



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

ISRAEL DE OLIVEIRA JUNIOR

**O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO: A VULNERABILIDADE E A
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO POLO REGIONAL DE
JEREMOABO – BAHIA**

**SALVADOR
2014**

ISRAEL DE OLIVEIRA JUNIOR

**O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO: A VULNERABILIDADE E A
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO POLO REGIONAL DE
JEREMOABO – BAHIA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de pós-graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre.

Orientadora: Professora Dra. Barbara-Christine Marie Nentwig Silva

SALVADOR
2014

O48 Oliveira Junior, Israel de.

O processo de desertificação : a vulnerabilidade e a degradação ambiental no polo regional de Jeremoabo – Bahia / Israel de Oliveira Junior.-2014.
273 f. : il.

Orientadora: Prof. Dra. Barbara-Christine Marie Nentwig Silva
Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 2014.

1. Geografia ambiental – Jeremoabo (BA). 2. Desertificação. 3. Política ambiental. 4. Indicadores ambientais. 5. Sistemas de informação geográfica.
I. Silva, Barbara-Christine Marie Nentwig. II. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Geociências. III. Título.

CDU: 913.3:504(813.8)

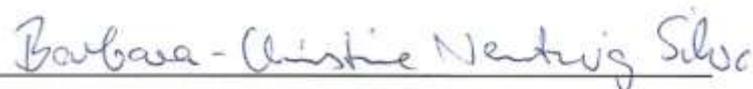
Elaborada pela Biblioteca do Instituto de Geociências da UFBA.

TERMO DE APROVAÇÃO

**O Processo de Desertificação: a Vulnerabilidade e a Degradação
Ambiental no Pólo Regional de Jeremoabo - Bahia.**

ISRAEL DE OLIVEIRA JUNIOR

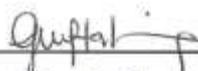
BANCA EXAMINADORA



Dr. Bárbara Christine Nentwig Silva

Doutora em Geografia

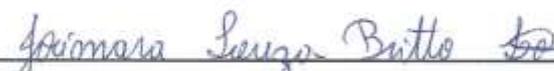
Departamento de Geografia, UFBA, Brasil.



Dra. Gisele Mara Hadlich

Doutora em Geografia

Departamento de Geografia, UFBA, Brasil.



Dra. Jocimara Souza Brito LOBÃO

Doutora em Geografia

Departamento de Filosofia e Ciências Humanas, UEFS, Brasil.

Aprovado em Sessão Pública de 31/03/2014.

Aos que escrevem, cantam, gritam e silenciam para denunciar as contradições ambientais e
espaciais...

Aos que fazem do processo de ensino e aprendizagem um meio para conquistar a
autonomia, a liberdade e a sustentabilidade...

À minha família que, na diversidade de sonhos e de ações, partilha ensinamentos e
constrói, comigo, uma Geografia

*A fé é um modo de possuir desde agora o que se espera, um meio
de conhecer realidades que não se veem*

Hebreus 11,1

AGRADECIMENTO

As vivências para a aprovação em uma pós-graduação são múltiplas, como também são as de concluí-la. O processo de realização do mestrado se inscreve em situações de alegria, do dever cumprido, do comprometimento com a ciência, do envolvimento com o objeto de estudo, da percepção que deveríamos nos aprofundar mais, dos limites teóricos, conceituais e metodológicos; depara-se com tantas pessoas que resignificam o seu olhar para a pós-graduação e tornam o mestrado um projeto importante na vida, pois se sensibiliza para a função social da pesquisa e, mais ainda, da Geografia.

No caminho de elaboração da dissertação, objeto pelo qual nossos interesses voltam-se intensamente na pós-graduação, por mais que se escreva, os conteúdos não dão a dimensão ideal para responder a problemática e para obter os objetivos, muitas vezes tão amplos no pré-projeto. Isso torna a pesquisa instigante e indica que ela é uma ação solidária, coletiva e permanente, apesar de transparecer o contrário. A rede de relações se intensifica e se percebe o quanto se conspira para tudo dá certo, embora haja tropeços.

É nesse sentido que se circunscreve o agradecimento, para indicar, com bom grado, aqueles que fazem parte da teia de relações que se fortaleceu e/ou se constituiu no mestrado. É um texto com certa ousadia e com a alegria de construí-lo, mas com atos injustos, porque não há como expressar a totalidade das relações e nomear todas as pessoas importantes no percurso do mestrado. Eu agradeço a tantos, como:

Ao Deus da minha vida, que configurou um planeta apto à vida tão bela, no qual construímos laços da solidariedade, da justiça social e da sustentabilidade. A sabedoria divina nos aponta rumos; eu agradeço pelas vezes que eu conseguir enveredar por eles, pois foi quando eu acertei, com consciência.

À minha família, que viveu comigo o mestrado e me fez enxergar que os meus momentos eram de companheirismo e possíveis de realizar os sonhos partilhados. O meu pai, minha mãe, minhas irmãs (Ruth, Cecília e Cássia) e tia Dinalva são riquezas imensuráveis e o meu orgulho.

À professora Dra. Barbara-Christine Silva, orientadora do meu mestrado, pois demonstrou a mim o rigor científico e eu percebi nela a criatividade, o compromisso, o conhecimento, a alegria pela pesquisa e a atenção ao outro.

À professora Dra. Jocimara Lobão, por apoiar-me na construção deste trabalho e em vários momentos de minha formação, atitudes de valores incalculáveis, que contribuem, com significância, para a minha formação – nas diversas dimensões do termo.

À professora Gisele Hadlich, por disponibilizar-se em avaliar este trabalho, com a atenção para uma ação importantíssima, a de sugerir aperfeiçoamentos.

À minha prima-irmã Viviane, uma personagem que expressa a solidariedade e a boa vontade; as ações dela foram importantes para eu desenvolver e concluir o mestrado.

À professora Ms. Raquel Vale, com a qual iniciei o caminho apaixonante da pesquisa e influencia em meus caminhos, sejam eles pessoais e profissionais.

Aos grandes amigos do mestrado, novos e velhos, com os quais eu construir uma relação recíproca de respeito, confiança e solidariedade: Maurílio, Ariomar, Flávia, Ana Maria, Simony, Lívia, e Lorena. Aos demais colegas, pois tivemos momentos de partilhas de conhecimento e de cumplicidade nas ações.

Aos companheiros do Grupo de Pesquisa CNPq Natureza, Sociedade e Ordenamento Territorial, pois, no ambiente deste grupo, eu iniciei esta pesquisa e ocorreu, também, o desenvolvimento e a conclusão.

Aos professores da UFBA, sobretudo das disciplinas da pós-graduação, pois eu aprendi com eles e há marcas dos ensinamentos deles nessa dissertação.

Aos professores da UEFS, que contribuíram, desde a graduação, para a realização deste estudo e para a obtenção do título de mestre.

Aos meus tios, sobretudo tia Dileuza e meu padrinho Plácido, por se disponibilizarem em todos os momentos de precisão.

Aos amigos de minha vida, por me apontar caminhos importantes, também, a ciência: Caline p., Lívia (Toco), Itamara (Xica), Dea, Mari, Márcia, Claudia, Ana Luisa, Neto, Fernanda, Mílvia, tio Jorginho e tia Fátima, Adriana (PPPG). Aos amigos que eu construir ao longo de minha vida estudantil/profissional, como Edmeia, Graça, Ju. A minha amiga Quelle, pela amizade confiada e por ter inscrições dela no meu percurso científico.

Aos meus irmãos de fé, que me inspiram a buscar a essência do viver, Deus, e contribuem para eu enxergar as causas humanas em meu trabalho.

À Capes, pela concessão da bolsa de mestrado, com a qual eu obtive recursos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos que contribuem para o avanço da Geografia e da educação pública de qualidade, pois marcam o mundo com os ideais de coletividade e sustentabilidade.

RESUMO

O jogo de relações entre a sociedade e a natureza nas terras secas denota a insustentabilidade ambiental das práticas, técnicas e tecnologias humanas. A materialização da desertificação ultrapassa a capacidade de manutenção do equilíbrio dinâmico dos ambientes e da resiliência ambiental, evidenciada em diferentes espaços mundiais e brasileiros. Nesta pesquisa, analisou-se a vulnerabilidade ambiental à desertificação no contexto baiano do polo regional de Jeremoabo, orientada pela abordagem integrada do meio ambiente. Delimitou-se essa região, compreendida por 13 municípios (Antas, Canudos, Chorrochó, Coronel João Sá, Glória, Jeremoabo, Macururé, Novo Triunfo, Paulo Afonso, Pedro Alexandre, Rodelas, Santa Brígida e Uauá), a partir da execução do *Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca* (PAE-Bahia), constituído, oficialmente, pelo decreto estadual 11.573/2009. Os estudos evidenciados nesta pesquisa pretenderam subsidiar as políticas de planejamento ambiental e, para tanto, aplicou-se indicadores ambientais para analisar e comunicar acerca da força motriz, pressão, estado, impacto e resposta relacionados à degradação ambiental. Os indicadores corresponderam ao índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI), aplicados em imagens MODIS dos períodos chuvoso e seco dos anos de 2001 a 2012, a análise do uso e cobertura da terra, produção agropecuária, produto interno bruto (PIB) e programas assistenciais governamentais. Os dados utilizados para a construção de índices e indicadores ambientais foram analisados e processados a partir de técnicas de geoprocessamento e, alguns, representados em mapas. A modelagem *fuzzy* possibilitou a elaboração de cenários ambientais de i) vulnerabilidade ambiental à desertificação 1 (integração *fuzzy* dos 12 mapas NDVI do período chuvoso); ii) vulnerabilidade ambiental à desertificação 2 (integração *fuzzy* dos 12 mapas NDVI do período seco); iii) degradação (modelagem *fuzzy* dos 24 mapas NDVI, de uso e cobertura da terra e de declividade). Nos estudos de campo, levantou-se os dados primários para compor o banco de dados em sistema de informação geográfica (SIG), transformados em informações sobre a paisagem regional para a análise ambiental e a verificação dos produtos do geoprocessamento. O estudo de documentos, material bibliográfico, dados de campo e de sites institucionais denotou a agropecuária como uma força motriz importante para a configuração de estados de degradação ambiental, oriundos das práticas de desmatamento e queimadas das feições vegetais sobre os solos de estrutura friável. Historicamente, a inexistência e/ou a inoperância do apoio científico, financeiro governamental e técnico às atividades agropastoris se entrelaçaram às condições do meio para pressionarem o ambiente à vulnerabilidade ambiental à desertificação. A crítica de relatórios e documentos das convenções internacionais, programa nacional e planos estaduais de combate à desertificação denotou a ineficiência governamental baiana de enfrentamento à desertificação. Atestou-se, ainda, esse fato na análise do discurso de reportagens veiculadas em um *site* de notícias entre os anos de 2001 e 2011. Os estudos apontaram situações preocupantes em relação à desertificação, configuradas nas distribuições dos altos níveis de vulnerabilidade ambiental à desertificação, de degradação e nos números relacionados à produção agropecuária e à pobreza da população regional.

PALAVRAS-CHAVE: Desertificação. Geoprocessamento. Indicadores ambientais. Meio Ambiente. Paisagem.

ABSTRACT

The game between the society and the nature of the dry land indicates the no environmental sustainability of the practices, techniques e human technologies. The embodiment of the desertification exceeds the capacity of maintenance dynamic balance of the ambient and environmental resiliency, made clear in different global and Brazilian spaces. In this research, it was analyzed the environmental vulnerability to desertification in the Polo Regional de Jeremoabo City, guided by the integrated approach of the environment. That region was delimited, that is formed for 13 townships (names: Antas, Canudos, Chorrochó, Coronel João Sá, Glória, Jeremoabo, Macururé, Novo Triunfo, Paulo Afonso, Pedro Alexandre, Rodelas, Santa Brígida e Uauá), from the execution of the State action Plan to combat desertification and mitigate the effects of drought (PAE-Bahia), officially constituted by the Decree Law of the State number 11.573/2009. The studies made clear in that research intended to support environmental planning policies and, therefore, applied environmental indicators to analyze and communicate about the driving force, pressure, state, impact and answer related to environmental degradation. The indicators corresponded to Difference Normalized of Vegetation Index (NDVI), applied to MODIS images of rainy and dry seasons of the years between 2001 and 2012, the analysis of the use and cover land, agricultural production, gross domestic product (GDP) and governmental assistance programs. The data used to construct indices and environmental indicators were analyzed and processed from geoprocessing techniques and some of them were represented on maps. Fuzzy modeling has enabled the development of environmental scenarios i) environmental vulnerability to desertification 1 (fuzzy integration of 12 NDVI maps of the rainy season), ii) environmental vulnerability to desertification 2 (fuzzy integration of 12 NDVI maps of the dry season), iii) degradation (fuzzy modeling of 24 NDVI maps of land cover and land use and declination). In field studies, it's raised the primary data to compose the database in a geographic information system (GIS), transformed into information about the regional landscape for environmental analysis and verification of geoprocessing products. The study of bibliography, documents, field data and institutional websites denoted agriculture as an important driving force for the configuration of the states environmental degradation, originating from the practices of deforestation and burning of plant features on soils with friable structures. Historically, the nothingness and/or inoperability of the scientific, governmental financial and technical supports to agropastoral activities interlaced to environmental conditions to pressure the ambient environmental vulnerability to desertification. The review of reports and documents of international conventions, national program and state plans to combat desertification denoted the inefficiency of Bahia's government to combat the desertification. This fact was also attested in discourse analysis of articles published on a news website between the years 2001 and 2011. Studies pointed troubling situations about desertification, configured in the distributions of high levels of environmental vulnerability to desertification, degradation and numbers related to agricultural production and poverty of the regional population.

KEYWORDS: Desertification. Geoprocessing. Environmental Indicators. Environment. Landscape.

LISTA DE ABREVIATURAS

APA – Área de proteção ambiental

ARVI – Atmospherically resistant vegetation index, índice de vegetação resistente a atmosfera

ASD – Área suscetível à desertificação

BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento

BIRD – Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento

BNB – Banco do Nordeste do Brasil

CBERS – China-Brazil earth resources satellite, satélite sino-brasileiro de recursos terrestres

CCD – Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação

CHESF – Companhia Hidrelétrica do São Francisco

CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

CMN – Conselho Monetário Nacional

CVSF – Comissão do Vale do São Francisco

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

DSR – Divisão de sensoriamento remoto

ERTS – Earth resources technology satellites

EVI – Enhanced vegetation index

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB – Índice de desenvolvimento da educação básica

IDH – Índice de desenvolvimento humano

IFOCS – Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas

IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura

IMA – Instituto do Meio Ambiente

INEMA – Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

INGÁ – Instituto de Gestão das Águas e Clima

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IOCS – Inspetoria de Obras Contra as Secas

MDS – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome

MDT – Modelo digital de relevo

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MOD13 – Gridded vegetation indices

MODIS – Moderate resolution imaging spectroradiometer

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NDVI – Normalized difference vegetation index, índice de vegetação da diferença normalizada

ONU – Organização das Nações Unidas

PAE – Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca

PAN-Brasil – Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca

PIB – O Produto interno bruto

PNAA – Programa nacional de acesso à alimentação

PNUMA – Programa das Nações Unidas para o meio ambiente

PROCLIMA – Programa de monitoramento climático em tempo real da região nordeste

Rio+20 – Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável

Rio-92 – Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento

SAVI – Soil adjusted vegetation index, índice de vegetação ajustado para o solo

SEI – Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

SIG – Sistema de informação geográfica

SR – Simple ratio, razão simples

SRTM – Shuttle radar topography mission

SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Paradigmas ambientais recentes	37
Figura 2	– Esquema ilustrativo da definição conceitual de vulnerabilidade ambiental à desertificação	41
Figura 3	– Esquema representativo do conceito de desertificação segundo a ONU (1997)	43
Figura 4	– Diagrama de interação dos processos intrínsecos à desertificação	45
Figura 5	– Esquema para a determinação de um indicador de desertificação	49
Figura 6	– Esquema ilustrativo do conceito de terra e categorias de análise uso e cobertura	54
Figura 7	– Classes de uso da terra propostas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)	61
Figura 8	– Diagrama de representação do uso e cobertura da terra como indicador de desertificação	63
Figura 9	– Importância do índice de vegetação nas pesquisas sobre a desertificação	66
Figura 10	– Dados utilizados para a aplicação e análise de indicadores ambientais à desertificação	77
Figura 11	– Fluxograma sobre os procedimentos realizados para a construção do mapa de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo	82
Figura 12	– Esquema ilustrativo sobre a importância, procedimentos para aquisição e pré-processamento do produto MOD13 e a aplicação do NDVI	85
Figura 13	– Integração de dados para a elaboração de modelagens ambientais <i>fuzzy</i>	93
Figura 14	– Princípios estabelecidos nos PAE de Alagoas, Paraíba, Minas Gerais, Piauí e de Sergipe	109
Figura 15	– Organograma com os níveis hierárquicos e descrição das classes do mapa de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo – Bahia	133
Figura 16	– Chave de interpretação das imagens Landsat TM relacionada às classes de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo –	139

composição colorida 4 (R), 5 (G), 3 (B)

- Figura 17** – Extensão das classes do mapa de uso e cobertura das terras do polo Regional de Jeremoabo – Bahia (km²) 141
- Figura 18** – Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada, nas margens do Rio São Francisco, nordeste do município de Glória – Bahia. A ocorrência da pecuária extensiva pressionou o ambiente e intensificou a vulnerabilidade à desertificação em solos com superfícies friáveis e de granulometria arenosa. Há indícios de degradação ambiental devido à exposição dos solos as intempéries e à proliferação de apenas um estrato arbustivo 143
- Figura 19** – Caatinga Parque, no município de Jeremoabo – Bahia. Cresce em solos rasos e de estrutura arenosa e é utilizada para o pastoreio bovino, por compor-se de ervas para a alimentação do gado. A prática tem pressionado um ambiente de natureza frágil, modificando o ritmo de recomposição florística no período chuvoso e ampliação da vulnerabilidade ambiental 144
- Figura 20** – Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial, noroeste de Rodelas – Bahia. A pressão exercida pela pecuária bovina nas margens de rios dão formas à degradação ambiental. Nessas, instalam-se processos erosivos, que removem o solo e dificultam a regeneração da vegetação na estação chuvosa 146
- Figura 21** – Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial, leste de Macururé – Bahia. Os processos erosivos pluviais e fluviais constituem impactos no sistema, onde a vegetação se desprende dos solos friáveis e constituem em evidências da degradação ambiental 147
- Figura 22** – Solo Exposto, leste do município de Glória – Bahia. A pressão ambiental exercida pela pecuária expõe os solos a intempéries climáticas e favorecem o aumento da vulnerabilidade à desertificação 149
- Figura 23** – Prática das queimadas na preparação dos solos para as lavouras, em relevos acidentados do centro do município de Antas – Bahia. A utilização em demasia do fogo para limpar os pastos e preparar os solos para as plantações podem constituir danos ao ambiente, porque destrói a fertilidade dos solos, diminui a capacidade de recomposição 152

- e regeneração vegetal, amplia as áreas de solos exposto e de erosão
- Figura 24** – Síntese da variação do NDVI nos período chuvoso e seco entre os anos de 2001 e 2012 176
- Figura 25** – Caatinga Arbóreo-Arbustiva, centro do município de Glória – Bahia. Predominam as espécies caducifólias; ao iniciar as estiagens pluviométricas, elas perdem as folhas e diminui a resposta espectral da biomassa 177
- Figura 26** – Proliferação de espécies ruderais de porte herbáceo, nordeste de Jeremoabo – Bahia. A propagação do velame (*Sida galheirensis* Ulbr) ocorre nos ambientes apropriados para a prática agropecuária e indica um estado de degradação ambiental e de alta vulnerabilidade à desertificação, pois, logo após iniciar o período seco, as espécies secam e os solos ficam expostos 178
- Figura 27** – Representação da concepção da modelagem ambiental a partir da integração dos mapas NDVI (2001 a 2012) 180
- Figura 28** – Deserto de Surubabel, norte do município de Rodelas – Bahia. A pecuária bovina e a formação do lago do Sobradinho foram pressões que contribuíram para a degradação ambiental 189
- Figura 29** – Morte de animais, nos limites municipais de Macururé e Rodelas – Bahia. A seca ocorrida no ano de 2012 denotou a permanência espaço-temporal da ineficiência das políticas para a convivência com fenômenos ambientais intrínsecos ao semiárido da Bahia, com a permanência de paisagens desastrosas 210
- Figura 30** – Lavoura de milho dizimada, no leste do município de Jeremoabo - Bahia. As imagens das implicações calamitosas da seca ainda são comuns no estado da Bahia, as quais denotam, sobretudo, a ineficiência ou inexistência de políticas de planejamento para a convivência com o fenômeno, que integra a dinâmica ambiental do polo regional de Jeremoabo 211
- Figura 31** – Justificativa e graus de pertinência das classes de declividade ao conjunto *fuzzy* de degradação 228
- Figura 32** – Justificativa e graus de pertinência das classes de NDVI ao conjunto *fuzzy* de degradação 229

- Figura 33** – Justificativa e graus de pertinência das classes de uso e cobertura da terra ao conjunto *fuzzy* de degradação 230
- Figura 34** – Solo exposto, centro de Antas – Bahia. A generalização do desmatamento, queimadas e pisoteio do gado em um relevo acidentado, ampliam as superfícies desnudas e a erosão, configurando um estado de degradação ambiental 236
- Figura 35** – Degradação ambiental, centro do município de Macururé – Bahia. O uso inapropriado da terra pressiona o ambiente para a configuração de um estado de desequilíbrio ambiental, verificado nos processos erosivos acelerados 238
- Figura 36** – Deserto de Surubabel, margem do lago de Itaparica, no município de Rodelas – Bahia. O uso intenso das terras para o desencadeamento da pecuária generalizaram o desmatamento e as manchas de solo exposto, onde ocorrem os processos erosivos pluviais e eólicos, com a formação de dunas 239
- Figura 37** – Aspecto da degradação ambiental, sudoeste de Glória – Bahia. O desmatamento da vegetação sobre o neossolo quartzarênico para o desencadeamento de atividades agropecuárias conduziram a um estado de desequilíbrio ambiental, observado nas amplas superfícies de solo exposto e erosão 240
- Figura 38** – Relações ambientais no polo regional de Jeremoabo, constituídas por forças motrizes e pressões ambientais, configuradoras do estado de vulnerabilidade à desertificação e de degradação ambiental, que resultam em impactos comuns aos ambientes em processo de desertificação 241
- Figura 39** – Perfil esquemático, de direção leste – oeste nos municípios de Jeremoabo e Canudos, denotando a teia de relações indicadas na modelagem para configurar os estados de degradação ambiental 242
- Figura 40** – Vegetação conservada, leste de Glória – Bahia. As feições vegetais da caatinga são importantes para a manutenção do equilíbrio ambiental das paisagens constituídas por relevos colinosos, neossolos, baixos índices pluviométricos e vulneráveis à desertificação 244

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Quantidade das reportagens sobre a desertificação veiculadas no portal de notícias A Tarde entre os anos de 2001 a 2013 115
- Gráfico 2** – Porcentagem das classes (nível 3) do mapa de uso e cobertura da terra do polo Regional de Jeremoabo – Bahia 142
- Gráfico 3** – Distribuição percentual das classes do NDVI no período chuvoso – 2001 a 2012 162
- Gráfico 4** – Distribuição percentual das classes do NDVI no período chuvoso – 2001 a 2012 171
- Gráfico 5** – Diferença das classes 0,000 a 0,300 e 0,301 a 0,500 do período chuvoso para o seco entre os anos de 2001 e 2012 – polo regional de Jeremoabo – Bahia 173
- Gráfico 6** – Diferença das classes 0,501 a 0,700 e 0,701 a 1,000 do período chuvoso para o seco entre os anos de 2001 e 2012 – polo regional de Jeremoabo – Bahia 174
- Gráfico 7** – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco (2001 a 2012) 183
- Gráfico 8** – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco (2001 a 2012) 186
- Gráfico 9** – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período chuvoso (2001 a 2012) 187
- Gráfico 10** – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período chuvoso – 2001 a 2012 191
- Gráfico 11** – Evolução da população total, urbana e rural no polo regional de Jeremoabo – 1970 a 2010 196

