territórios de Identidade, com a existência de 27 unidades, dentre elas o Território do Sisal – área de estudo desta pesquisa -, conforme representado na figura 4.

**Figura 4 - Mapa dos Territórios de Identidade do Estado da Bahia**



Fonte: SEI, 2013. Adaptado pela autora, 2015.

### 3.2 Paisagem: Definições, Análises Ambientais e Ecodinâmica

Conforme discutido anteriormente, o Território do Sisal compõe o conjunto da regionalização do Estado da Bahia, estruturada nos Territórios de Identidade (BAHIA, 2007) e é analisado na presente discussão, a partir de uma análise ambiental integrada com aspectos sociais e econômicos. A categoria de análise paisagem é amplamente difundida nos estudos ambientais (BERTRAND, 2004; CREPANI, 2001; TRICART, 1977/1982), onde o objeto geográfico – espaço – é compreendido a partir de numa visão sistêmica, na perspectiva de que os aspectos sociais e naturais são agentes interdependentes.

O termo paisagem surge no Renascimento do século XV, quando o homem começa a perceber a natureza como algo que pode ser apropriado e transformado com a técnica. A visão da paisagem passou de uma ideia divina e idealizadora, para uma concepção concreta a partir de então (MEZZOMO, 2008).

A escola germânica buscou, nas relações homem-meio, direcionamentos para a compreensão do que seria denominado paisagem, lançando o “*Landschaftsökologie*” por A. Hommeyerem no séc. XIX. Para Bolós (1992), o referido teórico alemão, entende que as formas do ambiente são resultantes da associação dos elementos rurais, urbanos naturais e culturais. Esta escola representou um ponto de vista com indícios ecológicos, o qual indicou que a paisagem compõe-se de relevo, plantas, solos (TRICART, 1982). Mezzomo (2008) afirma que foi a partir de Alexander von Humboldt que a paisagem adquiriu cunho científico, pelas descrições e relações estabelecidas entre os aspectos de localização, clima e plantas. Ressaltam-se também nessa escola os estudos de Carl Ritter e Friedrich Ratzel.

Pesquisadores soviéticos sobressaíram nas propostas de análise da paisagem, principalmente com as sistematizações teóricas e metodológicas de Vassili Vassiliévitch Dokouchaev com seus estudos de solo, e de Victor Sotchava com a concepção de geossistema. A escola anglo-saxônica possui Ernest Haeckel e Tansey – fundador da Ecologia – como teóricos proeminentes dos estudos sobre paisagem. O biólogo inglês Ludwig Von Bertalanfy (1977), fundador da Teoria Geral dos Sistemas (TGS) - a qual define que o funcionamento do ambiente ocorre em forma sistêmica, integrado e interdependente -, influenciou estudos e concepções da paisagem (MEZZOMO, 2008).

A escola francesa tem Jean Tricart e George Bertrand como principais pesquisadores que lançaram bases para os estudos ambientais. Jean Tricart aborda a paisagem numa perspectiva evolucionista, a partir da interação entre elementos bióticos e abióticos, acrescidos da ação antrópica, definindo graus de estabilidade e instabilidade morfogenética e pedogenética (TRICART, 1977). George Bertrand (1960) propõe concepções geossistêmicas, onde define que a paisagem não é uma catalogação de fatores ambientais estáticos, ela é espacialmente delimitada e resulta da sinergia entre elementos abióticos, bióticos e antrópicos, os quais possuem relações e constante evolução.

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução (BERTRAND, 2004 p. 141).

Bertrand (2004) afirma que a dinâmica de uma paisagem não corresponde à evolução separada de cada um de seus elementos isoladamente, e sua delimitação dever ser apreendida como uma aproximação da realidade geográfica, com descontinuidades e dialética dos fatores, os quais demandam uma taxonomia estruturada em função de uma escala temporo-espacial, dividida em seis níveis hierarquizados: a zona, o domínio, a região; o geossistema, o geofácies e o géotopo:

- ✓ A zona atrela-se ao conceito de zonalidade planetária, definindo climas e biomas;
- ✓ O domínio são agrupamentos de relativa combinação de relevos e climas oceânicos;
- ✓ A região define-se em áreas naturais circunscritas, com individualização tectônica, biogeográfica, dentre outros;
- ✓ O geossistema acentua complexos regionais e dinâmicas de conjunto, com mesma geomorfogênese, pedogênese, degradação antrópica e elementos ambientais, compatíveis com a escala humana;
- ✓ O geofáceis é um setor fisionomicamente homogêneo da evolução geral do geossistema;
- ✓ O geótopo é a menor unidade geográfica homogênea discernível no terreno, corresponde ao biótopo para a biogeografia.

Sobre as delimitações taxonômicas das paisagens acima descritas, Bertrand (2004) escreve:

A relativa complexidade desse esboço taxonômico sublinha perfeitamente os problemas que aparecem na classificação global das paisagens. A dificuldade é menos de chegar a uma definição sintética do que adaptar o sistema de classificação ao fato de que a estrutura e a dinâmica das diferentes unidades mudam com a escala (p. 149).

A noção de escala é inseparável ao estudo das paisagens, tanto por ser base de referência para análise dos fenômenos ambientais, quanto por permitir a mensuração cartográfica e geográfica deles, “a definição de uma paisagem é função da escala” (BERTRAND, 2004 p. 144; TRICART, 1982).

Troll (1939, *apud* GREGORY, 1992), influenciado pela escola alemã, propôs uma ecologia da paisagem, a qual ele denomina de geoecologia, compreendida como o estudo das inter-relações dos elementos físicos do ambiente, enriquecido pela geomorfologia dinâmica, pela botânica e fitossociologia. Segundo Ferreira (2001), a ecologia da paisagem não deve contentar-se com a análise estática da estrutura, e sim, buscar as causas e efeitos do padrão, formas, fatores e elementos do ambiente. Turner (1989 *apud* FERREIRA, 2001) afirma que as paisagens devem ser consideradas através da investigação, da evolução e dinâmica do sistema ambiental, acrescidas das interações e das trocas de energia e matéria entre os agentes bióticos e abióticos.

Segundo Delpoux (1974 *apud* GREGORY, 1992), os estudos de paisagem não podem ser analítico-setoriais, e sim, considerarem os componentes do conjunto ambiental em sua totalidade, enquanto “entidade espacial correspondente à soma de um tipo geomorfológico e de uma cobertura no sentido mais amplo deste termo” (p. 05). Devido à heterogeneidade estrutural, elementar, climato-botânica e de uso, Delpoux afirma que estabelecer uma ordem de grandeza à unidade elementar de paisagem, delimitada como homogênea e contínua em determinada extensão da superfície, é, operacionalmente, difícil. A paisagem é estruturalmente complexa, diversificada, dinâmica e sistemática.

Para Ferreira (2001), “a fisionomia de uma paisagem caracteriza-se por uma determinada estrutura, isto é, pela repetição de manchas, mosaicos, corredores e limites, que adquirem formas diversas”. Deffontaines (1973), citado e comentado por Tricart (1982), define que paisagem é um suporte com números as variáveis que se

revelam ou sugerem interações, portanto, deve ter tomada globalmente e não por considerações somente locais. A homogeneidade da paisagem emerge então, enquanto unidade fisionômica, a partir da combinação e sinergia de seus fatores. A abordagem de Deffontaines é sistêmica, indicando análises ambientais integradas, associando paisagem à unidade territorial.

Carlos Augusto Figueiredo Monteiro é um pesquisador brasileiro que se destaca nos estudos de paisagem, concebendo-a como uma entidade espacial delimitada, resultante da dinâmica dos elementos de suporte e cobertura - físicos biológicos e antrópicos - (2000). Assim, como Tricart e Bertrand, baseado nas concepções sistêmicas de Bertalanfy (1977), Monteiro busca por uma abordagem sistêmica, “onde a paisagem não é vista somente como um conjunto de elementos naturais, mas como uma forma concreta de expressar as relações dos elementos bióticos, abióticos e antrópicos” (MEZZOMO, 2008 p. 158).

Milton Santos, em “A Natureza do Espaço” (2002) estabelece algumas distinções entre os conceitos de espaço geográfico e paisagem:

Paisagem e espaço não são sinônimos. A paisagem é o conjunto de forma que, num dado momento exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza. O espaço são essas formas mais a vida que as anima (SANTOS, 2002, p. 66).

Para Milton Santos, uma paisagem é uma porção da configuração territorial, possível de ser abarcada pela visão. Na obra “Metamorfose do Espaço Habitado” (1988), o mesmo autor define paisagem a partir do domínio do visível, do que a vista consegue detectar, composta por volumes, cores, movimentos, odores, sons, etc.

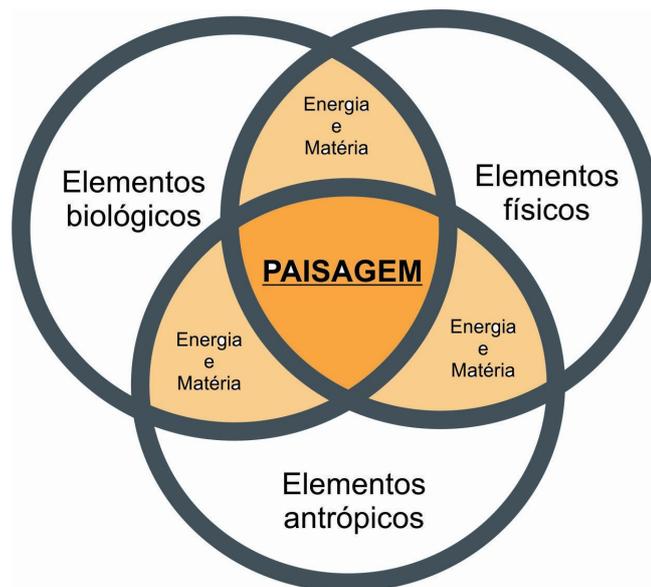
A paisagem é um conjunto de elementos naturais e artificiais que caracterizam uma área, expressando uma configuração territorial. Ela não se constitui num único momento, é construída ao longo do tempo, por acréscimos, processos, agradação, degradação, heranças naturais, os quais resultam no sistema ambiental. “Nesse sentido a paisagem é transtemporal, juntando objetos passados e presentes, uma construção transversal” (SANTOS, 2002 p. 67).

Crepani (2001) desenvolveu uma proposta metodológica para gerar cartas de vulnerabilidade natural à perda de solo, estruturando sua proposta com base na teoria Ecodinâmica de Tricart (1977), estabelecendo unidades territoriais básicas (UTB), compostas de unidades de paisagem natural e de intervenção antrópica. Para Crepani, as unidades de paisagem natural são definidas a partir das técnicas

de fotointerpretação de imagens de satélite, acrescidas do conhecimento acerca da constituição física do ambiente (geologia, geomorfologia, hidrografia, clima), forma e evolução, tipo de cobertura vegetal e de uso e ocupação das terras. O equilíbrio do sistema das unidades de paisagem natural expressa o ajustamento entre os condicionantes internos e os agentes exógenos atuantes.

A paisagem nos estudos do ambiente transcende de uma visão cartesiana e mecanicista, para uma perspectiva sistêmica e integrada, conforme expressa-se na figura 5. As diferentes definições sobre a paisagem, segundo Mezzomo (2008), resultam também em diversas propostas metodológicas de abordagem, diante dos inúmeros objetos de estudo, analisados a partir de escalas apropriadas. O caráter dinâmico das paisagens e sua constituição evolutiva permitem abordar o ambiente em sua completude.

**Figura 5 - Esquema Ilustrativo da Concepção de Paisagem**



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Na atual conjuntura global, a abstração conceitual de ambiente deve relacionar-se à socialização da natureza, à utilização dos recursos para a produção espacial, para a reprodução dos modos de produção hegemônicos (MENDONÇA, 2002; PORTO-GONÇALVES, 2006). O ambiente é de suma importância na constituição do espaço e sociedade e, por tal razão, é insuficiente tratá-lo somente pelo viés biológico/natural, pois a interação natureza-sociedade é crucial para a

compreensão da dinâmica dos territórios e lugares, principalmente das condições de exploração e conservação ambiental. Entende-se também tal ambiente como um conjunto de agentes físicos, químicos e biológicos e de fatores sociais, suscetíveis de ter um efeito direto ou indireto, imediato ou a termo, sobre os seres vivos e as atividades humanas, os quais definem a paisagem (BAILLY, 1997 *apud* MENDONÇA, 2001).

Afirma-se que no ambiente, os diversos elementos e fatores atuam de forma interdependente através de fluxos de matéria e energia, originando uma inter-relação mútua entre os fenômenos, elementos e processos. Bertalanfy (1977) na difundida Teoria Geral dos Sistemas, de caráter indutivo, refutou pontos de vista os quais afirmavam que o mundo é subdividido em diferentes e isoladas esferas; o autor declara que o planeta é um todo integrado e sistêmico, estruturando sua teoria em três aspectos: a ciência dos sistemas e sua investigação científica, a tecnologia dos sistemas e a filosofia dos sistemas, como um novo paradigma das ciências (GREGORY, 1992).

Bertalanfy difundiu, ainda, a concepção de que cada um dos elementos que compõem o sistema, ao se inter-relacionarem, constituem uma unidade funcional maior, desenvolvendo interações, através da sinergia, e características impossíveis de existirem quando se encontram isolados. A esfera global passou a ser vista não mais como uma máquina composta de elementos separados e controlados por rígidas estruturas mecânicas, mas sob um enfoque holístico, formada por uma verdadeira rede de inter-relações e interdependência entre os agentes, fatores e processos nela contidos (ALMEIDA 1994). As abordagens ecológicas/ecossistêmicas, ecodinâmicas, ecogeográficas, geossistêmicas, dentre outras, são perspectivas de análise ambiental que se estruturaram a partir da TGS.

O viés teórico sistêmico possibilita a integração de diferentes conhecimentos sobre a paisagem, indicando uma superação das abordagens ambientais unilaterais, do acúmulo de informações somadas e não conectadas, os quais individualizam os componentes e os dissociam do agente antrópico. As análises ambientais holísticas possibilitam pesquisar as relações entre os diversos elementos do sistema natural, ecológico, social, cultural, econômico e político. O quadro 2 sintetiza alguns autores que no mesmo período de disseminação da TGS, desenvolveram estudos relacionados com o ambiente:

**Quadro 2 - Estudos Pioneiros do Ambiente a Partir de Noções Sistêmicas**

<b>AUTOR</b>	<b>SÍNTESE DO ESTUDO</b>
Nikiforoff 1959	Abordagem sistêmica para a Geografia dos Solos
Chorley 1962	Formas, processos e tempo no sistema Geomorfológico
Leopold e Langbein 1962	Entropia do sistema para a evolução da paisagem
Sotchava 1963	Estudos Geossistêmicos, enquanto unidades dinâmicas com organização geográfica própria
Stoddart 1967	Propriedades do Ecossistema
Rumney 1970	Terra, o mar e o ar formam geossistema onde a matéria e energia são permutados
Bertrand 1972	Estudos Geossistêmicos, enquanto níveis taxonômicos de categorização da paisagem
Hewitt e Hare 1973	Sistema de troca de energia e matéria na biosfera e entre a atmosfera e a superfície
Delpoux 1974	Estudos sobre a paisagem sistêmica e palavras
Strahler e Strahler 1976	Tendências da Geografia Física em integrar os sistemas físicos com a dinâmica ecossistêmica da Ecologia
Ab' Saber 1977	Estudos relacionados à problemática da desertificação no Brasil
Tricart 1977	Ecodinâmica, enquanto dinâmica pedogênese/morfogênese expressa nos meios estáveis, instáveis e <i>intergrades</i>
Trudgill 1977	Analisa o solo e a vegetação por vez, e posteriormente constrói quadro sequencial e sistêmico
Simmons 1978	Escala ecossistêmica
Bennett e Chorley 1979	Abrangência da teoria dos sistemas para análise interdisciplinar das questões ambientais
Christofolletti, 1979	Análises e modelagens de sistemas ambientais e da paisagem
Killian e Tricart 1979	Ecogeografia, enquanto abordagem do meio natural através do ponto de vista espacial e ecológico
Lockwood 1979	Aplicação da teoria sistêmica e da matemática na Climatologia
King 1980/81	Combinação sistêmica sobre escalas de investigação e análise ambiental por classificação sistêmica

Fonte: Bertrand, 1972; Gregory, 1992; Lobão, 2006, 2013; Oliveira Jr., 2014. Elaborado pela autora, 2015.

Metodologicamente, o conceito de sistema é um instrumento eficaz para estudar a paisagem e suas questões ambientais, pois possibilita uma compreensão dinâmica de uma natureza que não é estática (TRICART, 1977). A visão sistêmica nos estudos ambientais foi adotada, sucessivamente, pela Biogeografia, Geografia dos Solos, Climatologia e Geomorfologia, destacando-se os estudos de Chorley e Kennedy em 1971, intitulado *Physical Geography: A Systems Approach*, o qual trouxe novas perspectivas para a época, sobre a análise dos fenômenos da Geografia, trazendo significados e interpretações em termos de uma taxonomia de

sistemas, pautadas na dinâmica de transferência de massa e energia, através dos processos de *Input* (entrada), *Output* (saída), *Regulador e Armazenamento*, a saber:

- ✓ Sistema morfológico: propriedades físicas morfológicas integradas, compondo parte operacional;
- ✓ Sistema em sequência: cadeia de subsistemas ligados dinamicamente por matéria e/ou energia;
- ✓ Sistema de processos-resposta: intersecção de sistemas morfológicos, com ênfase sobre os processos e formas resultantes;
- ✓ Sistema controlado: Aptos a serem submetidos a intervenções operacionais pela distribuição de energia e matéria (GREGORY, 1992).

O sistema ambiental, ao ser estudado e analisado, demanda a existência de perícia, pois a investigação de qualquer parte de seu conjunto deve ser realizada em relação ao todo dinâmico: “o conjunto é formado de partes heterogêneas, as quais estão inseparavelmente associadas e integradas, sendo ao mesmo tempo uno e múltiplo” (AMADOR, 2008, p. 38). Ressalta-se que a apreensão da paisagem, portanto, abrange realidades que refletem profundas relações entre seus elementos constituintes. O ambiente é um sistema aberto, e com a introdução de novas forças externas, há um reajuste no padrão dos processos, pois seus componentes apresentam distintos graus de absorção aos estímulos recebidos, até que se restaure uma nova homeostase.

Sobre a influência da Ecologia, o ambiente é compreendido como um conjunto de agentes físicos, químicos e biológicos necessários à vida do homem. A Ecologia possui caráter preservacionista e aponta que a utilização antrópica dos recursos naturais deve ser apenas para assegurar as necessidades humanas vitais, e não desencadear atividades lucrativas (OLIVEIRA JR., 2014).

Com o desenvolvimento do conhecimento dos elementos constituintes da paisagem, as descrições da dinâmica dos seres vivos e suas relações com o meio, enquanto sistema funcional, o inglês Tansley (1934) formulou o termo *Ecossistema*. A partir de então, Stoddart (1967; FORSBERG, 1963 *apud* Gregory, 1992) afirmou que o conceito de ecossistema é um exemplo adequado para a compreensão ambiental das paisagens, por adequar meio ambiente, homem, o mundo vegetal e animal dentro de um mesmo conjunto integrante e ecológico:

Ele é monístico e coloca juntos o meio ambiente, o homem e o mundo vegetal e animal dentro de um único quadro conceitual, no qual se pode analisar a interação entre os componentes. (...) Os ecossistemas são estruturados de forma mais ou menos ordenada, racional e compreensível e, deste modo, oferecem abordagem que exige identificação das estruturas presentes e dos elos entre os componentes estruturais (GREGORY, 1992, p. 219).

Tansley afirma que Ecossistema é um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes e do meio ecológico onde vivem. Já Delpoux (1974) descreve que sua interação com a paisagem abrange realidades concretas, materiais e funcionais e, portanto, são entidades biofísicas complexas. Christofolletti (1995) define que Ecossistema pode ser qualquer unidade que inclui organismos interagindo com o meio ambiente físico, através de fluxo de energia entre os componentes vivos e abióticos, sem delimitação de sua espacialidade, um ser lógico caracterizado por uma estrutura em sistema. A Ecologia, a partir de uma visão de conjunto e do caráter dinâmico dos sistemas biológicos dentro da biosfera, permite compreender o padrão natural do ambiente e sua capacidade de organização e retroalimentação, através dos interagentes que formam seu todo unitário (ALMEIDA, 1994).

Tricart (1977) na teoria Ecodinâmica, fundamentado na Teoria Geral dos Sistemas, analisa o ambiente de forma integrada e afirma que a sua dinâmica processa-se no equilíbrio pedogênese/morfogênese, processos relacionados aos movimentos de massa do solo que refletem, respectivamente, os graus de estabilidade e instabilidade ambiental - que é um dos fatores determinantes da dinâmica da paisagem, juntamente com a influência da cobertura vegetal e da ação antrópica. A pedogênese caracteriza-se pela evolução lenta do modelado, com cobertura vegetal, dissecação moderada e solos conservados. A morfogênese associa-se às áreas degradadas, com baixa densidade vegetal, erosão acelerada e solos pouco desenvolvidos.

A Ecodinâmica é uma abordagem sistêmica de análise da organização e avaliação ambiental, a utilização dela, possibilita identificar de imediato as modificações ocorridas pela intervenção antrópica no patrimônio natural e estabelecer padrões ecodinâmicos semelhantes na paisagem. Tricart (1977) afirma a importância de se diagnosticar o grau de vulnerabilidade para a preservação equilibrada do ambiente e que, para tanto, é necessário avaliar de forma integrada os diversos aspectos da paisagem, como a compartimentação topográfica do relevo, os principais elementos do clima (suas intensidades e frequências), as condições

pedológicas, a situação da cobertura vegetal e a modalidade de uso do patrimônio natural pela atividade antrópica.

Os estudos de Tricart (1977) expressam a preocupação em analisar a vulnerabilidade ambiental, face ao impacto das atividades antrópicas sobre os recursos naturais e à instabilidade morfodinâmica, ressaltando a importância da conservação e restauração dos recursos ecológicos e do conhecimento da dinâmica da paisagem para a gestão territorial. Segundo Cardoso (2003), a Ecodinâmica criou uma metodologia que põs em evidência as relações entre o solo, a geomorfologia, o balanço pedogênese-morfogênese e as influências litológicas, importante, portanto, para o planejamento mais adequado do uso dos recursos naturais pelo homem.

As intervenções antrópicas são exercidas sobre a paisagem, numa dinâmica ambiental que evolui de forma sistemática, a qual, segundo Tricart (1977), reflete o grau de estabilidade-instabilidade ecodinâmica e define três meios morfodinâmicos: estáveis, instáveis e intergrades. São considerados como ambientes estáveis, onde a pedogênese predomina, instáveis onde os processos morfogenéticos destacam-se, e áreas onde há compensação entre os dois processos, denominam-se intermediárias ou intergrades. Ressalta-se que nos processos de morfogênese, prevalece a erosão/degradação, e na pedogênese, prevalece a formação do solo/agradção. As unidades ecodinâmicas possuem as seguintes características:

- ✓ Meios estáveis: cobertura vegetal densa; dissecação moderada; processos agradacionais intensos;
- ✓ Meios intergrades: equilíbrio entre as interferências morfogenéticas e pedogenéticas;
- ✓ Meios instáveis: condições bioclimáticas agressivas; variações fortes de ventos e chuvas; relevos dissecados; solos rasos; baixa cobertura vegetal; processos denudacionais intensos.

### *Meios estáveis*

São nomeados dessa forma pelo fato do modelado evoluir lentamente, em regiões onde há cobertura vegetal suficiente, freando os mecanismos morfogenéticos e a dissecação acelerada dos relevos. A conservação das condições de estabilidade ambiental é fundamental para a permanência da pedogênese e, por conseguinte, para o desenvolvimento dos solos. Para a manutenção e/ou evolução

dos meios estáveis, tem-se como princípio a recuperação e manutenção da cobertura vegetal, com objetivo de promover a biostasia e favorecer os processos pedogenéticos, através do ajustamento do próprio sistema, enquanto não se alterarem as condições externas. Na biostasia (Erhart, 1956) a atividade morfogenética é fraca, indicando um equilíbrio entre potencial ecológico e exploração ambiental, aumentando os depósitos organógenos. “O domínio da pedogênese sobre a morfogênese gera um balanço morfogenético negativo” (CASSETI, 2005, p. 02).

### *Meios intergrades*

O termo *intergrade* designa transição, o nível intermediário entre os meios estáveis e os meios instáveis, a interferência quali-quantitativa entre morfogênese e pedogênese, sobre o mesmo ambiente. A exploração inadequada do patrimônio natural provoca a desestabilização ambiental, podendo acelerar os processos morfogenéticos em detrimento dos pedogenéticos. No que concerne à erosão dos solos, este balanço pedogênese/morfogênese aplica-se também aos movimentos de massa (degradação/agradção), pois quanto mais intensa a morfogênese, maior a perturbação na pedogênese e na descaracterização dos solos. Os meios *intergrades* são suscetíveis a tornarem-se instáveis, caso haja aceleração nos processos morfogenéticos, por tal razão justifica-se a importância da manutenção da cobertura vegetal como favorável a estabilização ambiental. O desenvolvimento pedogenético restringe a degradação, diminuindo a eficácia morfogenética (TRICART, 1977).

### *Meios instáveis*

A morfogênese é determinante no sistema ambiental, por limitar o desenvolvimento dos ecossistemas. Segundo Tricart (1977), a cobertura vegetal influencia no clima e vice-versa, sendo, portanto, mais propício à instabilidade áreas onde há rusticidade climática, irregularidade sazonal e espacial na distribuição das precipitações, as quais permitem aos processos morfodinâmicos tornarem-se mais ativos. As condições ecológicas, acrescidas da degradação antrópica, comprometem a reconstituição da vegetação e o reequilíbrio do meio. Segundo Casseti (2005), na resistasia (Erhart, 1956), a morfogênese domina na dinâmica da paisagem, resultando num balanço morfogenético positivo, reduzindo gradativamente a camada pedogenizada, e aumentando os depósitos argilo-lateríticos, nesse processo, a

degradação pela ação antrópica é fator determinante. “A pedogênese é interrompida e seus efeitos anulados pelo fenômeno morfogênico” (TRICART, 1977, p. 61).

Inspirado também na teoria bio-resistência de Erhart, para Tricart (1977) todos os ecossistemas possuem interferência antrópica e a ecodinâmica permite abordar a paisagem numa perspectiva evolucionista, resultante da interação dos elementos bióticos, abióticos e sociais (MEZZOMO, 2008). Nos estudos desenvolvidos juntamente com Killian (1979), a partir do termo Ecogeografia, Tricart aponta que o conhecimento ambiental responde às demandas de ordenamento e planejamento espacial/territorial, devido ao seu caráter sistêmico e dinâmico.

Este entendimento de Tricart possibilita compreender as situações de estabilidade e instabilidade dos ambientes a partir do reconhecimento das relações entre os elementos. Só desta forma a classificação dinâmica pode ser realizada e então aplicada na busca de soluções e/ou adequações dos espaços diante das atividades humanas (MEZZOMO, 2008, p. 161).

As abordagens integradas da paisagem (Ecodinâmica, Ecogeografia, Geossistema), gestadas a partir das noções da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy (1977), influenciaram autores que, com base nas concepções e categorias supracitadas, analisaram o ambiente por vieses sistêmicos (quadro 3):

**Quadro 3 - Trabalhos Desenvolvidos a Partir da Análise Integrada do Ambiente**

AUTOR	TRABALHO DESENVOLVIDO
Almeida, 1994	Gestão ambiental a partir da Ecodinâmica
Ab' Saber, 2003	Domínios de natureza no Brasil
Bigarella, 2003	Paisagens tropicais e subtropicais
Bolós, 1992	Análise integrada da paisagem, teorias, métodos e aplicações
Cassetti, 1991	Geografia e apropriação de relevo
Crepani, 2001	Cartas de Vulnerabilidade a perda de solo, com base na Ecodinâmica
Ferreira, 2001	Metodologias de classificação da paisagem
Monteiro, 2000	Análises das abordagens Geossistêmicas
Mendonça, 2001; 2002	Geografia e análises socioambientais
Santos, 2004	Planejamento Ambiental
Lobão, 2006; 2013	Análises socioambientais do semiárido
Ross, 2006	Ecogeografia do Brasil; Geomorfologia e meio ambiente

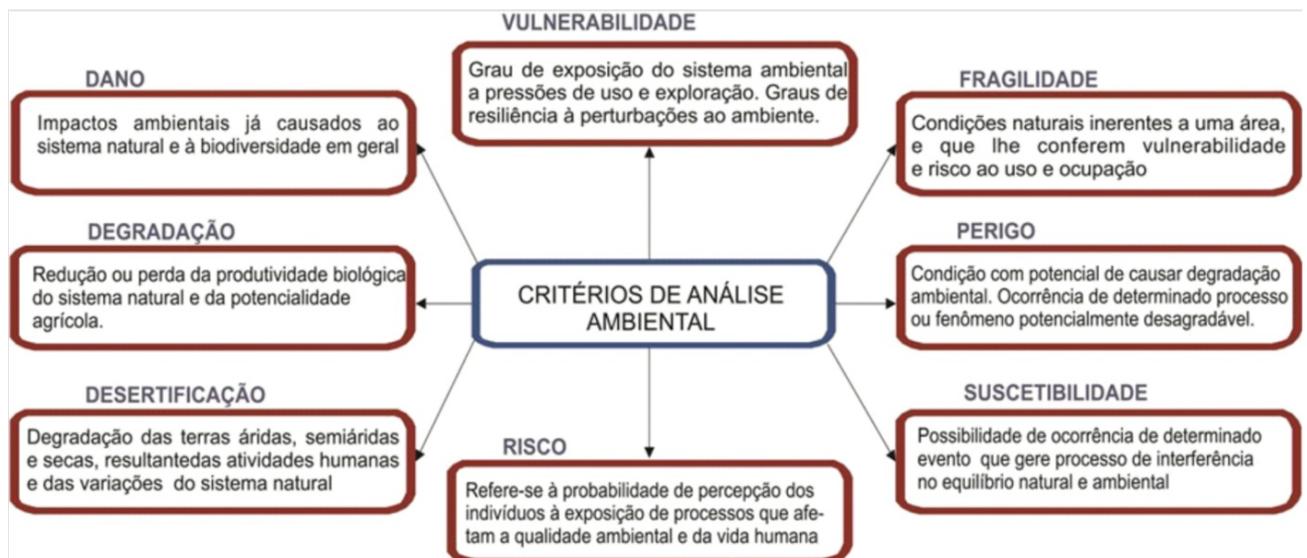
Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### 3.3 Vulnerabilidade Ambiental e Definições Norteadoras

A paisagem é a síntese do sistema ambiental, complexo e interdependente, definida pela dinâmica da interação com vários fatores físicos e organismos vivos. Assim, a interferência humana negativa, seja em nível local, em nível regional ou de bioma, afeta o desempenho e leva à vulnerabilização, conduzindo a outras funções e formas no sistema, “interrompendo ou fragilizando os fios de dependência entre os diferentes níveis e, conseqüentemente, induzindo ou aumentando a probabilidade de desastres” (MANTOVANI e SANTOS, 2007 p. 147).

Para a realização de uma análise integrada da paisagem, são inúmeras as terminologias e metodologias empregadas, haja vista a dinamicidade e o caráter sistêmico do ambiente. Os critérios mais utilizados referem-se ao dano, degradação, desertificação, fragilidade, perigo, risco, suscetibilidade, vulnerabilidade e outros (figura 6). Figueirêdo (2010) afirma que a vulnerabilidade também está atrelada a outras questões, como: exposição a pressões, impacto real ou potencial, sensibilidade do sistema ecológico, capacidade adaptativa e de resiliência da sociedade e suscetibilidade à ocorrência de eventos negativos (exposição, sensibilidade e outros).

**Figura 6 - Esquema Ilustrativo com Definições de Critérios de Análise Ambiental**



Fonte: Almeida, 2010; CERQUEIRA, 2012; MMA, 2009; OLIVEIRA JR., 2014.  
Elaborada pela autora, 2015.

Wilches-Chaux (1989) entende que a vulnerabilidade é ampla e dinâmica e, por ser originada por diversos fatores e agentes, subdivide-se em: vulnerabilidade ambiental, ecológica, cultural, econômica, educativa, física, ideológica, institucional, social e tecnológica. Leone e Vinet (2006) e Almeida (2011) sintetizam algumas denominações e tipologias de vulnerabilidade, descritas no quadro 4:

**Quadro 4 - Tipos de Vulnerabilidade para Estudos de Ambientes Naturais e Antrópicos**

VULNERABILIDADE	CARACTERÍSTICAS
Vulnerabilidade ambiental e patrimonial	Analisa aos danos causados sobre os componentes naturais (vegetação, solos, recursos hídricos, fauna) e os aspectos culturais provocados por fenômenos naturais
Vulnerabilidade física (ou estrutural, ou corporal)	Analisa as construções, as redes de infraestrutura e o potencial de perdas humanas.
Vulnerabilidade funcional e econômica	Analisa as disfunções ligadas às atividades econômicas, às rupturas nas redes de comunicação e transporte, etc.
Vulnerabilidade humana ou social	Analisa as experiências sobre as capacidades de resposta e adaptações às ameaças ou à memória do risco social e suas consequências socioeconômicas e territoriais. Associa-se à percepção de comportamentos potenciais e ao conhecimento dos meios de proteção.
Vulnerabilidade institucional	Analisa a capacidade de resposta das instituições diante de alguma crise, é fator indireto da vulnerabilidade social.

Fonte: Leone e Vinet, 2006; Almeida, 2011. Elaborado pela autora, 2015.

O conceito vulnerável é de origem latina *Vulnerabilis*, o qual significa frágil, e/ou o ponto mais suscetível a ataques e instabilidades (Séguier, 1935). Estar vulnerável indica ser submetido à ocorrência de processos ou fenômenos que causem danos, prejuízos e degradação, por vezes irreversíveis, o que provoca profundas mudanças na esfera em questão.

A compreensão da vulnerabilidade ambiental deve relacionar-se às concepções sistêmicas da paisagem integrada (TRICART, 1977; BERTALANFY, 1977), às noções ecossistêmicas (TANSLEY, 1934) e biológicas, conforme descreve Porto (2012) quando afirma que “o conceito de vulnerabilidade possui uma natureza biológica, pautada pelo paradigma biológico da ecologia e cujo antônimo pode ser entendido, de forma ampla, como integridade ou saúde de ecossistemas” (p. 168).

A concepção de vulnerabilidade abrange distintos fatores e processos que refletem na suscetibilidade e predisposição de determinado ambiente ser afetado frente a uma perda, desastre ou exploração descontrolada. Traduz ainda a capacidade de superar um perigo ambiental, pois quanto melhor um ambiente se restabelece após uma catástrofe, menos vulnerável ele é. O aumento da vulnerabilidade é proporcional à diminuição do poder de resposta, à perda de

resiliência e/ou ausência de condições de reestruturação após impactos negativos ocorridos.

A vulnerabilidade associa-se também à suscetibilidade do sistema ambiental a condições intercorrentes, geradoras de efeitos negativos, mensurados a partir da sensibilidade dos ecossistemas a pressões que comprometam seu funcionamento e equilíbrio dinâmico. A sensibilidade relaciona-se à capacidade adaptativa que um sistema tem para absorver às pressões sem sofrer alterações ao longo prazo, denotando a resiliência de um ecossistema, estabilidade ecológica e ecodinâmica (FIGUEIRÊDO, 2010).