Gráfico 12	– Efetivo médio bovino do polo regional de Jeremoabo entre os anos de 2001 e 2011	199
Gráfico 13	– Efetivo médio caprino do polo regional de Jeremoabo entre os anos de 2001 e 2011	203
Gráfico 14	– Efetivo médio ovino do polo regional de Jeremoabo entre os anos de 2001 e 2011	204
Gráfico 15	– Área plantada (hectare) e quantidade produzida (toneladas) de milho no polo regional de Jeremoabo – média entre os anos de 2001 e 2011	206
Gráfico 16	– Área plantada (hectare) e quantidade produzida (toneladas) de feijão no polo regional de Jeremoabo – média entre os anos de 2001 e 2011	209
Gráfico 17	– Evolução do PIB no polo regional de Jeremoabo – 2001 a 2010	213
Gráfico 18	– Distribuição percentual das classes de degradação do polo regional de Jeremoabo – modelagem <i>fuzzy</i> a partir da integração dos mapas de declividade, NDVI (períodos chuvoso e seco, dos anos de 2001 a 2012) e de uso e cobertura da terra	231
Gráfico 19	– Distribuição municipal, em km ² , das classes de degradação ambiental – modelagem <i>fuzzy</i> a partir da integração dos mapas de declividade, NDVI (períodos chuvoso e seco, dos anos de 2001 a 2012) e de uso e cobertura da terra	234

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	– Estado da Bahia – Brasil: Área Suscetível à Desertificação (ASD) e polos regionais	28
Mapa 2	– Estado da Bahia: polo regional de Jeremoabo	30
Mapa 3	– Curso de rios e caminhos traçados: colonização e ocupação dos sertões da Bahia	98
Mapa 4	– Caminho de Jeremoabo: rota descrita por Frei Martinho de Nantes – século XVII	101
Mapa 5	– Vilas desmembradas de Itapicuru de Cima: Estado da Bahia – 1727-1886	103
Mapa 6	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Pontos de levantamento de dados e informações em campo	124
Mapa 7	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Unidades Geomorfológicas	126
Mapa 8	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: infraestrutura, rios, territórios indígenas e unidade de conservação	127
Mapa 9	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: solo	129
Mapa 10	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: mosaico de imagens Landsat TM	138
Mapa 11	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: uso e cobertura da terra	140
Mapa 12	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: índice das terras antropizadas (agricultura e pecuária)	151
Mapa 13	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2001	156
Mapa 14	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2002	156
Mapa 15	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2003	157
Mapa 16	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 06/04/2004	157
Mapa 17	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação	158

	da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2005	
Mapa 18	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2006	158
Mapa 19	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2007	159
Mapa 20	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 06/04/2008	159
Mapa 21	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2009	160
Mapa 22	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2010	160
Mapa 23	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 07/04/2011	161
Mapa 24	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período chuvoso – 06/04/2012	161
Mapa 25	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2001	165
Mapa 26	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2002	165
Mapa 27	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2003	166
Mapa 28	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 14/10/2004	166
Mapa 29	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2005	167
Mapa 30	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2006	167
Mapa 31	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2007	168
Mapa 32	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 14/10/2008	168
Mapa 33	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2009	169

Mapa 34	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2010	169
Mapa 35	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 15/10/2011	170
Mapa 36	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) – período seco – 14/10/2012	170
Mapa 37	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: vulnerabilidade à desertificação – integração <i>fuzzy</i> dos mapas NDVI do período seco	182
Mapa 38	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: índice de alta vulnerabilidade ambiental à desertificação – modelagem <i>fuzzy</i> – mapas NDVI do período seco	184
Mapa 39	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: vulnerabilidade à desertificação – integração <i>fuzzy</i> dos mapas NDVI do período chuvoso	188
Mapa 40	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: índice de alta vulnerabilidade ambiental à desertificação – modelagem <i>fuzzy</i> – mapas NDVI do período chuvoso	190
Mapa 41	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: população absoluta em 2010	195
Mapa 42	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: taxa da população rural em 2010	197
Mapa 43	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: efetivo de bovino – média de 2001 a 2011	200
Mapa 44	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: efetivo de caprino – média de 2001 a 2011	202
Mapa 45	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: efetivo de ovino – média de 2001 a 2011	205
Mapa 46	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: produção de milho – média de 2001 a 2011	207
Mapa 47	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: produção de feijão – média de 2001 a 2011	208
Mapa 48	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: PIB municipal em 2010	214
Mapa 49	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: PIB municipal em	215

	2010 – valor agregado da agropecuária	
Mapa 50	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: PIB municipal em 2010 – valor agregado da indústria	216
Mapa 51	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: PIB municipal em 2010 – valor agregado dos serviços	217
Mapa 52	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: taxa da população inscrita no cadastro único dos programas de assistência social do governo federal em 2010	220
Mapa 53	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: taxa da população atendida pelo programa federal Bolsa Família em 2010	222
Mapa 54	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: degradação ambiental	232
Mapa 55	– Estado da Bahia – Polo Regional de Jeremoabo: índice de alta degradação ambiental	235

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Definição conceitual de categorias de análise ambiental	39
Quadro 2	– Indicadores de situação e de desertificação proposto por Schenkel e Matallo Junior (1999)	53
Quadro 3	– Classificação do uso da terra da Comissão de Utilização da Terra da União Geográfica Internacional	56
Quadro 4	– Informações sobre trabalhos referentes ao uso e ocupação das terras publicados no I Simpósio de Sensoriamento Remoto, realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no ano de 1978, em São José dos Campos	59
Quadro 5	– Classificação fisionômica-ecológica das formações do projeto RADAMBRASIL	60
Quadro 6	– Classificação das áreas das formações pioneiras de tensão ecológica e antrópicas do projeto RADAMBRASIL	60
Quadro 7	– Estudos indicadores da relação do uso e cobertura das terras e desertificação	63
Quadro 8	– Indicadores socioeconômicos da desertificação	70
Quadro 9	– Principais dados integrados ao sistema de informação geográfica (SIG) do polo regional de Jeremoabo	76
Quadro 10	– Indicadores ambientais aplicados para gerar informações sobre a vulnerabilidade ambiental à desertificação e degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo	79
Quadro 11	– Informações sobre as imagens Landsat TM utilizadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo	81
Quadro 12	– Elementos de interpretação visual de imagens ópticas	83
Quadro 13	– Dados sobre as imagens MODIS utilizadas para aplicação do NDVI do polo regional de Jeremoabo	86
Quadro 14	– Características de alguns índices de vegetação aplicados em estudos ambientais	87
Quadro 15	– Características dos operadores <i>fuzzy</i>	92
Quadro 16	– Informações sobre as áreas dos programas relacionadas à	108

desertificação estabelecidas no capítulo 12 da Agenda 21

Quadro 17	– Metodologias adotadas para a construção do Plano de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca	111
Quadro 18	– Notícias sobre a desertificação e principais conteúdos publicados no Jornal A TARDE <i>on line</i> entre os anos de 2001 e 2011	116
Quadro 19	– Síntese de dados utilizados para caracterizar a paisagem regional	123
Quadro 20	– Definição conceitual das classes de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo	134
Quadro 21	– Definição das classes de NDVI	154
Quadro 22	– Membros <i>fuzzy</i> indicados para a modelagem NDVI de vulnerabilidade à desertificação do polo regional de Jeremoabo – Bahia	181
Quadro 23	– Atividades econômicas agregadas ao Produto Interno Bruto municipal	212
Quadro 24	– Caracterização dos geossistemas em bioestasia ou resistasia	224
Quadro 25	– Categorias ecodinâmicas	234
Quadro 26	– Características e critérios dos planos de informações utilizados na modelagem de degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo	227

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal (IDHM) dos municípios do polo regional de Jeremoabo – 1991, 2000 e 2010 1131
- Tabela 2** – Extensão das terras classificadas como Superfície Recoberta por Vegetação e Superfície Antropizada (Agrícola e Não-Agrícola), por municípios do polo Regional de Jeremoabo – Bahia – (km² e %) 150
- Tabela 3** – Porcentagem das classes de NDVI no período chuvoso – 2001 a 2012 155
- Tabela 4** – Porcentagem das classes de NDVI no período seco – 2001 a 2012 164
- Tabela 5** – Extensão das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco (2001 a 2012) 183
- Tabela 6** – Extensão das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco (2001 a 2012) 189

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	ABORDAGEM SOBRE O MEIO AMBIENTE E O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO	35
2.1	Meio ambiente, vulnerabilidade e planejamento: conceitos, categorias e temas norteadores.....	35
2.2	Desertificação: discussão conceitual, métodos de estudo, causas, consequências e indicadores ambientais.....	42
2.2.1	Uso e cobertura da terra como indicador de desertificação	53
2.2.2	Análise multitemporal do índice de vegetação: proposta de indicador de desertificação	64
2.2.3	Dados socioeconômicos integrados ao estudo da desertificação.....	69
3	GEOTECNOLOGIA E OS ESTUDOS SOBRE A DESERTIFICAÇÃO	72
3.1	Geoprocessamento, banco de dados e informações: possibilidades para estudos ambientais integrados	72
3.2	Mapeamento de uso e cobertura das terras.....	80
3.3	Imagens MODIS e índice de vegetação: análise multitemporal e sazonal da biomassa	83
3.4	Modelagem ambiental: técnicas, produtos e integração de dados ambientais.....	88
4	OCUPAÇÃO E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL NAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO	95
4.1	O percurso do gado e a ocupação dos sertões de dentro da Bahia	96
4.2	Convenções internacionais, programa nacional e planos estaduais de combate à desertificação: impactos nas políticas estaduais brasileiras	106
4.3	Desertificação: reflexões e caminhos trilhados pela abordagem da mídia.....	113
5	CONFIGURAÇÃO AMBIENTAL DO POLO DE JEREMOABO: DIAGNOSTICANDO O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO.....	121
5.1	Entre o conceito e a caracterização: a análise da paisagem regional.....	121
5.2	Uso e cobertura das terras e implicações ambientais.....	132

5.3	Alterações da biomassa e vulnerabilidade à desertificação.....	154
5.4	Expressões socioeconômicas regionais e a desertificação.....	193
5.4.1	Estudos demográficos do polo regional de Jeremoabo.....	193
5.4.2	Vulnerabilidade da economia: a produção agropecuária regional.....	197
5.4.3	Produto Interno Bruto (PIB) e repercussões econômicas regionais	211
5.4.4	Pobreza, programas sociais e degradação: vulnerabilidade e enfrentamento	217
5.5	Da vulnerabilidade ao processo de desertificação à degradação: estados ambientais no polo regional de Jeremoabo	223
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	246
	REFERÊNCIAS	256

1 INTRODUÇÃO

No processo de ocupação das terras, os efeitos de uma relação interativa entre a sociedade com os demais componentes do ambiente dão formas e conteúdos à paisagem indicadores de estados qualitativos ambientais. A dinamicidade dos sistemas denota o envolvimento processual de diferentes elementos na configuração paisagística, sejam eles físicos, biológicos e sociais. A natureza possui leis próprias, que regem a ocorrência de fenômenos, com a possibilidade de estes serem (re)qualificados pela ação humana. Por exemplo, os processos de morfogênese, originados pela força dos ventos, chuva, rios etc., são intrínsecos aos sistemas ambientais do semiárido brasileiro, no entanto, a ação humana pode potencializar tais eventos e implicar em situações de desequilíbrio ambiental.

No meado do século XX, o reconhecimento e a divulgação da crise ambiental planetária revelaram as contradições da sociedade, formuladas em desigualdades de renda, analfabetismo, na poluição e contaminação de rios, no desmatamento das feições vegetais e na perda da biodiversidade, na deterioração dos solos, na generalização do uso de agrotóxicos nas lavouras, nas ilhas de calor (vivenciadas nos grandes centros urbanos), nas políticas ineficazes e em outras situações. Esses denotaram a interdependência dos diversos fatores no desencadeamento de problemas ambientais, visíveis em diferentes escalas, sejam elas geográficas, temporais e/ou cartográficas. Nos últimos anos, portanto, viveu-se um mundo de crises: crise econômica, crise social, crise política, crise da democracia, crise do conhecimento, que convergem para propagar a crise ambiental, por conter e ser conteúdo das demais.

A desertificação encontra-se entre as formas engendradas nas situações de crise ambiental e, por conseguinte, é materializada por uma teia de relações ambientais. Os processos decorrentes da apropriação das terras em ambientes secos, sem preservar e repetir a capacidade de resiliência ambiental, delineiam estados ambientais, por onde se enxerga, inclusive, a degradação dos solos, da vegetação, do patrimônio hídrico, alterações climáticas, diminuição da biodiversidade vegetal e animal; ainda, retrocessos da produtividade agropecuária, queda da renda populacional, aumento quantitativo e intensivo da pobreza, êxodo rural, ineficiência dos serviços sociais. Os fatos citados são frutos das relações produtivas hegemônicas de ver, sentir e conviver como o ambiente, que aboliu do homem o pertencimento à natureza.

As forças motrizes derivam do interior relacional da sociedade, que pressionam o ambiente para diferentes fins e dão feições à degradação e, conseqüentemente, ao desencadeamento de situações problemas, como a intensificação da erosão. Os processos erosivos são comuns em áreas desertificadas e retroalimentam, processualmente, os estados de degradação ambiental, por denudar os solos, dificultar a germinação e/ou desenvolvimentos de plantas, complicar a reprodução agropecuária e favorecer o pressionamento ambiental.

Os efeitos devastadores do processo de desertificação em todo o mundo tornaram-no um problema discutível internacionalmente, pois houve conferências, simpósios, seminários que o trataram como questão importante nas pautas políticas e científicas nacionais e transnacionais. Nessa ordem, destacaram-se a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada, em 1972, na capital da Suécia, Estocolmo; a Conferência das Nações Unidas sobre a Desertificação, realizada em Nairobi, Quênia, no ano de 1977; a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, sucedida na cidade brasileira do Rio de Janeiro, em 1992. Todavia, a criação da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD, sigla em inglês) ocorreu no ano de 1994, a qual definiu, conceitualmente, a desertificação e deu outros norteamentos aos estudos da degradação das terras secas.

A partir da década de 1970, a produtividade de estudos resultou em explicações complexas acerca da desertificação, explícitos, até mesmo, nos conceitos do processo (BRASIL, 2005; PACHÊCO et al., 2006; SUERTAGARAY, 2010). A análise desses indicou a ação humana como o fator primordial da degradação das terras secas, ao implicar no desequilíbrio da frágil relação clima, solo, vegetação (SUERTAGARAY, 2010), que retornam em impactos desfavoráveis às sociedades. A reprodução da agropecuária e do extrativismo vegetal e mineral se encontram entre as principais atividades de tensão ambiental propagadora, em todo o mundo, da desertificação, inclusive, no Brasil (BRASIL, 2005). A busca de resultados imediatos do trabalho humano, explicitados na produção de mercadorias para distintas metas, apontam para a relação contraditória humana com os demais componentes ambientais, por gerar e ampliar os graus e escalas espaciais da degradação ambiental – que também é a degradação da vida humana e das sociedades – e corroborar com o estado de crise ambiental planetária.

A procedência do processo, originado nas relações humanas, e os cenários ocasionados atestam a possibilidade, a necessidade de gestão, de mitigação e de combate à

desertificação (LOUREIRO, 2004). Esses perpassam pela identificação das áreas desertificadas, das multicausalidades e das consequências complexas dos cenários de degradação, que evidenciam a pesquisa científica na discussão sobre o tema. A Geografia tenderá a contribuir, ainda mais, no amadurecimento teórico, conceitual e metodológico dos estudos sobre a desertificação, por situar o seu objeto de estudo no jogo das relações entre a sociedade e a natureza, que materializam no espaço, no lugar, no meio ambiente, na paisagem, na região, no território os conteúdos da crise ambiental. Ao envolver-se em estudos ambientais, pode-se percorrer diversos caminhos, mediante a existência de inúmeras questões originadas e reveladoras de processos, formas e conteúdos ambientais. Ademais, a dependência situa-se na definição dos objetivos, métodos, técnicas, correntes filosóficas, temas e outros, que asseguram a existência, desenvolvimento e resultados consistentes do trabalho.

No Brasil, as pesquisas realizadas ainda não esclareceram, totalmente, as dúvidas sobre o estado da desertificação no país, pois muitas investigações científicas foram pontuais e se desconhece a abrangência dos ambientes em desertificação. Sobre isso, alguns avanços são indicáveis, como a definição da região denominada Área Suscetível à Desertificação (ASD) brasileira, composta por municípios dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, onde

as condições ambientais (clima, solo, água e vegetação) [...], associadas à pressão exercida sobre os recursos naturais pela ação antrópica (pressão populacional, formas inadequadas de uso e ocupação do solo, entre outros), vêm contribuindo para a deflagração de processos de desertificação (BRASIL, 2005, p. 16).

A partir da formulação do *Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca* (PAN-Brasil), encaminhou-se propostas para enfrentar a desertificação (BRASIL, 2005), a exemplo da formulação, pelos estados incluídos na ASD, do *Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca* (PAE). Por esse, é possível monitorar os cenários ambientais de degradação e a geração de indicadores para fomentar o planejamento e gestão ambientais.

O Estado da Bahia possui 289 municípios na ASD, que somam uma área 490 mil km², equivalente a 86,8% das terras estaduais (Mapa 1). Desde a década de 1970, houve esforços para abordar a desertificação, em que apontaram núcleos pontuais importantes do

processo, no norte e no nordeste do estado (AB'SABER, 1977; VASCONCELOS SOBRINHO, 1971). No entanto, as marcas da incipiência das pesquisas sobre o tema esbarram na publicação tardia, em 2014, do *Plano de ação de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Bahia* (PAE-BA).



No ano de 2009 foram definidos 52 municípios para o diagnóstico ambiental e implementação do PAE-BA, regionalizados em quatro polos (BAHIA, 2009), identificados no mapa 1 e nomeados como polo regional de Guanambi, Irecê, Jeremoabo e Juazeiro, constituídos por tais municípios e outros circunvizinhos (BAHIA, 2009). A partir das regionalizações elaboradas no âmbito das atividades do PAE-BA e dos estados ambientais de degradação indicados em trabalhos anteriores (AB'SABER, 1977; VASCONCELOS SOBRINHO, 1971, ROCHA; VALE, 2011), definiu-se o polo regional de Jeremoabo como a área de estudo para esta pesquisa.

O polo regional de Jeremoabo compõe a ASD e é constituído por 13 municípios (Antas, Canudos, Chorrochó, Coronel João Sá, Glória, Jeremoabo, Macururé, Novo Triunfo, Paulo Afonso, Pedro Alexandre, Rodelas, Santa Brígida, Uauá), localizados no norte da Bahia (Mapa 2). As literaturas científicas apontam a existência de núcleos em estágios avançados da degradação ambiental, iniciados pela supressão das feições vegetais sobre os solos com superfícies arenosas (AB'SABER, 1977; BRASIL, 2005; VASCONCELOS SOBRINHO, 1971, 2002). São retratos da incoerência produtiva, porque as ações humanas, sem os cuidados técnicos apropriados para a região, decorrem em processos de degradação e propiciam a desertificação, corroborando para o ressecamento pedológico e a perda da capacidade de produção dos solos (NIMER, 1988).

A área de estudo compreende 24.981,4 km², equivale a 5,1% das terras baianas incluídas na ASD estadual e uma percentagem de 4,4% do território estadual. A maior parte dos municípios possui uma economia baseada em atividades agropastoris, que, segundo indicações bibliográficas, estão no cerne da desertificação em muitos núcleos do Brasil (BRASIL, 2005; SALES, 2003; SOARES, 2012; SOUZA, 2008).

O polo regional de Jeremoabo é constituído pelo município de Canudos, onde as batalhas do exército brasileiro contra um movimento popular de teor social, político e religioso, liderado pelo beato Antônio Conselheiro, dizimaram populações e culturas. Este episódio ocorreu há mais de 100 anos e foi imortalizado e criticado em literaturas romancistas e científicas (BOMBINHO, 2002; CALASANS, 1952; CUNHA, 2004; CUNHA, 2009; DANTAS, 2000; DANTAS, 2007; MACEDO, 1978; MILTON, 2003; MODESTO, 1998; OLIVIERI, 1994; UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA, 2002). O município de Paulo Afonso é reconhecido pela localização de usinas hidroelétricas da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), que produz energia e a transmite para oito estados nordestinos. Além disso, na região, localiza-se a

área de proteção ambiental (APA) Serra Branca/Raso da Catarina e a reserva ecológica Raso da Catarina, delimitada com o intuito de conservar o ambiente e realizar pesquisas científicas (PAES; DIAS, 2008), e, em Uauá, decorre-se a alta produção caprina e ovina, de onde escoam produtos da atividade para diferentes pontos do Brasil.



O objetivo desta pesquisa foi o de analisar a vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo a partir da aplicação e integração de

indicadores biofísicos e socioeconômicos de desertificação, subsidiada por técnicas de geoprocessamento.

A vulnerabilidade ambiental à desertificação expressa, em níveis quantitativos, a possibilidade de ocorrência da desertificação, investigada por meio das características dos meios biofísicos e socioeconômicos, originadas nas relações produtivas, que prejudicam os sistemas ambientais e rompem com o equilíbrio ambiental. Entre os fatores que contribuem para ampliar a vulnerabilidade ambiental à desertificação na área de estudo, têm-se: irregularidade das chuvas, solos rasos, de superfícies arenosas e pedregosas e suscetíveis à erosão, fragmentação e estratificação vegetal, insuficiência e/ou ineficiência dos serviços sociais de atendimento à população, pobreza, analfabetismo, desemprego e outros (AB'SABER, 1977, 2003; BRASIL, 2005; LOBÃO; SILVA, 2013).

O estudo sobre a vulnerabilidade ambiental à desertificação remete à aplicação de indicadores ambientais, com o propósito de conhecer, descrever, discutir e comunicar sobre as apreensões frente à realidade ambiental. O termo indicador é originário do latim *indicare* e, na etimologia da palavra, corresponde a “aproximação da realidade, uma tentativa de mensuração de fenômenos de natureza diversa e ajudam no acompanhamento de realidades mais complexas” (TOMASONI, 2008, p. 128).

O indicador ambiental refere-se a um conjunto de dados e interpretações para comunicar, com objetividade e simplificação (e não simplória), informações sobre as características (ocorrência, significado, magnitude, evolução etc.) e o significado (efeitos, importância, impactos e outros) do fenômeno aos interessados (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 2008). Nas pesquisas sobre a desertificação, é importante que os indicadores aplicados induzam às aproximações e comunicações dos cenários ambientais e denotem a teia de relações recriadas nas materialidades da degradação, com a possibilidade de se elaborar políticas de enfrentamento ao processo de desequilíbrio ambiental das terras secas.

Enfrentar o processo de desertificação perpassa pelo planejamento de ações que objetiva diminuir a pressão sobre o ambiente, para reverter os estados de degradação e mitigar ou combater os impactos da degradação. O ato de planejar conduz a pensar e projetar procedências futuras, baseadas em leituras sobre as condições do meio ambiente. Nesse processo, o delineamento de planos, programas e normas de combate à degradação ambiental das terras secas propõe a configuração de relações em um tempo que está por vir. Por isso, é importante reconhecer o processo de desertificação nas diferentes

dimensões – sejam elas físicas, biológicas, sociais, econômicas e políticas –, na tentativa de entender realidades escritas em um mundo, no tempo de hoje, dinâmico e complexo e prever condições que mitiguem e/ou combatam os impactos da degradação, que retroalimentam a desertificação, potencializando-a.

O emprego de técnicas de geoprocessamento para a espacialização de fenômenos geográficos georreferenciados subsidiam os estudos sobre o processo de desertificação, tanto no monitoramento das condições do meio, com a aplicação de indicadores, como no ato de planejar. É possível integrar dados para a geração dos indicadores ambientais, comunicar e discutir sobre tais resultados pelas mais diversas formas, como mapas, tabelas, quadros e textos, fundamentais na argumentação referente ao planejamento. O geoprocessamento fornece meios para responder sobre as inquietudes do tempo atual, baseados na geração de dados e informações com qualidade.