A falta de consenso na definição da vulnerabilidade advém tanto da “dificuldade em se apreender a multidimensionalidade da realidade analisada, quanto da diversidade de direções epistemológicas (Ecologia Política, Ecologia Humana, Ciências Físicas, Análise Espacial, etc.)” (ALMEIDA, 2011, p. 105). No caso da vulnerabilidade ambiental, esta é uma abordagem teórico-metodológica de análise da paisagem e apresenta um leque de especialidades, a iniciar pela diversidade conceitual transdisciplinar, relacionada ao caráter multifacetado que possui, o qual integra fatores e elementos de ordem natural e social (MARANDOLA Jr. e HOGAN, 2006). O quadro 5 traduz a amplitude de definições para a vulnerabilidade ambiental.

**Quadro 5 - Diversidade Conceitual da Vulnerabilidade Ambiental**

AUTOR	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Acseirad 2006	Associada à exposição aos riscos ambientais e designa a maior ou menor susceptibilidade de pessoas, lugares e infraestruturas a essas condições intercorrentes.
Almeida 2010	Associa-se a exposição diferenciada à fenômenos naturais potencialmente perigosos e a quanto mais um sistema é apto a se restabelecer após uma catástrofe, o que remete às noções de resistência e resiliência.
Castro 2012	Condições de baixa resistência de uma área ao uso e ocupação com, possibilidade de acidente e danos ambientais.
Crepani 2001	Associada à caracterização morfodinâmica da paisagem, através dos critérios estabelecidos pela Ecodinâmica.
Figueirêdo 2010	A exposição do sistema às pressões ambientais típicas de atividades agroindustriais, acrescida da sensibilidade do ambiente às pressões exercidas, de acordo com os indicadores do meio físico e biótico (tipo de solo, clima, vegetação etc.), e por fim, a capacidade de resposta do ambiente para a conservação ou preservação, as quais mitigam e/ou reduzem os possíveis efeitos das pressões exercidas.
Hogan e Marandola, 2007 <i>apud</i> Azevedo, 2010	Envolve condições ambientais, sociais, econômicas, demográficas e geográficas que afetam a capacidade do sistema de responder à exposição, ao perigo e ao risco. É medida pela estimativa dos danos potenciais e exprime a capacidade de resistência das pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas diante de um perigo ou processo de intervenção ambiental.
IPCC 2001	É o grau pelo qual um sistema é susceptível ou incapaz de enfrentar efeitos adversos da mudança climática, incluindo a variabilidade e os extremos do clima.
Lage <i>et al.</i> , 2008	Suscetibilidade maior ou menor de pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas de sofrerem algum tipo de risco, perigo ou agravamento.
Li 2006	Níveis de interface entre as características do meio físico e biótico (declividade, altitude, temperatura, aridez, vegetação, solo), das fontes de pressão ambiental (densidade populacional, uso da terra), da ocorrência de impactos ambientais (real ou potencial), da sensibilidade do sistema ecológico, da capacidade adaptativa da sociedade, de resiliência e susceptibilidade do sistema ambiental à ocorrência dos efeitos negativos interventivos.
Marengo 2007	Estabelece em uma função de três fatores: exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação. Com maior exposição e sensibilidade, maior o incremento na vulnerabilidade, por outro lado, quanto maior a capacidade de adaptação do sistema ambiental, menor a vulnerabilidade.
Mendonça 2010	Diferentes condições de exposição e de fragilidade de grupos sociais aos riscos evidencia também a heterogeneidade dos impactos advindos dos riscos e que desestabilizam o sistema ambiental.
Mezzomo 2009	Quanto maior ou menor susceptibilidade que um ambiente apresenta a um problema potencial provocado por algum tipo de atividade antrópica.

AUTOR	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Ministério do Meio Ambiente 2007	Resposta a uma perturbação ao meio ambiente, que é diferente em função das características naturais e de apropriação humana de cada fração de território. Associa-se ao grau de suscetibilidade em que um componente do meio, de um conjunto de componentes ou de uma paisagem, apresenta em resposta a uma ação, atividade ou fenômeno.
Oliveira Jr., 2014	Graus de exposição do sistema ambiental aos fenômenos de origem humana, com efeitos prejudiciais às características dos meios biofísicos e socioeconômicos.
Mitchel 1989	Conceito essencial na abordagem dos riscos e perigos ambientais, fundamental para o desenvolvimento de estratégias de redução e mitigação das consequências dos desastres naturais, nas diversas escalas de análise (local, regional, nacional, global).
Souza 2005	Grau de exposição de determinado ambiente de estar sujeito a fatores e elementos que possam acarretar efeitos adversos, causados por atividades diversas, advindas da ação antrópica.
Santos 2004	Condições de tolerância da vegetação às variações dos fatores abióticos e bióticos. A quantificação da cobertura vegetal um indicador que permite mensurar o estado da vulnerabilidade em determinada área.

Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

Segundo a Coastal - Services Center da National Oceanic and Atmospheric Administration/NOAA – (1999) estudos da ocorrência e frequência de desastres, riscos e probabilidades de perigos naturais e ambientais são componentes importantes, os quais dependem da análise da vulnerabilidade (NASCIMENTO, 2009). As áreas com riscos ambientais, subdividida em riscos naturais e riscos naturais agravados pelo homem, são identificadas através da vulnerabilidade, que se relaciona à fragilidade de uma área, à possibilidade de intercorrências em função de determinado perigo ambiental. As concepções de risco e vulnerabilidade são interdependentes, inseparáveis e dialéticas (MENDONÇA, 2010).

Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas conseqüências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo (ALMEIDA, 2011, p. 87).

A vulnerabilidade está aliada a maior ou menor fragilidade do ambiente e determina os danos produzidos pela ocorrência efetiva de risco sobre um sistema ambiental, o qual venha a alterar a dinâmica entre solo, clima, hidrografia, ecossistemas e sociedade, através de variações climáticas, catástrofes naturais, desmatamento, queimadas, uso e ocupação inadequado de terras, poluição e contaminação física e química, dentre outros. Assim, a vulnerabilidade possibilita identificar e reduzir processos que interfiram no sistema ambiental e que comprometam seu funcionamento harmônico.

Para o presente trabalho, compreendem-se como vulnerabilidade ambiental, os graus de exposição e extensão do sistema em relação aos fatores, elementos e processos de interferência em sua homeostase e em sua capacidade de resiliência. A vulnerabilidade vincula-se à resistência do ambiente frente a impactos negativos externos e desequilíbrios nos ciclos naturais, que na perspectiva ecodinâmica indica o estado de estabilidade/instabilidade dos componentes bióticos, abióticos e antrópicos integrados na paisagem através de trocas de matéria e energia. A vulnerabilidade é um indicador de condição e sua mensuração depende das particularidades do ambiente em análise, fomentando uma abordagem integrada entre sociedade e natureza, que representa a síntese da paisagem.

A concepção de vulnerabilidade deve considerar, além dos preceitos teóricos acima descritos, os aspectos físicos/abióticos e biológicos/bióticos do patrimônio natural do Território do Sisal, ressaltando sua dinâmica morfopedogenética semiárida; os padrões de uso e cobertura das terras, os quais alteram as trocas de energia e matéria do sistema; e por fim, os reflexos ocorridos diretamente no ambiente. A figura 7 sintetiza os direcionamentos conceituais e procedimentais adotados sobre a vulnerabilidade ambiental.

**Figura 7 - Esquema Integrado Sobre a Compreensão da Vulnerabilidade Ambiental**



Fonte: Elaborado pela autora, 2015.

### 3.3.1 Uso e cobertura da terra como subsídio à análise da vulnerabilidade ambiental

O uso e a cobertura das terras é um indicador de condição ambiental, por possibilitar a identificação das formas e das atividades predominantes, práticas, processos, agentes responsáveis e/ou conseqüentes da apropriação dos recursos naturais. Subsidiaria também a análise da vulnerabilidade, por expressar as condições de exploração, resiliência, limite e padrões de ocupação do patrimônio ambiental.

As definições atribuídas ao uso e cobertura das terras possuem interdependência e são aplicadas conjuntamente. O uso da terra associa-se as formas de posse dos recursos naturais dispostos no sistema ambiental, seja

com objetivos de sobrevivência e/ou de manutenção dos modos de vida das populações. O uso faz alusão apenas às atividades humanas executadas diretamente sobre a terra, a qual modifica a cobertura através da agricultura e pastagem, construções civis, lazer e turismo, mineração e desflorestamento. A cobertura das terras refere-se aos componentes bióticos e abióticos que revestem a superfície, englobando solos e rochas, vegetação e florestas, água ou neve, e que refletem o estado biofísico do sistema terrestre, bem como, todos os tipos de uso antrópico (PRAKASAM, 2010).

O IBGE (2013) adota a definição de que a cobertura da terra consiste no conjunto de elementos da natureza, relacionado à vegetação, água, rocha, sedimentos, construções artificiais e qualquer outro elemento que recubra a superfície. A cobertura, portanto, é resultante dos elementos ambientais (naturais e sociais) que revestem essa terra, oriundos das formas de ocupação e utilização antrópica em interface com os padrões naturais (OLIVEIRA JR., 2014). O uso relaciona-se com as “práticas exercidas pela sociedade a partir da cobertura existente, com o propósito de ocupar e manipular uma extensão de terras ou até mesmo um ecossistema” (DIAS, 2012, p. 57), ou seja, indica as formas de apropriação dos recursos disponíveis sobre a terra para o desenvolvimento de atividades socioeconômicas. O IBGE considera ainda que o uso da terra está ligado às atividades conduzidas pelo homem sobre uma extensão de terra, ou sistema ecológico, associado também à função socioeconômica do sistema ambiental.

Os reflexos ambientais oriundos das formas de uso e ocupação de terras passaram a compor o quadro de investigações científicas e de planejamento e gestão territorial, possibilitando a emergência dos primeiros estudos dessa temática a partir do século XX. Em 1971, a Comissão Mista para Informação e Classificação do Uso da Terra, formada por representantes de Órgãos Federais dos Estados Unidos, da Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) e do Departamento de Agricultura dos EUA, além da participação da Associação de Geógrafos Americanos e da União Geográfica Internacional (UGI), tinha o objetivo de desenvolver um sistema de classificação do uso da terra (IBGE, 2013). O projeto visava superar problemas operacionais encontrados pela Comissão de Utilização da Terra em 1949, a qual tivera a meta de realizar o mapeamento do uso da terra para todo o planeta, numa

escala de 1:1.000.000, a partir de levantamentos de campo e da utilização de fotografias aéreas (KELLER, 1969). Então, em 1976, o Departamento do Interior dos Estados Unidos publicou uma revisão do sistema de classificação de uso da terra, a qual se tornou uma importante referência para os estudos da temática no Brasil (IBGE, 2013).

A criação da Comissão Mista supracitada expressou também a necessidade de se buscar novas formas tecnológicas de aquisição de informações para a realização de mapeamentos do uso e cobertura dos solos, entendidos como necessários para discussões sobre a questão ambiental. As técnicas de Sensoriamento Remoto passaram a compor o emaranhado do conjunto de procedimentos de obtenção de dados sobre a superfície. O divulgado projeto RADAMBRASIL foi o primeiro trabalho no Brasil que, utilizando o sensoriamento remoto como ferramenta de reconhecimento de fenômenos especializáveis em âmbito nacional, realizou o levantamento sistemático de recursos naturais (BRASIL, 1982).

Segundo o IBGE (2013), no Brasil, os primeiros trabalhos sobre o uso e cobertura da terra datam da década de 1930 até 1940, os quais tinham o objetivo de reconhecimento. Entre os anos de 1950 a 1960 houve predomínio dos estudos de processos produtivos e de questões relacionadas à regionalização dos usos da terra. Nos anos 70 o foco eram as análises classificatórias das formas e dinâmicas do uso da terra, através do advento da estatística, dando ênfase aos processos quantitativos; o IBGE foi um dos importantes centros de pesquisa que divulgaram esses procedimentos e também a utilização do sensor remoto. Destacam-se nesse período os trabalhos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e do projeto RADAMBRASIL.

Em 1991 o IBGE elaborou o primeiro Manual Técnico de Uso da Terra, o qual foi reeditado em 2006 e posteriormente em 2013, onde é abordada uma revisão de conceitos, marcos teórico-metodológicos, técnicas para o levantamento do uso e da cobertura das terras e uma classificação tipológica, identificada através de padrões homogêneos da cobertura, por meio de pesquisas de gabinete e campo, de registro de observações da paisagem, de estudos realizados por outras equipes de pesquisadores e de relatórios

técnicos preexistes. O sistema multinível de classificação de uso da terra adotado pelo IBGE

representa o modelo para mapeamento individualizado das categorias de uso da terra. Como na escala de referência, nem sempre é possível mapear separadamente os usos propostos pela nomenclatura, trabalha-se aqui com a possibilidade de separar unidades heterogêneas, contendo associação de até três (3) tipos de uso (IBGE, 2013, p. 45).

A referida classificação é subdividida em três níveis de abstração, para atender a mapeamentos em escalas de 1:250.000 e 1:100.000. Os dois primeiros níveis associam-se à cobertura, enquanto que o terceiro nível ao uso da terra:

- ✓ O nível I indica as principais categorias da cobertura terrestre, discriminadas pela interpretação direta das imagens de satélite;
- ✓ O nível II indica a cobertura e uso em escalas regionais. Para a identificação dessa categoria, é necessária a identificação através dos sensores remotos e da utilização de dados complementares secundários ou de levantamentos de campo;
- ✓ O nível III indica o uso da terra propriamente dito. Neste patamar, a utilização de dados exógenos aos sensores remotos é fundamental para identificar os elementos mapeados, incluem-se neles as observações de campo, inventários, entrevistas, bancos de dados analógicos ou digitais e documentação em geral.

O IBGE, com base no projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982), publicou também a Classificação da Vegetação Brasileira, em 1991, e o Manual Técnico da Vegetação Brasileira, em 1992, os quais foram revistos e ampliados na publicação do Manual Técnico da Vegetação Brasileira de 2012 que, por sua vez, tem como principal objetivo a uniformização terminológica da classificação da vegetação brasileira. O Manual traz os sistemas de classificação da cobertura vegetal, os procedimentos metodológicos dos mapeamentos - com base na interpretação de imagens de sensores e no levantamento de campo - e as indicações das escalas cartográficas de representação dos resultados e um sistema de legendas.

As características da superfície retratam o revestimento do solo, as atividades de uso e suas correlações com a cobertura, revelando os arranjos da paisagem. A definição e hierarquização dos usos, segundo a proposta do IBGE (2013) é definida a partir da interpretação preliminar da superfície mapeada, classificando-a a partir da lógica de que o principal uso/cobertura é aquele que ocupa mais que 50% da área.

Os estudos de levantamento e mapeamento de uso e cobertura do solo fornecem análises sobre as formas do patrimônio ambiental dispostos sobre a superfície, apontando a direção e dimensão de impactos ambientais, de desmatamento, de perda de biodiversidade, de expansão da mancha urbana, de transformações no espaço rural, dos níveis de vulnerabilidade.

## **4 O TERRITÓRIO DO SISAL: PADRÕES SOCIOAMBIENTAIS**

Os caminhos de gado que entremearam o semiárido baiano representam um importante fator de ocupação e desenvolvimento de povoados, vilas e municípios, assim como ocorreu no Território do Sisal. A produção sisaleira impulsionou a região e dinamizou a ocupação local.

O Território do Sisal insere-se totalmente no semiárido e possui uma paisagem natural diversa e heterogênea na forma, estrutura, processos e cobertura, refletindo padrões ambientais peculiares. O perfil de exploração antrópica revela uma região marcada por atividades agropastoris de lavouras de subsistência e pecuária extensiva, coerentes com a população rural, que predomina em relação à urbana.

Apresenta-se no capítulo um breve panorama do contexto histórico de ocupação do semiárido e do Território do Sisal, uma análise do patrimônio natural e dos aspectos ambientais, acrescida da caracterização socioeconômica e produção agropecuária, realizada com base no Anuário Estatístico da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia de 2014.

### **4.1 Ocupação do Semiárido e do Território do Sisal**

O histórico de ocupação do território brasileiro deu-se primeiramente pelo litoral da região Nordeste, com o surgimento das primeiras vilas açucareiras e de exploração do pau-brasil, subordinadas à coroa portuguesa. A necessidade de abastecimento e de mão de obra para as fazendas de cana-de-açúcar fez interiorizar a colonização, principalmente através da introdução do gado em áreas distantes 10 léguas dos engenhos, no período do governo de Tomé de Souza (1549 - 1552). Na época, as áreas interioranas ficaram conhecidas como o sertão – onde se insere o semiárido -, o qual remetia a uma ideia de espaços vazios, desconhecidos e/ou a fronteira da colonização, por onde os bandeirantes adentravam na busca de minerais, novas terras e povos indígenas autóctones para explorar e dizimar (LOBÃO, 2013; NEVES, 2007).

As atividades bandeirantes e as missões religiosas, somadas à expansão pastoril foram fatores de colonização do interior do Nordeste. No sistema de sesmarias - instituído pela coroa portuguesa no governo de D. João III (1534) -, terras inóspitas eram repartidas para exploração pelos seus donatários. Segundo Lobão (2013), as sesmarias favoreceram a ocupação do sertão da Bahia, por duas principais famílias, a de Garcia D'Ávila e a de Antônio Guedes de Brito, as quais eram detentoras de fazendas de gado em extensões de terra que se desconhecem os limites. As fozes dos Rios Inhambupe, Itapicuru, Jacuípe, Paraguaçu e São Francisco, que drenam o sertão baiano, foram vias de acesso que levavam a ocupação do litoral ao interior, até as áreas das caatingas, devido à necessidade da pecuária do gado para transporte e comida e do cultivo de lavouras (OLIVEIRA JR., 2014).

Na metade do século XVIII, os fazendeiros, com propriedades localizadas na bacia do rio Itapicuru, consolidaram as vias locais de ligação com o mercado de Salvador, Recôncavo baiano, Piauí e Pernambuco, de onde vinham boiadas destinadas à Vila de Salvador (OLIVEIRA JR., 2014, p 100).

Na Bahia, o gado era criado de forma extensiva, numa estrutura latifundiária, como atualmente ainda é. A imagem do vaqueiro tornou-se importante para a ocupação do semiárido baiano, por ser ele o responsável, historicamente, pelo manejo dos rebanhos de gado, instalação e manutenção das fazendas (OLIVEIRA JR., 2014). Entretanto, ressalva-se que a criação de gado no semiárido sempre encontrou restrições associadas às secas sazonais, escassez de água e pastos, queimadas e epidemias nos rebanhos, remetendo a baixas produtividades em determinados períodos (LOBÃO, 2013).

Apesar dessas condições, o cultivo de subsistência e o pastoreio de rebanhos continuam existindo em todo o semiárido baiano. Os caminhos abertos nos sertões para lavouras, criação e circulação bovina foram fundamentais para a interligação de povoados e vilas, através de onde escoavam a produção local e a população circulava, construindo também habitações, ou seja, enquanto o gado traçava sua trilha sobre as terras, os colonizadores demarcavam seu território.

Segundo Freixo (2010), a antiga região sisaleira onde está situado o Território do Sisal, foi caracterizada pela concessão de sesmarias, as quais

ultrapassavam 20 léguas de extensão. Durante muito tempo ela foi concebida como o “sertão de Tocós”, nome advindo dos bandeirantes, pela existência de índios ferozes nomeados de Tocós, habitantes originalmente no Recôncavo Baiano e expulsos por latifundiários rumo aos sertões da Bahia. Após a morte de Guedes de Brito, proprietário da sesmaria de Tocós, a mesma foi desmembrada em inúmeras fazendas, onde predominava a criação de gado. A partir das fazendas, originaram-se importantes freguesias, como a Freguesia de Nossa Senhora da Conceição do Coité (atual município de Conceição do Coité, emancipado em 1933).

Do final do século XIX ao início do século XX introduziu-se no sertão dos Tocós o cultivo do agave ou sisal, que obteve bom desenvolvimento devido às condições edafoclimáticas da região.

O sisal alcançou papel de destaque na Bahia, no período de 1938-42, quando o governo Landulpho Alves passou a estimular o seu plantio, como alternativa de sobrevivência do sertanejo, aproveitando as condições favoráveis do mercado interno criadas pelos obstáculos de importação de produtos similares por conta da Segunda Guerra Mundial (CODES, 2010, p. 27).

O sisal é uma espécie resistente ao stress hídrico e apoia-se especialmente na cultura minifundista, em pequenas e médias propriedades, de terra, associada à agricultura de subsistência. Até finais da década de 40, a fibra do sisal é extraída manualmente através de uma ferramenta denominada “farrachos”, substituída pela “máquina paraibana” ou “motor de sisal” a partir dos anos 50, o que modernizou de forma significativa o setor de produção sisaleira para a época (CODES, 2010).

A estrada de ferro nas áreas próximas à região sisaleira, construída a partir de fins do século XIX, passou a se configurar como o principal meio de circulação entre os sertões e a capital da província, delineando o fluxo de mercadorias e pessoas. Até os anos de 1950, a ferrovia constituiu-se como o principal meio de transporte, posteriormente perdendo espaço para o eixo rodoviário em expansão, denominada de BR-13, atual BR-116 Norte. Com a construção e ampliação rodoviária, a dinâmica de circulação de pessoas e mercadorias se intensificou, contribuindo para a efervescência na produção de

sisal para a confecção de cabrestos, cordas, cordéis e sacarias, destacando-se tanto no mercado interno como no externo.

O plantio e beneficiamento do sisal intensificou o povoamento da região do sertão dos Tocós, fomentando o surgimento dos municípios de Araci em 1956, Valente em 1958 e Ichu em 1962, dentre outros que hoje fazem parte do Território de Identidade do Sisal. Os latifúndios de sisal de meados do século XX fizeram emergir ricos fazendeiros, conhecidos como “reis do sisal” (Freixo, 2010).

A constituição do município de Tucano está associada à existência da Imperial Vila do Tucano (1837) - localizada às margens do rio -, de onde se desmembrou o município de Quijingue (1962). O município de Monte Santo adveio da Vila do Coração de Jesus do Monte Santo (1837). Ambas as vilas são originárias da Vila de Itapicuru de Cima (1727) (OLIVEIRA JR., 2014).

Nesse contexto, o sertão de Tocós, dos caminhos de gado, foi cedendo lugar a uma região concebida como sisaleira e reconfigurada como o Território do Sisal.

## **4.2 A Paisagem Natural do Território do Sisal**

O semiárido brasileiro, conforme a delimitação instituída pelo Ministério da Integração Nacional (MI) através da Portaria nº 89 de 16 de março de 2005, possui área de 969.589,4 km<sup>2</sup>, o que equivale a 12% do território nacional. Engloba 1.133 municípios da Região Nordeste, representando 86% do total da região (MARENGO, 2008). O estado da Bahia tem 69,7% de sua extensão territorial inserida no semiárido, com 266 dos seus 417 municípios. Para o enquadramento municipal na região semiárida, o MI define que o mesmo deve atender, pelo menos, a um dos seguintes requisitos:

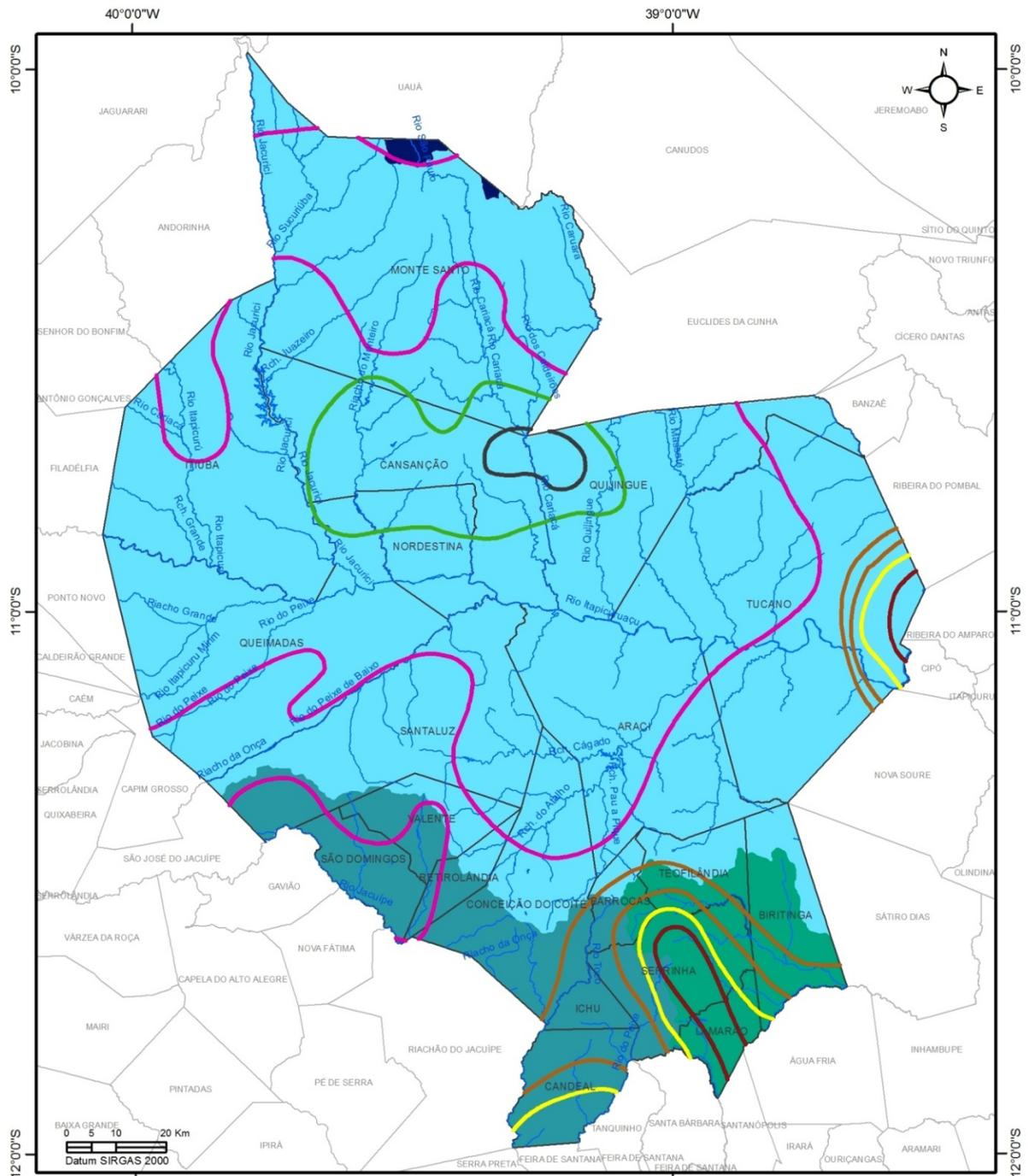
- ✓ Precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 milímetros;
- ✓ Índice de aridez de até 0,5 calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990;
- ✓ Risco de seca maior que 60%, tomando-se por base o período entre 1970 e 1990 (BRASIL, 2005, p 03).

O semiárido é caracterizado por apresentar irregularidade temporo-espacial na distribuição e quantidade de precipitações pluviométricas, com dois períodos chuvosos anuais: um no verão, com chuvas torrenciais e altas taxas de evapotranspiração; outro no inverno, associado às frentes frias. As elevadas taxas de evapotranspiração e insolação, em função da grande disponibilidade de energia no sistema, contribuem para a periodicidade da ocorrência de secas e por outro lado, para as chuvas torrenciais (AB'SÁBER, 1974; LOBÃO, 2013).

No semiárido baiano as precipitações variam entre 400 mm nas áreas mais baixas da depressão a 1.300 mm nas áreas de barlavento das chapadas, serras, residuais e tabuleiros, onde ocorrem chuvas orográficas. O TS é totalmente inserido no semiárido, onde os raios solares e as temperaturas médias oscilam entre 26° a 28°C. A pluviosidade entre as isoietas de 700 e 900 mm encontram-se sobre os tabuleiros e áreas próximas ao agreste baiano; as de 400 a 600 mm nas depressões e na bacia hidrográfica do Rio Itapicuru (figura 8). Este padrão nas condições meteorológicas resulta em um índice de aridez entre 30 e 66% e evapotranspiração real de 339 a 916 mm (SEI, 2009), as quais variam no tempo e no espaço, segundo o período do ano, os padrões da paisagem e seus processos de retroalimentação entre a biomassa e o ciclo hidrológico.

Sobre os aspectos hidrológicos, no ano de 2005 o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Bahia (PERH), aprovado pela Resolução CONERH n° 01/05, redefiniu a regionalização das bacias hidrográficas para fins de gestão. Inicialmente foram indicadas 17 Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA's), que em 2009, de acordo com a resolução CONERH n° 43, passaram para 26. O TS encontra-se inserido em quatro RPGA's, sendo três de gestão estadual: Recôncavo Norte, Rio Itapicuru, Rio Paraguaçu; e uma de gestão compartilhada com o estado de Sergipe: Rio Vaza-Barris (figura 8). A bacia do Rio Itapicuru, alongada e no sentido W→L, é a mais representativa, sendo responsável pela dissecação do relevo e fundamental na utilização antrópica, que tem na bacia um importante recurso hídrico para as atividades agropastoris e de abastecimento humano.

**Figura 8 - Mapa das Regiões de Planejamento e Gestão das Águas e Isoietas do Território do Sisal**



- |                         |        |
|-------------------------|--------|
| Rio                     | 400 mm |
| Limite municipal        | 500 mm |
| RPGA do Recôncavo Norte | 600 mm |
| RPGA do Rio Itapicuru   | 700 mm |
| RPGA do Rio Paraguaçu   | 800 mm |
| RPGA do Rio Vaza-Barris | 900 mm |

Fonte: IBGE, 2010; INGÁ, 2007;  
SIG-BAHIA, 2003

Elaboração: Mílvia O. Cerqueira, 2015

A composição litológica do semiárido baiano é formada por 70% de rochas ígneas e/ou metamorizadas (LOBÃO, 2015) e 30% de coberturas sedimentares e da bacia sedimentar Recôncavo-Tucano. O TS possui uma constituição geológica diversa (figura 9), sendo a maior parte das rochas cristalinas compostas por gnaisses e migmatitos do Cráton do São Francisco, constituindo um mosaico de unidades estruturais e comportam o *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru<sup>1</sup>.

A estrutura cristalina compõe o embasamento rochoso de serras e maciços dispostos na depressão sertaneja. Na extensão leste do TS localiza-se parte da bacia sedimentar Recôncavo-Tucano, com tabuleiros friáveis formados de arenitos, conglomerados e folhelhos. A disposição e estrutura das rochas do território refletem diferentes feições de relevo, condicionando o perfil morfodinâmico e pedológico da paisagem. A unidade apresenta dois grandes compartimentos de relevo: a depressão sertaneja periférica e interplanáltica (oeste) e os tabuleiros sedimentares da bacia sedimentar (leste) (figura 10). A depressão, formada por processos de pediplanação (CASSETI, 2005), é limitada por relevos planálticos de serras e residuais cristalinos - cabeceiras de drenagem e interflúvios da Bacia Hidrográfica do Rio Itapicuru -, que comportam pedimentos funcionais, retocados por drenagem incipiente. Os tabuleiros abrigam formas de dissecação e aplanamentos embutidos, com encostas íngremes, formadas por feições e superfícies expostas à erosão acelerada, o que indica suscetibilidade à vulnerabilidade ambiental.

As estruturas geológicas atreladas aos agentes intempéricos geraram compartimentos de relevo no TS de 120 a 920 m de altitude. As superfícies de maiores cotas correspondem às áreas de topo de relevos e encostas; as altitudes menores relacionam-se com os terraços da Bacia hidrográfica do Rio Itapicuru, e com as áreas confinadas na depressão (figura 11). Os topos dos tabuleiros apresentam altitudes elevadas, entretanto, declividade menor que 2° de inclinação, aumentando exponencialmente para as bordas escarpadas. Grandes extensões de terras do TS compõem-se de baixas declividades, onde ocorrem as atividades agropecuárias, principalmente as áreas de acumulação e do pediplano, em destaque nas porções oeste e noroeste. Em contraste, as serras e residuais detêm declividade alta, que aumentam gradativamente do sopé para o topo (figura 12).

---

<sup>1</sup> O *Greenstone Belt do Rio Itapicuru* é uma seqüência vulcano-sedimentar paleoproterozóica, localizada na porção nordeste do Craton do São Francisco. – Adaptado de Costa, 2008.