O anseio em responder sobre a vulnerabilidade ambiental à desertificação, a partir da aplicação de indicadores, originados e analisados pelas técnicas de geoprocessamento, levantamento de dados e informações em campo, fundamentados e relacionados à bibliografia de interesse à pesquisa, motivou estabelecer a i) a organização de um banco de dados, oriundos de fontes secundárias e primárias, sobre o ambiente regional, em formato de sistema de informação geográfica (SIG); ii) a seleção de indicadores biofísicos e socioeconômicos para processar informações e avaliar o cenário ambiental do polo regional de Jeremoabo; iii) a construção de modelos espaciais da vulnerabilidade à desertificação e de degradação ambiental.

A discussão a respeito de alguns temas importantes para a análise ambiental da desertificação sintetizou-se no capítulo 1, que informa sobre as categorias de análise ambiental e as funções do planejamento. Há questões referentes aos avanços dos estudos da desertificação no mundo e no Brasil, as relações processuais que configuram a degradação das terras secas e os caminhos de aplicação de indicadores ambientais da desertificação. Para a realização do mapeamento de uso e cobertura da terra, discutiu-se a evolução de conceitos, categorias de análise e de pesquisas aplicadas concernentes ao tema, além de conteúdos relativos à utilização de índices de vegetação e dados e informações socioeconômicas como indicadores do processo de desertificação. Os assuntos tratados nesta parte da dissertação derivam de questionamentos realizados frente aos materiais bibliográficos, de teor aplicado, cartográfico e teórico.

Os procedimentos da pesquisa, com a informação acerca dos materiais e métodos empregados nesta pesquisa, reuniram-se no capítulo 2. Esse contém o detalhamento a respeito da importância do geoprocessamento nos estudos integrados da paisagem, relevantes aos tratos acadêmicos acerca da desertificação, as etapas seguidas para o mapeamento de uso e cobertura da terra, a aplicação do índice de vegetação em produtos do sensoriamento remoto e as concepções e o processo de elaboração da modelagem ambiental. As discussões extrapolam a descrição, pois se construiu um panorama metodológico da pesquisa, fundamentado em críticas e aplicações científicas anteriores.

A degradação ambiental e o planejamento ambiental – esse como o meio de organizar o espaço – são ações implícitas ou explícitas outrora e/ou contemporâneas. Na busca de evidências passadas para o entendimento de relações políticas, econômicas e sociais do polo regional de Jeremoabo, discorreu-se sobre o processo de ocupação regional, que demonstra a importância das atividades agropastoris como propulsoras da ocupação e configurações ambientais. As convenções, tratados e normas internacionais impactam nas relações sociais endógenas e orientam o planejamento; nesse sentido, avaliou-se as concepções teóricas nos documentos internacionais, nacionais e estaduais concernentes à desertificação; inclusive, há demonstrações qualitativas da eficiência da política governamental baiana relativa ao processo de desertificação. As ideias políticas, as discussões em torno da desertificação, apontam relações que dão formas à degradação das terras secas e essas podem ser apreendidas nos discursos midiáticos acerca do tema. O capítulo 3, ainda, sintetiza a abordagem de um jornal estadual em meio digital sobre o processo de desertificação e denota a qualidade, quantidade das informações veiculadas e desmembramentos.

Os estados ambientais do polo regional de Jeremoabo, com a demonstração das vulnerabilidades e da degradação, são tratados no quarto e último capítulo. A análise da paisagem, com a expressão das relações definidoras de formas e conteúdos regionais, pautou-se em informações bibliográficas, cartográficas, técnicas de sensoriamento remoto e levantamentos de dados em campo. Nesses buscou-se entender as relações empreendidas na região, que pressionam o ambiente e geram estados ambientais. As propostas percorridas no capítulo 1, sobre o uso e cobertura da terra, resultaram na elaboração, interpretação do mapa e uso e cobertura da terra e a aplicação desse como indicador ambiental da desertificação. A alteração da biomassa e as especificações da vulnerabilidade ambiental ao processo de desertificação foram definidas e discutidas no

item concernente à aplicação do índice de vegetação como indicador ambiental. Nele foram interpretados mapas sobre a densidade da biomassa em um período sazonal e multitemporal, bem como a integração dessas informações a partir da técnica de modelagem *fuzzy*. O estudo da vulnerabilidade ambiental ao processo de desertificação, baseada em dados sociais e econômicos, indicaram a evolução demográfica e produtiva na região e as inferências sobre a pobreza da população. São indicadores importantes, por explicitar medidas de enfrentamentos ao processo de degradação ambiental. A integração de dados para a representação da degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo mostraram forças motrizes e pressão que configuram estados do meio ambiente. Há indicações que apontam para o rompimento do equilíbrio ambiental, visíveis em impactos próprios dos ambientes em processo de desertificação.

2 ABORDAGEM SOBRE O MEIO AMBIENTE E O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO

A notoriedade global da discussão em torno dos problemas ambientais contribuiu com os questionamentos relacionados aos limites da exploração do ambiente. Em 1962, Rachael Carson (2010) publicou o livro *Primavera silenciosa* com relatos de desastres ambientais em todo o mundo, oriundos, essencialmente, das atividades industriais e agrícolas (uso de agrotóxicos no controle de pragas). Os movimentos ambientalistas ansiavam alterações no comportamento social e a elaboração de normas e leis ambientais mais rígidas (DIAS, 1991); a discussão acerca do processo de desertificação ganhou proporções internacionais. Como consequência, ampliou-se as formas de conceber e estudar o ambiente.

Em relação ao processo de desertificação, o amadurecimento teórico e conceitual ambientais, ligados às técnicas, possibilitou o aperfeiçoamento metodológico, que se expressam nos resultados da pesquisa. Por isso, neste capítulo, discute-se: conceitos e as categorias de análise referentes ao meio ambiente e à paisagem; a desertificação como um problema que aflige populações das terras secas; o porquê de se estabelecer indicadores ambientais de desertificação, entre os quais, uso e cobertura da terra, índice de vegetação, indicadores sociais e econômicos.

2.1 Meio ambiente, vulnerabilidade e planejamento: conceitos, categorias e temas norteadores

A partir do meado do século XX, a compreensão da crise ambiental global gerou inquietações sobre as análises da relação dos indivíduos da sociedade entre si e entre os demais componentes do meio. Com os debates em torno desse assunto, produziu-se ideias de que a problemática ambiental é resultante de contradições ecológicas, econômicas, políticas e sociais engendradas pelo pensamento ambiental científico moderno (LEFF, 2007). O conhecimento pautado em uma hiperespecialização científica, pela qual fragmentou o ambiente (CAMARGO, 2008) a ponto de exteriorizar desse os processos econômicos, sociais, técnicos e culturais (LEFF, 2007), foi um fator indutor de apropriação dos componentes ambientais como recurso para o progresso econômico, com o objeto de

consumo (MENDONÇA, 2012). Recorrentemente, descrevia-se o ambiente pelo quadro natural, individualizava-se os componentes, entendidos como: relevo, clima, vegetação, hidrografia, fauna, e flora, dissociado-os das sociedades humanas (MENDONÇA, 2002).

Diante da crise ambiental global (LEFF, 2007, 2009; PORTO-GONÇALVES, 2006, 2011; MENDONÇA, 2012), alguns questionamentos são pertinentes: Quais fatores contribuem para definir conceitos, métodos, resultados e análises das pesquisas científicas? Que categorias de análise são apropriadas para os estudos ambientais integrados e preocupados em avaliar os estados ambientais das terras secas?

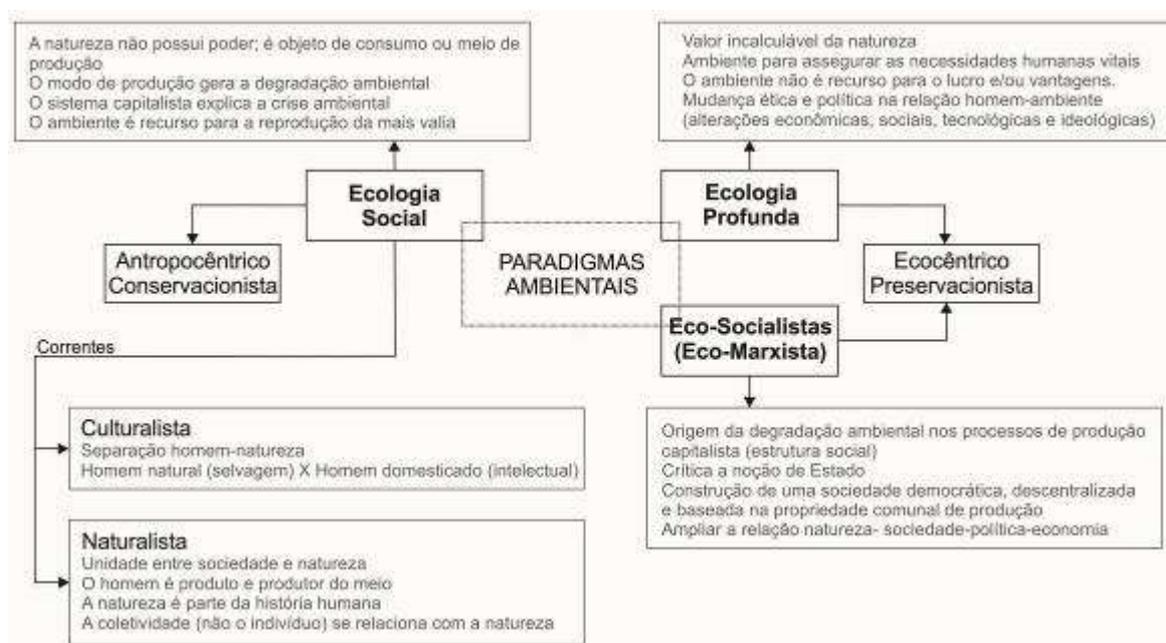
As discussões ambientais recentes que emergiram no cenário de crise vivenciado pós Segunda Guerra Mundial contribuíram para constatar o cenário de contradições da relação sociedade e meio. Contudo, atribuíram concepções diferenciadas para as causas e consequências dos problemas ambientais e, em decorrência, de conceber o meio ambiente, oriundas dos valores intrínsecos aos paradigmas ambientais. Diegues (2008) abordou as principais escolas atuais do pensamento ambiental e destacou a Ecologia Profunda, Ecologia Social e Eco-Socialismo/Marxismo (Figura 1).

A Ecologia profunda tem um caráter preservacionista extremo e atribui um valor incalculável para a natureza, a ponto de especificar que a relação do ser humano com os demais componentes do ambiente deve, apenas, assegurar os processos humanos vitais e não desencadear o lucro e/ou vantagens (Figura 1). A Ecologia Social possui uma linha preservacionista e manifesta que a origem da degradação ambiental encontra-se nos processos de produção capitalista. Com isso, é preciso ampliar a visão da natureza e sociedade, da relação entre elas, da política, economia e das estruturas sociais – pois são nos âmbitos delas que se encontram os desequilíbrios ambientais (Figura 1). O Eco-Socialismo/Marxismo é de essência conservacionista e defende que a degradação ambiental tem sua gênese no modo de produção; assim, a discussão desenvolve-se na explicação do sistema capitalista, no qual o patrimônio ambiental é considerado como recurso e uma mercadoria essencial para a reprodução da mais valia (Figura 1).

Existe uma infinidade de perspectivas conceituais para o meio ambiente, que se originam, por conseguinte, das concepções filosóficas, epistemológicas, atribuições profissionais e outras. Arriscar-se no entendimento das discussões é importante, haja vista que fornece informações referentes às práticas e aos discursos, novas formas de organização, amplia os direcionamentos e as intermediações políticos (ROCHA, 2006).

Sabe-se que a discussão sobre o substantivo ambiente e o adjetivo ambiental hoje é alvo de modismo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Figura 1 – Paradigmas ambientais recentes



Fonte: Diegues, 2008

Elaboração: Israel de Oliveira Jr, 2014

O debate e estabelecimento de conceitos, neste caso de meio ambiente, são fundamentais para as pesquisas acadêmicas, porque orientam os procedimentos, resultados e análises delas e podem alcançar as políticas, as ações empresariais, os movimentos ambientalistas, o processo de ensino e aprendizagem do ensino básico e outros. Ainda, não é uma tarefa simples, pelo fato de ser um objeto de investigação amplo e apropriado por diferentes disciplinas, constituindo-se em um tema multi, inter e transdisciplinar.

Uma ideia destacável é de que a concepção de meio ambiente não se resume, somente, à natureza, nem a fauna e flora isolados; mas possui relações de interdependência com e entre os fatores sociais, econômicos, culturais, físicos, químicos e bióticos dos meios (VEYRET, 2001). Destarte, assume-se a conceituação de meio ambiente como a materialização dos processos interativos entre os componentes físicos, biológicos e humanos no espaço, com possibilidades de exercer efeitos à humanidade e aos elementos biofísicos. Esta concepção distingue-se, por exemplo, da conceituação de meio ambiente na legislação brasileira (Lei Federal nº 6.938/81): “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” (BRASIL, 1981), que demarca uma ideia limitante do ambiente (física, química e biológica), ao excluir os processos sociais e contribuir para uma noção de recurso e condicionamento da vida: permite, abriga e rege.

Na pesquisa sobre o meio ambiente, inúmeras categorias de análise ambiental podem ser empregadas para qualificar e quantificar o seu estado. Cada uma delas menciona ou dá maior enfoque a uma característica peculiar dos sistemas ambientais, indica o grau de comprometimento ambiental a determinado fenômeno, possui métodos específicos de investigação com a seleção de procedimentos analíticos qualitativos e/ou quantitativos.

As terminologias comumente empregadas nos estudos sobre o meio ambiente referem-se ao perigo, risco, suscetibilidade, vulnerabilidade e outros. Porém, entre a comunidade científica não há definições universais para os termos assinalados, ora com apresentações de significados semelhantes, ocorrendo em uma confusão conceitual. No quadro 1, pode-se constatar definições distintas para os mesmos termos.

Sobre a questão do risco, as literaturas associam-no, comumente, à percepção populacional frente à ocorrência de um fenômeno ambiental incerto e com efeitos adversos. Portanto, a probabilidade de instalação de um determinado processo, que causa impactos ambientais negativos, poderá ser avaliada por meio da categoria de análise risco se os indivíduos ativos e/ou passivos ao mesmo tiverem consciência da ameaça do problema.

Em relação à vulnerabilidade, não há uma determinação sólida das bases conceituais. Alheiros (1996) afirmou que a análise da vulnerabilidade está vinculada às medições de perdas econômicas relacionadas ao provável acontecimento, no entanto:

[o] estudo da vulnerabilidade ambiental ainda não dispõe de uma sistemática consagrada, ou de modelos aplicáveis às diferentes situações. O cálculo das perdas potencialmente envolvidas nas áreas sujeitas a acidentes demanda informações sobre o valor de áreas ocupadas ou ermas, em termos monetários, o que ainda não é facilmente mensurável (ALHEIROS, 1996, p. 2)

Wilches-Chaux (1989) apontou que a vulnerabilidade é um sistema dinâmico, com origens na interação de diversos fatores internos e externos, constituindo em uma vulnerabilidade global, subdividida em: vulnerabilidade cultural, ecológica, econômica, educativa, física, ideológica, institucional, natural, política, social e técnica.

Quadro 1 – Definição conceitual de categorias de análise ambiental

(continua)

Autor	Termos		
	Risco	Perigo	Vulnerabilidade
Augusto Filho, 2001 apud Castro et al., 2005	Uma medida de probabilidade e severidade de um efeito adverso para a saúde, propriedade ou ambiente. Risco é geralmente estimado pelo produto entre a probabilidade e as consequências. Entretanto, a interpretação mais genérica de risco envolve a comparação da probabilidade e consequências, não utilizando o produto matemático entre os dois termos para expressar os níveis de risco	Uma condição com potencial de causar uma consequência desagradável. Alternativamente, o perigo é a probabilidade de um fenômeno particular ocorrer num dado período de tempo	O grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro de uma área afetada pelo processo considerado. Ela é expressa em uma escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Para propriedades, a perda será o valor da edificação; para pessoas, ela será a probabilidade de que uma vida seja perdida, em um determinado grupo humano, que pode ser afetado pelo processo considerado
Castro, 2000	El concepto incluye la probabilidad de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico y la valoración por parte del hombre en cuanto a sus efectos nocivos (vulnerabilidad). La valoración cualitativa puede hacerse cuantitativa por medición de pérdidas y probabilidad de ocurrencia ¹	Peligro es la ocurrencia o amenaza de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico. Esta definición de peligro se refiere al fenómeno tanto en acto como en potencia. ²	--
Cardona, 2001	Potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la convolución de la amenaza y la vulnerabilidad. Así, el riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto período de tiempo ³	--	Factor de riesgo interno que matemáticamente está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema expuesto sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza ⁴

¹ O conceito inclui a probabilidade de ocorrência de um acontecimento natural ou de origem humana e da avaliação por parte do homem quanto aos seus efeitos nocivos (vulnerabilidade). A avaliação qualitativa pode ser feita por medições quantitativas de perda e probabilidade de ocorrência (tradução nossa).

² Perigo é a ocorrência ou ameaça de ocorrência de um acontecimento natural ou antrópico. Esta definição de perigo se refere ao fenômeno, tanto em ação quanto em potência (tradução nossa).

³ Perdas potenciais que podem ocorrer ao sujeito ou ao sistema exposto, resultante da coevolução da ameaça e da vulnerabilidade. Assim, o risco pode expressar-se matematicamente como a probabilidade de exceder um nível de consequências econômicas, sociais ou ambientais em alguma área e durante um determinado período de tempo.

⁴ Fator de risco interno que se expressa matematicamente como a possibilidade do sujeito ou o do sistema exposto ser afetado pelo fenômeno que caracteriza a ameaça.

Quadro 1 – Definição conceitual de categorias de análise ambiental

(conclusão)

Autor	Termos		
	Risco	Perigo	Vulnerabilidade
Organização das Nações Unidas, 1984	Grado de pérdida previsto debido a un fenómeno natural determinado y en función tanto del peligro natural como de la vulnerabilidad ⁵	La probabilidad de que se produzca, dentro de un período determinado y en una zona dada, un fenómeno natural potencialmente dañino ⁶	--
Veyret, 2007	Percepção de um perigo possível, mas ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele	Emprega-o também para definir as consequências objetivas de uma álea ⁷ sobre um indivíduo, um grupo de indivíduos, sobre a organização do território ou sobre o meio ambiente. Fato potencial e objetivo	Magnitude do impacto de uma álea sobre os alvos. A vulnerabilidade mede os impactos danosos dos acontecimentos sobre os alvos afetados. A vulnerabilidade pode ser humana, socioeconômica e ambiental
Wilches-Chaux, 1989	Cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a esse fenómeno ⁸		La incapacidad de una comunidad para “absorber”, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su “inflexibilidad” o incapacidad para adaptarse a esse cambio, que para la comunidad constituye, por las razones expuestas, un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad ⁹

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

⁵ Grau de perda previsto devido a um fenômeno natural determinado e em função do perigo natural e da vulnerabilidade (tradução nossa).

⁶ A probabilidade de ocorrer, dentro de um determinado período em uma determinada área, um fenômeno natural potencialmente prejudicial (tradução nossa).

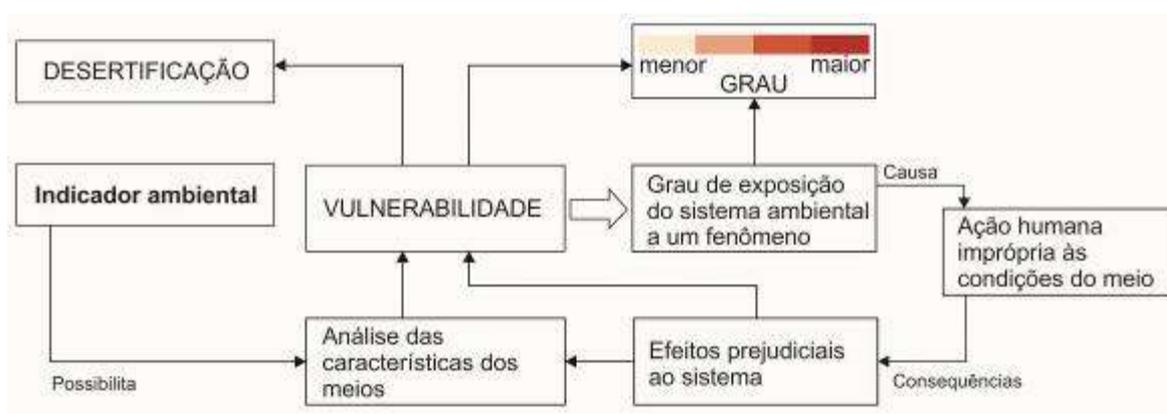
⁷ Segundo Veyret (2007, p. 24) a álea é um “acontecimento possível; pode ser um processo natural, tecnológico, social, econômico, e sua probabilidade de realização. Se vários acontecimentos são possíveis, fala-se de um conjunto de áleas. O equivalente em inglês é *hazard* (para definir a álea natural). Alguns autores utilizam o termo ‘perigo’, especialmente quando se trata de riscos tecnológicos”.

⁸ Qualquer fenômeno de origem natural ou humano que ocasione mudanças no meio ambiente ocupado por determinada comunidade, a qual é vulnerável ao fenômeno indicado (tradução nossa).

⁹ A incapacidade de uma comunidade “absorver”, mediante ao autoajuste, os efeitos de uma determinada mudança no meio ambiente, ou sua “inflexibilidade” ou incapacidade para adaptar-se a mudança, que para a comunidade constitui, devido ao exposto, um risco. A vulnerabilidade determina a intensidade dos danos produzidos pela ocorrência efetiva dos riscos sobre a comunidade.

Neste trabalho, entendeu-se como vulnerabilidade ambiental o grau de exposição do sistema ambiental a um determinado fenômeno, oriundo das ações humanas impróprias às condições do meio, com efeitos prejudiciais aos sistemas, determinados a partir da análise das características dos meios biofísicos e socioeconômicos (Figura 2). A aplicação de indicadores ambientais possibilita a avaliação das características da paisagem, elucidando respostas frente aos questionamentos sobre a degradação ambiental, a exemplo da desertificação (Figura 2). Alguns fatores contribuem para ampliar a vulnerabilidade ambiental à desertificação, como: irregularidade das chuvas, solos rasos, pedregosos e suscetíveis à erosão, fragmentação e estratificação vegetal, insuficiência e/ou ineficiência dos serviços sociais de atendimento à população, pobreza, analfabetismo, desemprego e outros. Determina-se o grau de vulnerabilidade ambiental por uma escala numérica, a qual indica menor ou maior probabilidade de ocorrência do problema.

Figura 2 – Esquema ilustrativo da definição conceitual de vulnerabilidade ambiental à desertificação



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

No cenário de vulnerabilidades ambientais em diferentes escalas geográficas, o planejamento ambiental ganhou conotações fundamentais para enfrentar problemas como a desertificação. A ideia de planejamento remete ao futuro, como forma de “tentar prever a evolução de um fenômeno, explicitar intenções de ação, estabelecer metas e diretrizes” (SOUZA, 2006, p. 149). Em relação ao planejamento com o adjetivo *ambiental*, visa-se aliar uso à potencialidade, vocação e capacidade de suporte, para a promoção da sustentabilidade. Com isso, indica alterações no uso do patrimônio ambiental aceitáveis para as populações, proteção das unidades ambientais e planos de manejo a partir da identificação da fragilidade e potencialidade dos meios, da espacialização das ocupações,

atividades e ações (SANTOS, 2004). Alguns recursos podem ser utilizados para o planejamento, a exemplo das cartas de vulnerabilidade, espacialização e análise de dados e informações socioeconômicos, conforme propostos neste trabalho.

2.2 Desertificação: discussão conceitual, métodos de estudo, causas e consequências e indicadores ambientais

O processo de desertificação é percebido por populações mundiais há anos. A exploração insustentável dos ambientes com clima seco contribuiu para o declínio de civilizações antigas, como a dos Sumérios e Babilônicos (HARE et al., 1992). No entanto, foi no ano de 1949 que o francês Aubreville advertiu sobre os danos ambientais ocasionados pela apropriação humana das regiões secas da África, nomeando o processo consequente como desertificação. A partir desse período até a segunda metade do século passado, foram realizadas pesquisas esporádicas no intuito de se estabelecer as causas e consequências da intensa pressão ambiental em locais de clima árido, semiárido e subúmido seco.

Muitos estudiosos, políticos e agentes sociais notaram a necessidade de obter um maior nível de informações a respeito da desertificação a partir da periodicidade de secas acentuadas em determinadas áreas geográficas mundiais, que intensificavam a rusticidade e deterioração ambiental, com impactos na sociedade e economia (BRASIL, 2005). Nos estudos realizados, constataram que as consequências da degradação ambiental – muitas vezes associadas ao prolongamento das estiagens pluviométricas – eram dramáticas, pois reduziam a produtividade agropecuária com perdas irremediáveis, ocasionavam propagação da fome, dizimavam animais, comunidades vegetais e população local (como ocorrido no Sahel entre os anos de 1967 e 1976) e aumentava o fluxo migratório (SALES, 2003b).

A discussão sobre a relação da seca com a ação humana e o processo de desertificação iniciou-se de modo mais intenso a partir dos anos de 1960 (PACHÊCO et al., 2006), originando, no ano de 1977, na primeira Conferência das Nações Unidas sobre a Desertificação, em Nairobi – Quênia (VERDUM et al., 2001); esse encontro é considerado o marco dos estudos do referido processo. Entre os principais resultados obtidos na conferência pode-se citar: a identificação das áreas com suscetibilidade à desertificação e a

conceituação do processo como a diminuição ou destruição do potencial biológico da terra, ocasionando na formação de desertos. A ideia central estabelecida pela conceituação era que a desertificação originava desertos e que não haveria medidas para revertê-la (SALES, 2003b). Com isso, realizaram-se inúmeras críticas acerca da fragilidade conceitual, visto que dificultava a caracterização do processo; da escala de ocorrência, ao afirmar que abrangia apenas as zonas áridas e semiáridas correspondentes a cerca de 15% da superfície terrestre (VERDUM et al., 2001); e da irreversibilidade da degradação. Nos anos posteriores, prosseguiram com os debates em nível mundial a respeito da conceituação, escala espaço-temporal de ocorrência, e metodologia de estudo para o estabelecimento de indicadores da desertificação.

Durante a Rio-92 – Conferência realizada na cidade de Rio de Janeiro (RJ), em 1992 – estabeleceu-se o conceito do processo, como “degradação da terra em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, inclusive de variação climática e de atividades humanas” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1997). Em relação à conceituação definida, cabe refletir sobre algumas questões, como as sintetizadas na figura 3.

Figura 3 – Esquema representativo do conceito de desertificação segundo a ONU (1997)



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

De acordo com Matallo Junior (2001), o conceito de desertificação é amplo e complexo, visto que a noção de degradação da terra concatena a investigação da qualidade

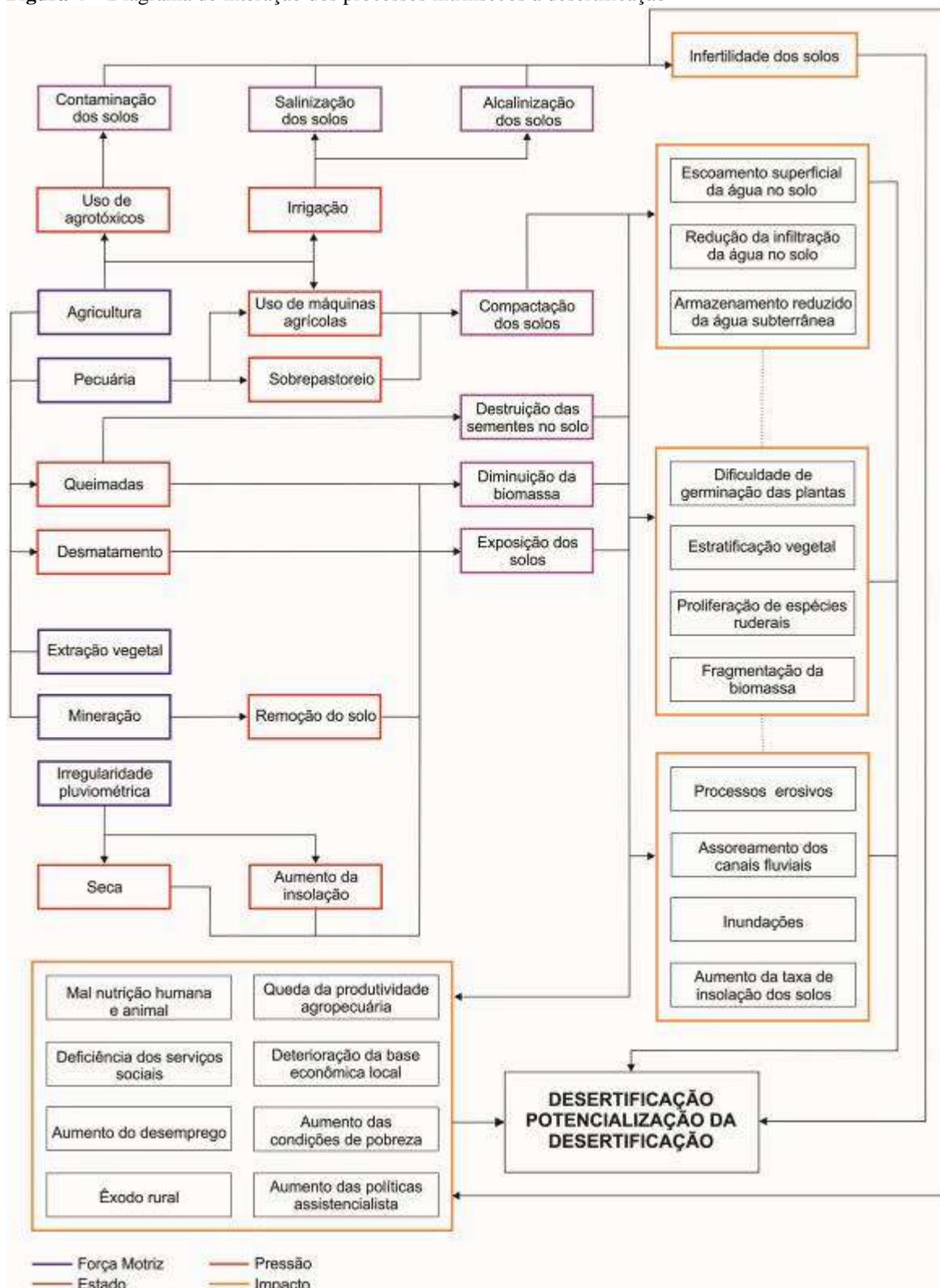
ambiental dos distintos componentes do ambiente – físicos, biológicos e sociais (Figura 3). Nesse caso, refere-se à degradação dos solos, da vegetação, dos recursos hídricos; redução da qualidade de vida da população. Logo, as investigações relativas ao processo exigem o emprego de conhecimentos produzidos pelos mais variados campos científicos, demonstrando a multi e transdisciplinaridade dos estudos (PACHÊCO et al., 2006) e a complexidade sobre a desertificação (Figura 3).

A escala de ocorrência da desertificação, segundo Organização das Nações Unidas (1997), é determinada pelo fator climático, especificamente pelo índice de aridez (Figura 3). Todavia, Andrade (1999), citado por Pachêco e outros (2006), afirmou que o índice de aridez é variável de região para região e a regularidade da distribuição das chuvas durante o ano pode influenciar em dinâmicas ambientais diferenciadas entre esses espaços. Ademais, Andrade (1999) especificou que o índice de aridez não determina a produtividade local, pois as condições ambientais aliadas ao emprego de técnicas adequadas podem favorecer a obtenção de resultados positivos da produção agropecuária e, concomitantemente, a conservação ambiental. Assim, o conceito de desertificação e sua caracterização deve se adequar às condições ambientais específicas de cada realidade estudada (PACHÊCO et al., 2006).

Uma rede de processos interativos envolve-se no desencadeamento e potencialização da desertificação, sendo que os considerados mais relevantes estão sistematizados na figura 4. As características naturais de um ambiente tornam-no mais vulnerável ao processo de desertificação, como as comandadas pelo clima, pois “quanto mais reduzida e incerta for a pluviosidade, mais elevado será o potencial de desertificação” (HARE et al., 1992, p. 18-19).

Em alguns ambientes, a influência do clima no processo de desertificação deve ser relativizada. Por exemplo, Gilbués (Piauí) – um dos principais núcleos de desertificação no Brasil – estaria fora das zonas fortemente suscetíveis à desertificação do ponto de vista climático (SALES, 1997) por localizar-se em uma faixa climática transicional, onde prevalece o clima tropical subúmido a subúmido seco (SALES, 2003b). Os fatores da desertificação em Gilbués estão estreitamente ligados à exploração do patrimônio ambiental, tendo com principais forças motrizes o cultivo de algodão, pecuária extensiva e mineração (SALES, 1997).

Figura 4 – Diagrama de interação dos processos intrínsecos à desertificação



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

O que torna um espaço mais vulnerável à desertificação é, principalmente, a pressão humana exercida a partir do uso das terras, com reflexos em todo o sistema ambiental. Sob condições de usos inadequados para os ecossistemas das terras secas, a sociedade perturba o equilíbrio de troca de água e energia (HARE et al., 1992). Por exemplo, o desmatamento pode contribuir para a acentuação da irregularidade pluviométrica local, redução e escassez generalizada da vegetação, com o aumento da superfície de solo exposto; nessas áreas os processos de erosão são mais intensos e há perdas acentuadas dos solos; os sedimentos transportados pelas águas das chuvas são depositados em cursos de água, favorecendo as inundações de áreas ribeirinhas; assim, é mais difícil a continuação da produção agrícola e pecuária, com amplas consequências sociais e econômicas, como o agravamento das condições de pobreza e deterioração da base econômica local (Figura 4). Cabe indicar que nos sistemas ambientais os fenômenos não ocorrem de forma linear como apontado anteriormente, mas esse exemplo ilustra alguns eventos intrínsecos ao processo de desertificação.

O principal fator, portanto, da desertificação é a ação humana por meio do uso inapropriado das terras, tornando “o homem simultaneamente ativo e passivo no caso da desertificação” (MONTEIRO, 2001); ou seja, ao mesmo tempo em que as práticas sociais transformam espaços, antes com potencial produtivo, em áreas desertificadas, a humanidade sofre com os efeitos dessas ações, como a diminuição da produtividade agropecuária e o aumento da insegurança alimentar (BRASIL, 2005). As causas da desertificação estão relacionadas à exploração do patrimônio ambiental pelo emprego de práticas e técnicas impróprias aos ambientes de natureza frágil, como a região semiárida brasileira; por meio dessas ações instala-se e/ou intensifica-se a degradação, que se aproxima dos limites de rompimento da capacidade de resiliência ambiental (Figura 4).

Como uma relação dialógica entre as comunidades humanas com os demais componentes do ambiente, é também a sociedade quem busca produzir ações desencadeadoras da previsão, impedimento e reversibilidade do processo de desertificação, sendo a pesquisa científica – a partir da efetivação do amadurecimento conceitual, investigativo e do monitoramento das áreas vulneráveis ou desertificadas – um caminho.

Com isso, evidencia-se a amplitude da desertificação, o que reflete na sua complexidade e na dificuldade de estabelecer indicadores para diagnosticá-la; por se tratar de degradação da terra, envolve análises da qualidade de diferentes componentes do ambiente biofísico e socioeconômico. No entanto, avaliar a desertificação de forma

integrada não é uma tarefa fácil devido à necessidade de empregabilidade de teorias, métodos e técnicas intrínsecos a diferentes campos científicos.

Além disso, as escalas de ocorrência da desertificação possuem dimensões espaciais diferenciadas e as especificidades geográficas locais e regionais influenciam de modo particular no estabelecimento do fenômeno em cada contexto espacial. Assim, os resultados obtidos no estudo do processo apresentam informações aproximadas da realidade, uma vez que “é reconhecido que todas as concepções e todas as teorias científicas são limitadas e aproximadas” (CAPRA, 2006, p. 49).

A dificuldade em estabelecer um estudo integrado da desertificação é resultado da modernidade, pois a fragmentação do conhecimento acadêmico provocou fronteiras entre as ciências que complicou a superação dos obstáculos e tornou-se complexo a determinação de indicadores universais da desertificação. Matallo Junior (2001) afirmou que as pesquisas realizadas sobre o processo ainda não possibilitaram a construção de uma metodologia unificada, bem como a determinação de indicadores universais.

Em nível mundial, os esforços para a determinação de indicadores de desertificação pós 1970 contribuíram para que determinadas organizações internacionais realizassem projetos para estimar a desertificação no planeta em diferentes escalas espaciais. Como resultado da implementação da Agenda 21 – documento elaborado na Rio-92 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1994) –, a Organização das Nações Unidas (ONU) formulou um plano de combate a desertificação em nível nacional (a ser aplicado por cada país que possui terras desertificadas ou vulneráveis ao processo) e internacional (adotado por um conjunto de países integrados regionalmente no estudo da desertificação) denominado Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), em vigor desde o ano de 1994. Entre as metas da referida convenção está o financiamento de projeto para a identificação e monitoramento do processo por intermédio da proposição de indicadores.

No continente sulamericano, destaca-se o Programa Regional de Combate à Desertificação na América do Sul que é financiado pelo Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) por meio do Fundo Especial do Governo do Japão e tem como membros a Argentina, Brasil, Chile, Bolívia, Peru e Equador. Os objetivos do programa são:

- i) mejorar la capacidad institucional en los países participantes en el combate de los problemas socio-económicos y ambientales causados por la degradación de

las tierras secas y la sequía; ii) desarrollar y aplicar el uso de indicadores regulares de desertificación; y iii) contribuir para la reducción, así como identificar los motivos que causan la degradación de las tierras secas¹⁰ (BEEKMAN, 2006, p. 21).

Algumas mobilizações foram realizadas entre pesquisadores dos países participantes para definir um sistema de indicadores para o estudo da desertificação no continente em escala nacional e local. Abraham e Maccagno (2006) listaram 72 indicadores em nível nacional e 106 em escala local – totalizando 178 que ora se sobrepõem entre nacional e local – oriundos de investigações realizadas nos países membros. Nesse caso, constatou-se que os estudos sobre a temática se distinguem no âmbito continental e, especificamente, tendem a produzir significados diferentes, impossíveis de serem comparados.

Beekmam (2006) expôs que os indicadores de desertificação têm por finalidades a análise, descrição e comunicação de realidades ambientais complexas e, portanto, de elementos que fazem parte do contexto de vida das populações em torno de áreas vulneráveis à desertificação. Os dados produzidos por meio de indicadores devem possibilitar a comparação de estados ambientais desiguais, tais como da realidade ambiental investigada e a projeção de cenários desejáveis. Como um indicador do processo de desertificação tem várias vertentes técnicas e científicas, a administração dos dados deve possibilitar organização, aplicação e rebatimento científico e político.

A Figura 5 esquematiza os elementos envolvidos na determinação de um indicador. As tendências atuais para a proposição de indicadores da desertificação são derivadas do modelo de avaliação ambiental proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Por meio dele, é possível abarcar diferentes objetivos no estudo da desertificação a partir do marco de análise: Força motriz, Pressão, Estado, Impacto, Resposta (Figura 5) e, ainda, demonstrar a importância da relação de informações nas pesquisas sobre o processo.

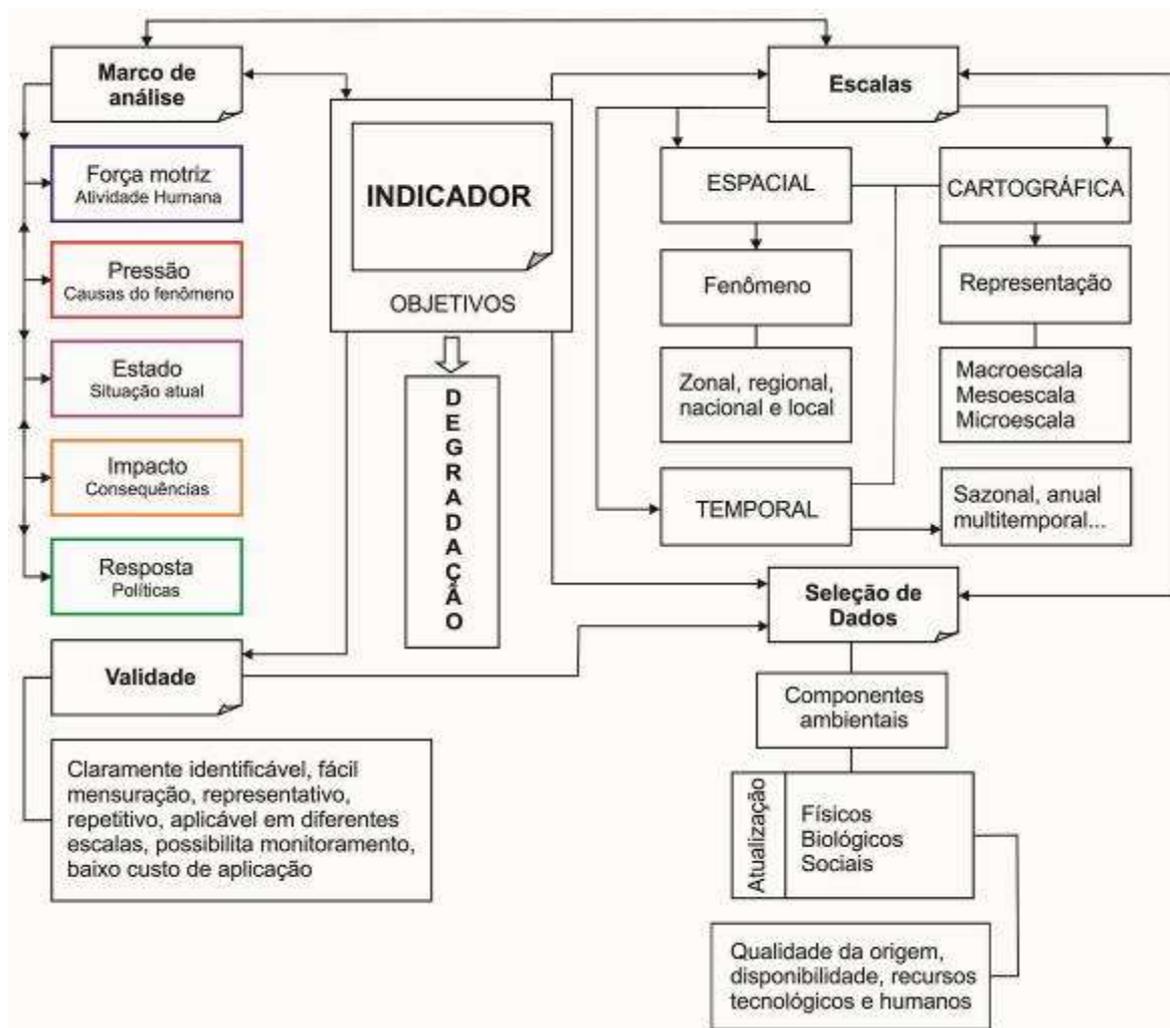
Abraham e outros (2006, p. 50) definiram que:

i) Fuerza motriz: representan actividades humanas, macro-procesos y patrones que tienen impacto sobre la desertificación; ii) Indicadores de presión: incluye los indicadores que responden a las causas del fenómeno; iii) Indicadores de

¹⁰ i) melhorar a capacidade institucional nos países participantes do combate aos problemas socioeconômicos e ambientais causados pela degradação das terras áridas e secas; ii) desenvolver e aplicar o uso de indicadores regulares de desertificação; e iii) contribuir para a redução, assim como identificar os motivos que causam a degradação das terras secas (tradução nossa).

estado: aquellos indicadores que describen el estado de desertificación en un momento dado de tiempo; iv) Indicadores de impacto: se incluyen aquellos indicadores que indican las consecuencias de la degradación de las tierras; v) Indicadores de respuesta: indican la respuesta de la sociedad y/o medidas políticas frente al problema de la desertificación.¹¹

Figura 5 – Esquema para a determinação de um indicador de desertificação



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

De acordo com esse marco de análise, percebeu-se a inter-relação dos processos e indicadores da desertificação (Figura 5). As atividades humanas geram danos ambientais que afetam o estado atual do ambiente e ocasionam efeitos ao meio biofísico e

¹¹ i) Força motriz: representa as atividades humanas, macro-processos e padrões que geram impacto sobre a desertificação; ii) Indicadores de pressão: incluem os indicadores que apontam as causas do fenômeno; iii) Indicadores de estado: os indicadores que descrevem o estado de desertificação em um dado momento temporal; iv) Indicadores de impacto: incluem-se indicadores que mostram as consequências da degradação das terras; v) Indicadores de resposta: indicam a resposta da sociedade e/ou medidas políticas frente ao problema da desertificação (tradução nossa).

socioeconômico; o estudo das situações anteriores orienta a elaboração e operacionalização de políticas públicas para mitigar e reverter problemas correspondentes a qualquer um dos elementos envolvidos no processo de desertificação.

Assim, se o indicador for bem escolhido e aplicado, pode-se representar a rede de causalidades em torno da desertificação. Para determinar um indicador é preciso considerar as escalas temporais e espaciais de análise, a abrangência e a representação do processo. A desertificação possui múltiplas dimensões espaço-temporais, forças motrizes e estados ambientais diferenciados, com a constituição de impactos distintos em intensidades e em formas.

A escala espacial está relacionada com a delimitação da área de abrangência do fenômeno, a qual poderá ter uma dimensão zonal, regional, nacional ou local. Conforme a complexidade do estudo da desertificação – acordadas com as investigações sobre as forças motrizes, pressão, estados ambientais, impactos e respostas –, as origens e os limites do processo são dinâmicos e, por isso, as investigações pressupõem a utilização de multiescalas espaciais (Figura 5).

O monitoramento da desertificação correlaciona-se com a delimitação temporal. A análise do estado da desertificação presume estudos em diferentes intervalos de tempo, uma vez que o estado atual é produto de ações humanas pretéritas e contemporâneas que terão rebatimentos futuros. A avaliação em faixas temporais distintas possibilita indicar resultados mais confiáveis para o reconhecimento do problema, projeção de cenários e adoção de medidas preventivas, mitigadoras e revertedoras eficientes.

No que se refere à representação, a escala cartográfica deve ajustar-se à abrangência espacial do fenômeno e ao nível de detalhamento que se pretende descrever. Rosa (2004, p. 31) afirmou que “a escolha da escala [cartográfica] é determinada em função da finalidade do mapa e da conveniência da escala. Assim, pode-se dizer que o primeiro item determina a escala e o segundo, a construção do mapa”. Os resultados obtidos pela aplicação dos indicadores de desertificação podem ser mapeados em diferentes grandezas de detalhes, ilustrando o fenômeno em variadas dimensões espaciais, acordadas com o objetivo do estudo e com a disponibilidade dos dados (Figura 5).

Como o estudo da desertificação é cercado por complexos e numerosos processos ambientais, é preciso que a seleção dos dados esteja em conformidade com o indicador empregado, objetivo proposto na pesquisa, abrangência temporal e espacial do fenômeno, representação cartográfica e capacitação técnica e científica dos pesquisadores envolvidos.

Além disso, a qualidade das fontes de dados, sejam elas secundárias ou primárias, é um fator primordial na obtenção dos resultados (Figura 5).