**Figura 9 - Mapa da Litologia do Território do Sisal**

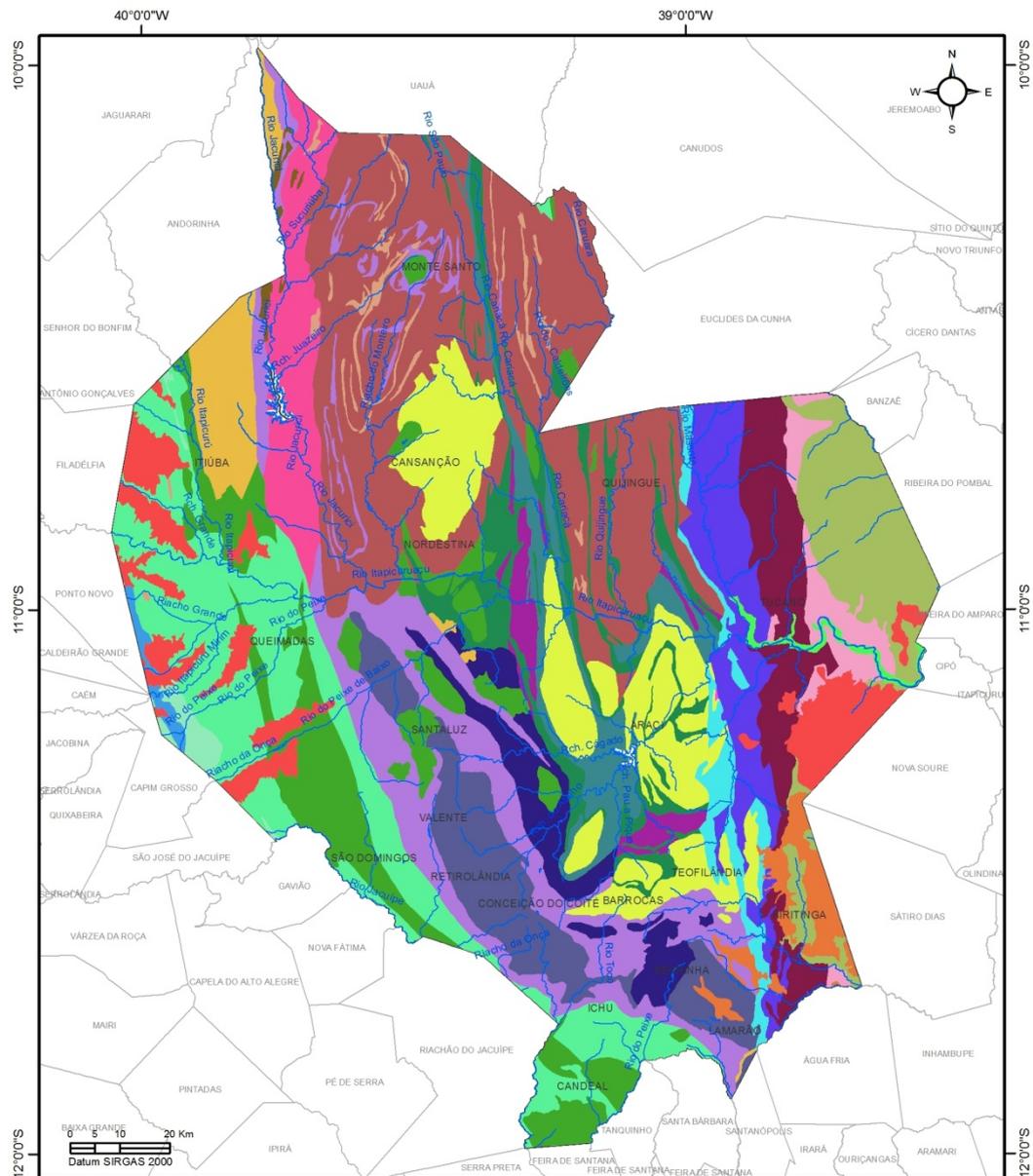




Figura 11 - Mapa de Altimetria do Território do Sisal

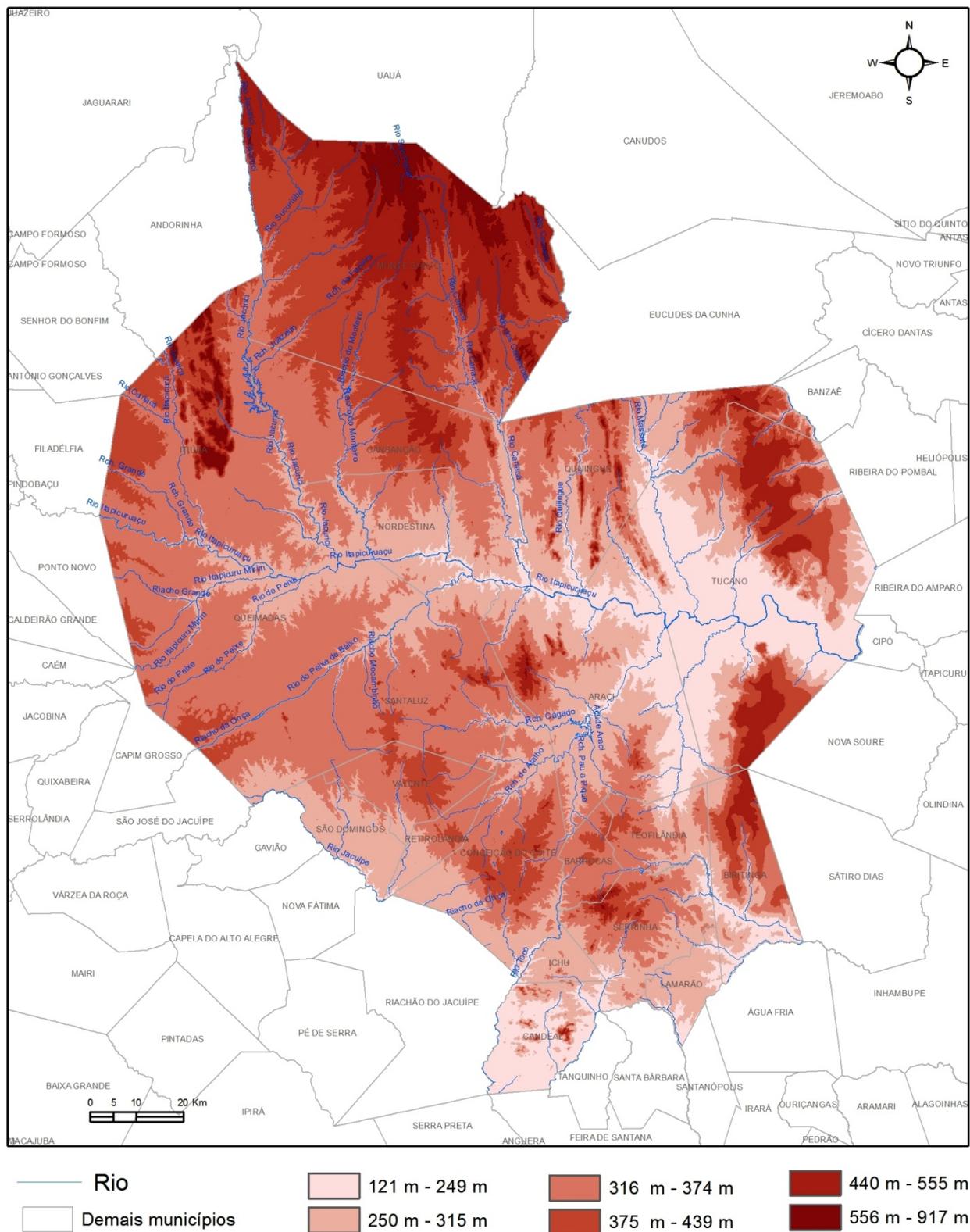
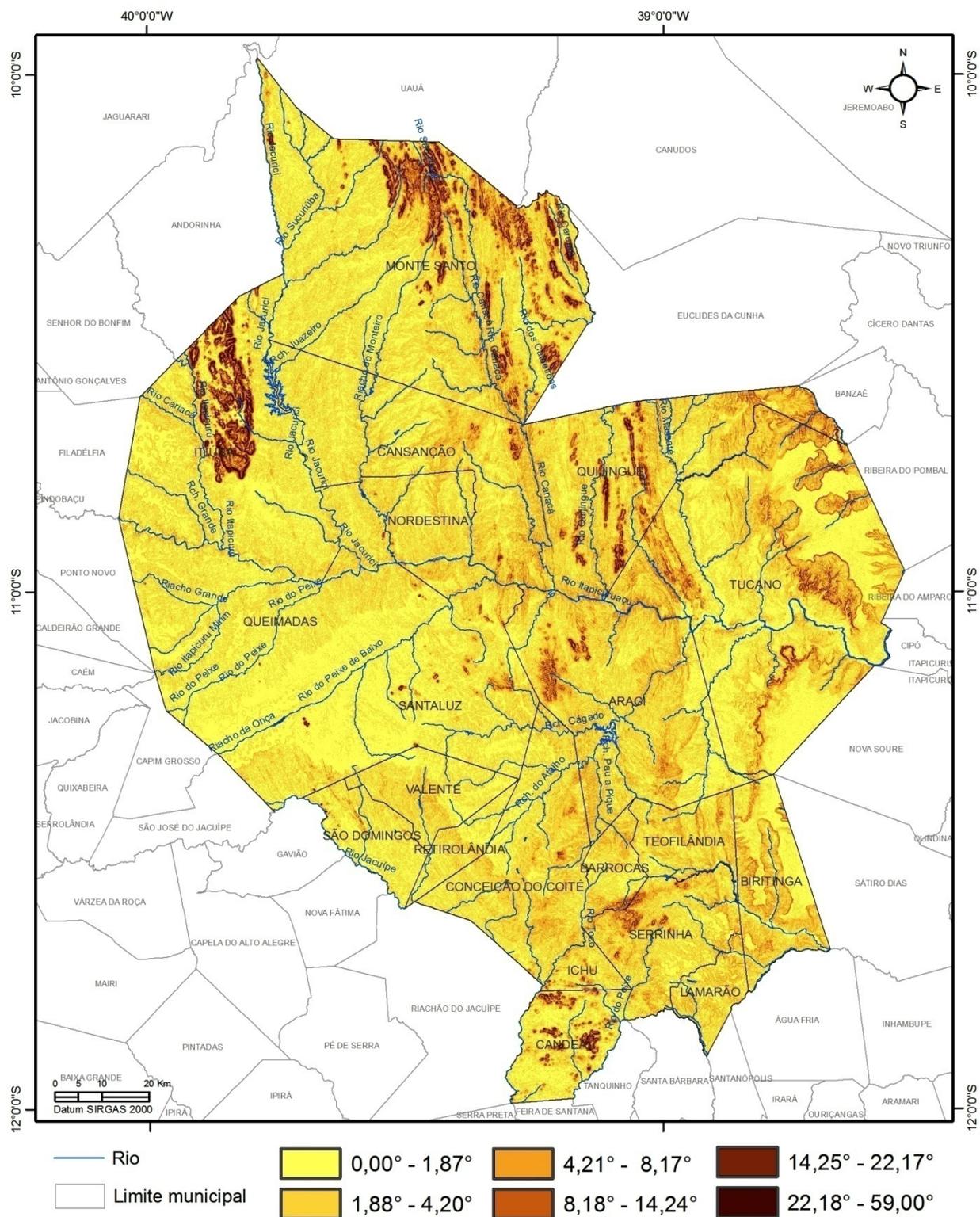


Figura 12 - Mapa de Declividade do Território do Sisal

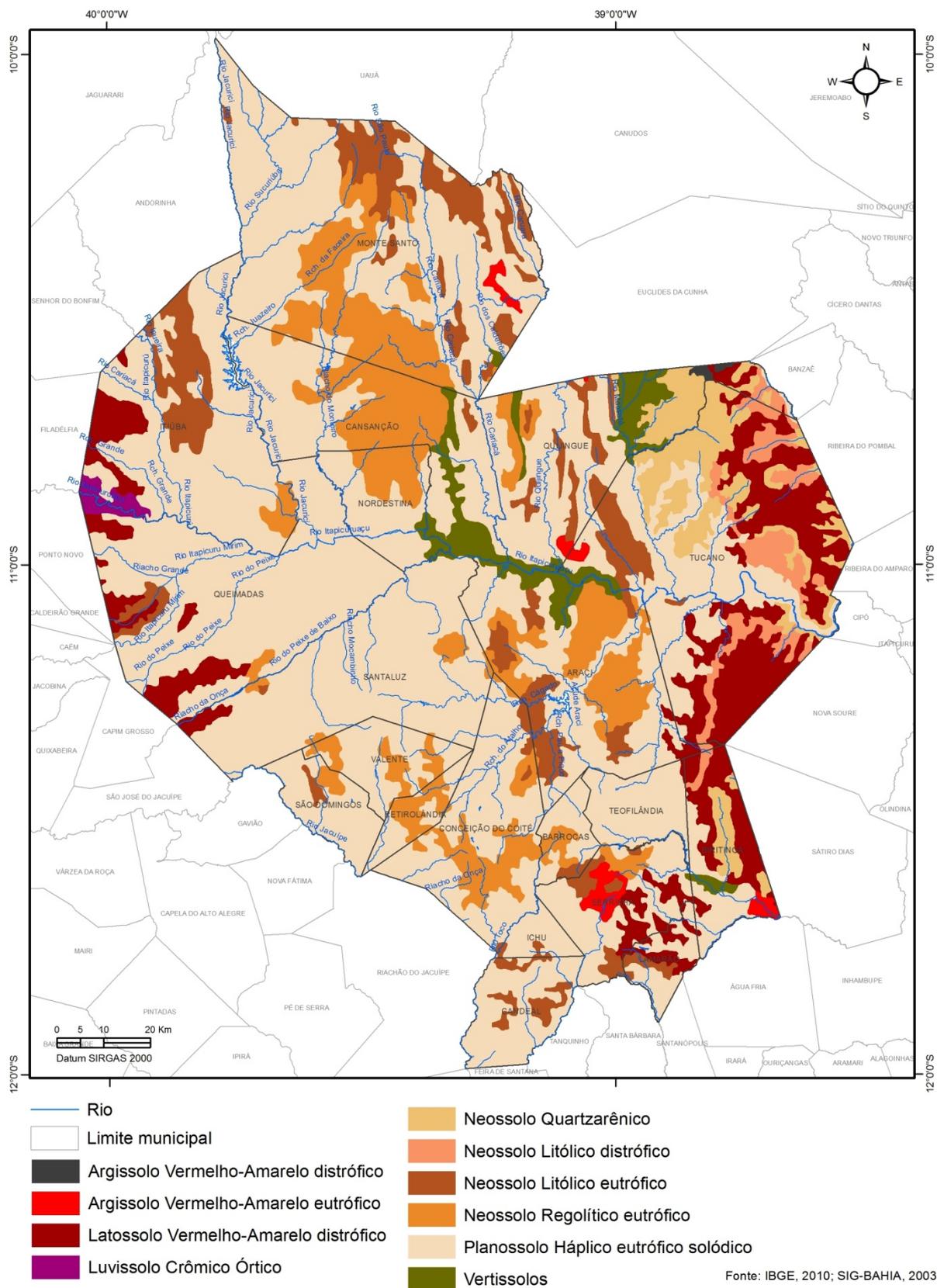


Fonte: IBGE, 2010; SIG-BAHIA, 2003; SRTM, 2001  
 Elaboração: Milvia O. Cerqueira, 2015

Nas superfícies planas da depressão, onde se encontram as menores declividades e baixas cotas altimétricas, encontram-se Neossolos e Planossolos, característicos de zonas com imperfeita drenagem e que necessitam de correções. Possuem textura arenosa e são utilizados para pastagens e agricultura, sobretudo familiar. A infiltração e percolação são pouco expressivas e não retroalimentam o lençol freático, acrescido ao fato de que o aporte de água, através da precipitação, corresponde aos valores de evapotranspiração real durante muitos períodos do ano, ou seja, a reserva de água no solo é insuficiente. Cabe ressaltar que a agropecuária é uma prática que se associa à retirada da cobertura vegetal, o que acarreta a remoção das raízes, que funcionariam como aglutinadoras dos grãos, dando coesão aos solos e tornando o sistema solo-planta menos vulnerável à erosão, aos processos morfogenéticos. Os Vertissolos são pouco profundos, imperfeitamente drenados, com permeabilidade lenta e concentração de argila expansiva (tipo 2:1), que acarreta a formação das gretas de contração (LEPSCH, 2002).

No compartimento da Bacia Recôncavo-Tucano as formas sedimentares que compõem as feições tabulares abrigam Latossolos e Neossolos Distróficos, com saturação por bases inferior a 50%, portanto, ácidos, de fertilidade média ou baixa, o que limita, dentre outros fatores, o uso agrícola (LEPSCH, 2002). No Território do Sisal, tais solos são predominantemente friáveis, com pedregosidade superficial e alta suscetibilidade à erosão, devido à forte permeabilidade e predomínio da morfogênese (figura 13). Os Neossolos compreendem solos minerais muito jovens, de pequena espessura, escassez de material orgânico, resistência ao intemperismo e poucas alterações em relação ao material originário (EMBRAPA, 2006). Os Latossolos vermelho-amarelos distróficos são solos maduros, avançados no estágio de intemperização, bem drenados e com baixo teor de matéria orgânica, formados sobre lateritas e folhelhos, distribuídos sobre os tabuleiros sedimentares, com superfícies de erosão acelerada e voçorocamentos (EMBRAPA, 2006).

Figura 13 - Mapa de Solos do Território do Sisal



O conjunto geológico, geomorfológico, pedológico, climático e hidrológico forneceu ao Território do Sisal uma estrutura edafológica favorável à formação de áreas de caatingas nas depressões cristalinas, e de cerrado nos tabuleiros sedimentares. As diversas formas de relevo abrigam ecossistemas formados de espécies endêmicas de caatingas (LOBÃO).

O subtipo caatinga arbóreo/arbustiva, com porte de até de 5 m, é predominante na unidade territorial e caracteriza-se pela rusticidade, deciduidade e semi-deciduidade na estação seca, devido ao stress hídrico persistente, porém com rápido brotamento no período chuvoso (AB'SÁBER, 2003). São comuns espécies xeromórficas, como juremas (*Mimosa tenuiflora*), xique-xiques (*Polosocereus gounellei*) e juá (*Zizyphus Joazeiro*).

A ocorrência do cerrado nos tabuleiros sedimentares se dá sob pacotes de latossolos entremeados por neossolos, onde se encontra uma vegetação hipoxerófila mista, com plantas de caatinga e de cerrado. Algumas espécies são comuns nessa área do Território do sisal, como as, Candeias (*Gochnatia polimorpha*) e Orelhas-de-onça (*Tibouchina heteromalla*).

No Território do Sisal, as caatingas são mais volumosas nas regiões de acúmulo de pedimentos, de tálus e sopés das serras e tabuleiros – onde estão em contato com o Cerrado -. Grande parte são caatingas secundárias, resultantes da recomposição de áreas desmatadas e abandonadas, ou mesmo remanescentes do bioma conservado, devido a fatores limitantes ao uso, como altimetria e declividades acentuadas e restrito acesso à água de superfície e subsolo, por exemplo (LOBÃO, 2015).

A apropriação da vegetação no Território do Sisal, com a extração de espécies para a abertura de pastagens e áreas agricultáveis, demonstra o quanto existe de supressão e de pressão exercida sobre os remanescentes de caatinga e cerrado, apontando para uma cobertura com níveis variados de antropização. A exploração inadequada da vegetação no TS, ou em qualquer outro ambiente, acarreta o comprometimento dos ecossistemas presentes, representando um fator de potencialização da vulnerabilidade ambiental aos processos degradativos.

### 4.3 Perfil Socioeconômico do Território do Sisal

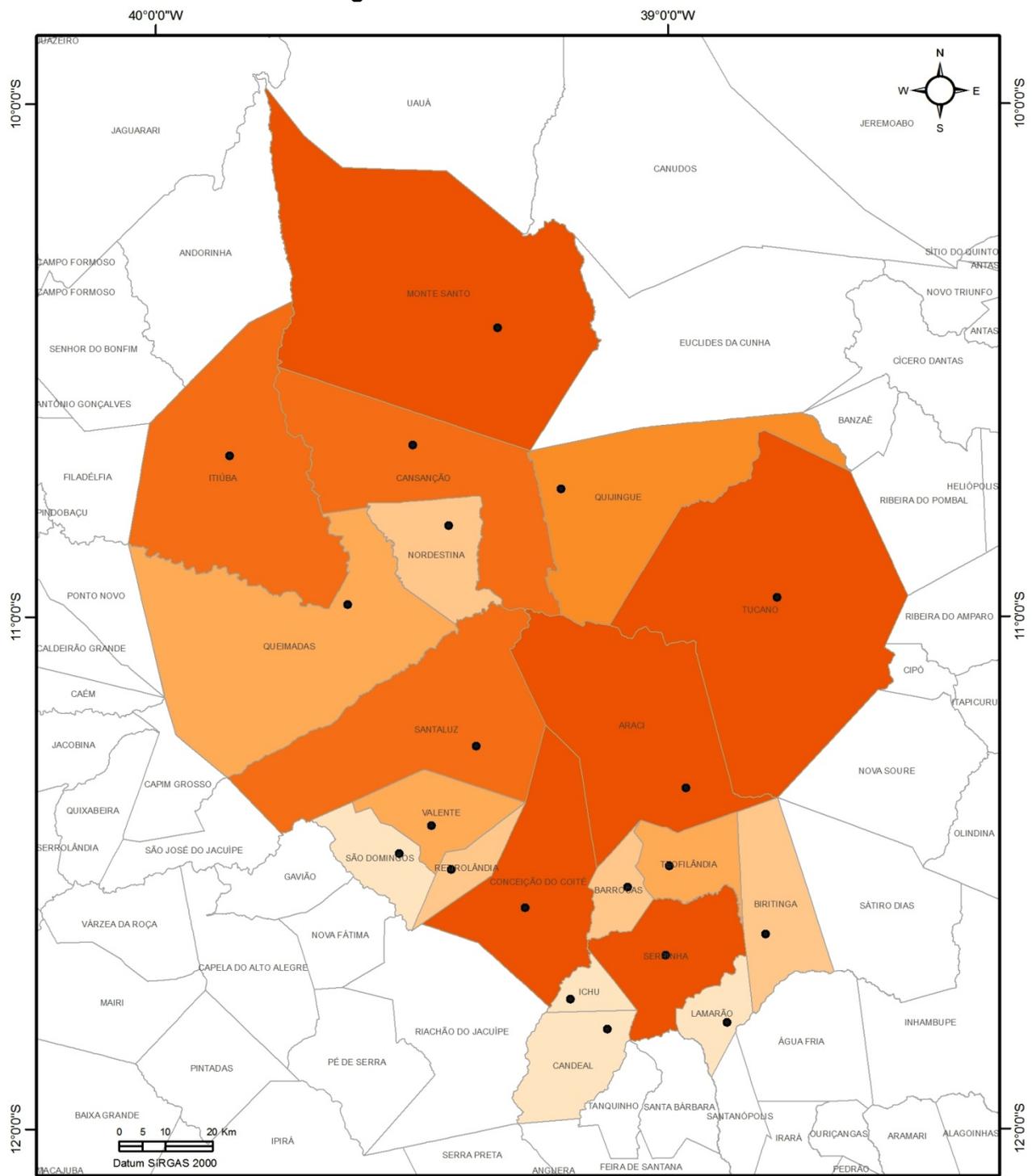
O perfil ambiental expressa o reflexo da ocupação humana sob o patrimônio natural, refletindo os rebatimentos sociais frente às questões biofísicas. Compreende-se que as investigações socioambientais, analisadas de forma integral e holística, revelam os padrões da paisagem, subsidiando análises de vulnerabilidades.

O semiárido brasileiro é um dos mais povoados do mundo (AB'SÁBER, 2003), com 21.365.929 habitantes no ano de 2010. O semiárido baiano abarca 48% da população do estado, equivalendo a 6.740.697 habitantes, com densidade demográfica de 17,22 hab/km<sup>2</sup>. O Território do Sisal possui 581.813 habitantes (figura 14), correspondente a 4,2% do total do estado, com uma densidade de 28,86 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Segundo o CODES (2010) a população total do Território do Sisal cresceu apenas 37,2% entre o período de 1980 a 2009 (figura 15). A intensificação do processo migratório a partir da década de 80 está relacionada à crise na cultura do plantio e beneficiamento do sisal, que teve início em 1975, e perdurou a queda na produção até 1997, numa redução de quase 60%. A entrada de substitutos sintéticos (polipropileno) no mercado, a concorrência de produtos (de sisal) africanos e o encerramento das fábricas europeias que usavam fibras de sisal como matérias-primas, foram fatores que desencadearam a crise nas lavouras de sisal (ALMEIDA, 2006). Em levantamento de campo (Junho/2014) detectou-se evidências do referido declínio na produção, através de resquícios das plantações de sisal em propriedades abandonadas e recobertas por caatingas secundárias, antes destinadas ao cultivo e produção da fibra.

Considerando o percentual médio de crescimento da população, em 2009 a população deveria ser de 731.293, 75% a mais do que em 1980, o que se pode inferir que houve uma perda de 313.354 pessoas, resultado da emigração. O período mais crítico teve início em 1991, quando vários municípios apresentaram estagnação ou crescimento populacional negativo, contabilizando-se um crescimento de apenas 4,4% na década, mantendo-se em ritmo crescente na década seguinte, quando o crescimento de 2000 a 2009 foi de apenas 3,6% (CODES, 2010, p. 33).

**Figura 14 - Mapa da População Total do Território do Sisal, Segundo Censo Demográfico do IBGE de 2010**



**Número de habitantes**

Demais municípios

Sede municipal

5255 - 9226

9227 - 14833

14834 - 24583

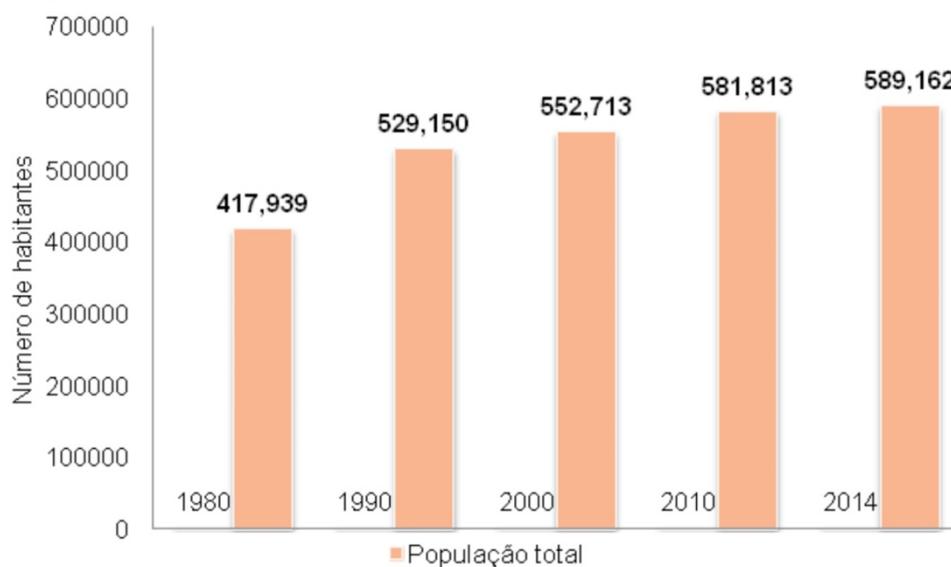
24584 - 27243

27244 - 36112

36113 - 76763

Fonte: IBGE, 2010; SIG-BAHIA, 2003  
Elaboração: Mílvia O. Cerqueira, 2015

**Figura 15 - Evolução da População Total do Território do Sisal, Segundo o Censo Demográfico de 1980, 1990, 2000, 2010 e Pesquisa Anual de 2014 do IBGE**



Fonte: IBGE, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

A população Território de Sisal é aproximadamente 58% rural, totalizando 332.622 habitantes (IBGE, 2010), o que permite afirmar que com exceção de Conceição do Coité, Queimadas, Retirolândia, Santaluz, Serrinha e Valente, nos 14 municípios restantes, sobressai a população rural em detrimento da urbana (tabela 1). Isso se deve a ampla existência de atividades econômicas voltadas para o campo, como o cultivo, criação de animais e beneficiamentos de produtos agrícolas, as quais atrelam uma significativa quantidade de pessoas aos espaços rurais.

**Tabela 1 - População Urbana, Rural e Total do Território do Sisal – 2010**

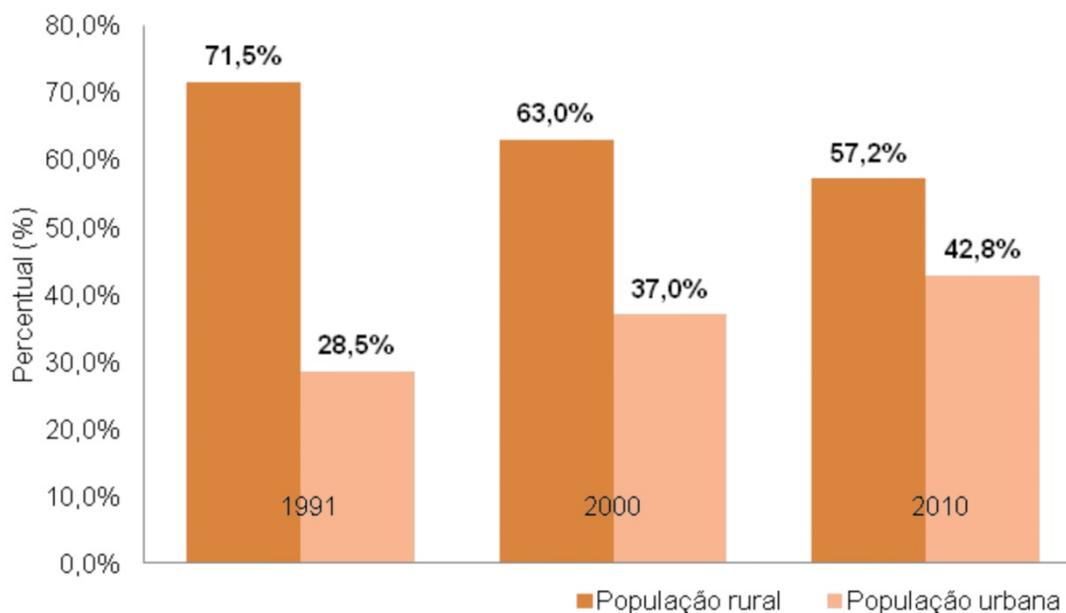
MUNICÍPIO	POPULAÇÃO URBANA	POPULAÇÃO RURAL	POPULAÇÃO TOTAL
Araci	19.637	31.999	51.636
Barrocas	5.693	8.496	14.189
Biringa	3.517	11.316	14.833
Candeal	3.476	5.419	8.895
Cansação	11.025	21.898	32.923
Conceição do Coité	36.279	25.763	62.042
Ichu	3.365	1.890	5.255
Itiúba	9.698	26.414	36.112
Lamarão	2.087	6.940	9.027
Monte Santo	8.845	43.515	52.360
Nordestina	3.932	8.466	12.398
Queimadas	12.492	12.091	24.583

<b>Quijique</b>	6.384	20.859	27.243
<b>Retirolândia</b>	6.726	5.333	12.059
<b>Santaluz</b>	20.801	13.015	33.816
<b>São Domingos</b>	5.916	3.310	9.226
<b>Serrinha</b>	47.188	29.574	76.762
<b>Teofilândia</b>	6.692	14.792	21.484
<b>Tucano</b>	21.947	30.444	52.391
<b>Valente</b>	13.491	11.088	24.579
<b>Território do Sisal</b>	<b>249.191</b>	<b>332.622</b>	<b>581.813</b>

Fonte: SEI, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

Apesar de ainda predominar uma população rural no Território do Sisal, o número de habitantes urbanos vem crescendo nas últimas três décadas (IBGE). No ano de 1991, a população rural representava 71,5% da total do território, enquanto que a urbana apenas 28,5%; no ano de 2000 os habitantes rurais somavam 63%, ao passo que os urbanos indicavam 37%; e por fim, no ano de 2010, a zona rural detinha 57,2% e a urbana 42,8% da população total do TS (figura 16).

**Figura 16 - Percentual da População Rural e Urbana em Relação à População Total do Território do Sisal entre nos Anos de 1991, 2000 e 2010**



Fonte: IBGE, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

O gradativo declínio nas taxas de população rural do Território do Sisal relaciona-se com uma intensificação do movimento migratório êxodo rural, haja

vista que, inversamente, as taxas de crescimento da população urbana aumentaram nos períodos representados na figura 16. Vários são os fatores que se pode inferir sobre a evolução da população do TS, dentre eles, o comprometimento das atividades agropecuárias - as quais representam um elemento de fixação da população no campo – decorrentes da instabilidade instaurada nos padrões ambientais, ocasionados pela exploração antrópica incoerente com o perfil geofísico e ecológico do território.

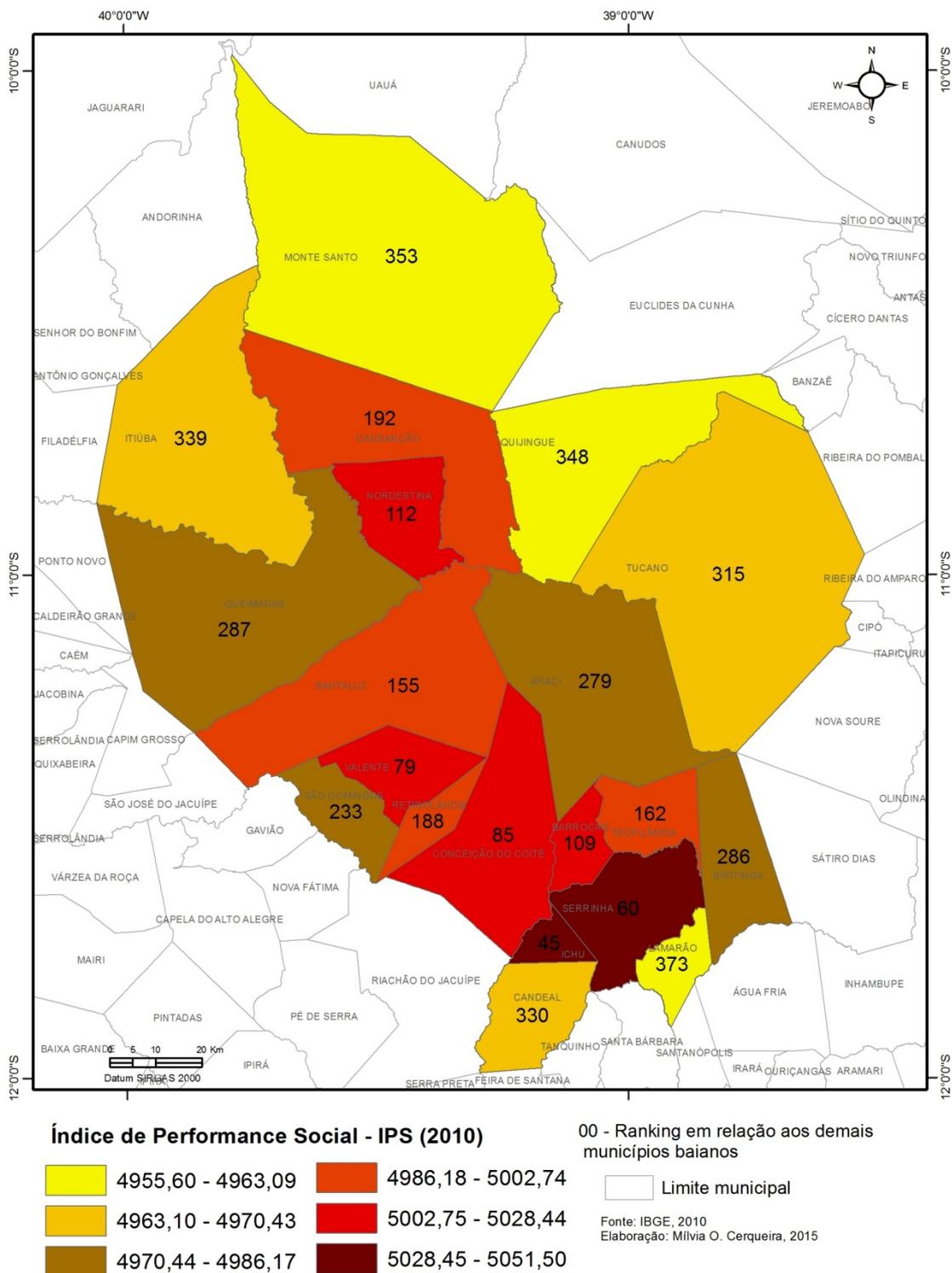
Ressalta-se que o desmatamento da caatinga e cerrado para abertura de áreas agropastoris, sem levar em consideração o sistema de rebrotamento das espécies e a estrutura das camadas do solo; a extração de água de subsolo sem medidas de conservação dos lençóis freáticos; o pisoteio animal em margens de rios sem manejo adequado que evite a compactação do solo e, ainda, a poluição hídrica ocasionada pelo lançamento de efluentes e resíduos químicos oriundos de fertilizantes e pesticidas são processos rotineiros no Território do Sisal, aliados a atividades agropecuárias que, ironicamente, resultam numa gradativa queda de produtividade biológica e agrícola, remetendo o ambiente à vulnerabilidade.

A análise da população, sua distribuição e dos fatores que expliquem sua evolução é uma ferramenta importante para a compreensão de enredos sociais e atividades econômicas, os quais repercutem sobre o sistema ambiental. Logo, indicadores demonstram quantitativamente as condições socioeconômicas de determinado local, a exemplo do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) desde 1993.

O IDH deve ser compreendido como uma medida geral do desenvolvimento humano, através da integração das variáveis de riqueza, alfabetização, educação, natalidade e esperança de vida. O Território do Sisal possui índice de 0,60, considerado médio IDH pela ONU, por inserir-se na escala entre 0,500 – 0,799. Vale ressaltar que a divisão do IDH em três classes (baixo, médio e alto) recai numa homogeneização que não revela detalhes do desenvolvimento territorial em questão, ou seja, o índice resulta de generalizações. Apesar de estar classificado como médio IDH (0,60), o TS possui 50,83% da população em situação de indigência, sendo o município de Monte Santo o detentor do maior índice de indigência (69,05%), seguido de

Cansanção (66,49%) e Itiúba (63,27%) (PNUD, 2010). No que cerne o Índice de Performance Social (IPS), os municípios de Monte Santo, Itiúba e Quijingue os possuem os níveis mais baixos, conforme figura 17.

**Figura 17 – Índice de Performance Social do Território do Sisal e o ranking dos municípios em relação ao estado da Bahia**



O desenvolvimento econômico e social do Território do Sisal, historicamente, sempre esteve atrelado à pecuária extensiva, à agricultura de subsistência e de cultivo do sisal, embora a mineração, as indústrias de beneficiamento de couro, sisal e calçadistas, somadas aos serviços em geral, agregam valor às atividades existentes.

O Produto Interno Bruto (PIB) é um indicador econômico, resultante da soma de todos os bens e serviços produzidos pelos setores agropecuários, industriais e de serviços (quadro 06). No TS, o PIB total em 2010 foi de 2.658,24 (milhões de reais), resultando num per capita de 4.564,83 (unidades de reais), representando 1,8% do PIB total do estado da Bahia (tabela 02).

#### Quadro 6 - Atividades dos Setores Econômicos Agregadas ao PIB

SETORES	ATIVIDADES
<b>Agropecuária</b>	Extrativismo vegetal e animal, horticultura, agroindústria, investimentos em plantios de lavouras temporárias e permanentes, pecuária, pesca, produções no estabelecimento rural, silvicultura, agroecologia.
<b>Indústria</b>	Extrativismo mineral, construção civil, química e petroquímica, serviços industriais de transformação e fabricação.
<b>Serviços</b>	Administração pública, comércio, comunicações, atividades imobiliárias, hospitalares, educação, serviços financeiros e judiciais, transportes.

Fonte: IBGE, 2004; OLIVEIRA JR., 2014. Elaborado pela autora, 2015.

**Tabela 2 - Valor Adicionado, PIB e PIB Per Capita da Bahia, Território do Sisal e Seus Municípios - 2010**

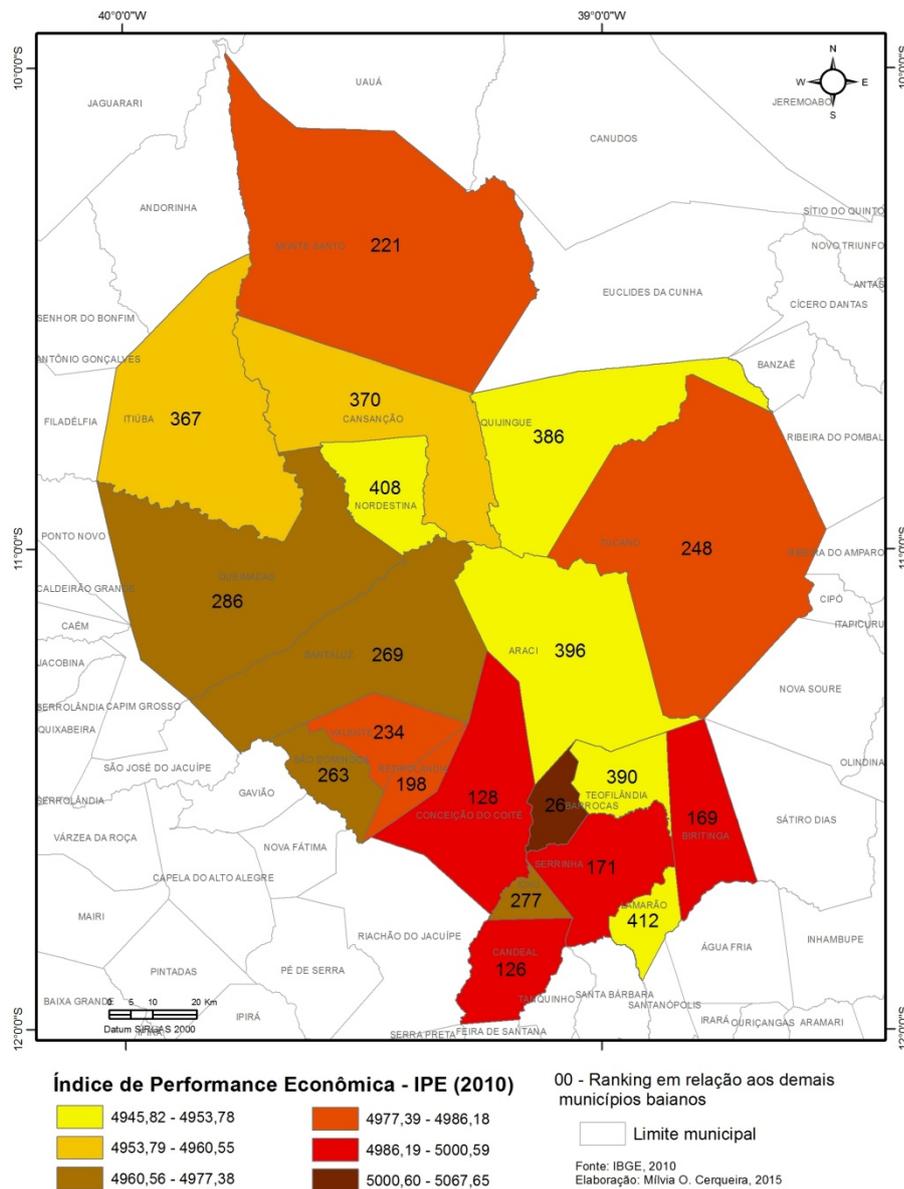
TERRITÓRIO	VALOR ADICIONADO (R\$ MILHÕES)			PIB (R\$ MILHÕES)	PIB PER CAPITA (R\$1,00)
	AGROPECUÁRIA	INDÚSTRIA	SERVIÇOS		
Bahia	9.796,43	41.089,57	84.806,58	154.340,46	11.007,47
<b>Sisal</b>	<b>269,66</b>	<b>432,29</b>	<b>1.823,99</b>	<b>2.658,24</b>	<b>4.564,83</b>
Araci	21,17	21,3	147,29	197,73	3.829,37
Barrocas	5,05	84,94	48,49	144,34	10.172,56
Biritinga	9,15	11,35	41,62	65,11	4.389,83
Candeal	2,76	3,57	23,19	30,47	3.425,72
Cansanção	16,42	13,75	90,53	125,68	3.817,33
Conceição do Coité	24,63	51,09	224,37	320,46	5.165,15
Ichu	1,77	2,64	17,49	22,7	4.320,39
Itiúba	12,89	14,55	99,1	131,21	3.633,31
Lamarão	3,21	3,51	22,16	29,59	3.277,96
Monte Santo	20,24	20,52	140,85	187,62	3.583,33
Nordestina	2,94	5,57	33,3	43,29	3.491,36
Queimadas	12,87	11,05	76,62	104,52	4.251,84
Quijingue	25,54	10,41	71	110	4.037,80
Retirolândia	9,07	9,67	40,92	62,6	5.191,06
Santaluz	20,11	18,43	102,35	147,19	4.352,77

São Domingos	12,04	4,66	27,88	46,19	5.009,48
Serrinha	15,46	94,99	327,69	478,08	6.185,95
Teofilândia	7,18	10,07	59,49	79,7	3.709,57
Tucano	25,83	23,75	149,33	207,61	3.962,64
Valente	21,33	16,47	80,35	124,15	5.050,95

Fonte: SEI, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

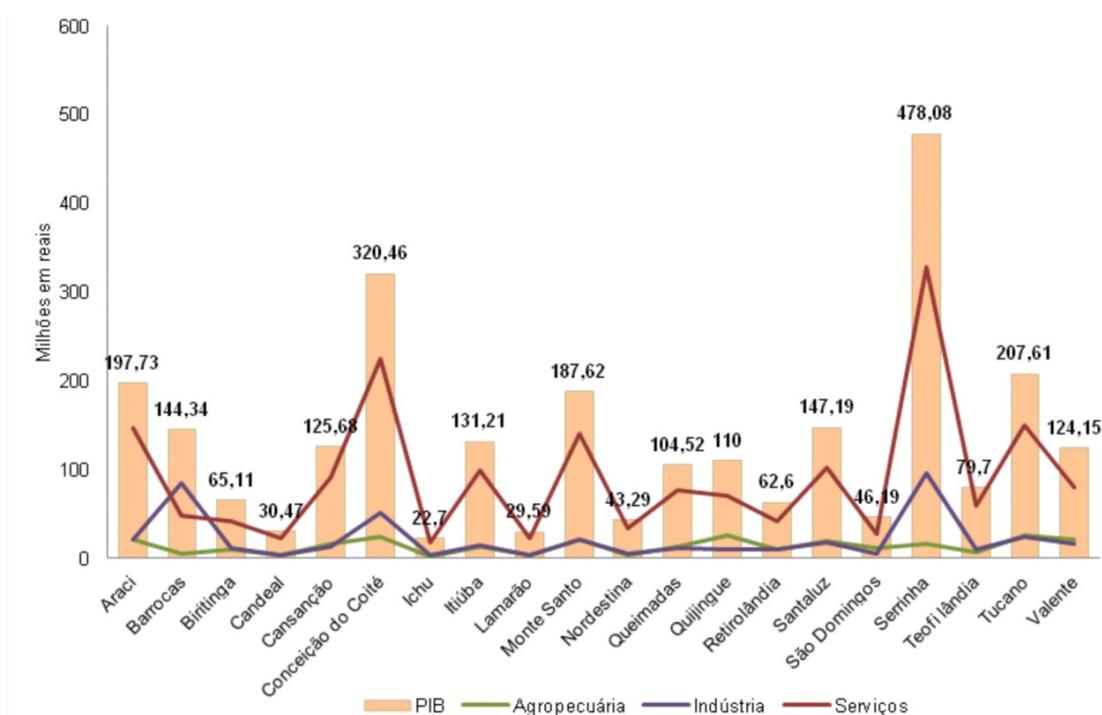
A performance econômica (IPE) do TS resulta em índices superiores nos municípios onde as atividades voltadas para os setores de serviço e indústria destacam-se, como Barrocas, Serrinha e Conceição do Coité. Com exceção de Candeal e Biritinga, que devido às atividades agropastoris, associadas ao quantitativo populacional, sobressaíram no ranking do IPE em relação aos demais municípios do território (Figura 18).

**Figura 18 – Índice de Performance Econômica do Território do Sisal e o ranking dos municípios em relação ao estado da Bahia**



Os municípios de Serrinha (R\$ 478,08 milhões), Conceição do Coité (R\$ 320,46 milhões), Tucano (R\$ 207,61 milhões), Araci (R\$ 197,73 milhões) e Monte Santo (R\$ 187,62 milhões) possuem os maiores PIB do Território do Sisal no ano de 2010, todos com maior adição no setor de serviços. Isso decorre do fato de que a administração pública municipal representa a maior fonte empregadora da unidade, admitindo grande parte dos habitantes (SEI, 2014) acrescida da concentração de prestação de serviços, conforme representado na figura 19.

**Figura 17 - PIB Total, Valor Adicionado ao PIB (Milhões) pelos Setores da Economia dos Municípios do Território do Sisal - 2010**

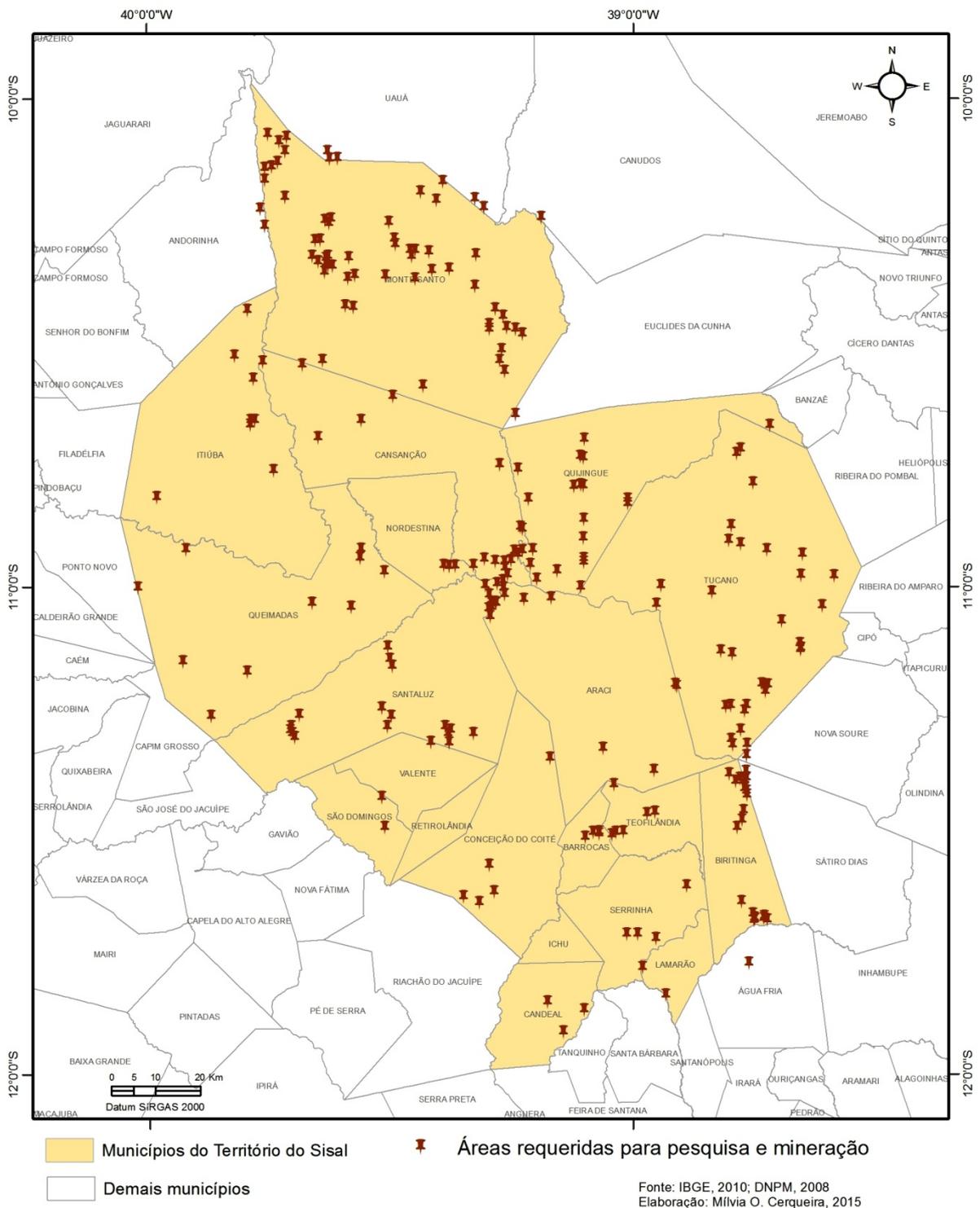


Fonte: SEI, 2014 / Elaboração: Milvia O. Cerqueira, 2015

Fonte: SEI, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

O município de Barrocas possuiu maior contribuição em 2010 ao PIB do setor industrial, com um total de R\$ 84,94 milhões, atrelado ao extrativismo mineral do ouro, realizado pela empresa Yamana Gold, possível pela ocorrência geológica do *Greenstone Belt* do Rio Itapicuru; presente também em Santaluz, através da mesma empresa, que requereu a mineração no ano de 2014, conforme mapa de áreas destinadas para mineração (figura 20).

**Figura 20 - Mapa de Áreas Requeridas para Pesquisa e Mineração do Território do Sisal**



A exploração do minério de ferro em Itiúba, também se destaca e é realizada pela empresa Ferbasa. No município de Nordestina há ocorrências de diamante de kimberlito, o qual foi requerido em 2014 pela empresa Lipari

Mineração. Os municípios de Serrinha (R\$ 478,08 milhões) e Conceição do Coité (R\$ 207,61 milhões) despontam no setor industrial pela existência de indústrias calçadistas, de beneficiamento de couro, sisal, cafeeira, abatedouros e frigoríficos.

O setor de agropecuária, apesar de menor adição ao PIB (R\$ 269,66 milhões), sobressai, proporcionalmente, nos municípios de Tucano (R\$ 25,83 milhões), Quijingue (R\$ 25,54 milhões), Conceição do Coité (R\$ 24,63 milhões), Valente (R\$ 21,33 milhões), Araci (R\$ 21,17 milhões) e Monte Santo (R\$ 20,24 milhões). Apesar de pouco contribuir ao PIB total - já que equivale a 10,14% - é dessa atividade que sobrevive a maior parte da população, principalmente os produtores de agricultura familiar que retiram das lavouras de subsistência do feijão, da mandioca, do milho, da plantação de sisal e da pecuária extensiva de ovinos, caprinos e bovinos, a viabilidade econômica para sobreviver (tabela 3). Ressalta-se ainda que 70% dos alimentos consumidos no Brasil são advindos da agricultura familiar, principalmente os que são à base de milho, feijão e mandioca (Hoffmann, 2014).

**Tabela 3 - Produtos Agrícolas de Lavoura Temporária e Permanente do Território do Sisal - 2011**

PRODUTO AGRÍCOLA	ÁREA PLANTADA (HA)	ÁREA COLHIDA (HA)	QUANTIDADE PRODUZIDA (T)	PRODUTIVIDADE (KG/HA)
Amendoim (em casca)	232	232	37	159
Batata-doce	93	91	373	4.099
Cana-de-açúcar	44	44	1.000	22.727
Feijão (em grão)	97.140	29.614	3.268	110
Mamona (baga)	290	290	173	597
Mandioca	14.985	14.985	156.230	10.426
Melancia	3.260	3.260	47.380	14.534
Milho (em grão)	72.800	30.046	3.092	103
Tomate	35	35	1.162	33.200
Banana (cacho)	70	70	758	10.829
Castanha de caju	3.986	3.986	268	67
Coco-da-baía	47	47	320	6.809
Laranja	62	62	426	6.871
Manga	39	39	450	11.538
Maracujá	5	5	30	6.000
Sisal ou agave (fibra)	126.767	126.767	135.715	1.071

Fonte: SEI, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

Políticas públicas com princípios de convivência com o semiárido baiano buscam a implementação de medidas que garantam a sobrevivência e desenvolvimento das populações que lidam diariamente com a seca (BAHIA, 2011). Incentivos agropecuários priorizam o crescimento de rebanhos caprinos e ovinos no semiárido baiano, devido à natural adaptação dessas espécies às características climáticas, edáficas e hídricas (tabela 4). Tem-se como exemplo o programa Cabra Forte, implantado em 2003 pelo governo estadual, com o propósito de fomentar o melhoramento da qualidade de vida dos pequenos produtores rurais de ovinocaprinocultura, que possuam imóveis rurais de até 100 hectares, localizados nos 32 municípios da região semiárida da Bahia. O programa prevê assistência à infraestrutura hídrica, nutrição, melhoramento genético e sanidade dos rebanhos (CONAB, 2006). No Território do Sisal, os municípios de Monte Santo e Conceição do Coité são polo do programa, portanto, responsáveis pela capacitação, suporte e execução tanto no local, quanto nos municípios circunvizinhos

**Tabela 4 - Efetivo de Rebanhos do Território do Sisal - 2011**

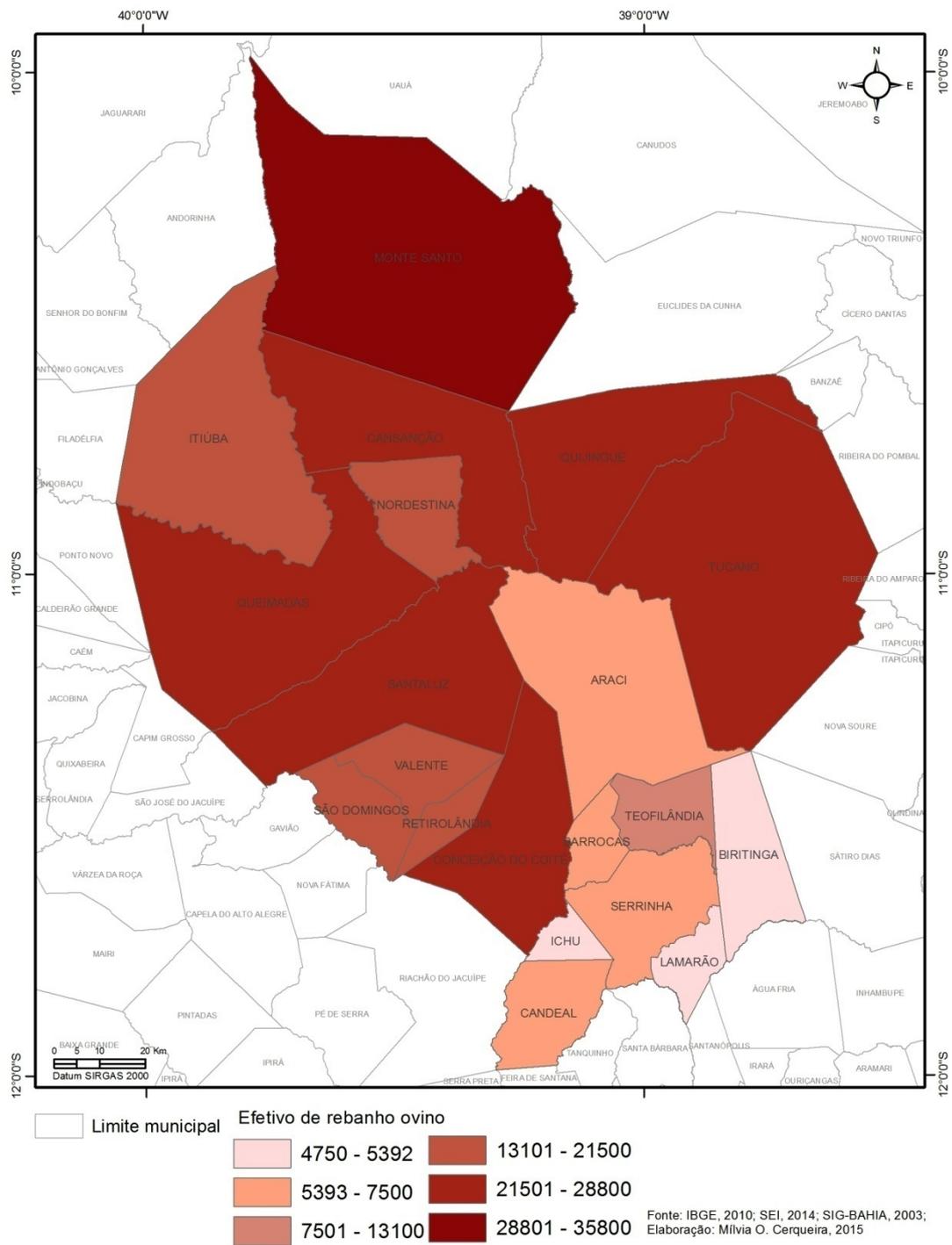
REBANHOS	EFETIVO (CABEÇAS)
Asininos	15.456
Bovinos	329.357
Caprinos	253.105
Equinos	14.659
Galos, frangas, frangos e pintos	467.473
Galinhas	341.128
Muares	6.254
Ovinos	454.997
Suínos	88.038

Fonte: SEI, 2014. Elaborado pela autora, 2015.

Os ovinos, assim como os caprinos, são resistentes às condições ambientais da região semiárida, à pedregosidade dos solos, ao stress hídrico e às altas taxas de insolação, favorecendo a pecuária extensiva dessas espécies. O efetivo de ovino e caprino está presente em todo o Território do Sisal (figuras 21 e 22), com exceção dos municípios ao sul e sudeste; cada um dos demais municípios possui um efetivo de ovino com mais de 13.000

cabeças, haja vista que essa é maior criação pecuária do território, com um total de 454.997 (tabela 4).

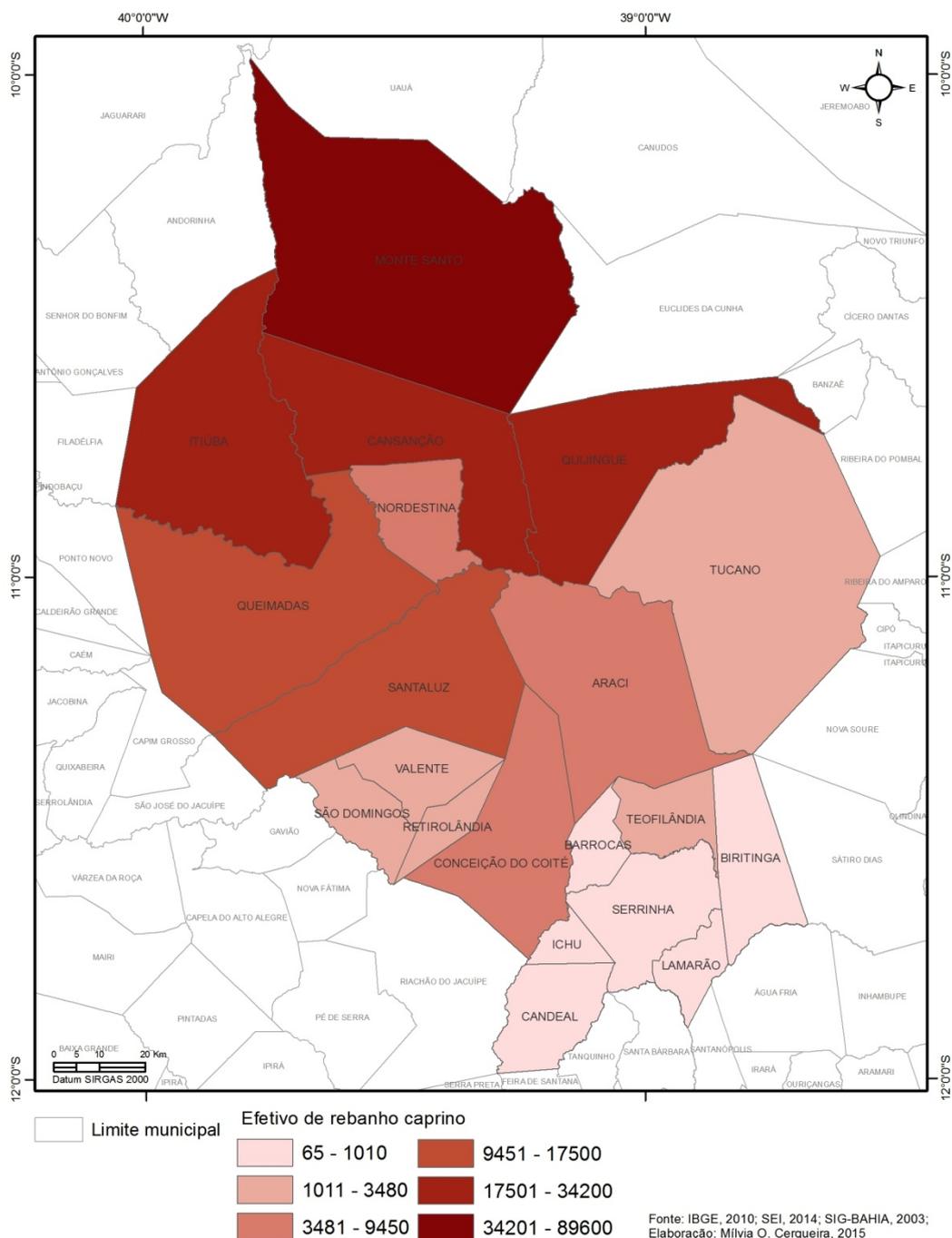
**Figura 18 - Mapa do Efetivo de Rebanho Ovino (cabeças) do Território do Sisal - 2011**



O rebanho de caprino do TS é de 253.105 (tabela 4), com maior expressão no município de Monte Santo (89.600 cabeças), o qual possui

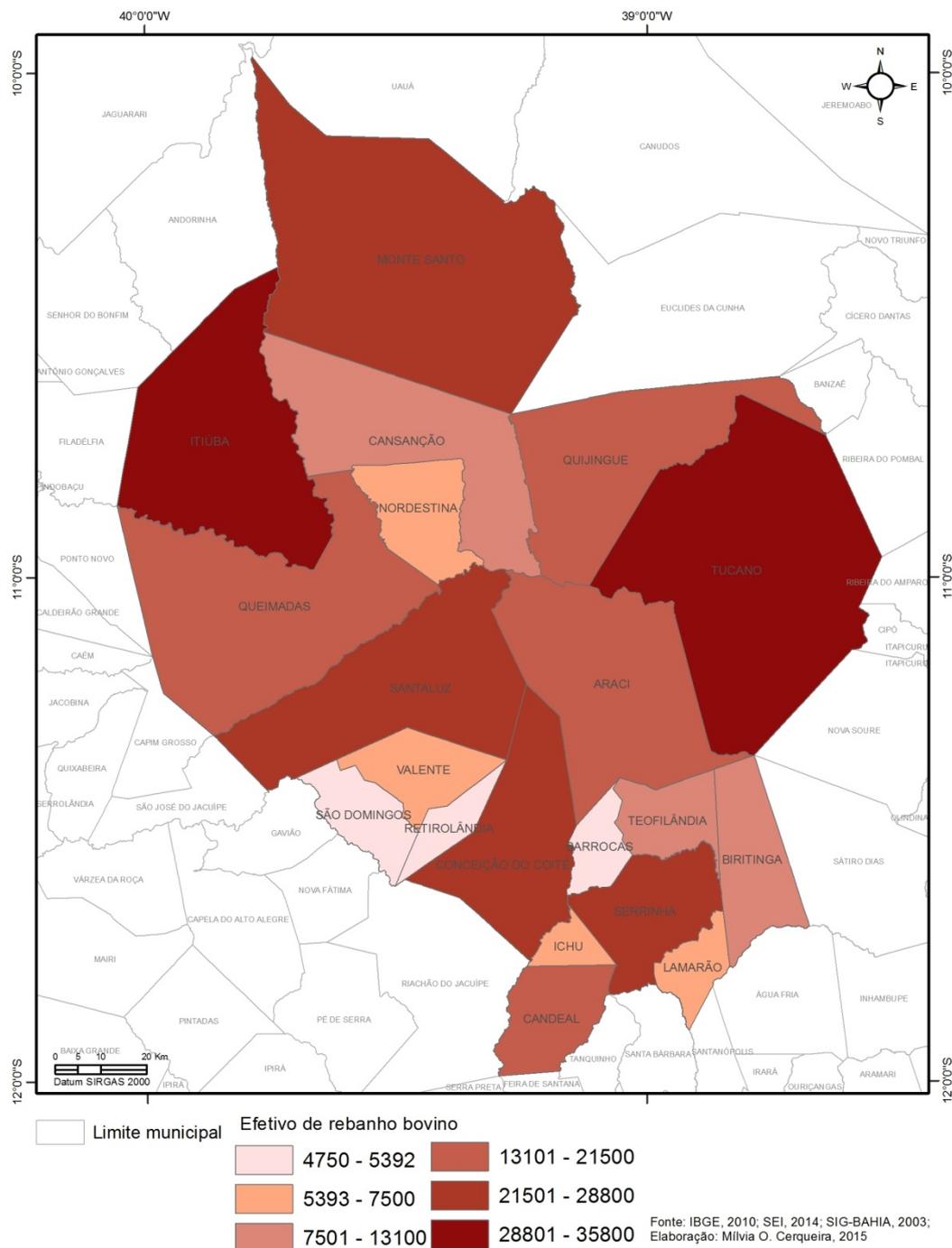
também o maior rebanho ovino dentro da região (117.000 cabeças). Destacam-se também na caprinocultura os municípios de Itiúba, Cansanção e Quijingue. Vale ressaltar que a pecuária extensiva do caprino e do ovino, sem manejo adequado às condições pedológicas e de cobertura vegetal – como encontrado no Território do Sisal -, constitui fator de pressão ao patrimônio natural, desencadeando deterioração ambiental.

**Figura 19 - Mapa do Efetivo de Rebanho Caprino (cabeças) do Território do Sisal - 2011**



O gado está presente no Território do Sisal desde a sua formação, quando os caminhos e pastagens começaram a impulsionar o surgimento dos primeiros lugares no denominado sertão dos Tocós. A tradição do vaqueiro sertanejo, vestido de gibão de couro, que sai a pasturar o gado em cima de um cavalo é um traço cultural muito marcante para a região, presente até os dias atuais (figura 23).

**Figura 20 - Mapa do Efetivo de Rebanho Bovino (cabeças) do Território do Sisal - 2011**



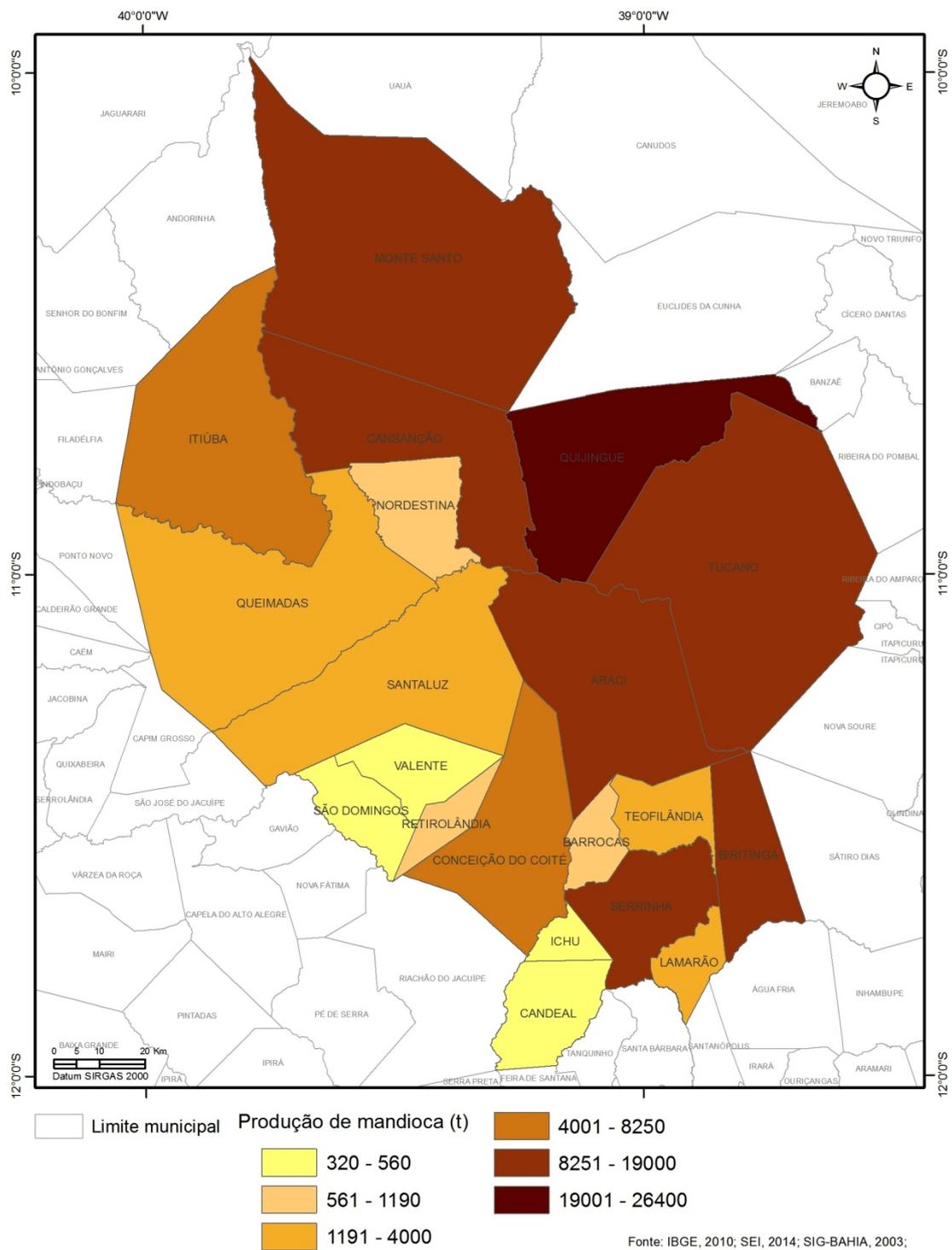
O TS possui um rebanho efetivo de 329.357 cabeças de gado (tabela 4), sendo o município de Tucano o detentor do maior rebanho, chegando num total de 35.800 cabeças, seguido do município de Itiúba, que possui um efetivo de 32.179. O rebanho é destinado para corte e para a produção de leite, que somou 31.047 litros em 2011 (SEI, 2014).