Em relação à validação de um indicador, Navone e outros (2006, p. 105-106) abordaram que precisa:

ser claramente identificable, fácil de medir, representativos, asegurar repetitividad, válido en todas o por lo menos la mayoría de las escalas de estudio, en lo posible disponer de series temporales. Es muy importante resaltar que la recolección de la información no debe ser ni difícil ni costosa con el fin de involucrar a los actores locales¹².

Diante do exposto, confirmou-se a tese de que a definição de um indicador de desertificação não é uma tarefa fácil pelo fato de envolver pesquisas adequadas à obtenção, seleção, análise e exposição de dados e informações produzidos por diferentes disciplinas científicas. Ademais, a representação do fenômeno pode ser revelada de forma simplória devido à qualidade dos dados coletados e/ou das interpretações feitas. Por outro lado, há a necessidade dos indicadores simplificarem a representação do fenômeno, sem perder as conexões e interdependências que governam o sistema e de que eles sejam transparentes, satisfaçam os objetivos e tenham sua eficácia provada cientificamente (BEEKMAN, 2006) – Figura 5.

No Brasil, as pesquisas sobre o processo remontam à década de 1970, quando Vasconcelos Sobrinho publicou a tese *Núcleos de desertificação no polígono das secas*. Esse estudo realizou-se no nordeste semiárido brasileiro e identificou seis pontos de referências designados de áreas-piloto (MATALLO JUNIOR, 2001), localizados nos estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte. As escalas espaciais deste estudo foram pontuais e, inicialmente, fomentavam pesquisas para elucidar dúvidas referentes ao processo. O aprofundamento dos estudos por Vasconcelos Sobrinho em algumas áreas-piloto demonstrou que a principal causa da desertificação é a substituição das formações vegetais do bioma caatinga pela agricultura, pecuária, mineração, extração de argila, madeira e lenhas (BRASIL, 2005).

Desde a década de 1970 até os dias atuais, inúmeros trabalhos referentes ao estado da desertificação no nordeste do Brasil foram desenvolvidos. Sales (2003a) realizou uma

¹² ser claramente identificável, fácil de medir, representativo, assegurar repetitividade, válido em todos ou pelo menos a maioria das escalas de estudo, se possível disponível em séries temporais. É muito importante notar que a coleta de informação não deve ser difícil nem de custo elevado para envolver os atores locais (tradução nossa).

pesquisa sobre as principais obras relacionadas ao assunto em âmbito nacional e ressaltou, pelas contribuições epistemológicas e metodológicas, as de Ab'Saber (1977), Conti (1995), Nimer (1980, 1988), Rodrigues e outros (1992) e Vasconcelos Sobrinho (1974, 1978a, 1978b, s/d). No referido trabalho, construiu-se um quadro com as escalas de estudos, procedimentos metodológicos e indicadores adotados pelos autores citados, pelo qual se concluiu que há divergências entre as metodologias. Além disso, Sales (2003a) apontou que a dificuldade de compreensão e abordagem do problema refere-se à inadequação entre escala de trabalho e métodos propostos. Para que as especificidades de cada área sejam reconhecidas, é recomendável a produção de diagnósticos precisos e, para tanto, sugeriu que:

os trabalhos realizados para grandes áreas, em âmbito regional, a análise climatológica, como, por exemplo, tendências, ciclicidade, variabilidade, índices de aridez e técnicas ligadas ao uso de sensoriamento remoto, tais como medidas de reflectividade, índice de vegetação, umidade do solo, entre outras, parecem ser os que oferecem resultados mais próximos à realidade e compatíveis com a escala proposta. Já os trabalhos desenvolvidos em escala local, poderiam ser orientados para a realização de estudos microclimáticos, de degradação de solos, dinâmica de vegetação, produção de biomassa, uso da terra, estrutura fundiária, densidade de população, produtividade agropecuária etc. (SALES, 2003a, p. 15).

Schenkel e Matallo Junior (1999), no âmbito das atividades da UNESCO/Brasil, publicaram um trabalho sobre os indicadores de desertificação na América Latina e Caribe e propuseram 19 indicadores subdivididos em de situação e de desertificação (Quadro 2). Os autores explicaram que os indicadores de situação são relativos ao clima, sociais e econômicos e tem a finalidade de caracterizar a amplitude do fenômeno (SCHENKEL e MATALLO JUNIOR, 1999), que se aproximam das definições de força motriz e pressão estabelecidas no marco de análise proposto na figura 5. Os indicadores de desertificação são aqueles que podem reconhecer o fenômeno em nível biofísico e referem-se à vegetação, solos e recursos hídricos (SCHENKEL; MATALLO JUNIOR, 1999) e, nesse caso, especificam o estado e impactos ambientais da área analisada.

Em 2001, Matallo Junior publicou um trabalho revisando procedimentos metodológicos empregados no estudo do processo em nível nacional e continental e questionou a grande quantidade de indicadores catalogados, o que inviabiliza a pesquisa sobre a desertificação. Cabe ressaltar que, mesmo com a quantidade de indicadores de desertificação, as investigações realizadas em diferentes locais, inclusive no Brasil, têm

contribuído para o amadurecimento teórico e metodológico do referido problema e a formulação de políticas públicas específicas para combater o processo.

Quadro 2 – Indicadores de situação e de desertificação proposto por Schenkel e Matallo Junior (1999)

Indicadores de situação	Clima	Precipitação
		Insolação
		Evapotranspiração
	Sociais	Estruturas de idades
		Taxa de mortalidade infantil
Nível educacional		
Econômico	Renda per capita	
Outro	Uso do solo agrícola	
Indicadores de desertificação	Biológicos	Cobertura vegetal
		Estratificação da vegetação
		Composição específica
		Espécies indicadoras
	Físicos	Índices de erosão
		Redução da disponibilidade hídrica
	Econômicos	Uso do solo agrícola
		Rendimento dos cultivos
		Rendimento da pecuária
	Outro	Densidade demográfica

Fonte: Schenkel e Matallo Junior, 1999

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

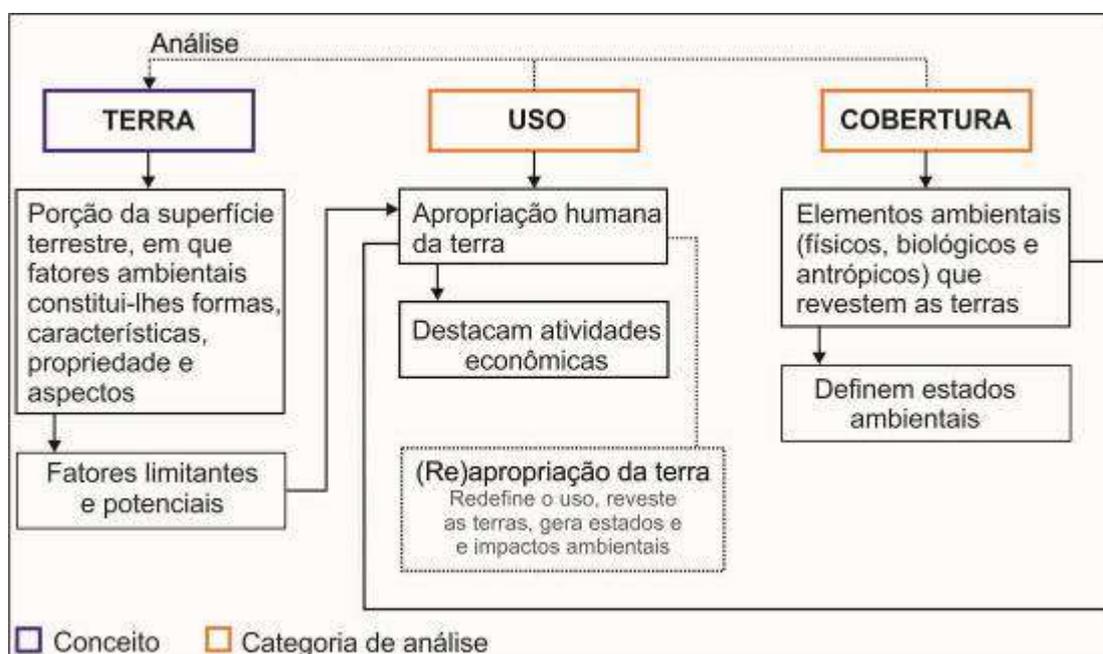
2.2.1 Uso e cobertura da terra como indicador de desertificação

O mapeamento de uso e cobertura da terra possui importância no estudo ambiental, pois possibilita identificar e interpretar as formas dos objetos, as atividades humanas predominantes, as práticas e técnicas utilizadas na apropriação do ambiente e as consequências resultantes, subsidiar o planejamento ambiental e outros. O processo de elaboração do mapa de uso e cobertura da terra é norteado pelo que se entende sobre terra, uso e cobertura – conceito e categorias de análises sistematizados na figura 6. Define-se como terra a porção da superfície terrestre em que fatores ambientais (físicos, biológicos e sociais) constituem-lhes formas, características, propriedades e aspectos predominantes, potenciais e limitantes para a exploração humana, as quais podem ser distinguidas pelas formas, atividades exercidas e qualidades decorrentes da exploração humana (Figura 6).

Para o estudo da terra, duas categorias de análise são fundamentais: a de uso e cobertura. O uso é a apropriação humana da terra, com objetivos diversos (habitação, lazer, lucro, sobrevivência etc.), onde se destacam as atividades econômicas devido à intensa incorporação de áreas ao processo produtivo, transformando as terras e os elementos que a

formam em recurso (Figura 6). A cobertura são os elementos ambientais (físicos, biológicos e sociais) que revestem as terras, pelos quais se distinguem os usos, intensidade de exploração, vulnerabilidades a determinados problemas, potencialidades sociais e econômicas, estados e impactos ambientais, entre outros (Figura 6). Neste trabalho optou-se por conceituar a ocupação das terras como o processo pelo qual a sociedade se (re)apropria das terras, (re)define usos, as reveste de formas necessárias e provenientes das atividades hegemônicas. A reapropriação das terras pode constituir-se em forças motrizes geradoras de impactos ambientais, oriundos da qualidade ambiental resultante.

Figura 6 – Esquema ilustrativo do conceito de terra e categorias de análise uso e cobertura



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Os impactos oriundos da apropriação das terras ao longo do século passado geraram inquietações nas comunidades científicas e políticas mundiais, que estabeleceram o mapeamento de uso e cobertura da terra essencial para o planejamento de atividades humanas. Os primeiros estudos a respeito dessa questão remontam à década de 1910 e o trabalho de Sauer (1919) é considerado o marco inicial. Nesse, os inventários referentes aos modos e graus de utilização da terra, principalmente com fins econômicos, eram realizados em pequenas áreas por meio de levantamento de campo e sistematizados em mapas de grande escala cartográfica, com a categorização das atividades significantes em

usos adequados e inadequados; demonstração das potencialidades e deficiências das atividades produtivas para fins de planejamento regional (LUCHIARI, 2006, 2008).

Outros trabalhos foram realizados para fins de levantamento do uso e cobertura da terra, como relatou Luchiari (2006, 2008), sendo destacáveis as atividades do âmbito da Comissão de Utilização da Terra (criada em Lisboa, em 1949, pela União Geográfica Internacional – UGI), com o propósito de promover o mapeamento do uso da terra do globo representado em uma escala cartográfica de 1:1.000.000 (KELLER, 1969). Nas investigações, utilizou-se o mesmo sistema de classificação de uso – o qual está sistematizado no quadro 3 – e realizou-se em uma escala espacial que contribuiu para a exatidão dos mapas, fundamentadas, sobretudo, em atividades de campo, com o emprego de fotografias áreas e aerofotogrametrias (KELLER, 1969).

No âmbito do estudo da União Geográfica Internacional (UGI), percebeu-se alguns problemas de operacionalização, tais como: a escala espacial de trabalho, a classificação geral (Quadro 3) para estudos detalhados e o procedimento adotado caso encontrassem, em um mesmo local, duas ou mais categorias relevantes (KELLER, 1969). Em relação à questão da classificação, sugeriu-se a adaptação às peculiaridades locais e à escala do mapa (KELLER, 1969).

No Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia (IBG) – atual Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – responsabilizou-se pelas atividades estabelecidas pela UGI; a classificação da utilização das terras foi realizada a partir da interpretação de fotografias aéreas, validadas e detalhadas por meio de exaustivos levantamentos de campo e sistematizadas em mapas de escala 1:250.000 (KELLER, 1969). Ao longo da década de 1960, os estudos acerca do uso e cobertura das terras destacaram-se no Brasil e foram auxiliados por técnicas de interpretação de fotografias aéreas nos mapeamentos e difundiram o uso das aerofotografias nas pesquisas geográficas (LUCHIARI, 2008).

Quadro 3 – Classificação do uso da terra da Comissão de Utilização da Terra da União Geográfica Internacional

(continua)

Classe	Cor (representação)	Descrição	Detalhamento
Estabelecimentos humanos e áreas associadas não agrícolas	Vermelho claro e escuro	Áreas ocupadas por cidades e indústrias	<ul style="list-style-type: none"> - Área urbana e residencial (cidades, vilas, povoados, sede de grandes estabelecimentos agrícolas) - Área industrial e de mineração (empresas em atividades, inativas, áreas reservadas à expansão industrial) - Instalação ligada ao transporte e comunicação (estradas de ferro, de rodagem, estação ferroviária, aeroportos, campos de aviação, áreas de instalação portuária etc.) - Área de utilidade pública (parques o bosques públicos, cemitérios, instalações de abastecimento de água etc.) - Área de recreação (área utilizada para esportes, colônia de férias, clube de campo etc.) - Área de serviço (destinadas a serviços de saúde, educação, culturais religiosas e de administração) - Área de serviços agrícolas (estações experimentais, hortos florestais, parques nacionais, estabelecimentos especializados, destinados à venda de mudas e sementes etc.)
Horticultura	Púrpura escura	Cultivos intensivos de hortaliças e frutas (não arbóreas). Caso as hortaliças sejam plantadas em rotação, com cultivos comuns, a área deve ser mapeada como Cultivos anuais	--
Culturas arbóreas e outras culturas perenes	Púrpura clara	Cultivos arbóreos permanentes, culturas perenes, feitas sem rotação, como o sisal	
Cultivos anuais (rotação de culturas)	Marrom claro	Monoculturas regulares; a terra permanece em descanso por pequeno período (não excedente a três anos)	--
Cultivos anuais (rotação das terras)	Marrom escuro	Ocorrência de monoculturas em pequenos períodos; as terras são deixadas em descanso por um longo tempo, a vegetação secundária cresce e após é derrubada para nova introdução da cultura	--

* As categorias de florestas podem ser distinguidas por símbolos: (p) perenifólia, (sd) semi-decídua, (d) decídua, (c) coníferas, (m) mista etc.

Quadro 3 – Classificação do uso da terra da Comissão de Utilização da Terra da União Geográfica Internacional (conclusão)

Classe		Cor (representação)	Descrição	Detalhamento
Pastagens Permanentes Plantadas ou Naturais Melhoradas		Verde claro	Pastagens plantadas, pastagens melhoradas com adubação, colagem e semeadura; as pastagens podem ser de pastoreio direto ou cortada para feno	--
Pastagens Naturais Não Melhoradas		Amarelo e laranja	Pastagens para criação extensiva; não são fertilizadas, mas é comum o uso sistemático de queimadas. Caracterizada por vegetação nativa modificada pelo pastoreio ou pela introdução de espécies ruderais	--
Floresta *	Densa	Verde escuro	Floresta onde as copas das árvores se tocam	<ul style="list-style-type: none"> - Floresta não explorada - Floresta explorada - Área reflorestada
	Aberta	Verde médio	Floresta em que as copas das árvores não se tocam e se desenvolve uma vegetação gramínea ou herbácea	
	<i>Scrub</i>	Verde Oliva	-	
	Paludosas	Verde azulado	-	
	Com Cultivos Subsidiários	Verde com pontos marrons	Florestas onde há cultivos itinerantes; as matas são derrubadas em longos períodos para cultivo	
Áreas Pantanosas (não florestais)		Azul	-	--
Terras improdutivas		Cinzeno	Áreas rochosas, areais, dunas movediças etc.	<ul style="list-style-type: none"> - Área improdutiva natural (afloramentos rochosos, acumulação de seixos, áreas arenosas etc.) - Área improdutiva artificial (decorrentes de atividades humanas, tais como: mineração, extração de argilas, pedreiras abandonadas, áreas de voçorocamento etc.)
Água		-	Áreas permanentes submersas	<ul style="list-style-type: none"> - Água corrente natural e artificial - Reservatório natural e artificial

* As categorias de florestas podem ser distinguidas por símbolos: (p) perenifólia, (sd) semi-decídua, (d) decídua, (c) coníferas, (m) mista etc.

Fonte: baseado em: Keller, 1969

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Segundo Luchiari (2006, 2008), na década de 1970, com o lançamento do Sistema *Earth Resources Technology Satellites* (ERTS) – posteriormente denominado Landsat – ocorreu uma revolução nos levantamentos de uso e cobertura da terra; iniciou-se, a partir desse período, o emprego de imagens multiespectrais nas investigações sobre as riquezas terrestres. A utilização desses produtos nas pesquisas ambientais brasileiras iniciou-se em 1973, quando o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) recebeu as imagens. Geógrafos integrantes da Divisão de Sensoriamento Remoto (DSR) da referida instituição aplicaram as imagens nos levantamentos de uso e cobertura da terra e divulgaram os resultados das pesquisas no I Simpósio de Sensoriamento Remoto, em 1978 (LUCHIARI, 2008). Algumas informações dos trabalhos publicados no mencionado evento referente ao uso e cobertura da terra estão sistematizadas no quadro 4.

Na realização dos trabalhos utilizaram imagens Landsat, aerofotografias, subsidiados por trabalhos de campo (Quadro 4). Em sua maioria empregaram a classificação automática e visual das imagens, comparada com dados de fotografias aéreas, ampliada e validada por levantamentos de campo. Os principais produtos elaborados foram os mapas de uso e cobertura da terra e de áreas florestais, com a demonstração do avanço/retrocesso do desmatamento (Quadro 4). Pela avaliação dessas pesquisas, constatou-se a utilidade das imagens de Sensoriamento Remoto nos estudos ambientais – o que repercutiu positivamente nas pesquisas posteriores – e a subjetividade das classificações. Esse fato atesta que o diagnóstico sobre o uso e cobertura da terra com o emprego dos produtos mencionados devem seguir algumas etapas, como: orientação teórica, conceitual e metodológica; ocorrência de trabalhos de campo, uma vez que determinadas informações não são obtidas apenas pela análise das imagens.

Com a difusão das técnicas de interpretação de imagens e da proliferação de sensores orbitais, inúmeros estudos passaram a ser realizados com o objetivo de verificar o uso e cobertura da terra e os estados ambientais decorrentes da apropriação humana do patrimônio ambiental. Hoje são dezenas de satélites orbitais, como apontou Jensen (2009), que produzem imagens que variam em resolução espacial, temporal, radiométrica e espectral, de potencial aplicabilidade para os estudos ambientais – a exemplo das imagens CBERS, Landsat, MODIS, distribuídas gratuitamente pela internet.

Quadro 4 – Informações sobre trabalhos referentes ao uso e ocupação das terras publicados no I Simpósio de Sensoriamento Remoto, realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no ano de 1978, em São José dos Campos

Autor	Título	Área de estudo	Procedimentos metodológicos		Principais resultados obtidos
			Materiais	Métodos	
Aspiazú; Ribeiro, 1978	Possibilidade de uso das imagens Landsat na estimativa e inventário de áreas florestais	Área central do estado de Iowa, Estados Unidos	Aerofotografia, Landsat-1 (banda 5)	Classificação não supervisionada e interpretação visual das imagens	Mapa de estimativa de áreas florestais
Garcia; Bravo; Teixeira, 1978	Vegetação atual da região Sul	Região Sul	Landsat-1 (bandas 5 e 7)	Interpretação visual das imagens	Mapa de vegetação natural; mapa de densidade de desmatamento. Para a descrição das áreas cultivadas, utilizaram referências bibliográficas e aerofotografias, devido à impossibilidade de identificá-las na imagem (escala)
Gastelois, 1978	Levantamento do uso da terra no vale do rio São Francisco, interpretação comparada de fotos aéreas e de imagens Landsat 1965/1976	Norte de Minas Gerais (municípios de Itacarambi, Janaúba, Manga, Montalvânia e Monte Azul)	Aerofotografia pancromática, Landsat-1	Classificação manual dos alvos fotografados e classificação automática da imagem Landsat	Aerofotografia pancromática (1965): mapa mais detalhado (nove classes) Landsat (1976): mapa menos detalhado (seis classes) Comparação dos mapas: verificação do desmatamento e ampliação de pastagens
Niero; Lombard, 1978	Uso de técnicas de interpretação automática na determinação de classes funcionais de uso da terra no vale do Paraíba	Vale do Paraíba, São Paulo (município de Caçapava)	Aerofotografia, Landsat-1 (banda 5 e 7)	Interpretação de fotografias aéreas e classificação visual e automática da imagem	Mapa de uso da terra a partir da técnica de classificação automática máxima verossimilhança
Novo, 1978	Análise comparativa entre fotografias aéreas convencionais e imagens do Landsat, para fins de levantamento do uso da terra	Vale do Paraíba, São Paulo (município de Taubaté)	Aerofotografia, Landsat-1 (banda 5 e 7)	Classificação visual da imagem, comparação com as fotografias aéreas	Mapa de uso da terra (dez classes) na escala de 1:250.000 Constatou que a banda 7 (Landsat-1) é mais indicada para identificar áreas de cultura de várzea; banda 5, possibilita distinguir áreas colhidas, com solo exposto, de área com culturas
Wolfenberg Jr, 1978	Utilização de imagens MSS do Landsat-2 em estudos do uso do solo	Vale do São Francisco (entre os estados da BA e PE)	Landsat-2 Aerofotografias	Classificação automática da imagem, relacionada com as fotografias aéreas	Mapa de uso da terra

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

No Brasil, as atividades do projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982) usaram pela primeira vez as imagens de sensoriamento remoto (imagens de radar) em estudos ambientais em escala nacional (IBGE, 2006). Nesse trabalho (BRASIL, 1982), realizaram-se diferentes mapeamentos do patrimônio ambiental brasileiro e produziram-se relatórios, com informações sobre feições geotectônicas, relevos, bacias hidrográficas, solos, vegetação e classificação da capacidade de uso das riquezas naturais renováveis. Em relação aos métodos utilizados no mapeamento da cobertura vegetal, baseou-se em: levantamento bibliográfico; interpretação preliminar de imagens de radar em escala de 1:250.000; operação em campo para a correlação de padrões da imagem-vegetação e detalhamento das espécies vegetais; sobrevoo relacionando imagem-ambiente e aquisição de materiais fotográficos; reinterpretação das imagens de radar. O sistema de classificação foi subdividido em: classificação fisionômico-ecológica das formações (Quadro 5) e classificação das áreas das formações pioneiras de tensão ecológica e antrópicas (Quadro 6).