As atividades agropastoris representam a maior ocupação de terras no Território do Sisal. Portanto, concomitante ao pastoreio de ovinos, caprinos e bovinos desenvolvem-se cultivos agrícolas de subsistência e do sisal, os quais, consorciados, denominam-se agropecuária.

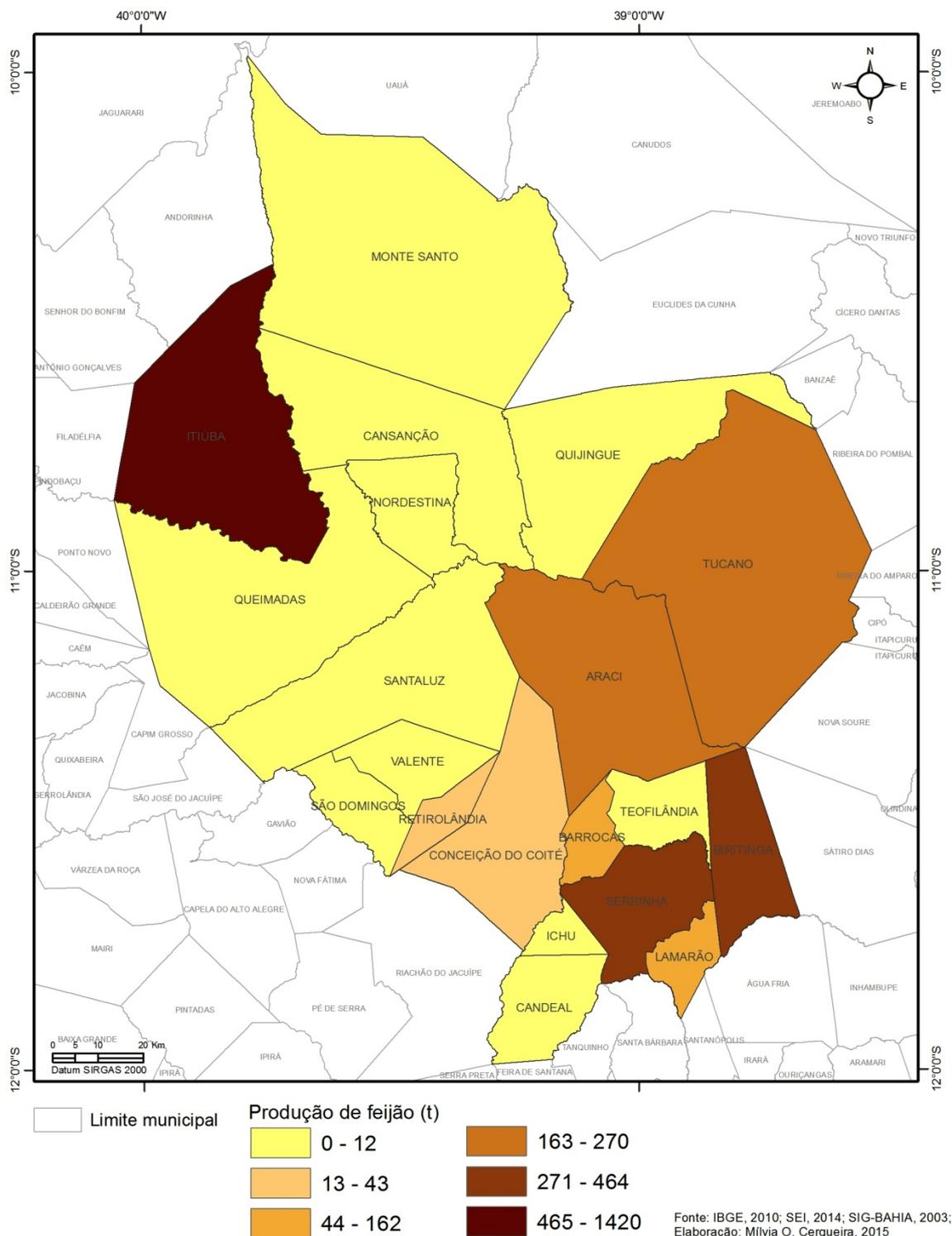
A mandioca, uma das mais antigas culturas do semiárido, de origem indígena, faz parte da culinária regional. Em relação ao seu cultivo, caracteriza-se como lavoura temporária de subsistência, de regime sequeiro, associado aos períodos chuvosos. É a maior produção agrícola do Território do Sisal, chegando a um total de 156.230t (tabela 3), com produtividade de 10.426 kg/ha, numa área plantada de 14.985 hectares (SEI, 2014). O município de Quijingue foi o maior produtor do território em 2011, com 26.400t (toneladas), seguido de Cansanção (19.000 t) e Monte Santo (18.000 t) (figura 24). O beneficiamento da mandioca no TS é realizado de forma artesanal nas denominadas casas de farinha, comuns em locais de agricultura familiar.

Todos os municípios do semiárido produzem feijão, na grande maioria alternada com outras culturas e com pecuária extensiva (LOBÃO, 2015). O feijão é a segunda maior produção agrícola do Território do Sisal, com um total de 3.268 toneladas em 2011, entretanto, observa-se que a produtividade, de 110 kg/ha, foi pequena, já que a área destinada ao plantio era exatamente de 97.140 ha, obtendo uma colheita de apenas 30,48%, equivalente a 29.614 há (tabela 3). A cultura do feijão possuiu baixo rendimento, haja vista que se desmataram extensas áreas de caatinga para o seu cultivo (SEI, 2014). Itiúba é o maior produtor no TS, somando 1.420 toneladas em 2011 (figura 25).

**Figura 21 - Mapa de Produção de Mandioca (toneladas) do Território do Sisal - 2011**



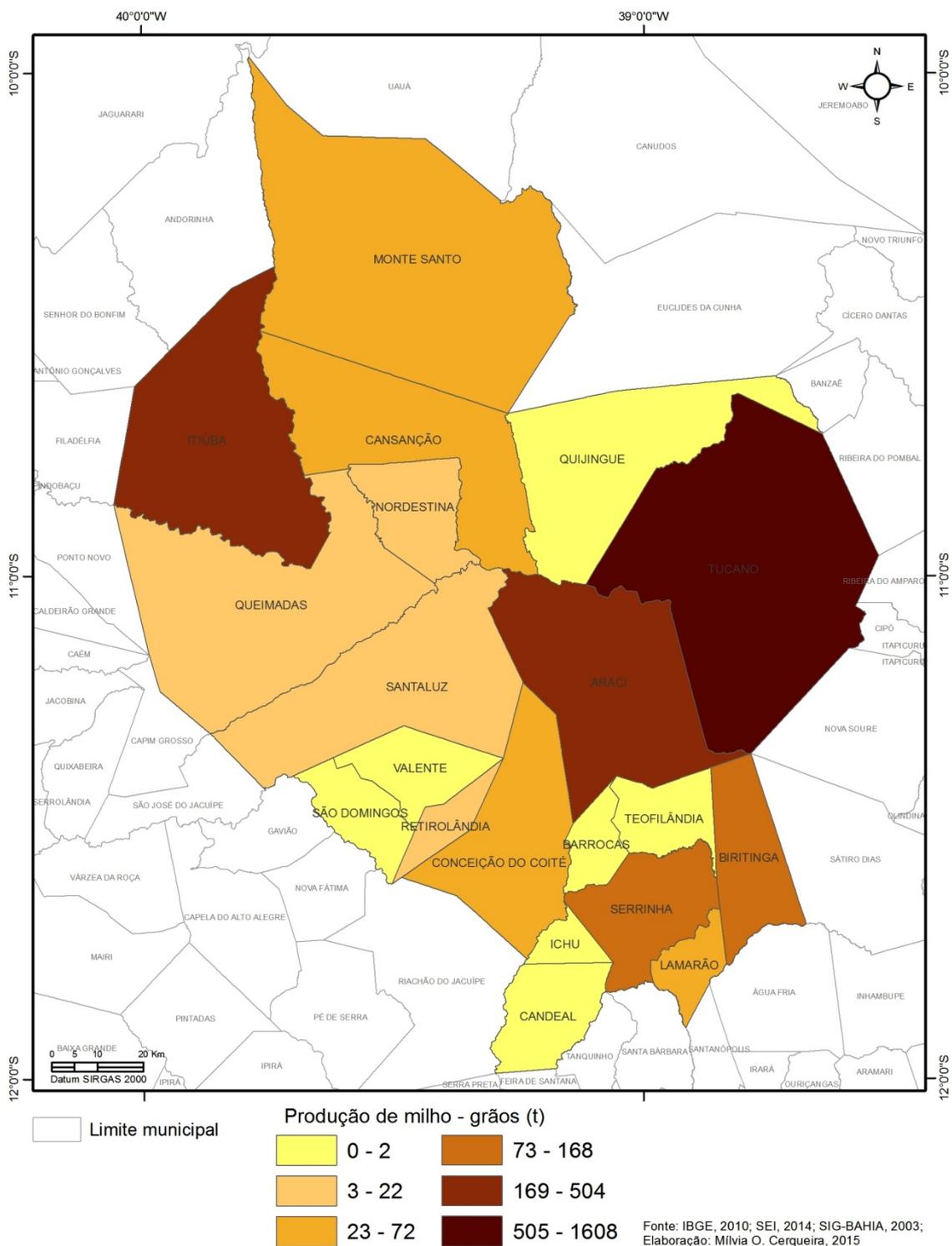
**Figura 22 - Mapa de Produção de Feijão (toneladas) do Território do Sisal - 2011**



O cultivo do milho é associado ao feijão, ambos de lavoura temporária. No Território do Sisal, assim como o feijão, o milho possuiu baixa produtividade em 2011, somente 103 kg/ha, sendo que 72.800 ha foram plantados e apenas 30.046ha colhidos, ou seja, 41,27% (tabela 3). Tucano é o maior produtor, com

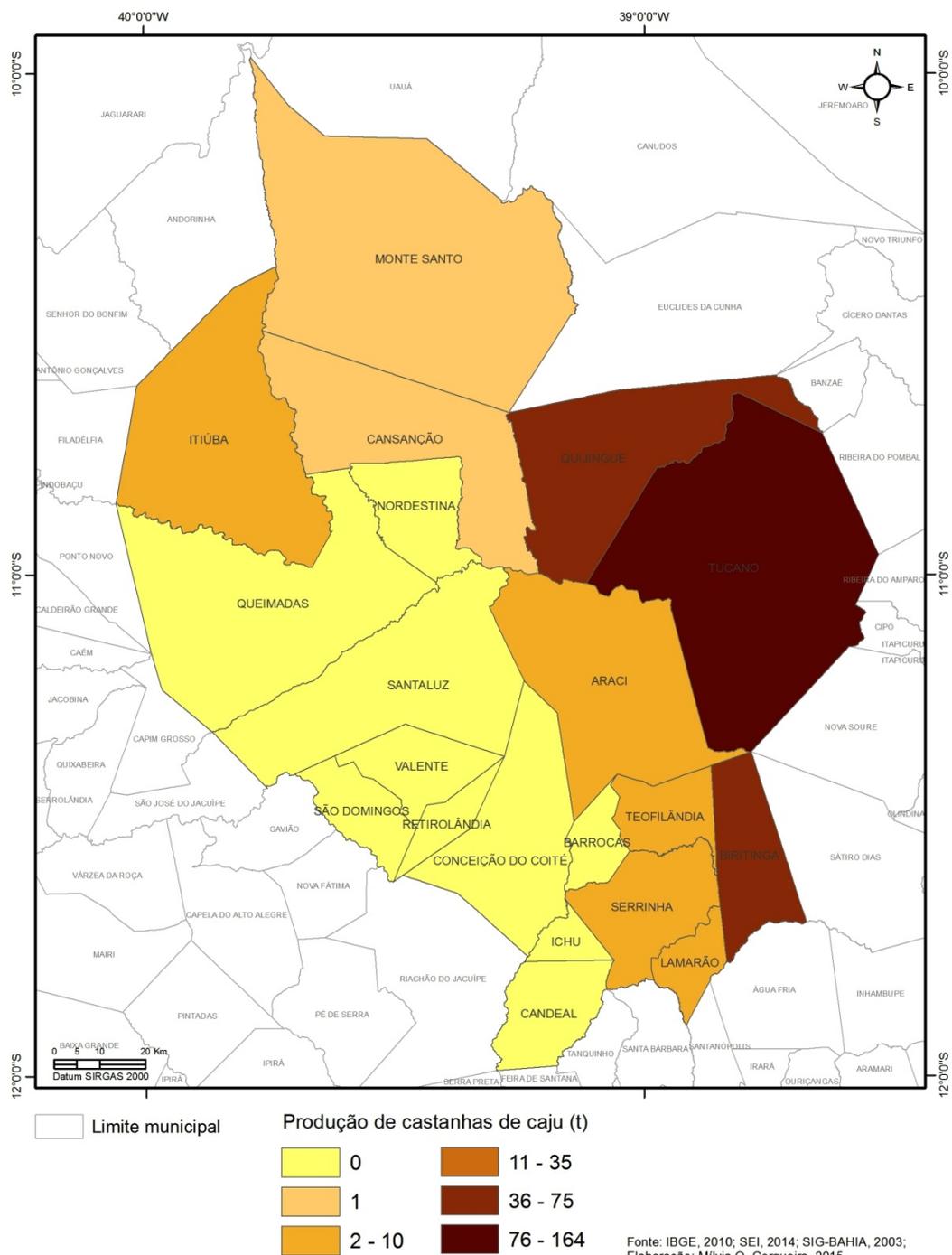
um total de 1.608 t, seguido de Araci, com 504 toneladas e Itiúba, com 379 t (SEI, 2014) (figura 26).

**Figura 23 - Mapa da Produção de Milho (toneladas) do Território do Sisal - 2011**



No levantamento de campo realizado no mês de Junho de 2014, observou-se que a cajucultura, caracterizada como lavoura permanente, no Território do Sisal é uma fruticultura presente nas áreas da bacia sedimentar Recôncavo-Tucano onde, naturalmente, são ocupadas por Cerrado, o qual vem sendo suprimido para produção agrícola da castanha do caju, milho, e pecuária de gado da raça Nelore (figura 27).

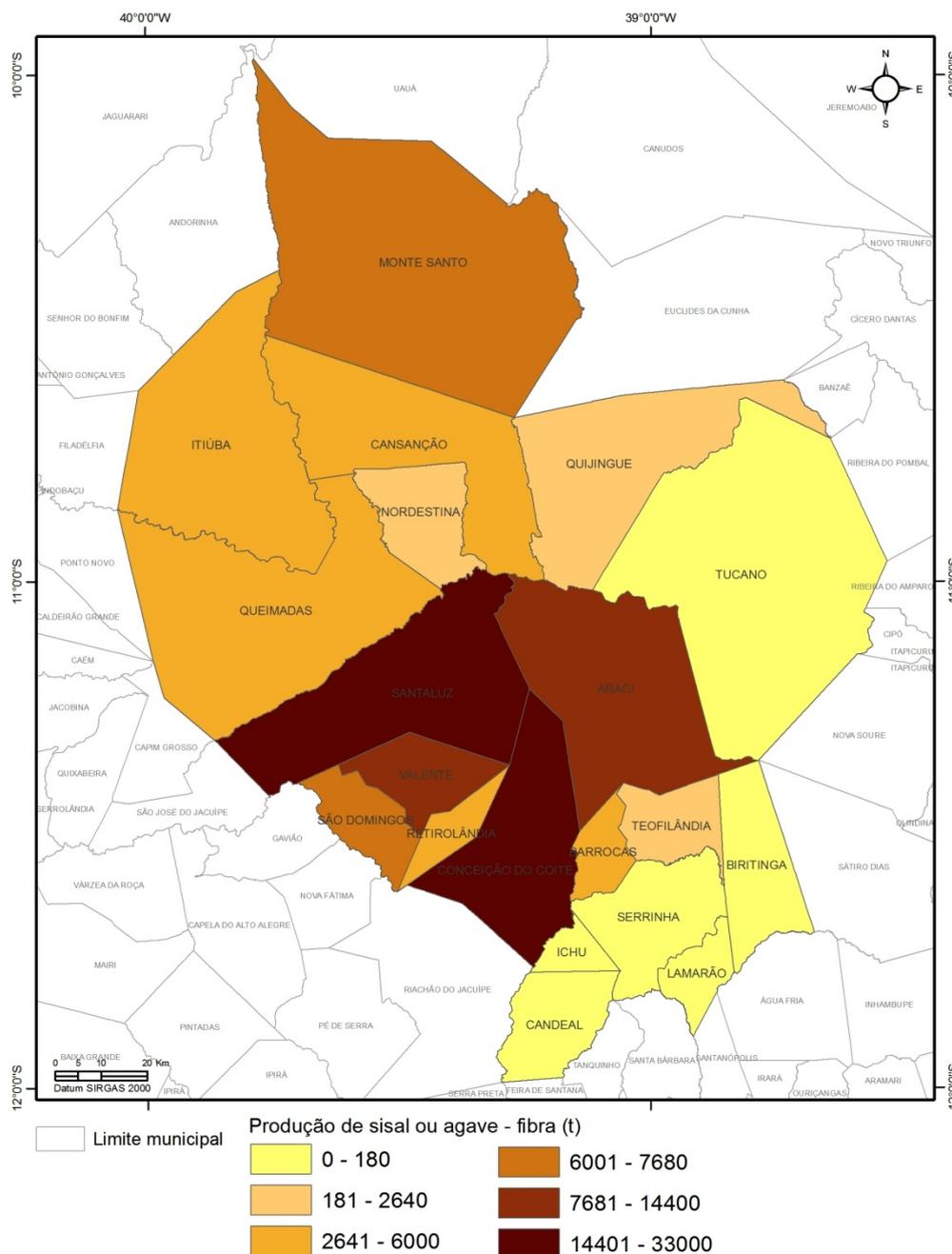
**Figura 24 - Mapa da Produção de Castanha de Caju (toneladas) do Território do Sisal - 2011**



O beneficiamento da castanha do caju destaca-se no município de Tucano, o qual produziu 164 toneladas no ano de 2011, o que corresponde a 61,2% de toda a produção do território (268 toneladas - tabela 3) (SEI, 2014).

A produção sisaleira (*agave sisalana*) do Brasil ocorre 92% na região semiárida baiana, num total de 275.008 toneladas, das quais, 49,35% são produzidas no Território do Sisal (135.715 t) (figura 28). Ressalta-se, porém, que o município de Campo Formoso, possuiu a maior produção em 2011, cerca de 73.800 t, entretanto insere-se no território Piemonte Norte do Itapicuru.

**Figura 25 - Mapa da Produção de Fibra de Sisal do Território do Sisal – 2011**



O sisal é uma lavoura permanente existente apenas nas áreas cristalinas da depressão ou nas regiões de contato litológico do Território do Sisal. No ano de 2011, a área plantada correspondia a 126.767 ha, exatamente à área colhida – 126.767 ha-, resultando numa produtividade/rendimento de 1.071 kg/ha (tabela 3).

No Território do Sisal, os municípios que se destacam na produção do sisal são Santaluz, com um total de 33.000t, Conceição do Coité, com 26.400t, Valente, com 14.400t e Araci, com 13.200t no ano de 2011, os quatro juntos correspondem a 64,1% de toda fibra produzida no território.

Apesar de não ser produzido em toda a extensão territorial, o cooperativismo e associativismo existentes no beneficiamento do sisal, é responsável por toda organização produtiva, desde o plantio até a venda. Destaca-se a Associação dos Pequenos Agricultores do Estado da Bahia do município de Valente (APAEB), que criada em 1980 no Território do Sisal, possui diretorias nos municípios de Serrinha, Ichu, Valente e Araci, estendendo suas ações até 05 municípios sisaleiros: Cansanção, Queimadas, Santaluz, Retirolândia e Itiúba, os quais detêm bateadeiras comunitárias da fibra do sisal (LOBÃO, 2015).

A APAEB do município de Valente se destaca das demais pela sua atuação (SANTOS, 2002, 2007; SILVA, 2009), sendo responsável pelo fomento da produção e beneficiamento, rompendo barreiras e vícios locais. A exportação de tapetes e carpetes acompanhada do marketing de ser um produto não poluente tem sido um catalisador na produção sisaleira local (LOBÃO, 2015).

No mapeamento de uso e cobertura das terras, apresentado e discutido no Território do Sisal constatou-se que as lavouras de produção sisaleira na região são entremeadas por atividades agropecuárias, ou mesmo por caatingas secundárias.

## **5 USO E COBERTURA DAS TERRAS DO TERRITÓRIO DO SISAL: MAPEAMENTO E ANÁLISES**

Da análise dos componentes bióticos, abióticos e antrópicos depende a mensuração da vulnerabilidade ambiental. Dentre eles, o uso das terras é uma das variáveis mais importantes por refletir as formas de apropriação dos recursos disponíveis no patrimônio natural de determinado local, indicando as áreas submetidas à pressão pela exploração e ao risco à degradação e sua a cobertura resultante.

O Território do Sisal é marcado historicamente por uma ocupação de terras associada às práticas agropecuárias de subsistência e de cultivo do sisal, com maior abrangência nas áreas da depressão sertaneja. A fruticultura ocorre nos tabuleiros sedimentares. A pecuária extensiva de caprinos e ovinos, alternada por cultivos agrícolas temporários (mandioca, feijão e milho) é desenvolvida em todo o território, acrescida dos rebanhos bovinos, asininos e galinhas (tabelas 3 e 4). A mineração de diamante, ferro e ouro também compõe o quadro de atividades econômicas em Barrocas, Nordestina, Santaluz, Teofilândia e Itiúba.

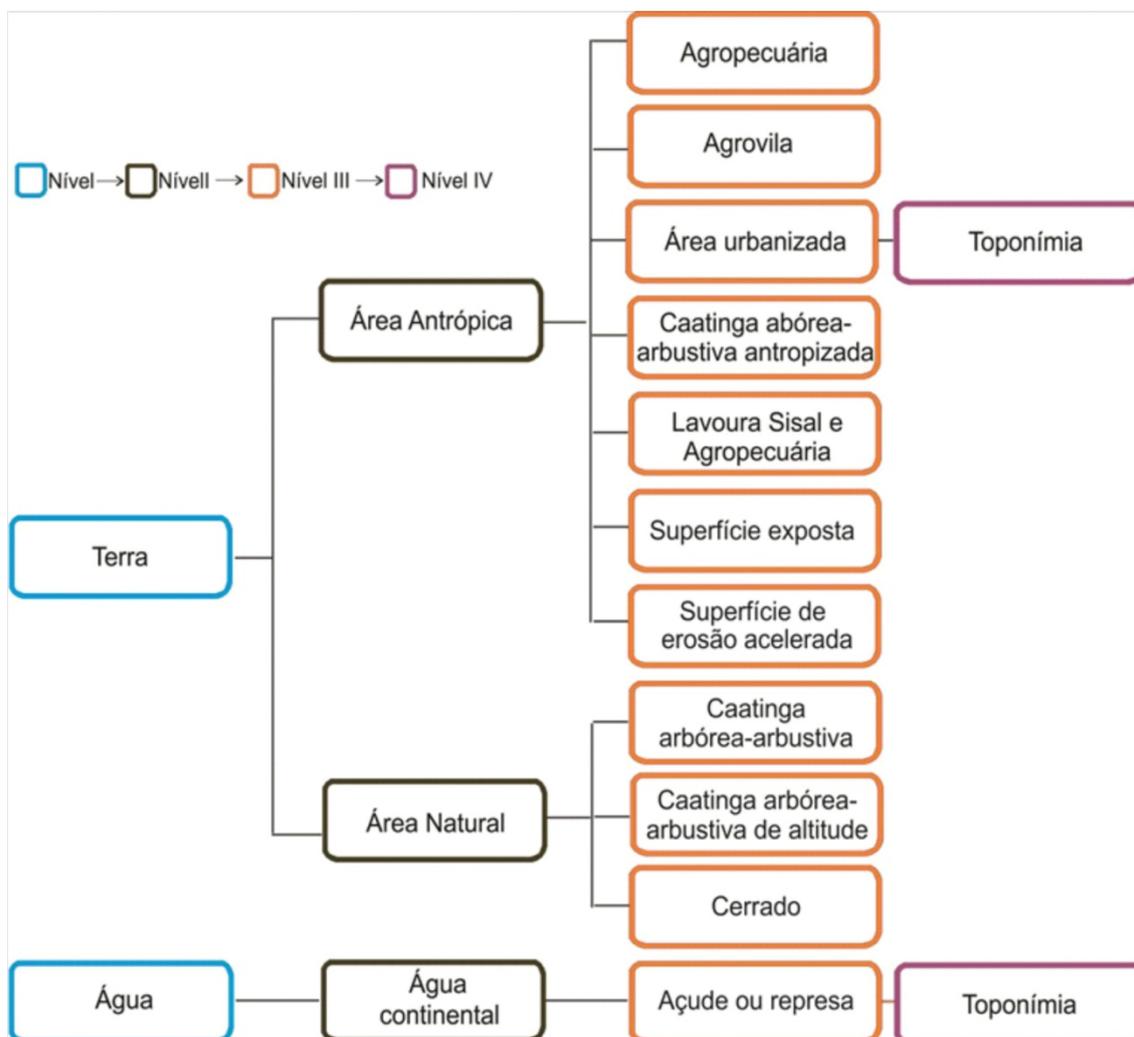
A análise do uso e cobertura da terra revela o estado ambiental, os fatores e os efeitos do padrão de apropriação humana, que na realidade do TS, apontam para a um desequilíbrio entre estrutura natural e exploração antrópica, exprimindo processos de vulnerabilização. No capítulo é apresentado o resultado do mapeamento de uso e cobertura das terras para o TS, a adaptação do sistema de classificação proposto pelo IBGE (2012; 2013), a verificação em campo das classes mapeadas e validação através do índice de exatidão de *Tau* (FIGUEIREDO, 2007; SANO, 2009), de maneira a subsidiar a mensuração da vulnerabilidade ambiental da unidade territorial em estudo.

### **5.1 Classes do Mapeamento de Uso e Cobertura das Terras**

Tendo em vista o padrão ambiental da paisagem do Território do Sisal e para melhor representar a realidade do uso e cobertura das terras, fez-se necessário a adequação da classificação de mapeamento, das terminologias e

das classes existentes no sistema de classificação dos manuais técnicos do IBGE (2012; 2013). A chave de interpretação (DIAS, 2014; FLORENZANO, 2008; OLIVEIRA JR., 2014; SANTOS, 2013), elaborada a partir dos dados de campo, do processamento digital de imagem, da análise das feições vegetais, dos principais cultivos agrícolas e práticas pecuárias e das informações secundárias, representa o resultado da adaptação das classes de mapeamento de uso e cobertura. De acordo com a escala geográfica e cartográfica do mapa, hierarquizaram-se as classes do mapa, conforme figura 29, considerando aspectos pertinentes à análise da vulnerabilidade.

**Figura 26 - Esquema Ilustrativo dos Níveis Hierárquicos das Classes do Mapa de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal**



Fonte: Elaborado pela autora, 2014.

Destaca-se a criação da classe Agropecuária, que representa a junção das classes de *Pastagem* e *Culturas temporárias* do manual do IBGE (2013). Historicamente, a agropecuária é uma atividade econômica característica da região semiárida baiana, definida pela alternância entre pecuária extensiva e agricultura de subsistência. A rotatividade entre cultivo temporário e pecuária em uma mesma área deve-se ao fato de que a agricultura na região é, sobretudo, de sequeiro, ou seja, organizada de acordo com os períodos chuvosos, abrindo espaços, onde a caatinga e o cerrado foram removidos, para os rebanhos pastarem em períodos secos.

A classe Agrovila corresponde às pequenas aglomerações rurais, onde se desenvolvem atividades agrícolas e pecuárias, com fomento de políticas públicas e ONGs; associa-se à categoria de *Uso em Áreas Campestres* (IBGE, 2013). A classe Área urbanizada engloba as Vilas, Cidades, Povoados, Assentamentos e Lugarejos, os três últimos, enquadraram-se na categoria *Outras áreas urbanizadas* do IBGE (2013). Foram vetorizadas, a partir das técnicas de fotointerpretação, 215 áreas urbanizadas no TS, identificadas de acordo com informações disponibilizadas pelo IBGE (2010).

As principais adequações relacionadas à classificação da vegetação foram as definições das Caatingas, haja vista que no Manual da Vegetação Brasileira (IBGE, 2012), a nomenclatura inexistia, restringindo-a a classe das *Savanas Estépicas*. Entretanto, conforme afirma Ab'Sáber (2003), a Caatinga além de ser um bioma, é um domínio morfoclimático, e, portanto, deve configurar-se como uma classe específica do mapa de uso e cobertura das terras. A classe Cerrado corresponde às *Savanas* no IBGE (2013), presente somente no domínio sedimentar do TS.

A conexão entre a lavoura permanente do sisal e agropecuária deve-se ao fato de que houveram impactos significativos no cultivo da fibra, em decorrência das secas de 2012/2013/2014, ressaltando que os primeiros sinais de baixa pluviosidade – considerando o regime pluviométrico do semiárido – já ocorriam desde o ano de 2010 (LEIVAS, 2013; SANTOS E., 2012; SANTOS P., 2013). Os levantamentos de campo realizados em junho de 2014, permitiram renomear a classe Lavoura de Sisal, para Lavoura de Sisal e Agropecuária – equiparada à classe *Cultura Permanente* (IBGE, 2013) – por conta das condições de longo período seco, relatadas por agricultores, que se viram

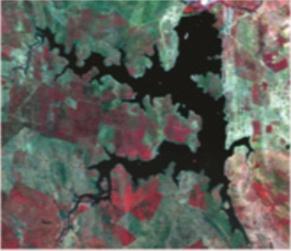
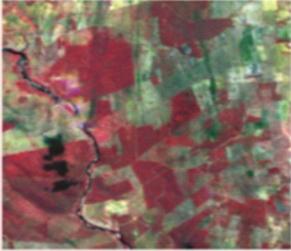
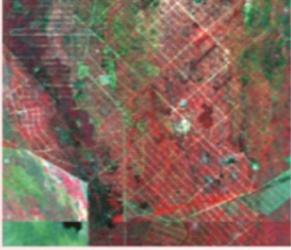
forçados a iniciar o processo de fracionamento de suas propriedades e introduzir a pecuária extensiva, principalmente de caprino e ovino, acrescida também do cultivo de culturas temporárias para subsistência.

A classe Superfície exposta, anterior aos levantamentos de campo, nomeada de Solo exposto, está relacionada com *Áreas descobertas* (IBGE, 2013). Justifica-se tal denominação, pela classe corresponder tanto às superfícies desnudas, consequentes da remoção da vegetação com exposição do solo, quanto aos afloramentos rochosos e lajedos.

Superfície de erosão acelerada corresponde às áreas extensas e contínuas, com alto índice de erosão, que atingem as encostas e bordas dos tabuleiros sedimentares. Ela inexistiu no sistema de classificação de uso e cobertura do IBGE (2013), portanto foi criada de acordo com as características litológicas e de ocorrência de latossolos friáveis presentes nas unidades de relevo. As águas continentais presentes no TS classificam-se entre Açudes e Represas, que também não são contempladas pela classificação do IBGE (2013).

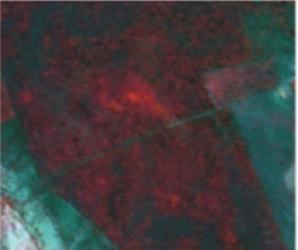
Definida e hierarquizadas as classes de mapeamento de uso e cobertura para o Território do Sisal, aplicou-se o filtro linear com base no histograma da imagem para melhoramento visual dos produtos RapidEye (2009/2010) utilizados, afim de que os alvos compositores da chave de interpretação fossem definidos com mais clareza. Após os testes de análise estatística das bandas e de acuidade visual, definiu-se a composição colorida mais adequada para a fotointerpretação: 5, 3 e 2, correspondendo respectivamente aos canais vermelho (R), verde (G) e azul (B). A composição de RGB permitiu um melhor conforto na distinção e classificação das feições e elementos da superfície, possibilitando a vetorização do mapa de uso e cobertura, a partir da elaboração da chave de interpretação (figura 30). O nível de classificação para as feições mapeadas equivale ao III no organograma ilustrado na figura 29, que sintetiza o uso e a cobertura resultante dele.

Figura 30 - Esquema com Informações Necessárias à Fotointerpretação das Imagens RapidEye (RGB – 5, 3, 2), para Mapeamento de Uso e Cobertura do Território do Sisal

ALVO / NOME DA CLASSE	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO	FOTOGRAFIAS ILUSTRATIVAS	DESCRIÇÃO DA CLASSE
 <p><b>Açude ou represa</b></p>	<p>Tons em preto (sem sedimentos em suspensão) e azul escuro (sedimentos em suspensão), e/ou ; textura lisa; forma irregular, curvilínea.</p>	 <p>Açude do Jacurici (Itiúba-Ba) Fonte: Ribeiro, junho de 2011</p> <p>Barragem do Poço Grande (Araci-Ba) Fonte: Ribeiro, junho de 2011</p>	<p>Reservatórios artificiais, construídos através do represamento de rios, para irrigação, fornecimento de água, lazer, controle de estiagens e enchentes, decorrentes da sazonalidade pluviométrica e intermitência hidrográfica.</p>
 <p><b>Agropecuária</b></p>	<p>Tons vermelhos (áreas plantadas), esverdeados (solo em preparo e/ou pastagens) e esbranquiçados (plântio ou exposição de solo, ambos em estágio inicial e/ou pousio); textura lisa; formas regulares, geométricas e fragmentadas.</p>	 <p>Plantação de milho (Cansanção-Ba) Fonte: Vale, junho de 2014</p> <p>Rebanho de caprinos (Santa Luz-Ba) Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</p>	<p>Rotatividade entre lavoura temporária e pecuária extensiva. A agricultura temporária associa-se a cultivos de curta ou média duração, aproveitando os períodos chuvosos, destaca-se o feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i>), a mandioca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) e o milho (<i>Zea mays</i>). A pecuária extensiva é realizada alternada com a lavoura temporária. Destacam-se os rebanhos de ovinos, caprinos e bovinos.</p>
	<p>Tons vermelhos e esverdeados (diferentes estágios de cultivo), tons escurecidos (diferenciação litológica/mineralógica); textura lisa, pouco rugosa; formas regulares, geométricas.</p>	 <p>Projeto "Mais Água" (Cansanção-Ba) Fonte: FATRES, 2014</p> <p>Projeto "Qualificação Social" (Queimadas-Ba) Fonte: FATRES, 2014</p>	<p>Pequenas aglomerações rurais, onde se desenvolvem atividades agrícolas e pecuárias, com fomento de políticas públicas e ONGs.</p>

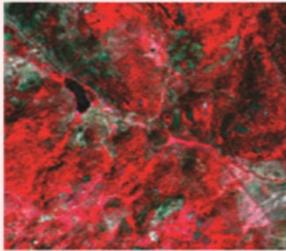
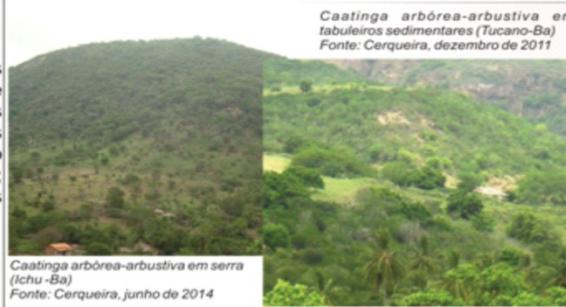
(continua)

(continuação da figura 30)

ALVO / NOME DA CLASSE	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO	FOTOGRAFIAS ILUSTRATIVAS	DESCRIÇÃO DA CLASSE
 <p><b>Área urbanizada</b></p>	<p>Tons branco e ciano (estradas e ruas), textura pouco rugosa; formas regulares e geométricas, próximas a rodovias e vicinais, ou entroncamentos.</p>	 <p><i>Cidade de Itiúba - Ba</i> <i>Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</i></p> <p><i>Cidade de Monte Santo - Ba</i> <i>Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</i></p>	<p>Adensamento populacional e de equipamentos urbanos. Cidades, vilas e povoados.</p>
 <p><b>Caatinga arbórea-arbustiva</b></p>	<p>Tons vermelhos (vegetação mais homogênea), avermelhados e escurecidos (vegetação menos homogênea), tons esverdeados (vegetação de menor porte e/ou sob influência antrópica); textura lisa; formas pouco regulares.</p>	 <p><i>Caatinga arbórea-arbustiva (Tucano - Ba)</i> <i>Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</i></p> <p><i>Caatinga arbórea-arbustiva (Conceição do Coité - Ba)</i> <i>Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</i></p>	<p>Caatinga secundária de porte arbóreo (5m) e arbustivo (3m), adaptada a clima semiárido, marcado por dois períodos secos anuais: um, longo, seguido de chuvas intermitentes, e outro, curto, que pode passar a torrencialmente chuvoso. Espécies xeromórficas e decíduas, apresentando diferenciações fisiográficas e edáficas.</p>
 <p><b>Caatinga arbórea-arbustiva antropizada</b></p>	<p>Tons avermelhados (caatingas secundárias), verde e esbranquiçado (caatinga suprimida pela antropização); textura lisa e pouco rugosa; forma irregular.</p>	 <p><i>Caatinga arbórea-arbustiva antropizada, com espécies ruderais (Santa Luz - Ba)</i> <i>Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</i></p> <p><i>Caatinga arbórea-arbustiva antropizada, com pisoteio bovino (Conceição do Coité - Ba)</i> <i>Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</i></p>	<p>Caatinga secundária de porte arbóreo (5m) e arbustivo (3m), com supressão total e/ou parcial da vegetação para pecuária extensiva ou pastagens. Os rebanhos pastoreiam e ocasionam o pisoteio, a redução da cobertura vegetal, a propagação de espécies ruderais e acelera a exposição dos solos.</p>

(continua)

(continuação da figura 30)

ALVO / NOME DA CLASSE	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO	FOTOGRAFIAS ILUSTRATIVAS	DESCRIÇÃO DA CLASSE
 <p><b>Caatinga arbórea-arbustiva de altitude</b></p>	<p>Tons vermelhos (vegetação mais homogênea), avermelhados e escurecidos (vegetação menos homogênea), tons esverdeados (vegetação de menor porte e/ou sob influência antrópica); textura rugosa; formas irregulares, áreas de topo das serras e nos tabuleiros sedimentares.</p>	 <p>Caatinga arbórea-arbustiva em serras (Ichu - Ba) Fonte: Cerqueira, junho de 2014</p>	<p>Caatinga diferenciada pelas características altimétricas e edáficas. Sobre afloramentos magmáticos, em serras, predomina a caatinga arbustiva (3m) e com alta densidade de cactáceas e bromeliáceas. Sobre os latossolos, os neossolos quartzarênicos e litólicos dos tabuleiros, ocorre caatinga com predominância arbórea (5m). Em ambas situações, estas coberturas vegetais apresentam maior grau de conservação.</p>
 <p><b>Cerrado</b></p>	<p>Tons vermelhos, verdes acinzentados; textura lisa; forma irregular e pouco regular; ocupa áreas dos tabuleiros sedimentares.</p>	 <p>Espécies de Cerrado em tabuleiros sedimentares (Tucano - Ba) Fonte: Cerqueira, junho de 2014</p> <p>Cerrado em tabuleiros sedimentares (Tucano - Ba) Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</p>	<p>Espécies xeromórficas de cerrado ocupam o topo e, parcialmente, as encostas dos tabuleiros. O efeito orográfico associado à topografia plana dos topos, em latossolos distróficos, determina a existência dos cerrados e sua fitofisionomia. Nos colúvios também ocorre situação semelhante. As cornijas ferruginosas restringem o desenvolvimento de vegetação, mantendo-se expostas.</p>
	<p>Tons vermelhos (sisal em plantas jovens), vermelhos escurecidos (plantas maduras), esverdeados (plantas em corte), esbranquiçados (pousio e/ou estágio inicial de exposição dos solos). Tons vermelho-esverdeados e esbranquiçados disformes (agropecuária). Textura lisa; formas regulares e irregulares. Plantações de sisal delimitadas por linhas e pontos (cor branca).</p>	 <p>Cultura do Sisal com agropecuária e espécies de caatinga (Valente - Ba) Fonte: Vale, junho de 2014</p> <p>Lavoura de Sisal (Santa Luz - Ba) Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</p>	<p>O sisal (<i>Agave sisalana</i>), é uma espécie mexicana, de cultivo permanente e de ciclo longo, de manejo com sucessivos cortes (a cada 6 meses) para a transformação das fibras. Uma espécie resistente e adaptada ao clima semiárido. Nessas propriedades o cultivo do sisal está decadente, e cedeu espaço para o crescimento da atividade agropecuária e proliferação de espécies nativas e também ruderais.</p>

(continua)

(continuação da figura 30)

ALVO / NOME DA CLASSE	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO	FOTOGRAFIAS ILUSTRATIVAS	DESCRIÇÃO DA CLASSE
 <p><b>Superfície exposta</b></p>	<p>Tons brancos e acinzentados; textura lisa; formas irregulares (exposição associada à afloramentos rochosos e lajedos), regulares e geométricas (exposição do solo associada ao uso).</p>	 <p>Superfície exposta por uso intenso da terra (Cansanção-Ba) Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</p> <p>Lajedos de rochas cristalinas (Monte Santo - Ba) Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</p>	<p>Processos denudacionais expõem grandes superfícies rochosas (lajedos). Áreas que foram submetidas a uma superexploração dos recursos vegetais e do solo, ocasionando queda na produtividade biológica e agrícola, tornando-as desnudas.</p>
 <p><b>Superfície de erosão acelerada</b></p>	<p>Tons magenta avermelhados (vegetação secundária), esverdeados e esbranquiçados (exposição do solo); textura rugosa; formas irregulares; áreas de encosta dos tabuleiros sedimentares.</p>	 <p>Exposição do solo devido erosão acelerada (Tucano-Ba) Fonte: Cerqueira, junho de 2014</p> <p>Erosão acelerada em encosta dos tabuleiros sedimentares (Tucano - Ba) Fonte: Cerqueira, dezembro de 2011</p>	<p>Superfícies de erosão acelerada - voçorocas -, derivada da retirada da vegetação e pisoteio. Os processos denudacionais são controlados por fatores litológicos e orográficos, associados à declividade das encostas e aos episódios chuvosos torrenciais.</p>

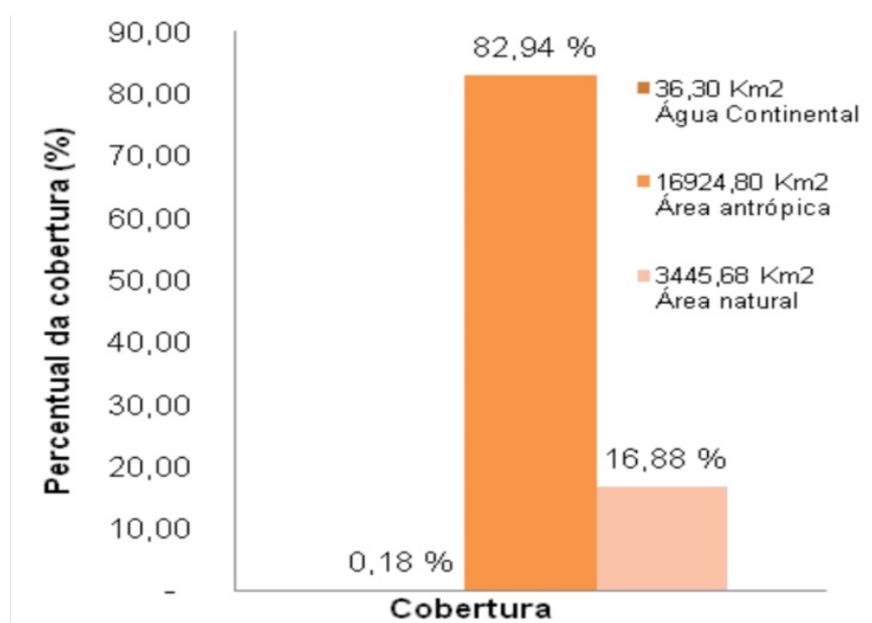
Fonte: Elaborado pela autora, 2014/2015.

## 5.2 Mapa de Uso e Cobertura das Terras

A quantificação das classes do mapa de uso e cobertura, vinculada ao Nível II do esquema de classificação (figura 30), indica que a maior porção das terras do TS é destinada ao uso antrópico e/ou encontra-se sob pressão de uso, associado ao desmatamento do patrimônio natural. Sendo assim, da área total do Território do Sisal (20.406,8 km<sup>2</sup>), 83% é área de cobertura antrópica, totalizando 16.924,8 km<sup>2</sup> (figura 31).

As áreas onde há predomínio de uma cobertura em que os remanescentes vegetais são preservados e/ou possuem pequenos estágios de degradação, somam 3.445,6 km<sup>2</sup>, aproximadamente 17% do território (área Natural). Os 36,3 km<sup>2</sup> (0,18%) restantes correspondem às áreas de açudes e represas (águas continentais):

**Figura 31 - Percentual das Áreas Antrópicas, Naturais e Recobertas por Água**

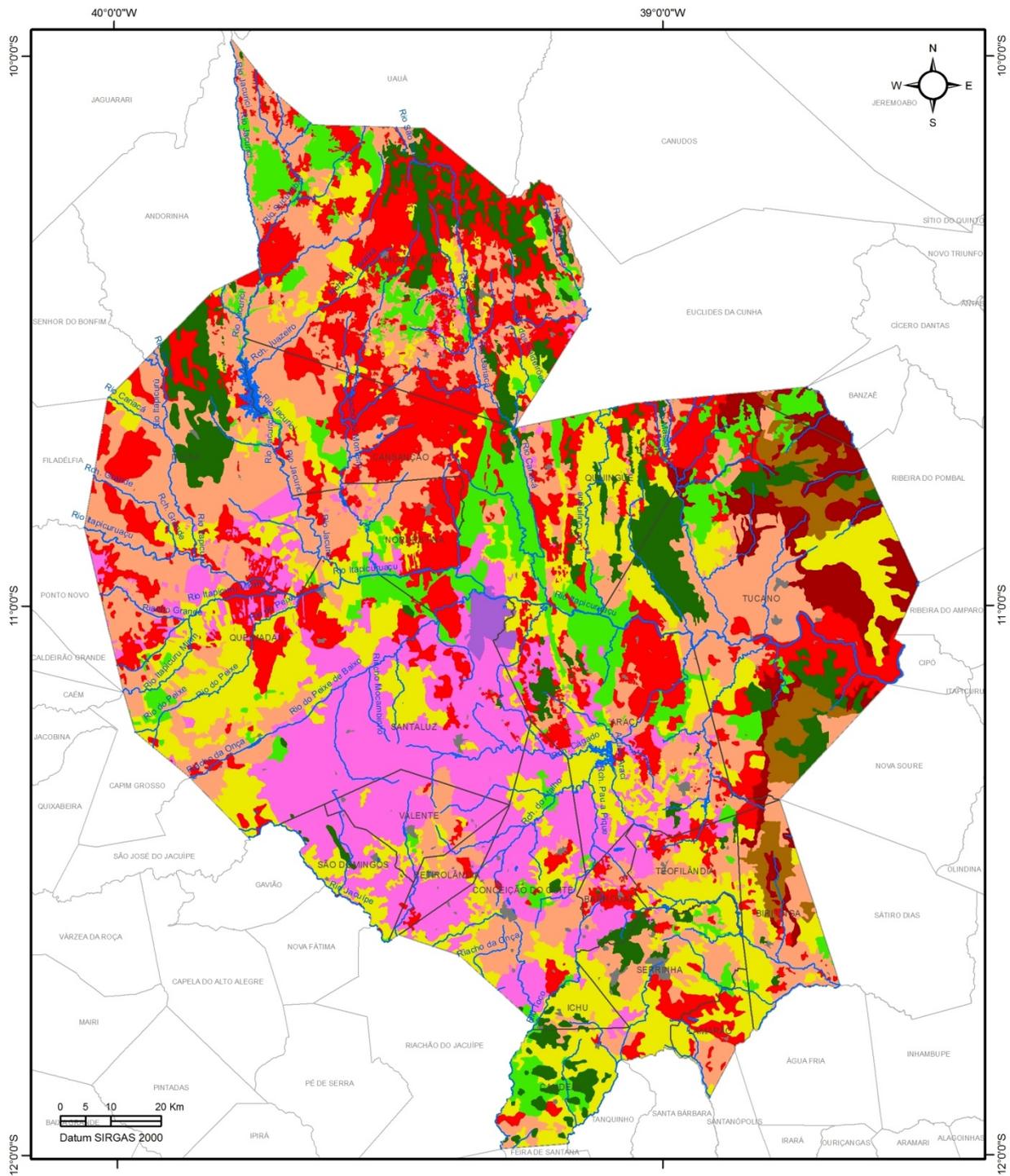


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

O mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal está representado na figura 30, confeccionado através da vetorização de 1.702 polígonos, os quais trazem os elementos dispostos na superfície, indicando o perfil de ocupação da região, os remanescentes de biomas, as áreas de agricultura e agropecuária, as manchas urbanas, as superfícies expostas e

erodidas e os principais açudes/represas, os quais subsidiam a mensuração da vulnerabilidade na unidade territorial. A escala de mapeamento 1:100.000 sobre as imagens RapidEye possibilitou a elaboração do mapa no nível de detalhamento em escala regional, coerente à área de toda unidade territorial.

**Figura 27 - Mapa de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal**



- Rio
- Limite municipal
- Açude/Represa
- Agropecuária
- Agrovila
- Área urbanizada
- Caatinga arbóreo-arbustiva
- Caatinga arbóreo-arbustiva antropizada
- Caatinga arbóreo-arbustiva de altitude
- Cerrado
- Lavoura de sisal e agropecuária
- Superfície de erosão acelerada
- Superfície exposta

Fonte: IBGE, 2010; SIG-BAHIA, 2003

Elaboração: Milvia O. Cerqueira, 2014/2015

A tabela 5 representa a extensão territorial das classes do mapa de uso e cobertura das terras do TS (nível III). Destaca-se a classe de Agropecuária, de Superfície exposta, de Caatinga arbóreo-arbustiva antropizada e de Lavoura de sisal e agropecuária.

**Tabela 5 - Extensão e Percentual das Classes de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal**

CLASSES DE MAPEAMENTO	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
Açude/Represa	36,30	0,2
Agropecuária	4.938,56	24,2
Agrovila	94,00	0,5
Área urbanizada	135,35	0,7
Caatinga arbóreo-arbustiva	1.617,89	7,9
Caatinga arbóreo-arbustiva de altitude	1.424,94	6,9
Caatinga arbóreo-arbustiva antropizada	3.945,16	19,3
Cerrado	402,85	2,0
Lavoura de sisal e agropecuária	3.051,90	15,0
Superfície de erosão acelerada	714,34	3,5
Superfície exposta	4.045,49	19,8
<b>Total</b>	<b>20.406,78</b>	<b>100</b>

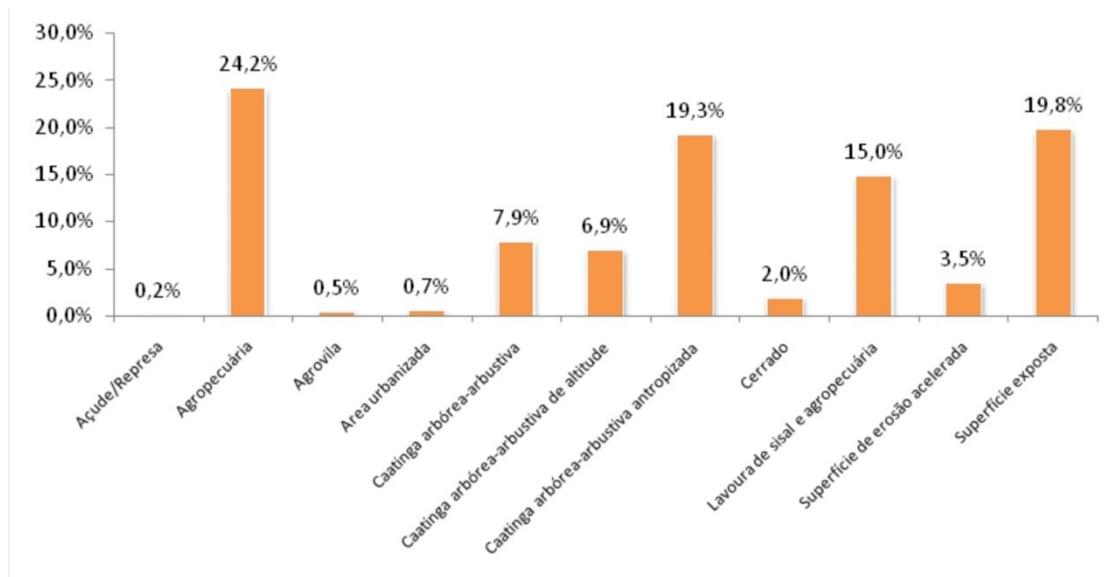
Elaborada pela autora, 2015.

O Território do Sisal possui a maior parte de sua população residente na zona rural ocupada por atividades econômicas voltadas para o campo, como o cultivo e criação de rebanhos, o que respalda a classe Agropecuária (figura 30) ocupar maior área dentro do TS, somando 4.938,56 km<sup>2</sup>, o que equivale a 24,20% do total (figura 33).

A Agropecuária, conforme apresentado na chave de interpretação (figura 30) é uma produção alternada da agricultura de subsistência e pecuária extensiva, a qual, na unidade territorial do sisal, é precedida da remoção de espécies da Caatinga e do Cerrado, o que resulta em terras revestidas por lavouras temporárias e pastagens, dinamizadas pela sazonalidade climática, ciclicidade das chuvas e as secas periódicas (figura 34). A remoção da vegetação nativa para abertura de áreas submetidas a atividades agropastoris acelera os processos morfogenéticos (TRICART, 1977), diminuindo a nutrição natural dos solos, fertilidade e formação de húmus, afetando a resistência das

camadas superficiais à erosão pluvial e seu efeito splash, acarretando a compactação e exposição dos horizontes, o comprometimento da pedogênese (TRICART, 1977) e aumento da suscetibilidade à vulnerabilidade ambiental.

**Figura 28 - Percentual das Classes de Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal**



Elaborada pela autora, 2015.

**Figura 29 - Plantação de Milho no Município de Cansanção**



As Lavouras Temporárias de Culturas de Subsistência estão presentes em todo o Território do Sisal, sendo alternadas com a pastagem de rebanhos, principalmente de caprinos. Fonte: Fotografia tirada por Raquel de Matos C. do Vale, 2014.

A Superfície exposta corresponde a segunda maior classe em extensão no mapa de uso e cobertura das terras, totalizando 4.045,49 km<sup>2</sup>, 19,8% da área do TS (figura 33). Sua distribuição é mais frequente nas porções norte e noroeste do território, associada a áreas com lajedos, afloramentos rochosos, terras em pousio e solos desnudos (figuras 35 e 36). Parte das superfícies expostas é resultante do sobreuso atrelado à remoção da vegetação para abertura de pastos e áreas destinadas a agricultura, o que causa remoção dos horizontes superficiais dos solos, compactação e degradação. Configura-se em ambientes com forte presença de vulnerabilidade ambiental, por revelar processos erosivos, morfogenéticos e degradativos evidentes. As áreas de solos desnudos são consequentes da incidência de erosões laminares, as quais lixiviam os solos e comprometem os horizontes superficiais, acrescidas das erosões aceleradas, que prejudicam a estrutura do solo. O processo de exposição de solos e superfícies desestrutura o equilíbrio e funcionamento do sistema solo-plantas, implicando em mudanças nas condições edafológicas e constituindo fatores para intensificação da vulnerabilidade ambiental.

**Figura 30 - Lajedo no Município de Monte Santo**



Os afloramentos rochosos são comuns no Território do Sisal, em sua maioria compostos de gnaisses e granitos. Fonte: Fotografia tirada pela autora, 2014.

**Figura 31 - Solo Exposto no Município de Santaluz**



A pressão exercida pelo pisoteio animal e pelo sobreuso agrícola expõem os solos, acarretando maior insolação, erosão laminar e aumento da vulnerabilidade ambiental. Fonte: Fotografia tirada pela autora, 2014.

A classe Caatinga arbóreo-arbustiva antropizada ocupa 19,3% (figura 33) do TS, somando 3.945,16 km<sup>2</sup>. Distribuída por toda extensão territorial, associada às áreas onde as atividades agropecuárias não suprimiram todas as espécies vegetais, e sim, entremearam-nas (figura 37). Configura-se também em espaços onde existe o pisoteio dos animais através da abertura de clareiras em meio às caatingas, para a criação extensiva de rebanhos bovinos, caprinos e ovinos, o que acarreta a compactação dos solos, devido ao pisoteio, aumentando a morfogênese em detrimento da pedogênese (TRICART, 1977). Acresce as terras abandonadas, nas quais se desenvolveram espécies ruderais e caatingas secundárias. Segundo Oliveira Jr. (2014, p. 143), a Caatinga arbóreo-arbustiva antropizada “refere-se à feição vegetal sem primitividade, ou seja, com modificações humanas na densidade, espécies e porte”.

**Figura 32 - Caatinga Arbóreo-arbustiva Antropizada por Pisoteio de Rebanho Caprino e Ovino no Município de Santaluz**



A prática da pecuária extensiva ocasiona a compactação dos solos, devido à remoção da caatinga nativa, que acarreta a degradação e intensificação da vulnerabilidade ambiental. Fotografia tirada pela autora, 2014.

A Lavoura de sisal e agropecuária é uma classe que se distribui somente no domínio cristalino, com uma área de 3.051,90 km<sup>2</sup>, a qual totaliza 15% da extensão territorial (figura 33) (figura 38). A porção sudoeste do Território do Sisal tem maior representatividade nesta classe, associada, dentre outros fatores, a existência das bateadeiras comunitárias de sisal (figura 39), construídas com o apoio da APAEB, do Conselho Regional de Desenvolvimento Rural Sustentável da Região Sisaleira do Estado da Bahia – CODESSISAL, da Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola – EBDA, do Consórcio Público de Desenvolvimento Sustentável do Território Sisal - CONSSISAL, dentre outros. A agropecuária existente nessas áreas classificadas como lavoura de sisal ocorre em locais onde a sisalicultura está em decadência, devido às secas prolongadas e recorrentes (LEIVAS, 2013; SANTOS E., 2012; SANTOS P., 2013), as quais repercutem em um baixo retorno financeiro, acrescido das oscilações nos preços de mercado.

**Figura 33 - Lavoura de Sisal no Município de Valente**



Grande parte das plantações de sisal no Território do Sisal é entremeada por caatingas secundárias, espécies ruderais, cultivos agrícolas e pastagens de caprinos e ovinos. Fonte: Fotografia tirada pela autora, 2014.

**Figura 34 - Batedeira Comunitária de Sisal da APAEB no município de Valente**



A construção da batedeira possibilitou aos agricultores organizarem a produção do sisal, tapetes e carpetes, além da padronização nos preços de comercialização. Fonte: APAEB, 2010.

As Caatingas arbóreo-arbustivas ocupam 1.617,89 km<sup>2</sup>, correspondendo a 7,9% do território (figura 33). A classe representa as áreas de remanescentes de caatinga, onde as atividades agropecuárias, a inserção de equipamentos urbanos e mineração não se instalaram, indicando uma maior preservação e menor suscetibilidade à vulnerabilização do ambiente. As Caatingas arbóreo-arbustivas de altitude, que somam 1.424,94 km<sup>2</sup>, 6,9% do TS (gráfico 03), são fragmentos de bioma conservados, devido ao fator de gradiente altimétrico, topografia acidentada e afloramentos rochosos das serras e tabuleiros, os quais limitam ou impedem a exploração antrópica (figura 40). No levantamento de campo (junho/2014) foi possível detectar no município de Candeal, nas serras que compõem interflúvios da bacia hidrográfica do Rio Itapicuru, algumas feições de Caatinga florestada resguardadas, entretanto, a escala cartográfica do mapeamento não permite a representação desse subtipo da caatinga, haja vista sua pequena proporção na unidade territorial.

**Figura 35 - Caatinga Arbóreo-arbustiva de Altitude no Município de Itiúba**



A caatinga sob áreas com altas cotas altimétricas são preservadas, com uso agropecuário irrisório ou inexistente, apontando para uma baixa vulnerabilidade ambiental. Fotografia tirada pela autora, 2014.

A Superfície de erosão acelerada é uma classe que se encontra somente nos tabuleiros sedimentares, com um total de 714,34 km<sup>2</sup>, equivalendo a 3,5% do Território do Sisal (figura 33). Nas áreas de superfície de erosão acelerada há evidências de degradação do patrimônio natural, em razão do alto índice de erosão regressiva, ocasionado pela conjunção da litologia friável com as formas de sobreuso dos solos nos pacotes de latossolo, com a presença de cornijas ferruginosas, e nos neossolos litóticos, com granulometria arenosa. Os processos erosivos desenvolvem a formação de ravinas, voçorocas e assoreamentos de rios e riachos, os quais tendem ao crescimento pelo efeito das chuvas torrenciais que solapam as encostas e topo dos tabuleiros, que somado às declividades acentuadas, deslocam sedimentos e desprendem solos. As áreas de erosão acelerada possuem um sistema ambiental vulnerável (figura 41).

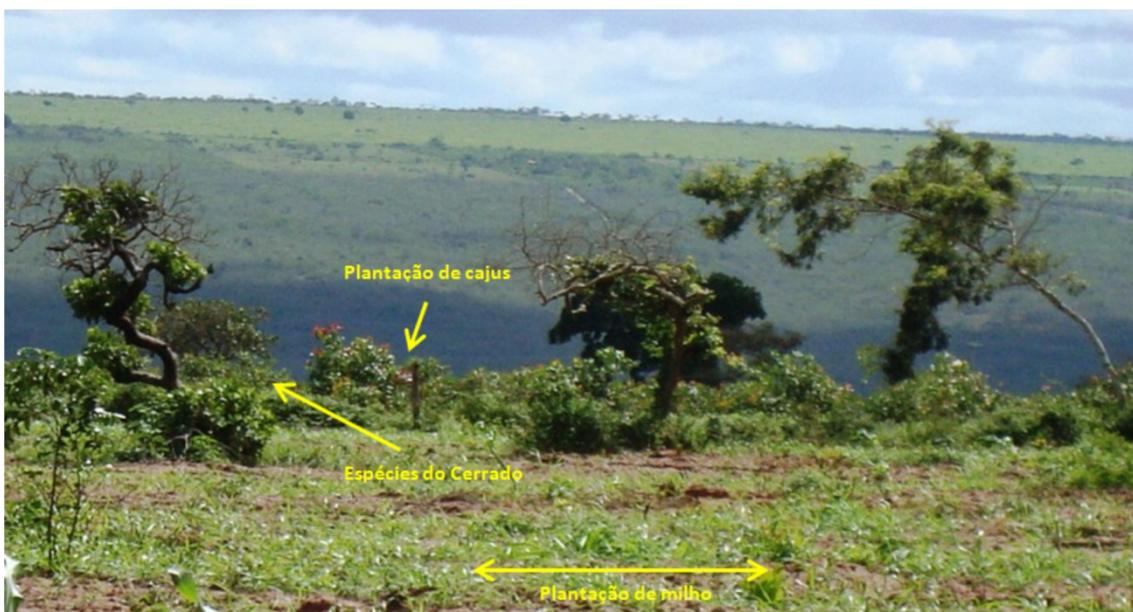
**Figura 41 - Superfícies de erosão acelerada em tabuleiros sedimentares, na localidade do Buraco do Vento do município de Tucano.**



O sobreuso associado ao desmatamento, litologia e estrutura dos solos desencadeia processos de erosão acelerada e regressiva (setas vermelhas), formadora de ravinas e voçorocas. Fonte: Fotografia tirada por Raquel de Matos C. do Vale, 2014.

O Cerrado é um bioma encontrado somente no domínio sedimentar do Território do Sisal, sua classe no mapa possui área de 402,85 km<sup>2</sup>, somando 2,0% da extensão do TS (figura 33). Distribui-se nos topos dos tabuleiros, com aglomerados de arbustivos retorcidos dispersos sob tapetes herbáceos, troncos tortuosos, espécies com serosidade nas folhas e com espessas camadas de súber - casca formada por células mortas – envolvendo seus galhos. Entretanto, no levantamento de campo (junho/2014) foi possível detectar que grande parte desse bioma foi suprimida nos tabuleiros do TS, para abertura de espaços à fruticultura do caju, melancia e cultivos de subsistência (figura 42), principalmente do milho, bem como da pecuária extensiva bovina, haja vista que o município de Tucano detém a maior produção de milho e possui o maior efetivo de rebanho bovino do território.

**Figura 36 - Espécies do Bioma Cerrado**



Espécies do bioma Cerrado entremeados pelo cultivo de lavoura de milho e plantações de caju (setas beges) sob tabuleiros sedimentares no município de Tucano. O Cerrado tem sido desmatado no Território do Sisal para a implantação da fruticultura e agropecuária, ocasionando a vulnerabilização do ambiente. Fonte: Fotografia tirada pela autora, 2014.

As Áreas urbanizadas possuem 135,35 km<sup>2</sup>, que somam 0,7% do território, distribuídas entre cidades, vilas, povoados e lugarejos. As classes de Açude/represa, com área de 36,30 km<sup>2</sup> (0,2%) e Agrovila, de 94,00 km<sup>2</sup> (0,5%), são as que possuem menor distribuição sobre o território (figura 33).

Os maiores açudes do Território do Sisal, construídos pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Seca (DNOCS) são:

- Açude Miguel Calmom construído em 1913, no município de Serrinha, na bacia do Rio Paraguaçu;
- Açude Laginha, construído em 1917, no município de Monte Santo, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Cariacá, construído em 1919, no município de Monte Santo, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Riacho da Onça, construído em 1919, no município de Queimadas, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Genipapo, construído em 1921, no município de Itiúba, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Tapera, construído em 1922, no município de Santaluz, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Monteiro, construído em 1933, no município de Queimadas, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Valente, construído em 1940, no município de Valente, na bacia do Rio Paraguaçu;
- Açude Rômulo Campos, construído em 1958, no município de Itiúba, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude Araci, construído em 1965, no município de Araci, na bacia do Rio Itapicuru;
- Açude São Domingos, construído em 1967, no município de Serrinha, na bacia do Rio Paraguaçu (LOBÃO, 2013);

A quantidade e especificidade de classes no mapeamento de uso e cobertura das terras refletem a dinâmica da ocupação e produção do espaço do Território do Sisal.

### 5.3 Validação do Mapa de Uso e Cobertura das Terras

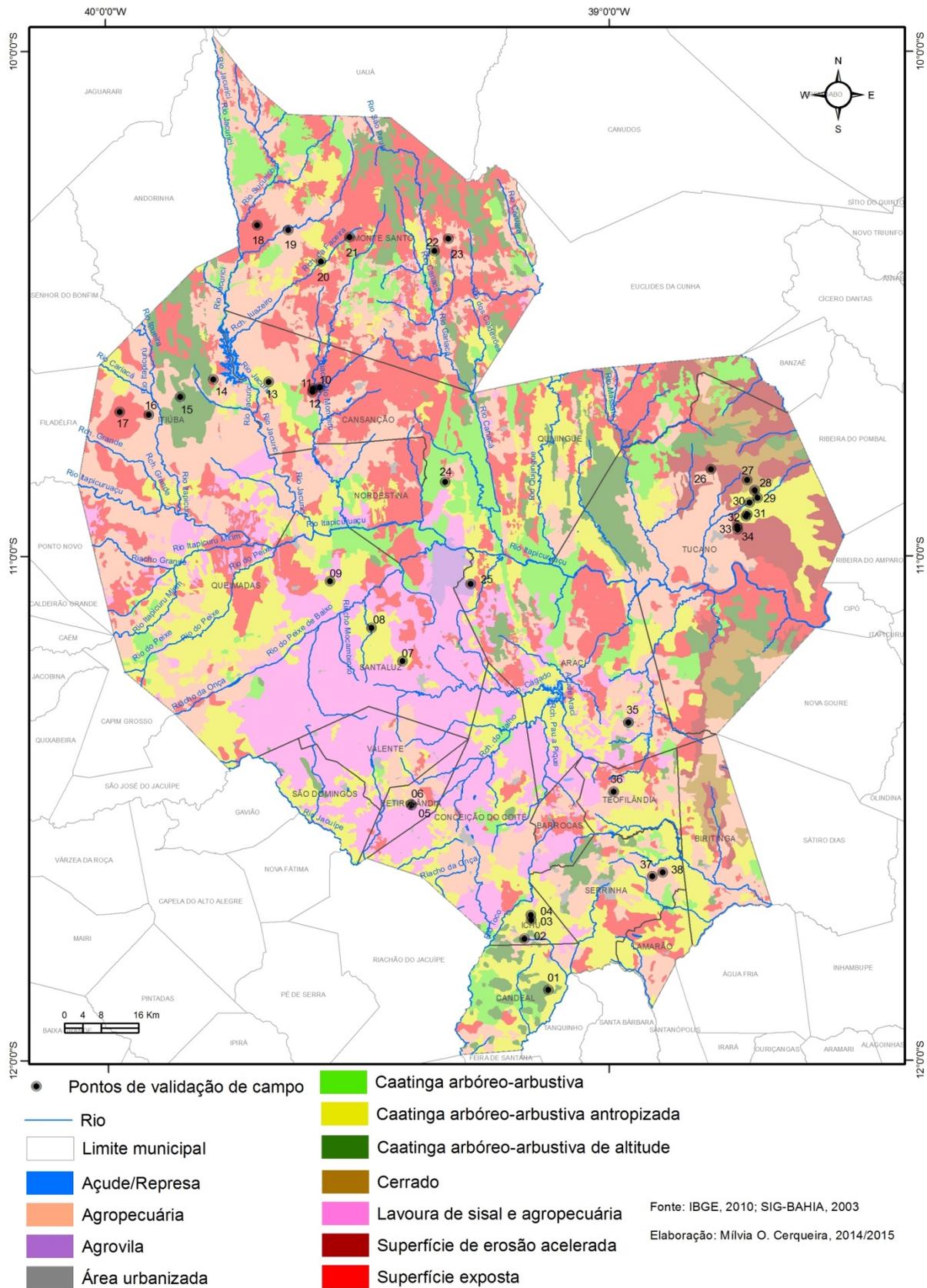
Um mapa torna-se um instrumento eficaz nas análises de superfícies, de processos morfo-pedogenéticos, de sistemas ambientais, de mensuração de vulnerabilidades, dentre outros, à medida que possua validação em sua representatividade do real. Conforme Figueiredo (2007, p. 5755), “a exatidão de um mapa indica a proximidade de uma determinada medida ao seu valor real, logo, a confiabilidade de um mapa esta vinculada a sua exatidão.” Nesse contexto, procedimentos estatísticos configuram-se como uma alternativa de avaliação da veracidade de mapeamentos, de acordo com a escala, classificação e dados do sensoriamento remoto utilizado.