Quadro 5 – Classificação fisionômica-ecológica das formações do projeto RADAMBRASIL para o bioma Caatinga

Classe de formação (fisionomia)	Subclasse de formação (ecologia-clima)	Grupo de formação (ecologia-fisiologia)	Subgrupo de formação (estrutura)	Formação (ecologia-fitoambiente)
Florestal	Estacional	Higrófita	Semidecidual	Submontana; montana
		Xerófita	Decidual	Submontana; montana
Campestre	Estacional	Xeromórfita	Savana	Arbórea Aberta; parque; gramíneo-lenhosa
		Xerófita	Estepe	Arbórea densa; arbórea aberta

Fonte: Brasil, 1982

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Quadro 6 – Classificação das áreas das formações pioneiras de tensão ecológica e antrópicas do projeto RADAMBRASIL para o bioma Caatinga

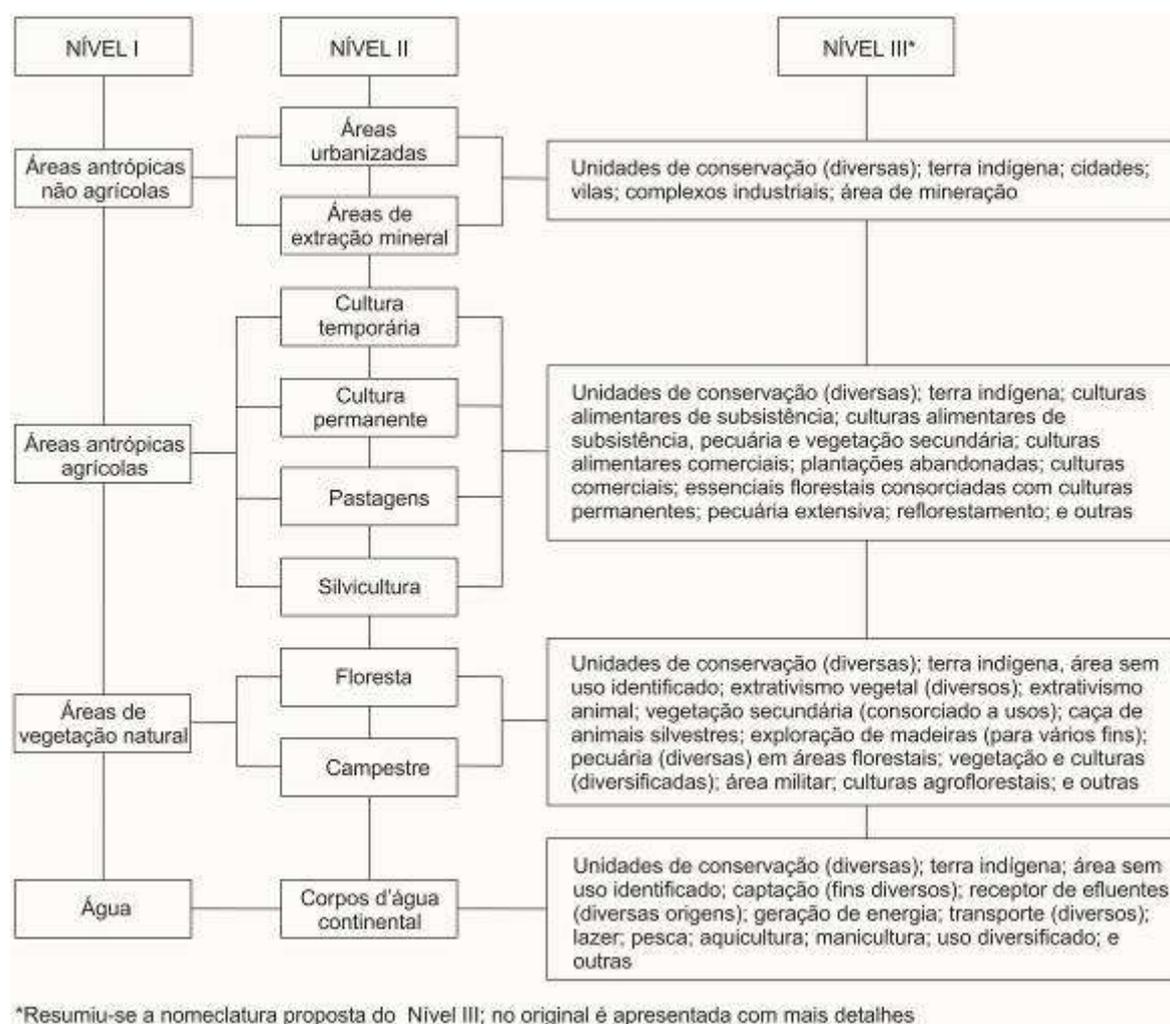
Áreas das Formações Pioneiras	Influência fluvial		Arbustiva Herbácea
Áreas de tensão ecológica	Contatos	Ecotono	Savana/estepe; savana/floresta estacional; estepe/floresta estacional; savana/estepe/floresta estacional
		Encrave	Savana/estepe; savana/floresta estacional; estepe/floresta estacional
Refúgio ecológico	Montano		-
Áreas antrópicas	Vegetação secundária		Sem palmeiras; com palmeiras
	Atividade agrícola		Reflorestamento; culturas cíclicas; pastagens

Fonte: Brasil, 1982

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Em 1999, o IBGE lançou o *Manual técnico de uso da terra*, reeditado no ano de 2006 e 2013, em que abordou uma revisão teórica, conceitual, metodológica para a realização de estudos sobre o assunto; propôs a apresentação dos resultados por meio de mapas e relatórios; indicou as classes de uso, com a afirmação de que “a terminologia necessita ser clara, precisa, não comportando sentido vago, tampouco ambíguo” (IBGE, 2013, p. 41). No referido manual (IBGE, 2013), o sistema de classificação foi definido em três níveis (Figura 7), de acordo com o detalhamento das atividades e escala espacial de trabalho, sendo que o segundo apresenta dados em escala regional e para a realização do terceiro – que particulariza os usos – são necessários intensos levantamentos de campos para o reconhecimento das classes.

Figura 7 – Classes de uso da terra propostas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)



Fonte: Adaptado de IBGE, 2013

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Em relação à cobertura vegetal das terras, o IBGE (1992; 2012) publicou o *Manual técnico da vegetação brasileira*, baseado no projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1982). Nesse material (BRASIL, 1992; 2012) são designados: i) os sistemas de classificação da cobertura vegetal, subdivido em sistema primário (vegetação natural) e sistema secundário (resultantes da intervenção humana para o uso da terra, com a finalidade de mineração, agricultura ou pecuária, com descaracterização da vegetação primária); ii) sugeridos os procedimentos metodológicos dos mapeamentos, os quais devem basear-se em interpretação de imagens ópticas – embora não aborde técnicas de interpretação dos produtos do sensoriamento remoto – e de levantamentos de campo (validação e aprofundamento do conhecimento das feições vegetais nas imagens); iii) indicadas as escalas cartográficas de apresentação dos resultados, que variam da regional (1:10.000.000) a de detalhe (1:25.000), de acordo com o objetivo do estudo; iv) e um sistema de legendas.

Diante do exposto, percebeu-se a importância ambiental dos estudos sobre o uso e cobertura da terra. Em relação à desertificação, o mapeamento do uso e cobertura da terra é imprescindível, uma vez que a ação humana está no cerne do problema ambiental (Figura 8). Inúmeros trabalhos sobre o assunto focalizam a relação entre a desertificação e atividades humanas, como pode ser observado no quadro 7. Por meio das pesquisas avaliadas (Quadro 7), constatou-se que as principais pressões ambientais citadas são as atividades agropecuárias, extração vegetal e mineração, que ampliam as áreas de solo exposto e os consequentes processos de erosão e perda da diversidade biológica.

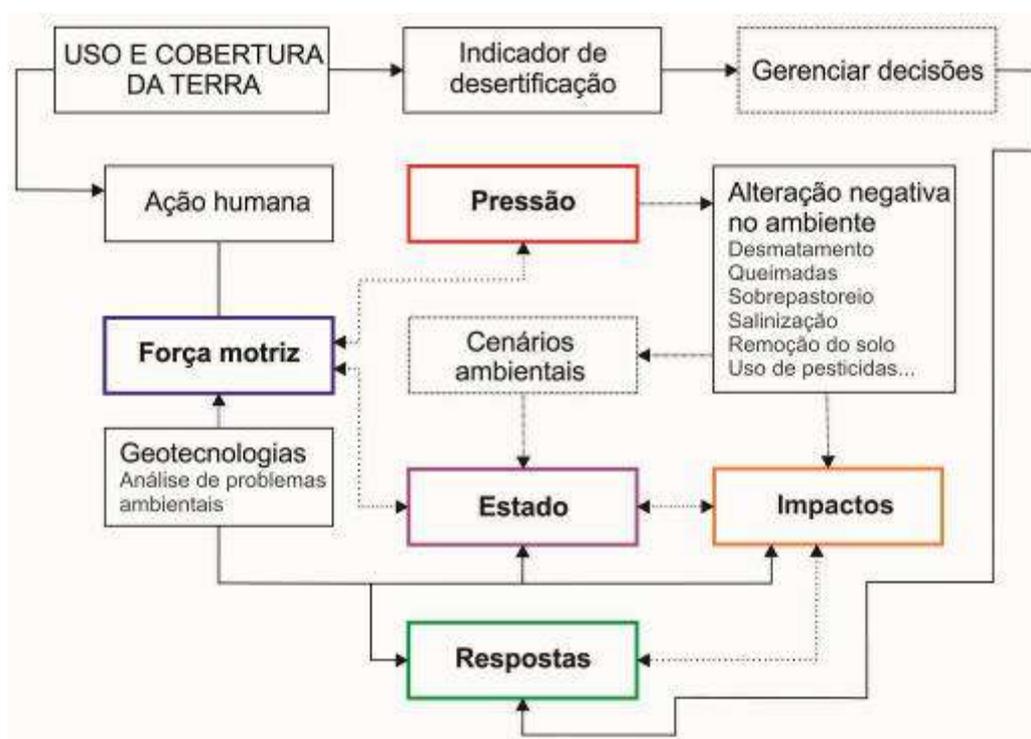
Quadro 7 – Estudos indicadores da relação do uso e cobertura das terras e desertificação

Autor	Área de estudo	Causas da desertificação
Navone et al., 2007	Noroeste da Argentina	Desenvolvimento da pecuária (aumento do sobrepastoreio) e extração de lenhas para combustível, que ampliou as superfícies desnudas, intensificou a erosão eólica e pluvial, diminuiu a diversidade biológica e reduziu a produção agropecuária
Sales, 1997	Gilbués – PI	Exploração dos recursos ambientais, tendo como principais atividades o cultivo de algodão, pecuária extensiva e mineração, que expôs os solos de estrutura friáveis aos intensos processos de erosão
Souza, 2008	Região do Cariri, estado da Paraíba	Desencadeamento da agricultura de subsistência, pecuária extensiva e, principalmente, a cotonicultura, com intensivos desmatamento e queimadas das caatingas
Szilagy, 2007	Lajes – RN	Uso histórico do território para o desenvolvimento da agropecuária (cultura algodoeira e pastagens), extração vegetal e mineral, com forte pressão sobre a vegetação, ampliando as áreas desmatadas e de degradação

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Nimer (1998) defendeu a hipótese de que a ação humana é o principal fator de desequilíbrio ambiental e da desertificação e observou, por meio de revisão bibliográfica, a semelhança na pontuação das causas de desertificação, como o desmatamento e queimadas da vegetação, uso inadequado dos solos, criação extensiva de gado, destruição do estoque de frutas e sementes, impedito a germinação das espécies vegetais, eliminação de agentes polinizantes por usos intensivos de pesticidas; além da salinização dos solos, decorrentes de projetos errôneos de irrigação, mineração e retirada da argila para a produção de cerâmica (NIMER, 1998) – Figura 8. Com isso, o autor indicou que “todos esses fatores mencionados podem ser reduzidos a um só: uso inadequado da terra” (NIMER, 1998, p. 18-19).

Figura 8 – Diagrama de representação do uso e cobertura da terra como indicador de desertificação



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

O emprego dos produtos das geotecnologias, como as imagens de sensoriamento remoto nas pesquisas sobre o uso e cobertura da terra e a desertificação é importante ao possibilitar análises em diferentes escalas espaciais e temporais, o que propicia, entre outras coisas, o detalhamento do processo e monitoramento da evolução, retrocesso ou estabilidade do problema (Figura 8). Também, promove a construção de modelos de cenários ambientais, fundamentais para o gerenciamento de decisões (CARVALHO, 2007)

e subsidiam – conjuntamente com revisão bibliográfica e trabalhos de campo – a elaboração de mapas de uso e cobertura da terra, tão caros às pesquisas sobre a desertificação. Portanto, o mapeamento do uso e cobertura da terra é essencial para a compreensão do estado ambiental e os impactos decorrentes da apropriação humana das terras (desmatamento, perda da biodiversidade, exposição dos solos aos agentes intempéricos, processos de erosão acelerada, salinização dos solos etc., que ampliam a vulnerabilidade ambiental à desertificação), em um sistema ambiental, antes de tudo, dinâmico, com a necessidade de empregar ferramentas práticas e potenciais para o entendimento da realidade e planejamento ambiental (Figura 8).

2.2.2 Análise multitemporal do índice de vegetação: proposta de indicador do processo de desertificação

A vegetação possui características específicas devido à adaptação das espécies ao ambiente onde se desenvolvem. Isso quer dizer que as feições vegetais possuem peculiaridades incomuns para os diferentes biomas e que as análises dos problemas e/ou aspectos da vegetação devem considerar as especificidades ambientais das áreas de estudo. Em muitos locais, a ocorrência de chuvas demarca o período de preparação da terra para a plantação, início do plantio e colheita, o que altera os padrões de densidade da biomassa em determinadas épocas do ano.

No ambiente semiárido do Brasil, as características das formações vegetais e, ainda, grande parte das atividades agropecuárias são sujeitas às condições climáticas, sobretudo em relação à ocorrência das chuvas. Com isso, a investigação da deterioração e degradação da biomassa necessita ocorrer de forma que sejam consideradas as peculiaridades ambientais e processos consequentes das alterações dos padrões da densidade da biomassa.

Em consequência de explorações econômicas no semiárido brasileiro, muitos problemas ambientais surgiram e surgem, como é o caso da desertificação. Os impactos decorrentes desse processo possuem uma magnitude notável por ampliar a pobreza humana, pela intensidade da degradação ambiental, pela rede de fatores envolvidos em sua concepção que dificultam o seu reconhecimento, convivência, mitigação e reversão.

A análise da biomassa é de grande relevância para diagnosticar a vulnerabilidade ambiental à desertificação. As feições vegetais são de importância para a manutenção do equilíbrio ambiental:

la importancia y significación de la vegetación en los estudios del medio físico salta a la vista si se tienen en cuenta no solo el papel que desempeña este elemento como asimilador básico de la energía solar, constituyéndose así en productor primario de casi todos los ecosistemas, sino también sus importantes relaciones con el resto de los componentes bióticos y abióticos del medio: la vegetación es estabilizadora de pendientes, retarda la erosión, influye en la cantidad y calidad del agua, mantiene microclimas locales, filtra la atmosfera, atenúa el ruido, es el hábitat de las especies animales etc. (ESPAÑA, 2004, p. 383)¹³.

Ao passo que a vegetação não é conservada nem preservada, os processos que têm influência direta no desencadeamento da desertificação são potencializados, como a erosão, variação climática local, redução da infiltração da água no solo, estratificação vegetal e outros. Nimer (1988) afirmou que o desmatamento é a pressão humana mais preocupante sobre o ambiente semiárido pelo fato de ocasionar impactos que alimentam o processo de desertificação. Assim, evidenciou-se que a deterioração das formações vegetais é um fator crucial para ampliação da vulnerabilidade à desertificação.

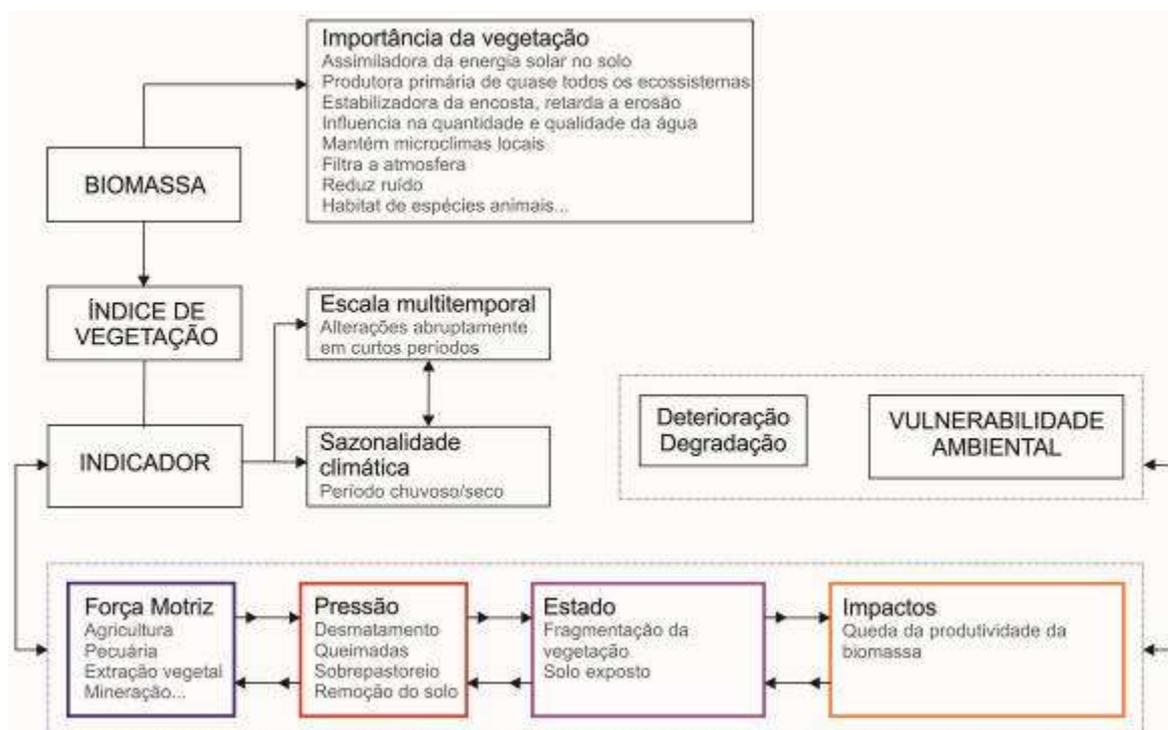
O estudo da degradação da biomassa pode ser desenvolvido por meio de diversos procedimentos. Neste trabalho, optou-se em realizá-lo pelo índice de vegetação com o propósito de identificar as alterações das áreas recobertas por biomassa ou de solo exposto no intervalo de doze anos (2001 a 2012), haja vista que a exposição do solo às intempéries por um período considerável é um fator contribuinte para a ampliação da vulnerabilidade à desertificação. O índice de vegetação é considerado um indicador de desertificação em diversas literaturas, entre as quais Matallo Junior (2001), Navone e outros (2006), Sales (2003a), Schenkel e Matallo Junior (1999).

A biomassa quantificada pelo índice de vegetação inclui as formações vegetais da caatinga (nas suas mais diversas formas: gramíneas, arbustiva, arborizada, florestada etc.), plantios, pastagens e solos recobertos por vegetação ruderal. A figura 9 representa a

¹³ A importância e significação da vegetação nos estudos do ambiente físico é indiscutível, se considera o papel que ela desempenha como assimiladora no solo da energia solar, constituindo-se assim em uma produtora primária de quase todos os ecossistemas, mas também a relevância relacionadas com os demais componentes bióticos e abióticos do ecossistema: a vegetação é estabilizadora da encosta, retarda a erosão, influencia na quantidade e qualidade da água, mantém microclimas locais, filtra a atmosfera, reduz ruído, é habitat de espécies animais etc. (tradução nossa).

importância da análise multitemporal do índice de vegetação nos estudos sobre a desertificação

Figura 9 – Importância do índice de vegetação nas pesquisas sobre a desertificação



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

O índice de vegetação tem uma vasta aplicabilidade no estudo da cobertura vegetal. Ponzoni (2009) indicou que é uma ferramenta potencial para a construção de perfis sazonais e temporais das atividades da vegetação e posteriores comparações dos produtos. Os resultados da aplicação do índice de vegetação devem ser relacionados com outros dados, a exemplo do mapa de uso e cobertura da terra, e aqueles obtidos em levantamentos de campo, pois assegura o reconhecimento dos tipos de alvos identificados, como as classes de cultivos, pastagens, solos expostos, vegetação e outras.

Lobão e Silva (2013) realizaram um estudo sobre o ambiente semiárido da Bahia, no intuito de subsidiar o ordenamento territorial para a região. Neste trabalho, analisou-se o Índice de vegetação da diferença normalizada (*normalized difference vegetation index* – NDVI) aplicados em imagens MODIS (resolução de 500 m) do período chuvoso e seco entre os anos de 2001 a 2008. Estes produtos tiveram o objetivo de quantificar a biomassa e destacar as áreas de degradação e vulnerabilidade ambiental. As autoras ressaltaram a importância de estudar a biomassa do semiárido baiano considerando o intervalo de tempo

e a sazonalidade climática, para monitorar o ambiente semiárido, com o intuito de identificar as áreas prioritárias do bioma caatinga, os ambientes de vegetação conservada e preservada, degradados e vulneráveis à desertificação.

Na avaliação multitemporal da biomassa para estabelecer a vulnerabilidade à desertificação, devem ser consideradas as características predominantes do ambiente. A fragilidade ambiental, comum na região semiárida, é condicionada pelos aspectos naturais, como o climático (Figura 9). A sazonalidade climática demarca um longo período seco e poucos meses de chuvas (caracterizadas como torrenciais e concentradas) e exige das espécies vegetais presentes no bioma caatinga a adaptação à falta de umidade no solo em um extenso período anual. Essas, por serem em sua maioria caducifólias, permanecem intervalos longos de tempo sem as folhas e o solo fica com pouca proteção.

As investigações acerca do processo de desertificação, tendo como indicador o índice de vegetação, fazem da análise multitemporal e sazonal uma exigência, pela qual são obtidos resultados mais consistentes (Figura 9); o processo de desertificação não pode ser avaliado em apenas um ano ou mesmo em intervalos de tempo pequenos, porque a sua ocorrência está atrelada ao grau de pressão humana exercida sobre o ambiente com diferentes repercussões temporais. Além disso, a falta de água, devido à seca, em determinados anos, no sistema solo-planta-atmosfera, acarreta mudanças importantes no ambiente, que tendem a mascarar os estados de deterioração e de degradação pelo distanciamento da realidade ambiental, como a encontrada no polo regional de Jeremoabo.

A sazonalidade climática reflete, no período das chuvas, a alta densidade da biomassa – pois a vegetação rapidamente recupera as folhagens e as gramíneas recobrem boa parte dos solos – e o inverso no período das estiagens. Se no estudo da desertificação são utilizadas apenas imagens de satélites obtidas na temporada das estiagens para aplicar o índice de vegetação, os resultados podem demonstrar a alta vulnerabilidade à desertificação sem examinar a outra situação ambiental, onde, com a ocorrência das precipitações pluviométricas, as feições vegetais se recompõem e há o início de grande parte do plantio agrícola. No entanto, pela avaliação de ambos os períodos poderão ser comparados os níveis de vulnerabilidade entre eles. Com isso, a análise multitemporal do índice de vegetação é indispensável no estudo do processo em questão, pois:

a vegetação pode mudar abruptamente em curtos períodos de tempo e dentro de pequenas distâncias. Seu estudo permite conhecer, por um lado, as condições naturais do território e, por outro, as influências antrópicas recebidas, podendo-

se inferir, globalmente, a qualidade do meio. Assim quanto mais próxima a vegetação estiver de seus limites de tolerância às variações dos fatores abióticos e bióticos, mais vulnerável será, caso em que a resposta da vegetação pode ser explícita e de permanência mais longa. Em suma permite descrever o estado, ao mesmo tempo, deduzir os vetores de pressão que os produzem (SANTOS, 2004, p. 90).

Santos (2004) indicou que as variações nos padrões da vegetação são influenciadas, quando não determinadas, pela pressão humana sobre o ambiente, configurando um estado e impactos ambientais. Os componentes do meio, sensíveis às mudanças da vegetação, corroboram para o rompimento do equilíbrio ecológico e elevação do nível de degradação ambiental. Esses fatos contribuem para a perda da produtividade agropecuária e, por sua vez, amplia a pobreza, dificulta a sobrevivência das populações locais e tornam complexas as respostas sociais frente aos problemas identificados.

Entre os resultados que podem ser analisados no estudo multitemporal da biomassa, têm-se a verificação do desmatamento, alterações abruptas da cobertura do solo em razão da sazonalidade climática, recuperação da biomassa, localização de solos permanentemente expostos, continuidade de plantios, entre outros, que, agregados, possibilitaram indicar a vulnerabilidade ambiental ao processo de desertificação do polo regional de Jeremoabo (Figura 9).