A quantificação é essencial para que se possam validar os resultados de representações cartográficas e o quão próximo da realidade se encontram. Assim, para a validação de um mapa deve-se considerar a temática investigada, a subjetividade do fotointérprete, a posição e época de aquisição dos dados e mensurar sua confiabilidade através de uma matriz de confusão, organizada a partir da análise comparativa do resultado do mapeamento, com as informações produzidas em levantamento de campo.

A validação do mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal foi realizada a partir da organização de uma matriz 11x11, associada às 11 classes de mapeamento, elaboradas a partir das técnicas de fotointerpretação e com base nas informações da chave de interpretação (figura 30). O estabelecimento dos valores na matriz de correlação seguiu a lógica de atribuir 01 às correspondências entre o ponto de levantamento de campo e a classe mapeada equivalente.

O procedimento de validação consistiu na análise da correspondência das classes, frente aos 38 pontos de controle de campo (Junho/2014), os quais foram espacializados através do método dos itinerários (BELART et al., 2002; LOBÃO et al., 2004), a fim de que se pudesse contemplar todas as classes mapeadas, considerando a dimensão do Território, recursos e a possibilidade de acesso (figura 43).

**Figura 37 - Mapa com os Pontos de Controle de Campo para a Validação do Mapa de Uso de Cobertura das Terras do Território do Sisal**



Na tabela 06 está apresentada a matriz de correlação referente ao mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal, de acordo com os pontos de controle de campo representados na figura 41:

**Tabela 6 - Matriz de Correspondência entre as Classes do Mapa de Uso e Cobertura das Terras e os Pontos de Controle de Campo do Território do Sisal**

REAL \ FOTOINTERPRETADO	Açude/ Represa	Agropecuária	Agrovila	Área urbanizada	Caatinga arbóreo-arbustivo	Caatinga arbóreo-arbustivo de altitude	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Cerrado	Lavoura de sisal e Agropecuária	Superfície de erosão acelerada	Superfície exposta	TOTAL
Açude/ Represa	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Agropecuária	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
Agrovila	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Área urbanizada	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Caatinga arbóreo-arbustivo	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4
Caatinga arbóreo-arbustivo de altitude	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	0	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	10
Cerrado	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
Lavoura de sisal e Agropecuária	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
Superfície de erosão acelerada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Superfície exposta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>38</b>

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Os números da diagonal principal indicam o nível de acerto, ou concordância, entre os dois conjuntos de dados, a sua soma totaliza **33**, o que significa afirmar que nos **38** pontos de levantamento de campo, 33 corresponderam corretamente às classes do mapa de uso e cobertura das terras do Território do Sisal.

De acordo com a matriz de correspondência constante na tabela 06, a relação de cálculo do índice de exatidão Tau ( $\tau$ ), para as classes do mapa de uso e cobertura das terras do TS, organizou-se da seguinte forma:

Observado → **0,87**

(33 - diagonal da matriz / 38 – pontos de campo)

**m → 11** (nº de categorias)

(nº de classes)

$$\tau = \frac{0,87 - 1/11}{1 - 1/11} \left. \vphantom{\tau} \right\} \tau = \mathbf{0,86 \text{ ou } 86\%}$$

Os 33 validados apontaram para um mapeamento correto e uma classificação coerente com a realidade, resultando num coeficiente Tau ( $\tau$ ) de **86%**, que, segundo Fonseca (2000), é avaliado como excelente.

Os erros constatados devem-se, em geral, a dois fatores: primeiro ao erro temporal, considerando-se que as imagens RapidEye utilizadas são de 2009/2010 e o levantamento de campo foi realizado em junho de 2014; e o segundo, à sazonalidade climática, que influi na periodicidade da seca, e no conseqüente caráter decidual e semi-decidual da caatinga, somados à rotatividade nas atividades agrícolas e pecuárias, as quais exercem pressões sobre os remanescentes de caatinga e cerrado – características estas, peculiares da região semiárida, onde o Território do Sisal está totalmente inserido.

Exatamente 04 dos 05 pontos não validados, são relacionados à classe de Agropecuária: 03 foram fotointerpretados como Caatinga arbóreo-arbustiva e também antropizada, entretanto, devido às características acima descritas e a supressão do bioma para cultivos e pastoreio de animais, no momento do levantamento de campo, não houve correspondência direta entre classe mapeada e a realidade em questão; 01 ponto foi fotointerpretado como Agropecuária, porém em campo, a área já se encontrava com evidências de Superfície exposta, consequência do sobreuso exercido no local associado ao desmatamento, o que ocasionou a perda dos horizontes superficiais do solo e exposição das camadas mais inferiores. O ponto restante foi fotointerpretado como Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada e evidenciou-se no campo, áreas de Superfície exposta, associada ao desmatamento, abertura de áreas para pastagem e cultivos agropecuários.

## 6 VULNERABILIDADE DO TERRITÓRIO DO SISAL: MODELOS E ANÁLISES

A paisagem é a materialização da dinâmica ambiental, das formas, dos padrões, dos usos antrópicos, das apropriações e dos estados frente aos processos naturais e de interferência em seu equilíbrio. Segundo as concepções sistêmicas da Teoria Geral dos Sistemas –TGS - de Bertalanfy (1977), as análises da paisagem devem ser integradas com todos os constituintes do ambiente, que é multifacetado. A Ecodinâmica (Tricart, 1977), baseada nas concepções da TGS, discute que a paisagem é resultante da sinergia entre elementos bióticos, abióticos e antrópicos, propondo uma metodologia de abordagem pautada no equilíbrio entre morfogênese e pedogênese, o qual revela três quadros ambientais, os meios estáveis, intergrades e instáveis. Tricart afirma também que os fundamentos ecossistêmicos subsidiam políticas de planejamento e gerenciamento do ambiente.

TRICART (1977), na Ecodinâmica, fomentou a análise do sistema ambiental a partir da estabilidade morfogenética, apontando graus de vulnerabilidade da paisagem, de acordo com o equilíbrio funcional dos fatores constituintes. Logo, para compreender a instauração e dimensão de processos agradativos ou degradativos - os quais indicam a existência ou não de vulnerabilidade - para além da caracterização dos elementos da paisagem, faz-se necessário sua quantificação, através de indicadores e operacionalizadores, que permitam espacializar determinado processo e/ou fenômeno ambiental.

A interdependência dos componentes constituintes da paisagem (físicos, biológicos e humanos), constituem padrões no sistema ambiental, os quais demonstram graus de agradação e/ou degradação decorrentes das intervenções antrópicas. No Território do Sisal, cada um dos componentes integrados fornece possibilidades de análise da vulnerabilidade, envolvendo questões ligadas à morfometria, cobertura vegetal, ocupação da terra, composição geológica e pedológica, as quais, conjuntamente, indicam as áreas com maiores riscos de deterioração ambiental. Logo, para a elaboração dos modelos para o TS, integraram-se por meio da lógica *fuzzy* as variáveis de declividade, da geologia (litotipos), NDVI (MOD13), do solo e do uso e

cobertura das terras, que é a síntese da interação das demais variáveis. A variável pluviosidade não foi utilizada nas modelagens *fuzzy*, devido à disponibilidade, consistência e escala dos dados climáticos disponíveis para os municípios do Território do Sisal. Ressalta-se que a variável NDVI sinaliza a dinâmica climática, por representar a oscilação na quantidade de biomassa, correspondente à dinâmica de deciduidade e rebrotamento da caatinga e cerrado em períodos secos e chuvosos, respectivamente.

No quadro 7 é apresentada a justificativa de utilização de cada variável pertinente à mensuração da vulnerabilidade, e os critérios estabelecidos para os membros *fuzzy*, que variam numa escala de 0,0 (menor vulnerabilidade) a 1,0 (maior vulnerabilidade), através de intervalos não abruptos. Logo, as integrações de dados por meio da lógica *fuzzy* possibilitaram a obtenção de resultados transicionais, com maiores ou menores graus de pertencimento, superando assim a *booleana*, imbricada numa visão cartesiana de sim/não.

**Quadro 7 - Variáveis Utilizadas para Modelagem, Justificativa e Seus Critérios Pertinentes à Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal**

VARIÁVEL	JUSTIFICATIVA	CRITÉRIOS
Declividade	As maiores declividades do TS são mais suscetíveis aos processos morfogenéticos e a erosões ocasionadas pela alta velocidade de escoamento das chuvas torrenciais e concentradas, que propiciam a perda de solos e sedimentos, acentuados pelo fator gravidade. As menores declividades são propensas ao acúmulo de pedimentos, portanto, áreas de agradação.	<p>Maior declividade</p> <p>↓</p> <p>Maior morfogênese</p> <p>↓</p> <p><b>Maiores membros fuzzy</b></p>
Geologia (litotipos)	A litologia é um elemento da geologia que remete à coesão e dureza mineralógica, indicando, portanto, a resistência ao intemperismo. No TS, as rochas magmáticas e cristalinas do cráton de São Francisco são as que possuem maior dureza, em detrimento das sedimentares da bacia sedimentar Recôncavo-Tucano, portanto mais friáveis.	<p>Menor resistência ao intemperismo</p> <p>↓</p> <p>Maior morfogênese</p> <p>↓</p> <p><b>Maiores membros fuzzy</b></p>
NDVI	A vegetação representa a síntese da interação entre os elementos que constituem a paisagem, bem como a biodiversidade, recomposição e conservação. O NDVI indica os níveis de biomassa verde, onde o desmatamento é intensificado e onde a vegetação se mantém preservada. Indicando se há predomínio da pedogênese ou morfogênese. No TS, as áreas de caatingas e cerrado conservados representam as áreas de maior NDVI.	<p>Menor biomassa verde</p> <p>↓</p> <p>Maior morfogênese</p> <p>↓</p> <p><b>Maiores membros fuzzy</b></p>

(continua)

(continuação)

VARIÁVEL	JUSTIFICATIVA	CRITÉRIOS
Solos	O solo é o sustentáculo da vida e fator preponderante para a existência e desenvolvimento das espécies vegetais. Cada tipo de solo revela um processo pedogenético diferenciado, uma fragilidade maior ou menor ao intemperismo, relacionado à maturação, ao nível de permeabilidade e à capacidade natural de fertilidade. No TS, os solos rasos e pedregosos são os mais suscetíveis à degradação, por serem jovens, possuírem horizontes pouco desenvolvidos e portanto, com baixa fertilidade.	Solos rasos e pedregosos ↓ Maior morfogênese ↓ <b>Maiores membros fuzzy</b>
Uso e cobertura das terras	O uso e cobertura das terras indicam o quadro do sistema ambiental, as áreas apropriadas pelo uso agropecuário, os remanescentes de biomas e as áreas onde o processo degradativo se instalou. No TS predominam as áreas antropizadas, em detrimento das áreas naturais. O uso é influenciado pelas características naturais do ambiente, sobretudo aqueles ligados a atividades agropastoris.	Maior o grau de antropização ↓ Maior morfogênese ↓ <b>Maiores membros fuzzy</b>

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Logo, para mensurar a vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal, modelaram-se as variáveis pertinentes à homeostase e resiliência da paisagem apresentadas no quadro 7, a partir da lógica *fuzzy*, utilizando o operador *gamma* com expoente 07, com o intuito de não obter resultados em proporção aumentada, nem diminuída da realidade (LOBÃO, 2013). Todos os testes resultaram em 10 modelos, alternados em relação aos dados, reclassificações e membros *fuzzy* atribuídos (quadro 8).

#### Quadro 8 - Modelos, Operador Utilizado, Variáveis Integradas, Reclassificações e Intervalos Fuzzy para Mensuração da Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal

Modelo (n°)	Operador	Variáveis	Reclassificação	Intervalo dos membros <i>fuzzy</i>
01*	gamma 07	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quantil (10 categorias)	0,0 – 1,0
		Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,3 – 0,9
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
		Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,0 – 1,0

(continua)

(continuação)

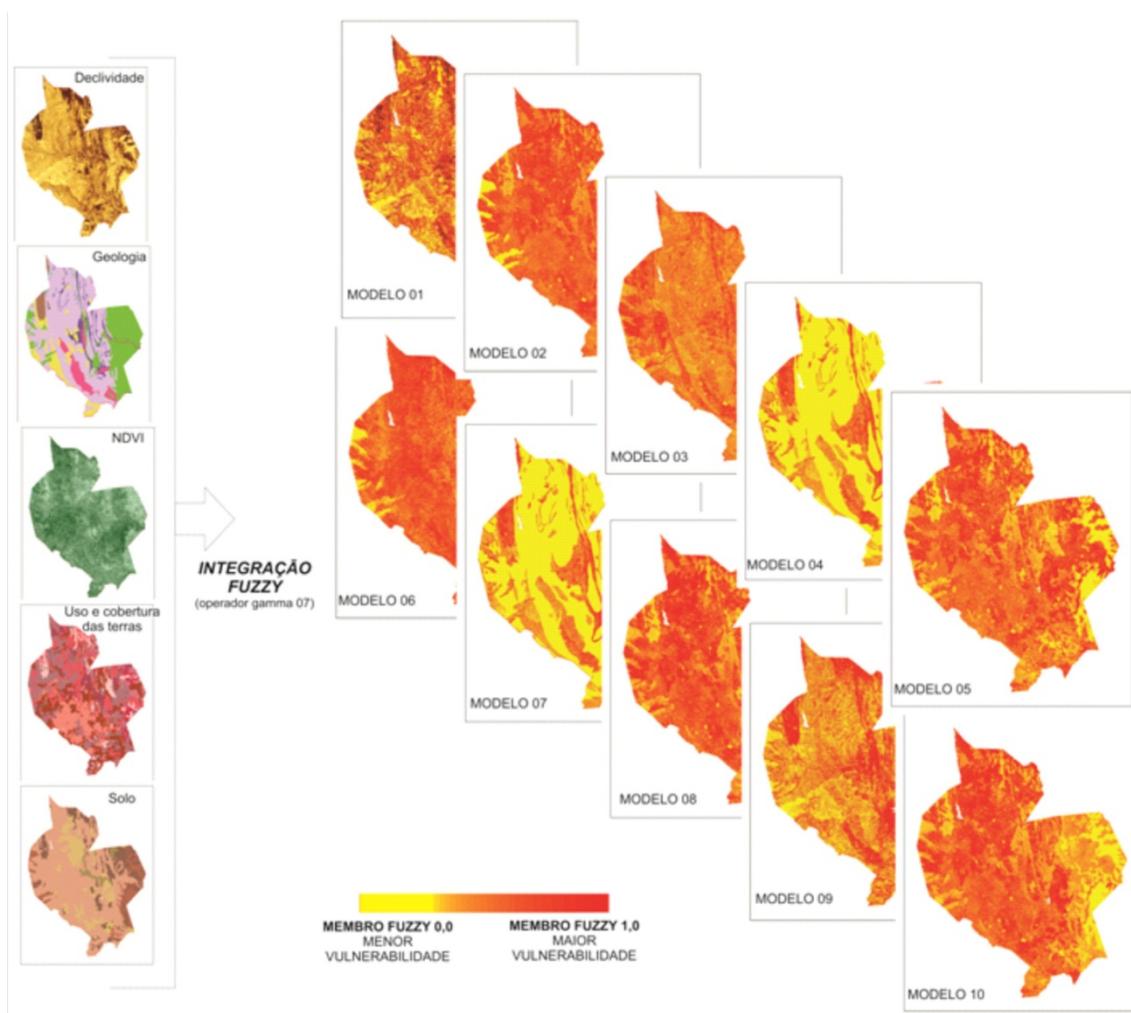
<b>Modelo (nº)</b>	<b>Operador</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Reclassificação</b>	<b>Intervalo dos membros <i>fuzzy</i></b>
<b>02</b>	gamma 07	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quantil (10 categorias)	0,0 – 0,9
		Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,2 – 1,0
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
		Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,2 – 1,0
<b>03</b>	gamma 09	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quebras naturais (05 categorias)	0,2 – 0,7
		Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,3 – 1,0
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
		Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,3 – 0,9
<b>04</b>	OR	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quebras naturais (05 categorias)	0,2 – 0,7
		Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,3 – 0,9
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
<b>05</b>	gamma 06	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quantil (10 categorias)	0,0 – 1,0
		Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,3 – 0,9
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
		Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,0 – 1,0
<b>06</b>	gamma 07	Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,2 – 1,0
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
		Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,2 – 1,0
<b>08</b>	OR	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quebras naturais (05 categorias)	0,2 – 0,7
		Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
<b>09</b>	gamma 07	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quebras naturais (10 categorias)	0,0 – 1,0
		NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
		Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
		Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,0 – 1,0
<b>10</b>	gamma 05	Declividade	Inclinação reclassificada através do método Quebras naturais (10	0,0 – 1,0

		categorias)	
	Geologia	Litotipos (14 categorias)	0,3 – 0,9
	NDVI	Biomassa verde (07 categorias)	0,0 – 1,0
	Solos	Classes PERH (10 categorias)	0,2 – 1,0
	Uso e cobertura das terras	Nível hierárquico III (10 categorias)	0,0 – 1,0

\* Modelo final, que melhor representou a vulnerabilidade ambiental do TS.  
 Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Ressalta-se que os modelos são derivados de dados, fontes e escalas diferentes, portanto, as generalizações ocorreram, mas os resultados apresentam-se coerentes com a realidade observada em campo. A partir dos testes (quadro 8), com as alternâncias entre variáveis, membros *fuzzy* e reclassificações, chegou-se a 10 modelos (figura 44):

**Figura 38 - Testes dos Modelos Resultantes da Integração Fuzzy das Variáveis Pertinentes à Mensuração da Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Com o propósito de melhor mensurar a vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal, dentre os 10 modelos (figura 44) testados através de ponderações *fuzzy* com os critérios organizados no quadro 07, concluiu-se que os membros que representam concisamente a pertinência das variáveis (declividade, geologia, NDVI, solos e uso e cobertura das terras) aos processos de vulnerabilização.

A análise da declividade fornece suporte para a compreensão dos processos de solapamento e de movimentos de massas e, sobretudo, aponta também onde estão localizadas as rupturas de declives, as quais indicam os limites de modificação na dinâmica morfogenética. No TS, assim como em outros ambientes semiáridos, as chuvas torrenciais, associadas às superfícies desnudas, aos solos arenosos e às feições íngremes, são responsáveis pela remoção de sedimentos e aceleração de erosões e ravinamentos.

Após testes de classificação, escolheu-se o método Quantil - onde o conjunto dos dados é subdividido em um número de categorias, que deverá possuir a mesma quantidade. Para a variável declividade, representou melhor a realidade da inclinação da superfície do Território do Sisal, destacando as diferenças nas áreas do pediplano que tendiam a generalizar-se com outras classificações. O resultado é um total de 10 classes, organizados em ordem crescente, considerando que quanto menor o grau de declividade maior a pedogênese e quanto maior a declividade, maior a morfogênese e conseqüente, a suscetibilidade à vulnerabilidade ambiental (tabela 07).

**Tabela 7 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Declividade do Território do Sisal**

DECLIVIDADE (°)	INCLINAÇÃO	MEMBROS FUZZY	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
0,0° a 0,7°		0,1	
0,8° a 1,1°		0,2	
1,2° a 1,6°	Plano	0,3	Baixa
1,7° a 2,1°		0,4	
2,2° a 2,5°	Pouco	0,5	Moderada
2,6° a 3,0°	Plano	0,6	
3,1° a 3,7°		0,7	
3,8° a 4,6°		0,8	
4,7° a 7,0°	Ondulado	0,9	Alta
8,0° a 59,0°		1,0	

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Ressalta-se que a classificação apresentada na tabela 7 está organizada de acordo com a realidade de inclinação de terreno do TS, haja vista que nas depressões e topo dos tabuleiros as declividades são pequenas, havendo uma ruptura abrupta nas bordas e áreas de serras.

O substrato rochoso é estrutura formadora de todo o modelado da superfície onde se iniciam as camadas de intemperismo, diferenciados em cada litologia devido à sua dureza advinda da composição e estrutura mineralógica. Assim, os litotipos mais ponderados com membros próximos a 0,3 representam maior resistência aos processos intempéricos que, apesar de serem os responsáveis pela formação dos solos, desestruturam o sistema ali presente, sendo, portanto, mais vulneráveis, as rochas próximas ao membro *fuzzy* 0,9 (quadro 9). A pedogênese nas áreas de pediplanos é lenta, devido à resistência das rochas aos processos erosivos, haja vista a coesão e resistência mineralógica das litologias estruturantes, que remetem a uma dureza mohs de 7,0. Tais características favorecem a morfogênese e os processos degradativos (TRICART, 1977).

**Quadro 9 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Geologia (litotipos) do Território do Sisal**

LITOTIPOS	ESTRUTURA	MEMBROS FUZZY	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Gnaisses e granitos	Cristalina (Cráton do São Francisco)	0,3	Baixa
Monzogranitos, paragneisses e sienitos		0,4	
Anfibolitos e metadacitos		0,5	Moderada
Gabro		0,6	
Metabásica e filito		0,7	
Arenitos, formação ferrífera bandada, sedimentos detrítico-lateríticos	Sedimentar (Bacia sedimentar Recôncavo-Tucano)	0,8	Alta
Areias		0,9	

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

O NDVI permite identificar as áreas com maior ou menor quantidade de biomassa verde, ou seja, os locais com superfícies expostas, desnudas e desmatadas, onde predomina a morfogênese, como também os remanescentes de biomas (maior pedogênese) e áreas plantadas. A escala de classificação do NDVI varia de 0,0 (menor nível de biomassa) a 1,0 (maior nível

de biomassa), a qual foi submetida. Desta maneira, no Território do Sisal é importante considerar o domínio morfoclimático semiárido, principalmente a característica decidual natural das caatingas que perdem suas folhas nos períodos secos e rebrotam nos períodos chuvosos, indicando diferentes quantidades de biomassa verde. Ressalta-se que os espelhos d'água e áreas urbanas receberam índice NDVI e peso *fuzzy* 0,0, devido à incipiente interferência no processo de vulnerabilidade ambiental, levando em consideração a escala regional de análise (tabela 8).

**Tabela 8 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável NDVI do Território do Sisal**

ÍNDICE DO NDVI	BIOMASSA VERDE	MEMBROS FUZZY	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
0,0	Área urbanizada e espelhos d'água	0,0	Nula
0,86 – 0,99	Alta quantidade de biomassa	0,1	Baixa
0,66 – 0,85		0,2	
0,51 – 0,65	Média quantidade de biomassa	0,3	Moderada
0,41 – 0,50	Pouca quantidade de biomassa	0,5	
0,31 – 0,40		0,7	
0,26 – 0,30	Pouquíssima quantidade de biomassa ou superfície exposta	0,8	Alta
0,01 – 0,25		1,0	

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

O solo é o suporte da vida, fundamental para o desenvolvimento dos ecossistemas, onde se desenvolve toda a atividade humana. É no solo que os processos morfopedogenéticos acontecem, onde a erosão desencadeia e desenvolve desnudação, comprometendo o sistema edafológico. No Território do Sisal as áreas com solos expostos represam uma significativa parcela (figura 33), devido à remoção da vegetação para abertura de áreas destinadas à agricultura e pecuária e aos afloramentos rochosos, somados à baixa capacidade de resiliência do sistema ambiental da região. A pedregosidade e a baixa maturação dos solos são fatores indicativos da morfogênese, implicando em baixa produtividade da atividade agropecuária ali realizada.

Lobão (2013) ponderou membros *fuzzy* para a tipologia de solos do semiárido baiano, levando em consideração a escala do dado (SIG-BAHIA, 2003) e as características de cada um deles, frente aos processos degradativos. Os membros estabelecidos pela autora foram utilizados para a

modelagem da variável solo no Território do Sisal (quadro 10), a partir da qual se mensurou níveis de vulnerabilidade ambiental.

**Quadro 10 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Solo do Território do Sisal**

SOLO	CARACTERÍSTICAS	MEMBROS FUZZY	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Latossolo	Profundo, com concentração de argilas	0,2	Baixa
Argissolo	Evolução avançada, horizonte B textual	0,6	
Cambissolo	Pouco desenvolvido, horizonte B incipiente	0,7	Moderada
Vertissolo	Argilas com alta atividade, com gretas de contração		
Luvissolo	Saturação por bases, pedregosidade artificial	0,8	Alta
Neossolos regolíticos	Friáveis, pouco profundo e poucos nutrientes	0,9	
Neossolos quartizarênicos	Grande quantidade de areias, baixa coesão dos grãos	1,0	
Neossolos litólicos	Rasos, com ocorrência de afloramentos		

Fonte: Lobão, 2013. Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

O uso das terras é a materialização das formas de apropriação antrópica sob o patrimônio natural, sobretudo das atividades ligadas à agropecuária, tratando-se do Território do Sisal (figura 30). Quanto maior o nível de antropização de determinada área, maior a suscetibilidade aos processos degradacionais morfogenéticos, em detrimento da pedogênese, repercutindo diretamente no nível de vulnerabilidade, haja vista que, quanto maior a degradação, maior indicação de risco ambiental.

No Território do Sisal, a maior área de cobertura das terras é predominantemente antrópica (gráfico 04), remetendo membros *fuzzy* próximos a 1,0. As áreas urbanizadas e açudes/represas obtiveram membro 0,0. As áreas de caatingas e cerrado favorecem à pedogênese, portando-se como refúgios ecológicos, biomassa verde e fator de equilíbrio ao sistema planta-solo-relevo (quadro 11).

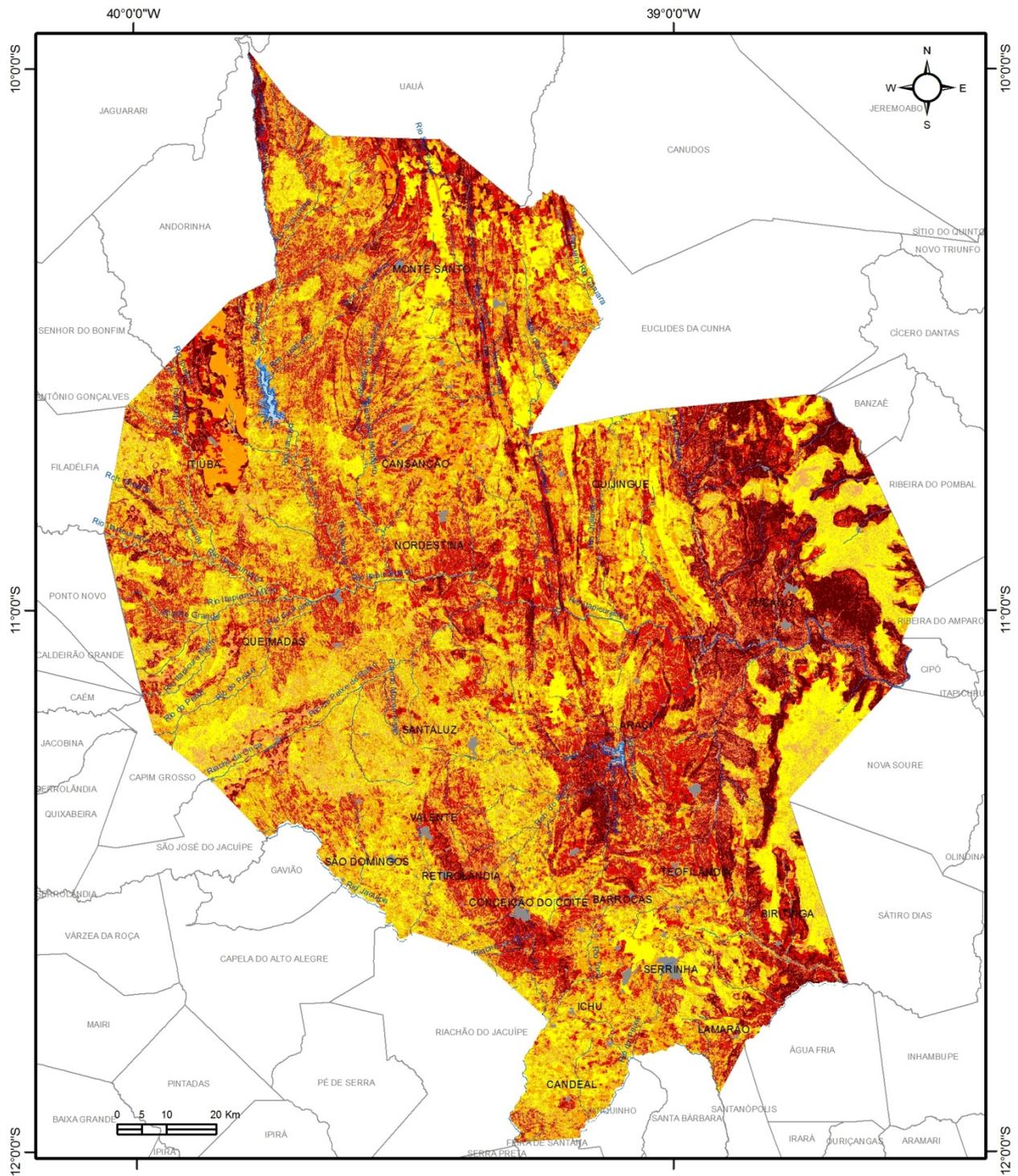
**Quadro 11 - Membros Fuzzy Atribuídos a Variável Uso e Cobertura das Terras do Território do Sisal**

USO E COBERTURA	ÁREA ANTRÓPICA/NATURAL	MEMBROS FUZZY	VULNERABILIDADE AMBIENTAL
Açude/represa	---	0,0	---
Área urbanizada			
Caatinga arbóreo-arbustivo de altitude	Natural	0,2	Baixa
Caatinga arbóreo-arbustivo		0,3	
Cerrado		0,4	
Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Antrópica	0,5	Moderada
Agrovila		0,6	Alta
Lavoura de sisal e agropecuária			
Agropecuária			
Superfície exposta			
Superfície de erosão acelerada		1,0	

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Na modelagem 01 (figura 44) selecionada para este estudo por melhor retratar os níveis de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal, classificou-se em cinco categorias, por meio do método Quebras Naturais (*Jenk*), num intervalo entre 0,0 - 0,94 (figura 45, tabela 09).

**Figura 39 - Mapa de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal**



<ul style="list-style-type: none"> <li> Rio</li> <li> Áreas urbanizadas</li> <li> Açude</li> <li> Limite municipal</li> </ul>	<p><b>Vulnerabilidade ambiental</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Muito baixa (0,0 - 0,13)</li> <li> Baixa (0,14 - 0,32)</li> <li> Moderada (0,33 - 0,43)</li> <li> Alta (0,44 - 0,57)</li> <li> Muito alta (0,58 - 0,94)</li> </ul>	<p><b>Modelagem fuzzy das variáveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declividade</li> <li>- Geologia (litotipos)</li> <li>- NDVI do período seco</li> <li>- Solos</li> <li>- Uso e cobertura das terras</li> </ul> <p>Fonte: IBGE, 2010; SIG-BAHIA, 2003; Elaboração: Mílvia O. Cerqueira, 2015</p>
---	--	---

**Tabela 9 - Índice Fuzzy e Áreas de Abrangência das Classes de Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal (km<sup>2</sup> e %)**

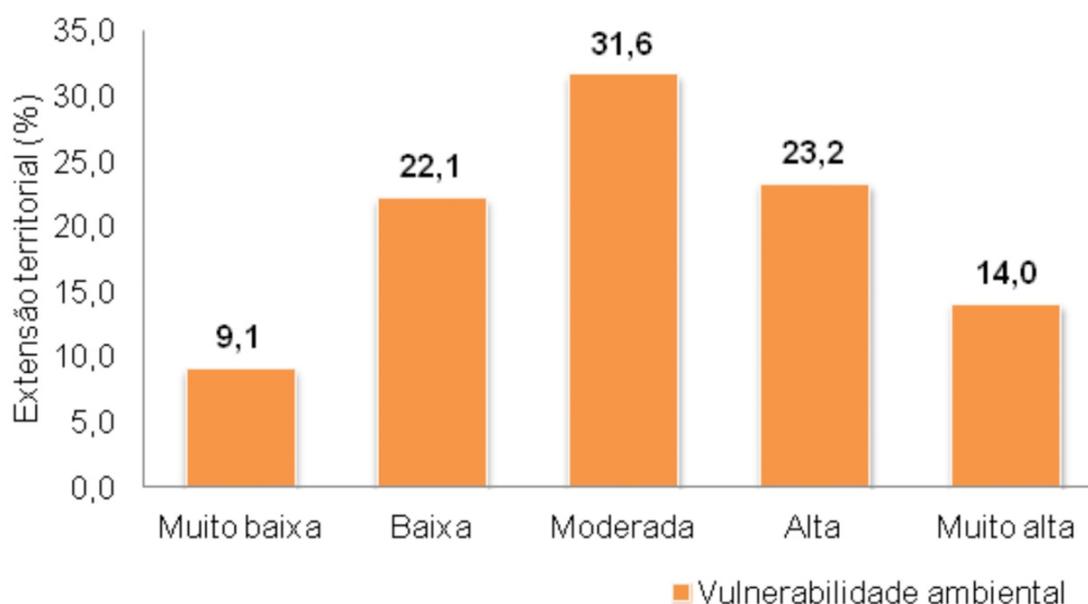
VULNERABILIDADE AMBIENTAL	ÍNDICE FUZZY	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	ÁREA (%)
Muito baixa	0,0 – 0,13	1.859,6	9,1
Baixa	0,14 – 0,32	4.513,9	22,1
Moderada	0,33 – 0,43	6.468,5	31,6
Alta	0,44 – 0,57	4.736,0	23,2
Muito alta	0,58 – 0,94	2.858,7	14,0
<b>Total</b>	---	20.436,7*	100

\* Área total do território (20.473,0 Km<sup>2</sup>) - Área de açude/represa (36,30 Km<sup>2</sup>)

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

A *moderada vulnerabilidade* equivale a 31,6% de todo o Território do Sisal (figura 45), portanto, a maior em extensão. Ela destaca-se na feição da Serra de Itiúba, localizada a noroeste, devido à significativa produção agropecuária no município de Itiúba, principalmente do cultivo do feijão, do milho e da criação bovina (figuras 25, 26 e 23).