Sabe-se que a retirada da cobertura vegetal amplia a rusticidade ambiental, pelo fato de expor o solo totalmente às intempéries climáticas e torná-lo mais vulnerável aos diferentes tipos de erosão, devido à estrutura pedológica, declividade do relevo, concentração e torrencialidade das chuvas e técnicas de uso da terra agrícola. A exploração da biomassa pela humanidade sem respeito aos limites de manutenção do equilíbrio ambiental, gera impactos ambientais de diferentes magnitudes e efeitos nos períodos chuvoso e seco.

Estudos demonstraram o número alarmante do desmatamento das formações vegetais da caatinga, com a indicação de que resta muito pouco delas. A área aproximada do bioma caatinga, segundo o IBGE, é de 826.411 km² e se estende pelos estados do Nordeste brasileiro e, ainda, nordeste de Minas Gerais. Das feições vegetais da caatinga, tanto nativa como secundária, cerca de 45,39% foram suprimidas (BRASIL, 2010) para o desencadeamento de atividades agropastoris, construção de estradas, mineração e outras.

Entre os resultados do monitoramento das feições vegetais da caatinga realizado entre os anos de 2002 e 2008 pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), constataram

a redução da vegetação ocasionada pela pressão humana sobre o ambiente, sendo que os números foram maiores no estado da Bahia (BRASIL, 2010).

A apropriação do ambiente com consequências na biomassa colaborou para aumentar os níveis de vulnerabilidade ambiental à desertificação no Brasil. Por isso, o índice de vegetação como indicador do estado ambiental tem se tornado comum nos estudos do referido processo. Contudo, os resultados da pesquisa, em razão das peculiaridades ambientais regionais, são mais consistentes quando realizada numa escala multitemporal e sazonal, como a que se propõe neste estudo. Assim, para a melhor compreensão da dinâmica natural do meio semiárido, do estado de degradação das feições vegetais – onde as caatingas são predominantes – e da ocorrência dos plantios, é necessária considerar as implicações ambientais resultantes da sazonalidade climática.

2.2.3 Dados socioeconômicos integrados ao estudo da desertificação

A desertificação resulta do atual modelo de produção, fundamentado na lógica hegemônica da racionalidade econômica, que segrega, persuade e domina as populações. Faz-se acreditar que os grupos da sociedade estão no cerne dos problemas ambientais e que todos devem unir-se para pagar o preço da degradação – eis o lema do desenvolvimento sustentável (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991). No entanto, sabe-se que a apropriação do patrimônio ambiental é desigual, como também o é a apropriação dos proveitos e dos rejeitos (PORTO-GONÇALVES, 2006).

Pela amplitude das teias de relações envolvidas na concepção e efeitos da desertificação (Figura 4), inúmeros indicadores ambientais fazem parte do contexto investigativo do processo, oriundos das diversas variáveis ambientais. Em relação à sociedade, esta se inclui no âmago das causas e potencialização da desertificação, bem como sofre diretamente os efeitos do problema. Os indicadores sociais e econômicos, no entanto, assumem um papel coadjuvante nas investigações, por diversos motivos, entre os quais, a indisponibilidade de dados secundários nas escalas almejadas, como é o caso do Brasil, dificuldades, escassez de financiamento e o alto custo operacional de aquisição de dados e informações primários (com a exigência de intensivos levantamentos de campo) e outros. Em consequência, algumas pesquisas abordam indicadores baseados em dados

agregados, oriundos de áreas vulneráveis e não vulneráveis à desertificação, que resultam em análises errôneas (TORRES et al, 2005) e/ou privilegiam a análise dos componentes biofísicos.

Segundo Abraham (1995, p. 67), “son justamente los componentes socio-económicos del proceso de desertificación los más difíciles de abordar y, sin embargo, constituyen la clave para detener y revertir a la desertificación”¹⁴. As variáveis socioeconômicas para a determinação dos indicadores de desertificação devem possibilitar a análise sistêmica dos fatores envolvidos no processo, orientando discussões em tono das pressões, força motrizes, estado, impactos e respostas, para subsidiar eficazmente as políticas de planejamento ambiental. No quadro 8, sistematizou-se a proposta de indicadores socioeconômicos da desertificação, com parâmetros relacionados à contagem da população, produção agropecuária, taxa de desemprego e alfabetização, políticas de transferência de renda etc.

Quadro 8 – Indicadores socioeconômicos da desertificação (continua)

Indicador	Justificativa
Analfabetismo	Analisa os estados e impactos da degradação. Também, indica as políticas de enfrentamento da degradação
Desemprego	O estudo sobre o desemprego, sobretudo nas áreas rurais, pode direcionar a análise dos impactos da degradação sobre a população, além de relacionar-se, muitas vezes, à baixa produtividade agropecuária
Extração de lenha	Indica a pressão sobre o ambiente
IDH	Agrega informações sobre expectativa de vida ao nascer, anos médios de estudo e anos esperados de escolaridade e PIB per capita; orienta análises sobre pobreza e desigualdades sociais e possibilita as discussões referentes ao estado e impactos da desertificação
Imigração	A degradação ambiental é um fator indutor do abandono às terras, em função da improdutividade agropecuária, insegurança alimentar, aumento da pobreza, desemprego
Número de matrículas escolares	Examina o acesso a educação; relacionada à taxa de analfabetismo, fornece indícios da qualidade das políticas educacionais
PIB	O retrocesso do produto interno bruto (PIB), observado por setores da economia municipais, é um indício de degradação ou de resultados ineficazes das políticas
População absoluta	O crescimento da população contribui para aumentar a necessidade de acesso aos serviços sociais, emprego, terra e outros. Este indicador fundamenta, também, a discussão sobre as políticas
População economicamente ativa	O indicador fundamenta a discussão em torno das políticas; a aplicação dele, associado a outros indicadores, possibilita avaliar os impactos da degradação sobre a população

¹⁴ São precisamente os componentes socioeconômicos do processo da desertificação os mais difíceis de abordar e, entretanto, constituem a chave para deter e reverter a desertificação (tradução nossa).

Quadro 8 – Indicadores socioeconômicos da desertificação (conclusão)

Indicador	Justificativa
População rural	A análise da evolução populacional rural subsidia a discussão em torno dos impactos da desertificação sobre a população e contribui com o debate sobre os indicadores de resposta para o espaço rural
População urbana	O aumento da população urbana, entre outros assuntos, pode orientar a discussão sobre os impactos da degradação e políticas
Produção agrícola	O estudo das principais culturas agrícolas (feijão e milho) pode indicar o estado ambiental e impactos da degradação
Produção pecuária	O desempenho da pecuária (bovina, caprina e ovina) contribui com a discussão em torno do estado e impactos da degradação
Programa Bolsa Família	O aumento do número de atendidos pela política de assistência social direciona a discussão sobre pobreza e enfrentamento dos problemas ambientais; pode-se subsidiar discussões em torno dos indicadores de estado, impactos e respostas
Qualidade do ensino	Indica caminhos qualitativos para o enfrentamento da desertificação, a partir do processo de ensino e aprendizagem. O acesso à educação formal de qualidade configura em um meio primordial para se conhecer medidas para evitar, mitigadoras e de combate à degradação das terras secas

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A aplicação dos indicadores socioeconômicos da desertificação deve contemplar dados e informações relacionadas às principais atividades econômicas que geram pressão ambiental, como sobrepastoreio, agricultura e extração vegetal; estas atividades são comumente mencionadas como fatores de degradação da vegetação e do solo (HARE et al, 1992; NIMER, 1992; SALES, 1997). Associadas a elas, as informações sobre o índice de desenvolvimento humano (IDH), escolaridade, imigração e outras possibilitam caracterizar a população e estabelecer relações dialógicas entre a sociedade e os demais componentes do meio para o enfrentamento do processo de desertificação.

3 GEOTECNOLOGIAS E OS ESTUDOS SOBRE A DESERTIFICAÇÃO

Na história da humanidade, a atenção aos fenômenos ambientais sempre foi recorrente. As incertezas frente aos eventos terrestres condicionaram a pesquisa e, por sua vez, a construção, o amadurecimento, a apropriação de materiais, métodos, procedimentos, técnicas, tecnologias, teorias etc. para responder as inquietações humanas. Em meio ao jogo de relações sociais, por onde se materializa, também, a degradação das terras secas, é evidenciada a complexidade ambiental e a complicação de se entender a evolução dos sistemas.

A hiperespecialização científica na modernidade promoveu a fragmentação da totalidade ambiental, o que delimitou as abordagens, metodologias, objetos de estudo, muitas vezes anulando as inter-relações entre os elementos que compõem os sistemas ambientais. A abordagem geossistêmica conduziu à compreensão de um ambiente constituído por elementos interdependentes, para configuração de processos e de formas espaciais. Os avanços tecnológicos no âmbito das ciências possibilitaram a construção de conhecimentos fundamentados em abordagens integradas do meio ambiente, com a geração de informações especializadas. O geoprocessamento inclui-se nessa assertiva, o que potencializou os estudos integrados da paisagem e sobre o processo de desertificação.

Neste capítulo, serão abordados os materiais e métodos empregados à geração de dados e informações para análises sobre a vulnerabilidade ambiental à desertificação e para a contemplação dos objetivos preestabelecidos. Destacar-se-ão o emprego do geoprocessamento e o sistema de informação geográfica (SIG) para a abordagem ambiental integrada, as técnicas de mapeamento de uso e cobertura da terra e de aplicação do índice de vegetação em produtos MODIS e a modelagem *fuzzy* para a elaboração e cenários ambientais.

3.1 Geoprocessamento, banco de dados e informações: possibilidades para estudos ambientais integrados

A complexidade da abordagem ambiental induz a (re)invenções, críticas, amadurecimento e consolidação de técnicas, tecnologias, métodos, conceitos e categorias de análise na tentativa de aproximar o conteúdo apreendido e produzido à realidade. No

período atual da cientificidade, em que pensar sobre a crise ambiental conduz a debruçar-se sobre as diferentes forças motrizes geradoras de situações de pressão, estados de degradação e impactos, os estudos ambientais integrados são importantes para dimensionar as teorias, métodos, resultados e discussão para as leituras de um mundo total e não compartimentado.

A desertificação, como conteúdo da crise ambiental planetária, é uma consequência de uma teia de relações ambientais, oriunda em uma estrutura social insustentável, geradoras de desigualdades no ter e fazer, que materializam, com diferentes significados e escalas, as formas e conteúdos da degradação. O conceito de desertificação induz a discussão sobre esse problema a uma abordagem multidisciplinar e transdisciplinar, em que cada ciência, como a Geografia, tende a formular a sua contribuição discursiva. Até mesmo no âmbito dessa disciplina, a abordagem da desertificação é diversa, em meio à complexidade do objeto de estudo, das teorias e das metodologias geográficas.

O desenvolvimento da aplicação do conhecimento da Geografia (re)produziu novos meios de pensar e construir o conhecimento científico, pautado em abordagens sistêmicas e na utilização do geoprocessamento, pelas quais orientou-se e apropriou-se no percurso desta pesquisa para a obtenção de resultados e de análises. Com o emprego do geoprocessamento nas pesquisas científicas, originaram-se várias atribuições e críticas à técnica, motivadoras a tantos questionamentos. Qual é o significado do geoprocessamento e a importância dele nas pesquisas sobre a paisagem com marcas de degradação? É possível utilizar o geoprocessamento nos estudos integrados do meio ambiente? Quais técnicas e tecnologias são intrínsecas ao geoprocessamento?

A definição do geoprocessamento aponta para o papel dele nas pesquisas ambientais, muitas vezes associada às técnicas, ora assumindo a função de ser a própria ciência. Nesta pesquisa, assumiu-se a técnica do geoprocessamento como

um ramo da tecnologia de computação eletrônica de dados, na medida em que se apoia diretamente no processamento de dados georreferenciados. Em comum com os campos ditos científicos, tem como finalidade precípua transformar registros de ocorrência (dados) em ganhos de conhecimento (informação) (SILVA, 2007, p. 24).

O geoprocessamento, assim, constitui uma ferramenta de procedimentos de dados geográficos georreferenciados para a produção de informações espacializadas, em função dos métodos, técnicas, conceitos, dados e análises. As formas dos objetos espaciais

vinculam-se a uma localização georreferenciada na superfície terrestre, representada em uma projeção cartográfica. A aplicação do geoprocessamento nas pesquisas necessita do uso de computadores para o processamento e geração de informações digitais geocodificadas (georreferenciadas), que resultam em abstração da totalidade espacial. É uma tecnologia transdisciplinar, por envolver o conhecimento e emprego de outras tecnologias, como o sistema de informações geográficas (SIG), sensoriamento remoto, cartografia, *global positioning system* (GPS), geoestatística, geodésia.

A aplicabilidade do geoprocessamento é diversa e, por isso, serve-se para as diferentes áreas do saber – a exemplo da Geografia, Biologia, Urbanismo, Agronomia e Geologia. Ela ultrapassa os qualitativos “praticidade” e “facilidade” do processamento de dados, ao possibilitar a constituição de informações obtidas apenas pelo uso do geoprocessamento e ao configurar avanços na análise ambiental, a partir da constituição de cenários, para aumentar a “complexidade e a interpretação dos dados e das informações geradas” (LOBÃO; SILVA, 2013, p. 74). Isso quer dizer que o geoprocessamento constitui-se em um caminho de aproximar os estudos e representações ambientais aos ideais de totalidade, difícil de apreender, pois as paisagens configuram e são configuradas as/nas relações dinâmicas, complexas e dialéticas.

No entanto, inexistente a possibilidade de afirmar que o geoprocessamento consiste em uma ferramenta capaz de responder a todas as inquietações científicas concebidas nos estudos ambientais. Tanto a utilização do sistema de informação geográfica (SIG), quanto do geoprocessamento podem elucidar questões sobre as formas ambientais, sem definir as funções dos elementos; identificar a estrutura dos elementos que constitui as paisagens, com dificuldades de estabelecer os processos paisagísticos (CÂMARA et al., 2004). A elaboração de modelos ambientais para a descrição de paisagens possui limitações, devido à “diversidade do universo do fenômeno, à dificuldade na definição dos fenômenos e na sua especialização e caracterização” (MATOS, 2008, p. 15), além da transformação da paisagem real em paisagem digital, que tem suas formas apreendidas acordadas à percepção do pesquisador. Para o entendimento das formas e funções, das estruturas e processos, é fundamental relacionar as técnicas analíticas que descrevem os objetos geográficos, com as experiências do especialista, em uma perspectiva multidisciplinar e transdisciplinar, no intuito de compreender a dinâmica dos sistemas (CÂMARA et al., 2004), pois as funções dos elementos paisagísticos se inscrevem nas formas da paisagem.

A análise ambiental, por meio do geoprocessamento, gera novas informações, obtidas na manipulação e integração de camadas de dados já existentes (LANG; BLASCHKE, 2009). É de suma importância a qualidade dos dados secundários para não gerar informações falseadas, bem como a atenção na produção dos primários. Assim, a adequação da escala cartográfica, a delimitação das classes, a compatibilidade dos planos de informação aos estudos, o método de construção dos arquivos digitais georreferenciados, dentre outros, são fatores que podem qualificar os resultados dos estudos, bem como proporcionar abordagens ambientais sistêmicas. Associada à qualidade dos dados, o entendimento de uma paisagem integrada, dinâmica (com processos de trocas e transformação de matéria e energia) e possuidora de uma estrutura relacionada ao funcionamento do sistema (BOLOS i CAPDEVILA et al., 1992) conduz a delimitar e organizar um banco de dados em formato de sistema de informação geográfica (SIG) e, por conseguinte, o processamento dos dados. Os principais dados e informações integradas ao SIG da pesquisa encontram-se sistematizados no quadro 9 e a figura 10 sintetiza relações entre o banco de dados SIG e os indicadores ambientais.

A indicação da complexidade do estudo de desertificação é muito recorrente, pela teia de relações envolvidas em sua concepção, retroalimentação, mitigação, combate etc. Assemelha-se aos estudos dos sistemas complexos que possuem uma diversidade de elementos e, em sua evolução, processos particulares, com “encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentações” (CHISTOFOLETTI, 1999, p. 3). Christofoletti (1979) indicou que, ao determinar um fenômeno como sistema, as principais tarefas e complicações são as de lidar com a definição, atributos e relações dos elementos constituintes, para espacializar a ocorrência dele.

José Xavier da Silva (2007) afirmou que a aplicabilidade do conhecimento ambiental indica perceber as entidades (fenômenos) e eventos (processos) consideravelmente úteis para a representação da paisagem percebida. Para a realização de pesquisas sobre o processo de desertificação é importante, com isso, a delimitação procedimental baseada naquilo desejável de se revelar. Como os sistemas possuem hierarquia, nem todos os componentes e processos ambientais terão a mesma relevância para o estudo determinado. Por exemplo, se a desertificação será analisada a partir da mensuração da vulnerabilidade do solo à erosão pluvial, alguns elementos serão, hierarquicamente, mais importantes na avaliação de tal processo, como as características

dos solos, litologia, declividade do relevo, quantidade e intensidade pluviométrica e densidade da biomassa.

Quadro 9 – Principais dados integrados ao sistema de informação geográfica (SIG) do polo regional de Jeremoabo

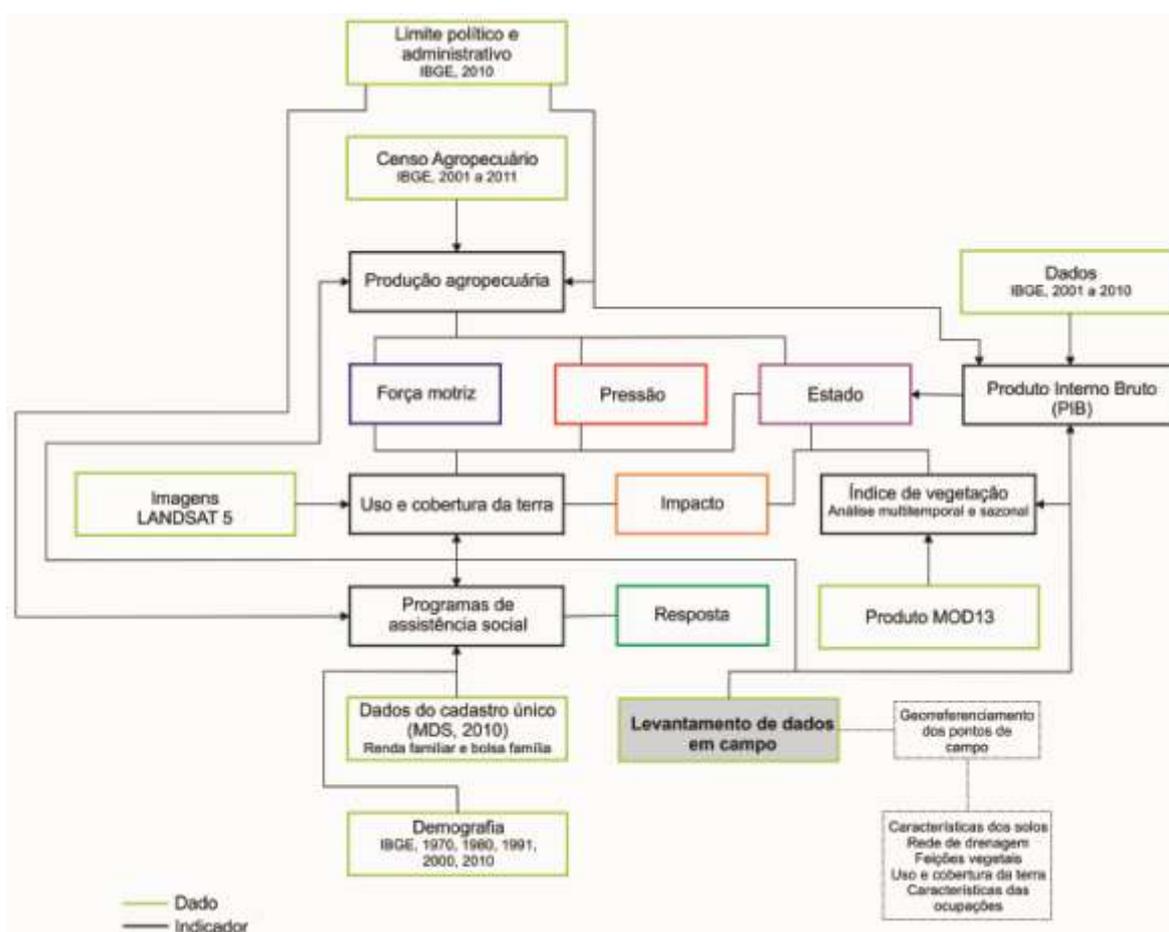
Dado	Fonte	Comentários
Balanço hídrico	Bahia, 1999 e INPE, 2013	Os dados sobre o balanço hídrico foram obtidos em duas fontes, para a geração de informações diferenciadas, como: i) indicação do período chuvoso e seco regional (BAHIA, 1999) e ii) a associação dos dados de pluviosidade do PROCLIMA (INPE, 2013) com o índice de vegetação e averiguação da ocorrência de seca.
Demografia	IBGE, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010a	Quantidade populacional regional e distribuição da população urbana e rural
Imagem Landsat 5	<i>Download</i> no site do INPE	Cenas do sensor Landsat 5 para a elaboração do mapa de uso e cobertura da terra
Índice de desenvolvimento humano (IDH)	PNUD, 2013	IDH de 1991, 2000 e 2010
Limite político administrativo	IBGE, 2010b	Limite político e administrativo municipal da Bahia; delimitação do polo regional de Jeremoabo
Mapa geológico	SIG-BAHIA, 2003	Dados sobre as rochas, como a litologia, classes etc.
Mapa geomorfológico	SIG-BAHIA, 2003	Unidades geomorfológicas e características do relevo
MOD13	<i>Download</i> no site da NASA	Imagens do período chuvoso e seco dos anos de 2001 a 2012 para a análise multitemporal do NDVI e modelagem da vulnerabilidade ambiental ao processo de desertificação e da degradação ambiental
Modelo digital de relevo (MDT)	Miranda, 2005	Dados gerados pelo projeto <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM), NASA (2001), processados e disponibilizados por Miranda (2005); utilizados para a análise de variáveis do relevo, como a declividade.
Pontos de campo	Dados primários (OLIVEIRA JUNIOR, 2014)	Levantamento de dados informações primários em campo, para incluir no banco de dados SIG e verificar os produtos gerados por técnicas do geoprocessamento
Produção agropecuária	IBGE, 2001 a 2011	Multitemporalidade da produtividade agrícola (feijão e milho) e da pecuária (bovino, caprino e ovino)
Produto interno bruto (PIB)	IBGE, 2001 a 2010	Dados entre os anos 2001 e 2010, subdivididos por atividades
Programa bolsa família	MDS, 2013	População regional inscrita no cadastro único do governo federal para os programas assistenciais do governo federal; população atendida pelo programa bolsa família
Rede hidrográfica	Brasil, 2010, SIG-BAHIA, 2003	Principais rios que compõem a região, oriundos de duas fontes, onde localiza os principais rios do Brasil (BRASIL, 2010) e da Bahia (SIG-BAHIA, 2003)
Rodovia	SIG-BAHIA, 2003	Principais rodovias da Bahia
Solo	SIG-BAHIA, 2003	Classe e características dos solos
Unidade de conservação	SIG-BAHIA, 2003	Unidades de conservação estadual e federal regional

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A análise integrada do meio ambiente é permeada por diferentes correntes e tendências científicas, expressas nas distintas teorias, métodos, abordagens e técnicas de

estudos ambientais (MONTEIRO, 2001a). A abordagem geossistêmica é um caminho direcionador para integração de elementos ambientais de distintas naturezas (físicas, biológicas e sociais), com o intuito de diagnosticar, qualitativa e quantitativamente, a paisagem (BERTRAND, 1971; MONTEIRO, 2001a), bem como orientador dos estudos integrados da paisagem pela Geografia (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005). Ela aponta rumos para os estudos sobre a desertificação a partir da utilização de técnicas de geoprocessamento, resultando na representação da paisagem por diferentes alternativas gráficas, com o cuidado de não anular a dinamicidade ambiental (FERREIRA, 2010).