**Figura 40 - Percentual da Extensão das Classes de Vulnerabilidade Ambiental do Território do Sisal – Modelo com Integração Fuzzy de Declividade, Geologia, NDVI, Solos e Uso e Cobertura das Terras**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

Classificada como moderada vulnerabilidade, a Serra de Itiúba possui elevadas inclinações do relevo (figura 12), as quais favorecem os processos morfogenéticos. Entretanto, os remanescentes de caatinga arbóreo-arbustiva de altitude sobressaem no local (figura 32), proporcionando um relativo equilíbrio no nível de vulnerabilização do sistema ambiental local. As caatingas antropizadas são consideradas também como áreas de vulnerabilidade moderada aos riscos ambientais, haja que representam as áreas onde o uso antrópico ainda não suprimiu todo o bioma.

A *vulnerabilidade alta* totaliza 23,2% do Território do Sisal, sendo a segunda maior da classificação em quantidade e distribuição (figura 46 e tabela 09). Relaciona-se diretamente com a abrangência das atividades agropecuárias do TS, que ocupam 4.938,56 km<sup>2</sup>, 24,2% da área do território (figura 33), somada aos locais com exposição de superfície. Tais causas de alta vulnerabilidade são forças motrizes que recaem na ruptura do equilíbrio do sistema natural, por potencializarem os processos morfogenéticos, através do desmatamento da vegetação e aceleração da erosão, traduzindo em impactos e suscetibilidade aos riscos ambientais.

A terceira maior classe é a de *baixa vulnerabilidade*, abarcando 22,1% do território (figura 46). Está presente em toda extensão do TS, nas áreas de acumulação de pedimentos da bacia do Rio Itapicuru (sudoeste), destinadas ao cultivo de lavouras de sisal, o qual representa grande quantidade de biomassa para o índice de NDVI, entretanto, mesmo que em menor proporção, as atividades agropecuárias entremeadas, são fatores de pressão ao patrimônio natural na região (figura 28). Destaca-se também ao sul, nos municípios de Serrinha e Candeal, onde estão localizadas caatingas de altitude, em áreas de interflúvios (figura 8) entre as bacias hidrográficas do Paraguaçu, Recôncavo Norte e Itapicuru (figura 47).

As serras do município de Monte Santo ao norte do território são revestidas por caatingas arbóreo-arbustivas, o que proporciona uma baixa vulnerabilidade, minuciosamente diferenciada da Serra de Itiúba pela resistência mineralógica do substrato rochoso, predominantemente formado por gnaisses, e características pedológicas dos neossolos regolíticos, em detrimento dos sienitos e neossolos litólicos da Serra de Itiúba.

**Figura 41 - Caatinga arbóreo-arbustiva de altitude nas áreas de interflúvios no município de Serrinha**

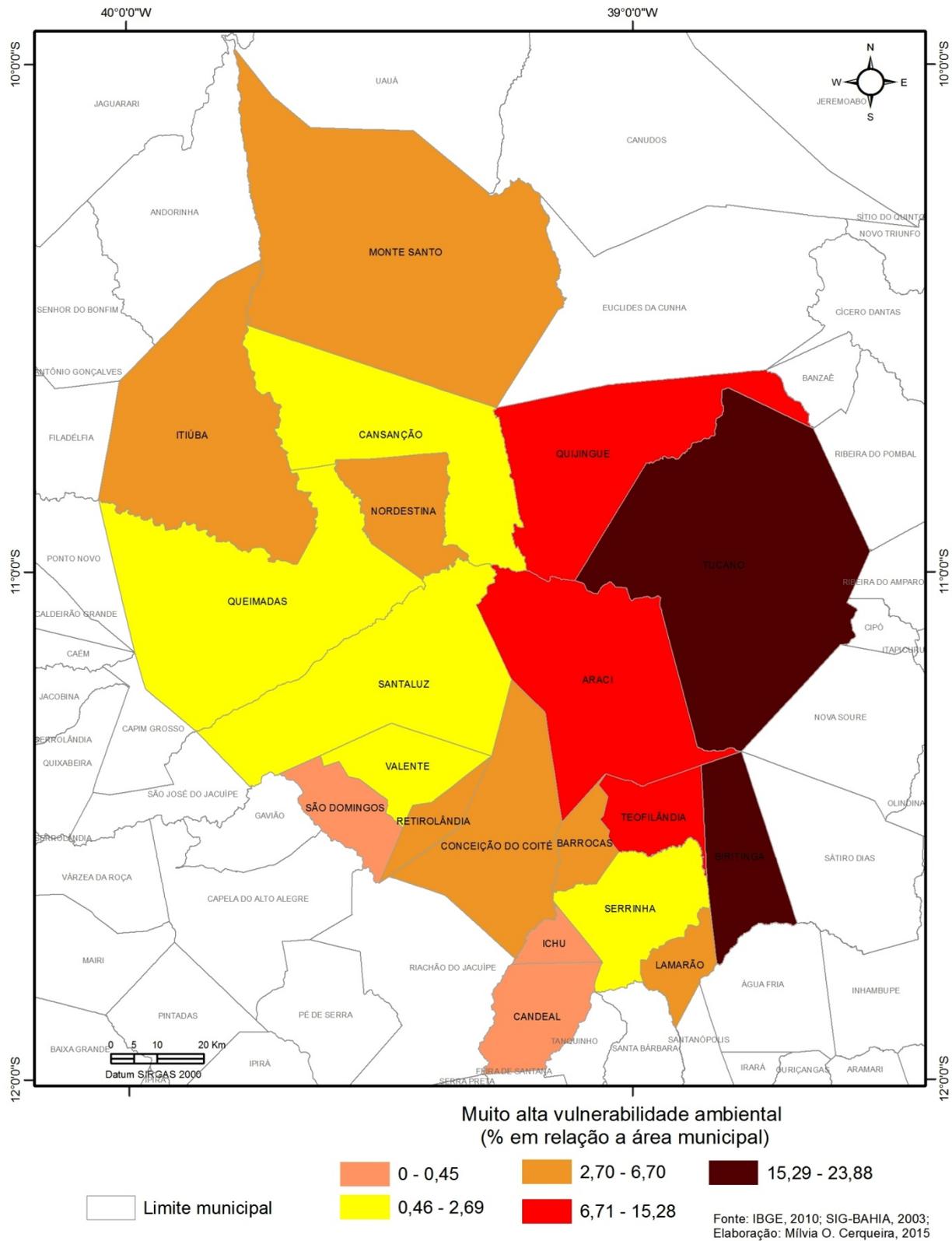


Fonte: Fotografia tirada por Raquel de Matos C. do Vale, 2014.

Os topos dos tabuleiros sedimentares (leste do território) possuem baixa vulnerabilidade, devido à ocorrência de Latossolos, remanescentes de Cerrado, e isoietas com média de 700 a 900 mm (figura 8), que apesar de estarem consorciados à litologias friáveis e, em alguns locais, à cajucultura (figura 27), conseguem preservar relativo equilíbrio no sistema ambiental, com maior biomassa verde, e poucas áreas de muito baixa vulnerabilidade, em detrimento das encostas dissecadas e expostas.

A classe *muito alta vulnerabilidade* é a quarta maior no modelo, chegando a 14,0% da extensão do Território do Sisal (figura 45). O leste do TS possui a maior área, principalmente o município de Tucano, com 23,88% de seu território classificado como muito alta vulnerabilidade, o que representa uma dimensão de 667,92 km<sup>2</sup>, seguido de Biritinga, com 18,91% de sua extensão, portanto 104,0 km<sup>2</sup>. A figura 48 representa a dimensão da classe de muito alta vulnerabilidade nos municípios do TS, através do percentual em relação à sua área total, os locais com esse nível de vulnerabilidade no território totalizam 2.858,7 km<sup>2</sup>, que comparando com as dimensões de alguns municípios, seria equivalente ao tamanho de Tucano (2797,0 km<sup>2</sup>) ou Monte Santo (3184,0 km<sup>2</sup>).

**Figura 42 - Mapa da Distribuição Percentual da Classe de Muito Alta Vulnerabilidade Ambiental dos Municípios do Território do Sisal**



As elevadas taxas de vulnerabilidade do município de Tucano estão relacionadas aos elementos naturais e de ordem ambiental. O principal fator de desequilíbrio é a existência das superfícies de erosão acelerada, mais intensa nas bordas íngremes e escarpadas dos tabuleiros sedimentares. A ocorrência dessas superfícies é consequência da associação entre litotipos friáveis, pedregosidade, acúmulo de material inconsolidado, abertura de ravinas e voçorocamentos, exposição dos solos devido ao desmatamento da caatinga e cerrado, acrescidos do pisoteio animal inerente às atividades agropastoris extensivas. Ressalta-se que as chuvas torrenciais, típicas de verão no domínio semiárido, consorciadas com os elementos de fragilidade e suscetibilidade acima relatados, são responsáveis pelo movimento de massa e solapamento das encostas, que estruturalmente já são friáveis, desenvolvendo assim voçorocamentos (figura 49).

**Figura 43 - Voçorocamento na Localidade do Buraco do Vento no Município de Tucano**



A pedregosidade dos solos, acrescida da remoção da vegetação e declividade acentuada, aceleram os processos erosivos e indicam muito alta vulnerabilidade ambiental. Fonte: Fotografia tirada pela autora, 2014.

A maior produção da lavoura de milho, cajucultura e efetivo de rebanho bovino encontram-se no município de Tucano (figura 25, 26 e 27), representando, portanto, forças motrizes ao desenvolvimento de vulnerabilidades ao risco ambiental, em diferentes proporções cada uma dessas atividades. A dinâmica da lavoura temporária e do pisoteio animal são mais impactantes do que das lavouras permanentes, como o caso da cajucultura, devido à alta rotatividade entre as culturas cultivadas, que necessitam de remoção (colheita) e plantios constantes, haja vista também os ciclos rápidos que as atividades agropecuárias possuem e a conseqüente necessidade de abertura de áreas pastoris.

No município de Biritinga as áreas de muito alta vulnerabilidade são resultantes das atividades agropecuárias, principalmente do cultivo de lavouras de mandioca (figura 50), as quais suprimiram e/ou antropizaram grande parte dos biomas nativos para introdução do plantio (figura 24). As litologias sedimentares e as texturas arenosas dos neossolos quartzarênicos, são elementos catalizadores da vulnerabilidade.

**Figura 50 - Plantação de Mandioca em Propriedade Rural no Município de Biritinga**



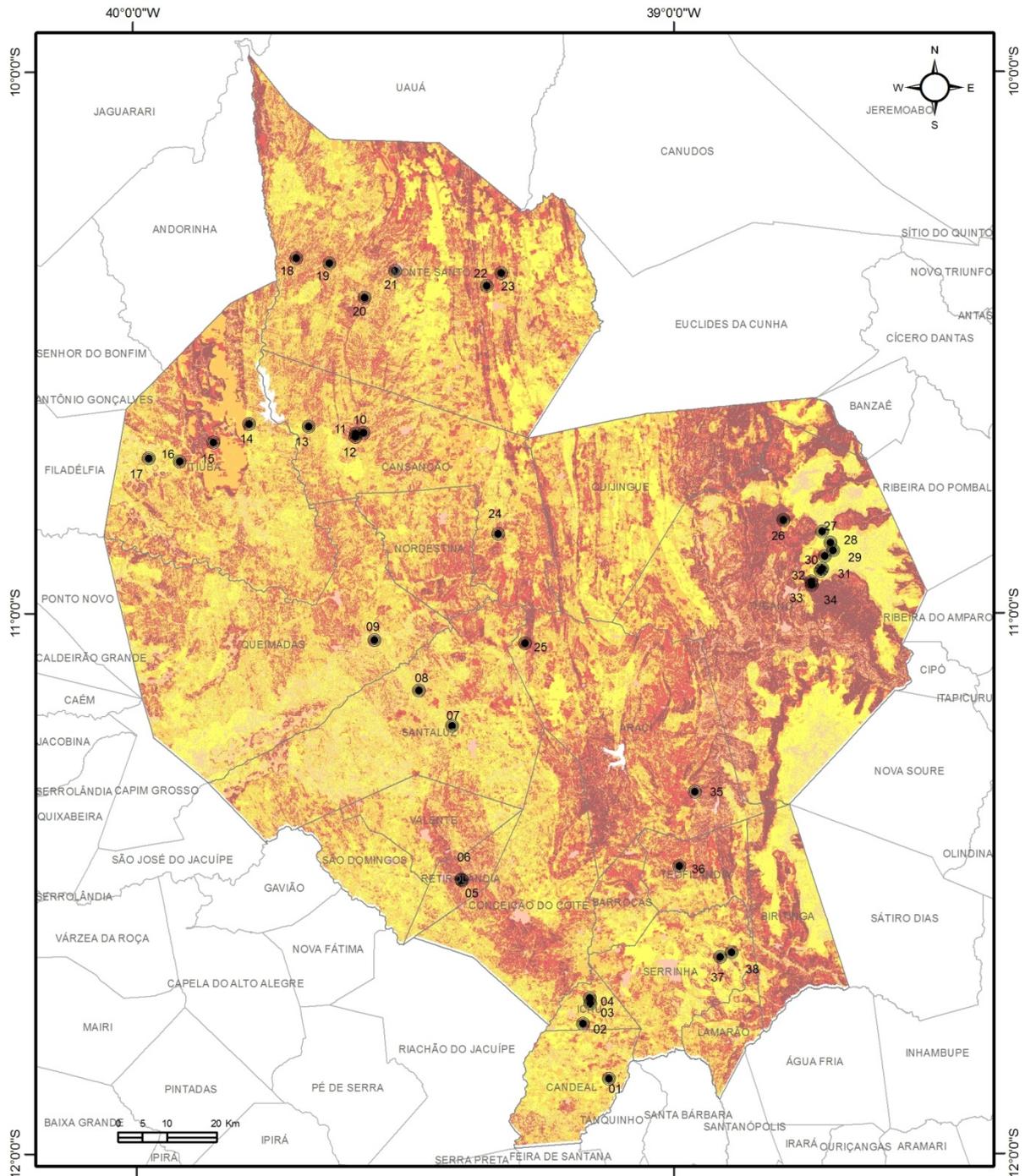
A supressão da vegetação nativa para abertura de áreas agropastoris exerce pressão sobre o sistema ambiental. Fonte: Fotografia tirada pela autora, 2014.

Os municípios de Araci (13,50%), Quijingue (15,28%) e Teofilândia (11,34%) também possuem extensas áreas de muito alta vulnerabilidade, consequência do pisoteio animal decorrente da pecuária extensiva de caprinos e ovinos, da agricultura da mandioca, milho e sisal, desenvolvidas a partir do desmatamento da vegetação nativa que recobria planossolos e neossolos, tornando o ambiente menos exposto aos processos de interferência em sua homeostase, os quais definem a vulnerabilidade.

As áreas de muito baixa vulnerabilidade ambiental representam apenas 9,1% da extensão do Território do Sisal, equivalente a 1.859,6 km<sup>2</sup>. Referem-se aos remanescentes de caatingas e cerrados, mais conservados e menos suscetíveis aos processos degradativos.

Os níveis de vulnerabilidade do Território do Sisal apresentados no modelo de (figura 45) foram submetido à análise de correspondência com a realidade, através das informações extraídas dos pontos de controle de campo realizado em Junho de 2014, utilizados na validação do mapeamento de uso e cobertura (figura 51). Levou-se em consideração o erro temporal entre os dados adquiridos e o período de coleta de campo, as escalas e origem dos dados modelados. Recomendando-se também os usos mais adequados para cada nível de vulnerabilidade, de acordo com o sistema ambiental e as práticas econômicas existentes (quadro 12).

**Figura 51 - Pontos de análise da vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal**



<p>□ Limite municipal</p> <p>● Pontos de controle de campo</p>	<p><b>Vulnerabilidade ambiental</b></p> <p>■ Muito baixa (0,0 - 0,13)</p> <p>■ Baixa (0,14 - 0,32)</p> <p>■ Moderada (0,33 - 0,43)</p> <p>■ Alta (0,44 - 0,57)</p> <p>■ Muito alta (0,58 - 0,94)</p>	<p><b>Modelagem fuzzy das variáveis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Declividade</li> <li>- Geologia (litotipos)</li> <li>- NDVI do período seco</li> <li>- Solos</li> <li>- Uso e cobertura das terras</li> </ul> <p>Fonte: IBGE, 2010 Elaboração: Mílvia O. Cerqueira, 2015</p>
--	--	---

**Quadro 12 - Níveis de vulnerabilidade ambiental do Território do Sisal, uso e cobertura correspondente e recomendações de acordo com pontos de controle de campo**

PONTO (Nº)	NÍVEL DE VULNERABILIDADE MODELADO	USO E COBERTURA REAL	RECOMENDAÇÕES
01	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo de altitude	Preservação das caatingas de altitude
02	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo de altitude	Preservação das caatingas de altitude
03	Moderada	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Recuperação das áreas pisoteadas e preservação das caatingas
04	Moderada	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Recuperação das áreas pisoteadas e preservação das caatingas
05	Alta	Lavoura de sisal e agropecuária	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
06	Alta	Lavoura de sisal e agropecuária	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
07	Moderada	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Recuperação das áreas pisoteadas e preservação das caatingas
08	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
09	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
10	Alta	Superfície exposta	Plantio e reflorestamento com espécies nativas
11	Muito alta	Superfície exposta	Isolamento da área, plantio e reflorestamento com espécies nativas
12	Alta	Superfície exposta	Plantio e reflorestamento com espécies nativas
13	Baixa	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes, entremeadas com as lavouras temporárias e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
14	Nulo	Açude	---
15	Alta	Área urbanizada	---
16	Moderada	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes, entremeadas com as lavouras temporárias e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
17	Baixa	Superfície exposta	Lajedos
18	Alta	Superfície exposta	Lajedos
19	Alta	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
20	Alta	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
21	Muito baixa	Área urbanizada	---
22	Alta	Superfície exposta	Lajedos
23	Alta	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes e

			delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
24	Alta	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
25	Baixa	Agrovila	Realização de atividades sustentáveis e conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
26	Muito alta	Superfície de erosão acelerada	Isolamento da área, reflorestamento com espécies nativas e restrição de uso
27	Baixa	Cerrado	Preservação do cerrado e restrição de uso
28	Baixa	Cerrado	Preservação do cerrado e restrição de uso
29	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
30	Alta	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
31	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
32	Baixa	Caatinga arbóreo-arbustivo antropizada	Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
33	Muito alta	Superfície de erosão acelerada	Isolamento da área, reflorestamento com espécies nativas e restrição de uso
34	Muito alta	Superfície de erosão acelerada	Isolamento da área, reflorestamento com espécies nativas e restrição de uso
35	Alta	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
36	Moderada	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes, entremeadas com as lavouras temporárias e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
37	Moderada	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes, entremeadas com as lavouras temporárias e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo
38	Moderada	Agropecuária	Cultivo de lavouras permanentes, entremeadas com as lavouras temporárias e delimitação de áreas de pastagens. Conservação de áreas com resquícios de bioma nativo

\* Apresentado no item 05 / \*\*Erro temporal entre data de imagem e de coleta de campo / \*\*\* Lajedo

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da pesquisa, 2015.

A vulnerabilidade define-se a partir dos graus de exposição e resiliência do sistema ambiental aos processos que comprometam seu equilíbrio e recomposição. Atrela-se à resistência frente às forças motrizes degradacionais, que potencializam a morfogênese e tendenciam ao estabelecimento de meios ecodinâmicos instáveis. Logo, no Território do Sisal, a pressão provocada pela apropriação inadequada do patrimônio natural pelas atividades agrícolas e pecuárias é o fator preponderante quanto à ocorrência de vulnerabilidades, frente ao padrão de funcionamento e sinergia dos agentes bióticos e abióticos constituintes da paisagem, indicando que a ação antrópica interfere de forma crucial na dinâmica de troca de matéria e energia do ambiente.

As evidências de pressões degradativas foram detectadas em levantamento de campo e modelagem, revelando uma acentuada vulnerabilidade à instabilidade e riscos ambientais, indicando, portanto, rompimentos no equilíbrio natural da paisagem do Território do Sisal, principalmente pelo desmatamento e pisoteio animal, os quais compactam os solos e provocam erosões laminares, favorecendo o escoamento e lixiviação, em detrimento da infiltração e percolação, que responsáveis pela retroalimentação dos lençóis freáticos. O quadro de vulnerabilidade instaurado no TS compromete o desenvolvimento edafológico e capacidade produtiva e adaptativa do sistema ambiental.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordagens ambientais imbricadas na relação sociedade-natureza representam um avanço na ciência e sinais de superação da visão simplista e unilateral na realidade. À medida que crescem novas concepções holísticas sobre a paisagem, insere-se nelas uma gama de saberes que contribuem substancialmente para a compreensão do ambiente em sua totalidade e complexidade.

Sabe-se da existência de dificuldades e limitações teórico-metodológicas para a análise da paisagem a partir do viés homem/natureza; entretanto, as concepções sistêmicas desenvolvidas com mais intensidade a partir de meados do século XX (ecodinâmica, geossistema, ecogeografia, etc), concomitante à difusão e emergência de discussões sobre uma crise ambiental instaurada, representou a estruturação de uma corrente teórica capaz de embasar a análise da paisagem de forma holística. Logo, compreendem-se as limitações inerentes à presente pesquisa, ao mesmo tempo em que se afirma, também, que a busca por análises socioambientais que abarquem o envolvimento de variáveis biofísicas e socioeconômicas abrange o limiar dos métodos de apreensão ambiental e seu rebatimento nos processos definidores de Território.

Os enredos territoriais são consequências dos processos interativos que ocorrem entre os diversos componentes naturais e os campos de interesses sociais e econômicos, por isso, demanda de uma gestão que atinja resultado benéfico sócio e ambientalmente. Analisar os elementos naturais, as formas de apropriação e a suscetibilidade aos processos denudacionais, propicia a compreensão da dinâmica ambiental e de que forma essa esfera é determinante na produção do espaço.

Os estudos de vulnerabilidade ambiental são capazes de fornecer subsídios na identificação dos riscos e, conseqüentemente, na formulação de estratégias adequadas para o planejamento e ordenamento territorial. Por tal razão, a investigação sobre questões ambientais, transcende limites escalares naturalistas, e abarca também dimensões antrópicas, haja vista, que as consequências de degradações e instabilidades recaem na vida social.

A vulnerabilidade ambiental é um processo presente em todo o Território do Sisal, conforme apresentado na pesquisa, variando a intensidade e ocorrência de acordo com as particularidades locais. A realidade paisagística do TS evidencia a materialidade de uma instabilidade ambiental, a qual potencializa os processos morfogenéticos, aceleradores de erosões e deteriorações.

As técnicas de geoprocessamento foram cruciais para a elaboração de produtos cartográficos, que subsidiaram a análise da vulnerabilidade ambiental da unidade. Através delas, organizou-se o banco de dados espaciais, com variáveis ambientais e sociais de origem secundária e primária; mapeou-se o uso e cobertura das terras do Território do Sisal, através do processamento digital de imagem e da validação por índices de exatidão; e integrou-se dados ponderados pela lógica *fuzzy*, para a criação de um modelo de vulnerabilidade, que indica a situação do quadro ambiental da paisagem do TS e os níveis de degradação e suscetibilidade à morfogênese em detrimento da pedogênese.

O levantamento de campo configurou-se também como um processo imprescindível para a validação do mapa de uso e cobertura das terras e de verificação da ocorrência de vulnerabilidade no Território do Sisal, haja vista que foi através dele que se confirmou a verossimilhança dos produtos elaborados em ambiente SIG com a realidade propriamente dita.

As análises e ponderações da vulnerabilidade ambiental para o Território do Sisal desenvolveram-se a partir das noções sistêmicas de análise integrada da paisagem, gestadas com a TGS de Bertalanfy (1977). Esta baseou a Ecodinâmica de Jean Tricart (1977), que define a estabilidade e instabilidade do ambiente a partir do balanço entre morfogênese e pedogênese, originador de processos de degradação e agradação, respectivamente.

A pressão exercida pela agropecuária configura-se, principalmente, pela instauração do desmatamento das caatingas e cerrado para abertura de áreas agropastoris e pela compactação e erosão dos solos causados pela remoção das raízes - fator de coesão de grãos - e pisoteio animal, os quais intensificam o escoamento superficial, em detrimento da infiltração e percolação. Tais processos evidenciam o comprometimento à biomassa, à pedogênese e ao sistema ecológico como um todo, rompendo o equilíbrio dinâmico da paisagem.

Os municípios que possuem maiores níveis de vulnerabilidade no TS estão localizados a leste, onde se sobressaem os municípios de Tucano, Biritinga, Quijingue e Araci, os quais possuem grande extensão de terras destinadas às atividades agropecuárias, geradoras de desnudação de superfícies e erosões aceleradas, resultantes também do padrão friável das litologias, solos, declividade dos terrenos e regime pluviométrico semiárido.

Prova disso é Tucano, o município mensurado como mais vulnerável, possuir o maior rebanho bovino, produção de milho e cajucultura da unidade - sendo o maior colaborador com o PIB agropecuário -, ser detentor, também, do pior quadro de deterioração do patrimônio natural, decorrente da falta de manejo adequado nessas atividades que lidam diretamente com a terra, o que provoca a vulnerabilidade, o rompimento do equilíbrio homeostático e da capacidade de resiliência do sistema ambiental.

Da mesma maneira, Biritinga possui grandes extensões de terras destinadas às atividades produtivas, principalmente da mandioca e do maracujá, fatores que pressionam os remanescentes de cerrado, acarretando processos morfogenéticos degradativos.

O índice de suscetibilidade ambiental em Quijingue é fruto das lavouras produtivas de mandioca e pecuária extensiva de rebanhos caprinos, que ocorrem em áreas anteriormente recobertas por caatingas e cerrados desmatados para as atividades agropastoris. Prova da representatividade dessas atividades é o município ser o segundo maior contribuidor no PIB agropecuário do Território do Sisal.

As lavouras de mandioca, milho e sisal no município de Araci são, também, as forças motrizes de vulnerabilização do ambiente, recaindo numa paisagem com instabilidade pedogenética e predomínio morfogenético.

A vulnerabilidade ambiental permite inferir quadros ambientais e processos degradativos e suas repercussões nos padrões sociais dos territórios, subsidiando tomadas de decisões e gerenciamentos nas formas de exploração dos recursos naturais. Os discursos ambientais possibilitam a aproximação sociedade-natureza, portanto, a preservação do equilíbrio ecodinâmico é essencial para a qualidade de vida humana, prezando pela sustentabilidade e resiliência dos elementos constituintes da paisagem.

A gama de aplicabilidade da temática não permite o esgotamento nesta pesquisa, recomendando-se a ampliação das discussões e o incremento de novos elementos. Espera-se que as informações aqui produzidas sejam de acesso livre às camadas sociais interessadas, aos colegiados territoriais, aos conselhos, consórcios, associações, cooperativas e os demais grupos distintos, auxiliando estudos, pesquisas e, principalmente, destinando-se ao subsídio de planejamentos e ordenamento ambiental dentro do Território do Sisal, na busca do equilíbrio sustentável das paisagens, apontado sempre para a relevância social da temática, na busca de novas racionalidades na concepção do sistema natural.

## REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. São Paulo, 2010. 311 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, 2010.

AMADOR, Maria Betânia Moreira. **A visão sistêmica e sua contribuição ao espaço pecuário de Venturosa e Pedra no Agreste de Pernambuco**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008.

\_\_\_\_\_. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras: conceitos, metodologias e aplicações**. São Paulo, SP: Cultura Acadêmica, 2012.

ANDERSON, James; HARDY, Enest; ROACH, John; WITMER, Richard. **Sistema de classificação do uso da terra e do revestimento do solo para utilização com dados de sensores remotos**. Tradução de Harold Strang. Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

BAHIA. **Decreto nº 12.354 de 25 de agosto de 2010**. Institui o Programa Territórios de Identidade e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 10.705 de 14 de novembro de 2007**. Fica instituído o Plano Plurianual para o período de 2008/2011.

\_\_\_\_\_. **Lei 11.612 de 08 de outubro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. **Secretaria do Planejamento da Bahia – SEPLAN**. Disponível em: <<http://www.seplan.ba.gov.br/territorios-de-identidade/mapa>>. Acesso em: 09 Set. 2014.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Planejamento. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais - SEI. **Anuário Estatístico da Bahia**. Salvador. 2014

\_\_\_\_\_. **Dados sobre recursos minerais**. Salvador: Companhia Baiana de Pesquisa Mineral, 2008. Disponível em

<<http://homologa.geoportal.cbpm.br.gov/sigweb/Apresentacaoservidormapas.php>>. Acesso em 24 de jan de 2015.

BERTALANFY, L. von. **Teoria geral dos sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma Geografia transversal e de travessias: (o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades)**. Tradução e organização de Messias Modesto dos Passos. Maringá: Massoni, 2007.

BÓLOS, M (org). **Manual de ciências Del paisaje: teoria, métodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934**. Estabelece medidas de proteção aos animais.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 do Brasil**. Institui o Código Florestal Brasileiro.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967**. Dispõe sobre a proteção a fauna e dá outras providências. D.O.U. de 5 de janeiro de 1967

\_\_\_\_\_. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 24 Salvador; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1981.

\_\_\_\_\_. Ministério da Integração Nacional (MI). **Nova Delimitação da Região Semiárida do Brasil**. Recife, 2008.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 1996.

CÂMARA, G. et al. **Metodologias para aplicações ambientais**. Brasília, DF, 1998. Disponível em:

<[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/6metod.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/6metod.pdf)>. Acesso em 09 fev 2015.

CARDOSO, Tereza. Homenagem a Jean Tricart (1920-2003). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia: UFU, ano 4, n. 2 p. 101-102 set. 2003. Disponível em: <[http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS\\_RBG\\_Ano\\_2003/Revista4-2\\_JeanTricart\\_2003.pdf](http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_2003/Revista4-2_JeanTricart_2003.pdf)>. Acesso em 09 fev 2015.

CAMARGO, Luis Henrique R. de. **A geoestratégia da Natureza: A geografia da complexidade e a resiliência à possível mudança do padrão ambiental planetário**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

CASSETI, Valter. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CENDERO, A. Environmental Geology of the Santander Bay área. Northern Spain. **Environmental Geology**, Nova York, v. I, 1975.

CHORLEY, R. J; HAGGETT, P. **Modelos físicos e de informação em Geografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: USP;Coordenadoria de Comunicação Social, 1975.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: EdgardBlücher, 1999.

COX, E. **The fuzzy systems: handbook a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems**. London: Academic Press, 1994.

CREPANI, E, et al. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1998.

CROSTA, Álvaro Penteado. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. 3. ed. Campinas: Instituto de Geociência – UNICAMP, 1999.

CUTTER, Susan. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n.4, p. 529-539, 1996.

\_\_\_\_\_. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, Coimbra, n. 93, p. 59-69, 2011.

DIAS, Laerte Freitas; LOBÃO, Jocimara Souza Britto; MACHADO, Ricardo Augusto Souza. Mapeamento do uso e ocupação do solo do município de Feira de Santana, Bahia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (16), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 7398-7405.

DUARTE, José Carlos Silveira. Territórios de Identidade e multiterritorialidade, Paradigmas para a formulação de uma nova regionalização da Bahia. ENECULT - Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, 5. Salvador. **Anais eletrônicos...** Salvador, BA: UFBA, 2009. Disponível em: <<http://www.cult.ufba.br/enecult2009/19536.pdf>>. Acesso em Acesso em: 19 dez. 2014.

FLORENZANO, Teresa Gallotti; DUARTE, Valdete; BARBOSA, Cláudio Clemente Faria. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial.** São José dos Campos: INPE, 2001.

FLORENZANO, Teresa Gallotti (org). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FREIXO, Alessandra Alexandre. **Do sertão dos Tocós ao Território do Sisal:** rumo à invenção de uma região e uma vocação. Revista Geografares, n° 8, 2010

GREGORY, K. J. (1992) **A natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.

IBGE. **Manual Técnico da vegetação brasileira.** Manuais Técnicos em Geociências n. 1.2 ed. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de uso da Terra:** manuais técnicos em Geociências. 2. ed. Rio de Janeiro, 2013.

JACOBI, Pedro. **Movimento ambientalista no Brasil:** representação social e complexidade da articulação de práticas coletivas, 2003. Patrimônio Ambiental. Universidade de São Paulo.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente.** São José dos Campos: Parêntese, 2009

KELLER, E. C. de S. Mapeamento de utilização da terra. **Revista Brasileira de Geografia,** Rio de Janeiro, v. 31, n. 3, p. 151-160, jul/set. 1969.

LEPSCH, Igo. **Formação e conservação dos solos.** São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2002.

LOBÃO, Jocimara Souza Britto. **Análise socioambiental na região semiárida da Bahia**: geoprocessamento como subsídio ao ordenamento territorial. Feira de Santana, UEFS Editora, 2013.

LOBÃO, Jocimara Souza Britto. **Análise socioambiental no município de Morro do Chapéu - BA baseada em geotecnologias**. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2006.

LIU, W. Tse H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006.

MARANDOLA JR.; HOGAN, Daniel Joseph. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em perspectiva**, v.20, n.1. p. 33-43, jan/mar. 2006.

MIRANDA, José Iguelmar. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília: EMBRAPA, 2005.

MEIRELES, M.S.P; CAMARA, G; *et al.* **Geomática**: modelos e aplicações ambientais. Brasília, DF: Embrapa, 2007.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia socioambiental**. São Paulo: Terra Livre, 2001.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Qualidade Ambiental na Bahia**: Recôncavo e Regiões Limítrofes. Salvador: CEI, 1987.

OLIVEIRA JR., **O processo de desertificação**: a vulnerabilidade e a degradação ambiental no Polo regional de Jeremoabo – Bahia. Salvador, Universidade Federal da Bahia, 2014.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Atlas do desenvolvimento humano do Brasil**. 2013. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso em: 26 fev. 2015.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R.; NETTO, J. da S. M. **Sensoriamento remoto**: reflectância dos alvos naturais. Brasília, DF: UNB, 2001

RODRIGUES, Arlete Moysés. **Produção e consumo do e no espaço**: problemática ambiental urbana. São Paulo: Hucitec, 1998.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2006.

SÁ, Iêdo Bezerra; RICHÉ, Gilles Robert; et. al. **As paisagens e o processo de degradação do semi-árido nordestino**. EMBRAPA: 2005.

SANTOS, R. F. dos. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SILVA, A. L. V. et al. **APAEB: uma história de fibra, luta e subsistência**. Feira de Santana, BA: Nunes Cerqueira, 1993.

SILVA, A. de B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Unicamp, 1999.

SILVA, A. de B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Unicamp, 2003.

SILVA, J. X. da. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier da Silva, 2001.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOREFERENCIADAS – **SIG-BAHIA** Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – SIRH. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos, 2003. 2 CD - Rom.

SOTCHAVA, V. B. (1977). **O estudo de geossistemas**. São Paulo, Instituto de Geografia

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE; SUPREN, 1977.

TRICART, J.; KILLIAN, J. (1979). **L'ecogeographie et l' aménagement du milieu naturel**. Paris, François Maspero.

VALERIANO, M. M. **Modelo Digital de Elevação com Dados SRTM Disponíveis para América do Sul**. São José dos Campos: INPE, 2004.

ZADEH, L.A. Fuzzy sets. **Information and Control**, v.8, p. 33.