Figura 10 – Dados utilizados para a aplicação e análise de indicadores ambientais à desertificação



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

No estudo da desertificação, a importância de delimitar os elementos ambientais para a investigação aponta a hierarquia das unidades intrínseca às paisagens. A classificação elementar, em relação à totalidade da paisagem, constitui uma etapa para a análise da paisagem (BERTRAND, 1971) e, por conseguinte, do fenômeno da

desertificação. Inúmeros dados provenientes do estudo da paisagem podem formar um banco de dados e gerarem informações ao estudo da degradação ambiental; no entanto, alguns assumem significativa importância porque possibilitam informações abrangentes sobre o processo da desertificação (Figura 10 e Quadro 9). A biomassa, por exemplo, constitui-se em uma síntese ambiental e, por isso, a análise da vegetação pode elucidar a escala de ocorrência e as relações intrínsecas à degradação ambiental ao indicar sobre os estados ambientais.

A qualificação dos cenários ambientais pode ser realizada em função da evolução paisagística, a partir de incursões sobre o estágio atingido em relação ao clímax (BERTRAND, 1971). A fundamentação baseia-se na abordagem da bio-resistasia, de Erhart (1955), com a análise interativa entre os processos de morfogênese e de pedogênese e indicação de cenários em bioestasia (equilíbrio climático) ou resistasia (desequilíbrio climático). A hierarquização e a interdependência elementares são consideradas no estudo do sistema evolutivo, com a inclusão do sistema morfogenético, a dinâmica biológica e o uso e ocupação da terra (BERTRAND; BERTRAND, 2009).

Na evolução do sistema, as mudanças ambientais decorrem das alterações nos três componentes da paisagem – físico, biológico e social – (BERTRAND, 1971), denotando a complexidade interativa dos elementos que compõem o ambiente para a configuração, por exemplo, da degradação das terras secas. Com isso, é importante agregar informações sobre os diferentes elementos paisagísticos para identificar as mudanças ambientais e a qualidade do meio. As relações elementares discernidas nos sistemas podem possuir diferentes variáveis passíveis de mensuração, que expressam as qualidades e os atributos delas (CHRISTOFOLLETTI, 1979). Por isso, os indicadores ambientais são comumente empregados na análise integrada do meio ambiente, com o intuito de analisar e construir novos dados e comunicar sobre a qualidade do meio.

Nesta pesquisa, recorreu-se à aplicação de indicadores ambientais para expressar informações sobre a vulnerabilidade à desertificação. A definição de alguns indicadores pautou-se na fundamentação teórica; outros, ao concluir a importância deles para diagnosticar e comunicar variáveis intrínsecas ao processo de desertificação. Os indicadores ambientais aplicados para a geração de informações regionais encontram-se sintetizados no quadro 10, bem como na figura 10.

Os dados e informações ambientais (Quadro 9 e Figura 10) foram integrados ao banco de dados em formato de sistema de informação geográfica (SIG) para o

armazenamento, manipulação e integração de dados georreferenciados, expressos cartograficamente como pontos, linhas (arcos) ou polígonos (áreas), processados e analisados para a sistematização informacional. Com eles, foram construídas sínteses em fluxogramas, gráficos, mapas, quadros e tabelas, sendo que, alguns desses, derivaram de informações construídas por meio da empregabilidade de técnicas de modelagem.

Quadro 10 – Indicadores ambientais aplicados para gerar informações sobre a vulnerabilidade ambiental à desertificação e degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo

Indicador ambiental	Comentário e justificativa
Índice de vegetação	Indica a densidade da biomassa, fator de proteção dos solos às intempéries, analisada em diferentes períodos sazonais dos diferentes anos. Permite a comparação dos estados da biomassa e a relação com outros dados, como os climáticos. A vegetação é sensível às alterações ambientais e, por conseguinte, reflete a pressão ambiental de diferentes fontes. Nas áreas onde os solos permanecem expostos, existem indícios do rompimento da capacidade de resiliência ambiental.
Produção agropecuária	Análise anual da produção de agropecuária, com a integração de dados sobre a quantidade produzida e a área plantada, para gerar informações referentes à produtividade regional. Possibilita a comparação dos dados nos diferentes anos, associados com outros dados, para a verificação das relações ambientais. Poderá haver indícios de degradação ambiental se a queda da produtividade agrícola for constante. Os dados, ainda, possibilita aferir sobre os impactos da produtividade agropecuária para a sociedade e economia regional.
Produto interno bruto (PIB)	Os dados indicam sobre o comportamento da economia regional, havendo condições de relacionar com outras variáveis ambientais regionais
Programas de assistência social	É um indicador de reposta, ao comunicar sobre algumas medidas de enfrentamento aos problemas regionais. A população atendida por programas sociais eficazes encontram-se menos vulneráveis aos impactos da degradação ambiental. A transferência de renda, ainda, conduz a mitigar os efeitos da injustiça social e das perdas econômicas engendradas nos processos de degradação ambiental e naturais, como é o caso da seca.
Uso e cobertura da terra	A análise do uso e cobertura da terra indicam estados ambientais, associados às forças motrizes, pressões e aos impactos resultantes. A desertificação é ocasionada pela pressão humana, no jogo de relações de uso e ocupação das terras, que rompem a capacidade de resiliência ambiental.

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

As classes dos mapas que agregaram dados sociais e econômicos estatísticos foram definidas, sobretudo, pelo método de quebras naturais, em razão de diminuir a variância intra-classes e maximizar a variância entre as classes. Ao considerar a proveniência da desertificação no âmbito relacional dos sistemas ambientais, existe a necessidade de identificar variações dos elementos da paisagem, como a posição geográfica, extensão espacial, relações topológicas e funcionais, passíveis de serem representados cartograficamente (SILVA, 2007).

Os estudos de campo integraram procedimentos da pesquisa para a geração de dados, informações (Figura 10) e verificação dos produtos cartográficos. Nos primeiros trabalhos de campos, os pontos de levantamentos foram pré-selecionados com base em análises de imagens do sensor Landsat 5, com o intuito de ampliar o conhecimento da paisagem regional. A partir da construção de produtos por meio das técnicas de geoprocessamento, os trabalhos de campos tiveram a função, também, de verificar a qualidade dos resultados. Preencheu-se as planilhas com informações da paisagem, como classificação das rochas, formas dos relevos predominantes, caracterização superficial dos solos, identificação e características das redes de drenagem, feições vegetais, uso e cobertura da terra, caracterização das estruturas das ocupações, impactos ambientais. Para a integração dessas informações coletadas no banco de dados SIG, georreferenciou-se os pontos levantados nos estudos em campo com a utilização do GPS. Além dessas informações, buscou-se fotografar a paisagem regional para ilustração e reconhecimento de cenários ambientais.

3.2 Mapeamento de uso e cobertura da terra

A utilização dos produtos de sensoriamento remoto nos estudos ambientais possibilitou uma análise dinâmica das feições paisagísticas em diversas escalas espaciais e temporais. Novas técnicas foram introduzidas para o mapeamento de uso e cobertura da terra, com o intuito de se identificar os padrões e formas dos objetos geográficos em imagens de satélites. Se pela imagem de satélite são reconhecidas as formas, nos estudos de campo busca-se relacioná-las aos processos de uso, tornando inseparável o processamento digital de imagens e os levantamentos de campo nos estudos de uso e cobertura da terra.

A diversidade de trabalhos com o emprego do sensoriamento remoto denotou o potencial das imagens ópticas nos estudos ambientais (RUDORFF; SHIMABUKURO; CEBALLOS, 2007; FLORENZANO, 2008; JENSEN, 2009; PONZONI, 2009). Procedeu-se, com isso, uma riqueza de métodos de mapeamento de uso e cobertura da terra, com diversas aplicações e resultados. As consequências em quatro décadas de existência do programa Landsat ilustram a importância das imagens ópticas nos estudos de uso e

cobertura da terra, verificáveis em muitos trabalhos, a exemplo de Aspiazú e Ribeiro (1978), Gastelois (1978), Luchiari (2006, 2008) Novo (1978) e Wolfenberg Jr (1978).

Para a construção do mapa de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo, empregou-se imagens do sensor Landsat *Thematic Mapper* (TM), compostas por sete bandas, definidas em intervalos do espectro eletromagnético (Figura 11). A banda 6 possui resolução espacial de 120 metros e as demais, de 30 metros. As informações sobre as imagens Landsat TM empregadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo encontram-se no quadro 11.

Quadro 11 – Informações sobre as imagens Landsat TM utilizadas para o mapeamento de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo

Cenas (órbita/ponto)	Data do imageamento	Datum padrão	Latitude	Longitude	Bandas	Resolução Espacial
216.66	04/05/2007	WGS84	-7,77877 -9,57458	-39,43590 -38,04420	azul (1); verde (2); vermelho (3); infravermelho próximo (4 e 5);	30 metros
216.67	04/05/2007		-9,22389 -11,02040	-39,75120 -38,35320	infravermelho médio (7)	

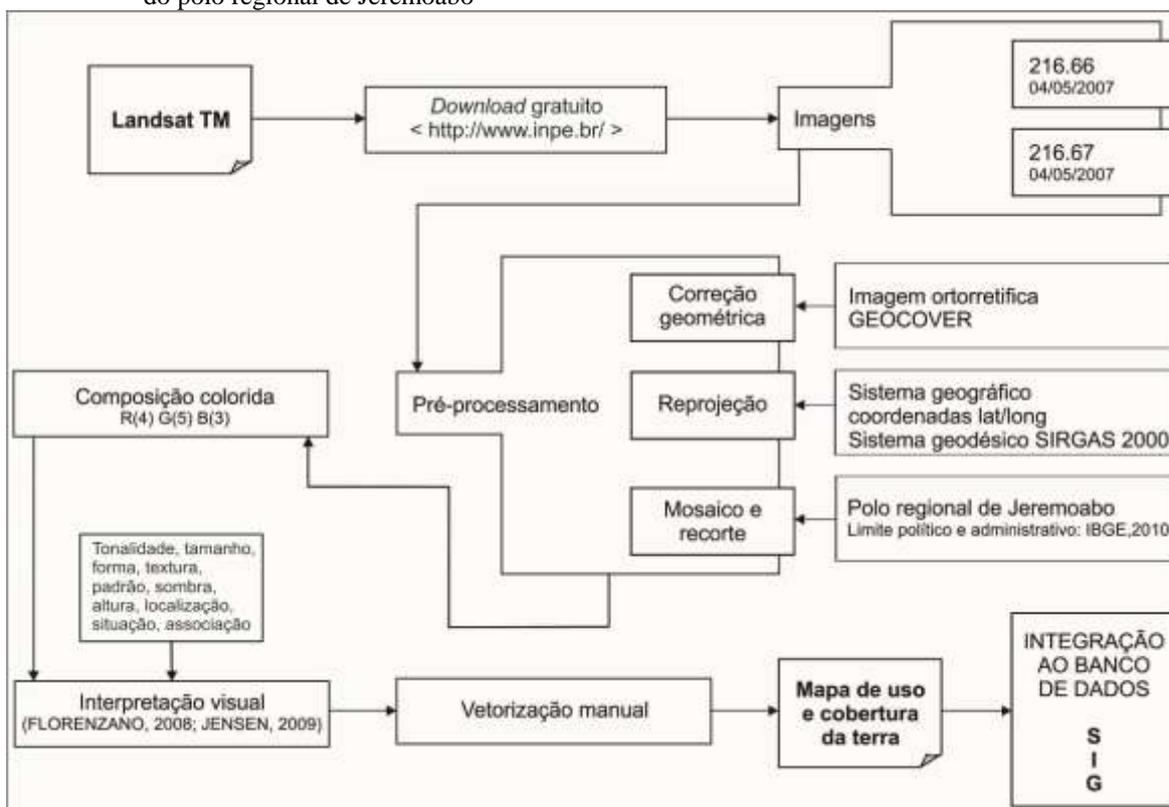
Fonte: < <http://landsat.usgs.gov/> >

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Os procedimentos para a realização do mapeamento de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo dividiram-se em duas fases: i) pré-processamento; ii) processamento digital das imagens, subsidiado pelos levantamentos de dados e informações em campo (Figura 11). As imagens do sensor Landsat TM, adquiridas no portal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), < <http://www.inpe.br/> >, recobriram toda a área de estudo, sem interferência de nuvens e com a resolução espacial adequada à escala geográfica e cartográfica proposta neste estudo.

Na etapa do pré-processamento das bandas utilizadas para o mapeamento, corrigiu-se os erros geométricos, baseado em outras cenas ortorretificadas; alterou-se o sistema geográfico (sistema de coordenadas lat/long) e o sistema geodésico (SIRGAS2000); construiu-se o mosaico das cenas que recobriam a área de estudo; e recortou-se o mosaico de acordo com o perímetro do polo regional de Jeremoabo, dimensionado pelo IBGE (2010), conforme indicado na figura 11. Em função de não proceder com as técnicas estatísticas de interpretação das imagens, excluiu-se a correção atmosférica e radiométrica.

Figura 11 – Fluxograma dos procedimentos realizados para a construção do mapa de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Iniciou-se a fase do processamento com os testes de composição colorida das bandas do sensor Landsat TM pré-processadas, definida em razão da distinção dos alvos imageados interessantes ao mapeamento, como as feições vegetais (Figura 11). A interpretação visual de imagens subsidiou a vetorização das classes dos mapas, fundamentadas nas informações sistematizadas em Florenzano (2008) e Jensen (2009), descritas no quadro 12.

A escala geográfica, cartográfica, temporal e a resolução espacial das imagens tornou difícil demarcar, com detalhe, os tipos e/ou os produtos das lavouras e das pastagens, mas possibilitou vetorizar feições importantes para estabelecer a vulnerabilidade ambiental do polo regional de Jeremoabo e indicar estados de degradação. O resultado integrou o SIG da pesquisa, para posteriores análises e integrações (Figura 11).

Quadro 12 – Elementos de interpretação visual de imagens ópticas

Elementos de interpretação	Parâmetros
Tonalidade	Variação das cores (composição colorida) ou dos tons de cinza
Tamanho	Comprimento, largura perímetro e área dos alvos
Forma	Configuração dos alvos
Textura	Impressão de rugosidades característica dos tons de cinza ou da composição colorida que se repetem em uma imagem. Subdivide-se em lisa (uniforme/homogêneo), intermediária e rugosa (grosseiro/heterogêneo)
Padrão	Arranjo espacial dos objetos na paisagem (forma aleatória ou sistemática)
Sombra	A maioria dos dados ópticos do sensoriamento remoto é coletada em um intervalo de mais ou menos 2 horas ao redor do meio dia para evitar sombreamentos extensivos nas imagens. No entanto, as sombras identificadas nas imagens são fatores que possibilitam a identificação de determinados alvos
Altura	Impressão de profundidade característica de imageamentos em ambientes de relevos com declividade
Sítio/Localização	Características físicas (elevação, declividade, aspecto e tipo de cobertura vegetal) e socioeconômicas (valor da terra, sistema de posse da terra, proximidade da água etc.)
Situação	Lógica previsível da organização e orientação de objetos em relação a outros
Associação/Contexto	Feições ou atividades humanas associadas aos aspectos dos alvos nas imagens

Fonte: baseado em Florenzano, 2008; Jensen, 2009

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

3.3 Imagens MODIS e índice de vegetação: análise multitemporal e sazonal da biomassa

O sensor MODIS é um dos instrumentos das plataformas Terra e Acqua projetado para aplicações em estudos da atmosfera, continente e oceano. Entre as qualidades dos produtos MODIS, encontram-se: i) alta resolução temporal, produzindo imagens da mesma área a cada dois dias; ii) grande sensibilidade radiométrica, de 12 bits, que detalha os alvos captados pelo sensor do satélite; iii) multiespectral, com 30 bandas divididas entre as faixas do visível e do infravermelho (intervalo de 0,4 μm a 14,4 μm) do espectro eletromagnético.

São obtidos pelo sensor MODIS 44 produtos, com aplicações específicas, adquiridos sem custo pela internet, no portal da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), < <https://earthdata.nasa.gov/> >. Cada produto é pré-processado em níveis variantes de zero a quatro, sendo que, quanto mais próximo desse, maior é a riqueza do tratamento dos produtos. Informações adicionais dos produtos MODIS, inclusive dos estágios de pré-processamento e processamento, encontram-se sintetizadas em Andersson e outros (1995) e Rudorff e outros (2007).

O produto MOD13, derivado do sensor MODIS, constituiu uma fonte relevante de dados desta pesquisa. Ele é composto pelo NDVI, índice de vegetação realçado (*enhanced vegetation index* – EVI), bandas do visível e infravermelho próximo, gerados após a integração de oito cenas da mesma área, obtidas a cada 48 horas, sintetizando informações ambientais de 16 dias da mesma área. O produto MOD13 é disponibilizado na internet em resolução espacial de 250 metros, 500 metros e 1 quilômetro, depois de realizar-se o nível quatro de pré-processamento, constituído de correção geométrica, atmosférica e radiométrica.

Latorre e outros (2007) indicaram os principais objetivos e características do MOD13, como gerar índices de vegetação com o mínimo de interferência atmosférica, inclusive de nuvens; obter melhor resolução temporal e espacial possível; assegurar a confiabilidade dos dados adquiridos; padronizar a geometria de aquisição e iluminação das imagens; descrever e reconstruir dados de variação fenológicas; e monitorar com precisão as alterações interanuais da cobertura vegetal (Figura 12). Estas características são de ampla aplicabilidade para os estudos ambientais e viabilizam pesquisas sobre a desertificação, quando se pretende avaliar a biomassa numa escala multitemporal e sazonal.

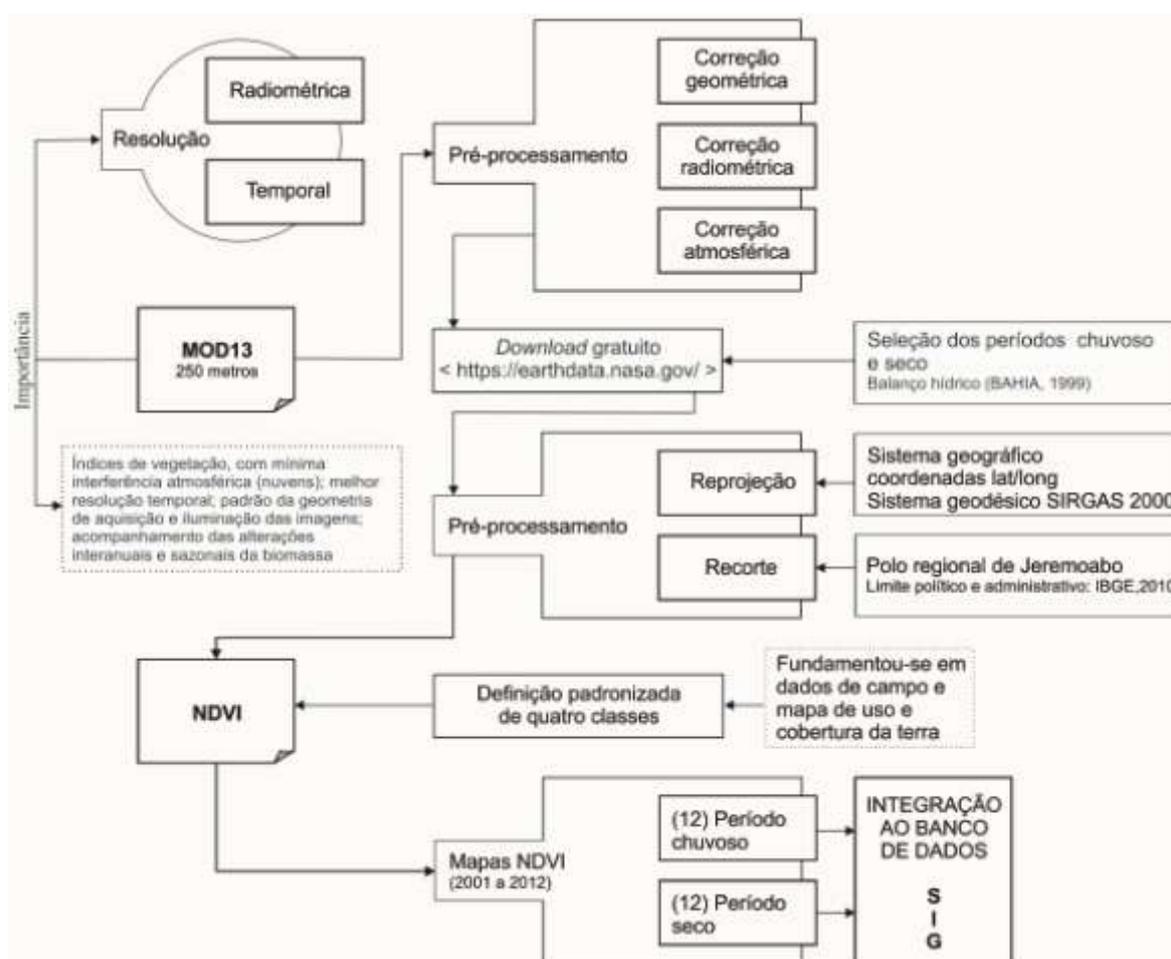
Além de favorecer a análise e comparação das variações sazonais e multitemporal da biomassa no período chuvoso e seco do polo regional de Jeremoabo, devido à alta resolução temporal, o produto MOD13 detalha mais os alvos, por possuírem alta resolução radiométrica. Essas características o distinguem de inúmeros produtos de sensoriamento remoto disponibilizados gratuitamente pela internet, como as imagens dos sensores Landsat e Cbers, constituindo-se em um material importante para estabelecer a vulnerabilidade à desertificação e a degradação ambiental.

Lobão e Silva (2013) indicaram a importância de aplicar o NDVI em imagens MODIS em uma escala multitemporal e sazonal para a análise da biomassa das áreas dominadas pelo clima tropical semiárido. As autoras aplicaram o índice em imagens MODIS, com resolução de 500 m, para toda a região semiárida da Bahia e demonstraram a sensibilidade da vegetação à ocorrência das estiagens e das precipitações pluviométricas, a confiabilidade de indicar as áreas conservadas e deterioradas e a dinâmica da biomassa (LOBÃO; SILVA, 2013).

Após a aquisição do produto MOD13 do período chuvoso e do período seco (Quadro 13), apoiada pela análise do balanço hídrico dos municípios constituintes do polo

regional de Jeremoabo (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 1999), selecionou-se as bandas do vermelho (V) e infravermelho próximo (IVP). As cenas foram reprojetaadas (sistema geográfico de coordenadas lat/long e sistema geodésico SIRGAS 2000), construiu-se o mosaico e foram recortadas de acordo com a área do polo regional de Jeremoabo, tendo os seus limites políticos e administrativos determinados pelo IBGE (2010), como demonstra a figura 12; após essas etapas, procedeu-se com a aplicação do índice de vegetação nas imagens MODIS (Figura 12).

Figura 12 – Esquema ilustrativo sobre a importância, procedimentos para aquisição e pré-processamento do produto MOD13 e a aplicação do NDVI



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Quadro 13 – Dados sobre as imagens MODIS utilizadas para aplicação do NDVI do polo regional de Jeremoabo

Produto	Bandas	Período	Data	Resolução	
				Espacial	Radiométrica
MOD13Q1.A2000*097.h14v09.005.	Vermelho Infravermelho próximo	Chuvoso	07/04/01	250m	12 bits
MOD13Q1.A2001*097.h14v10.005.			07/04/02		
			07/04/03		
			06/04/04		
			07/04/05		
			07/04/06		
		07/04/07			
		06/04/08			
		07/04/09			
		07/04/10			
		07/04/11			
		06/04/12			
MOD13Q1.A2000*289.h14v09.005.		Seco	15/10/01		
			15/10/02		
			15/10/03		
			14/10/04		
			15/10/05		
			15/10/06		
			15/10/07		
			14/10/08		
			15/10/09		
			15/10/10		
			15/10/11		
			14/10/12		

* Ano da imagem

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Destaca-se que o desenvolvimento de conceitos e de técnicas do sensoriamento remoto possibilitou a aprimoramento dos estudos da cobertura vegetal por meio de imagens de satélites ópticos. Hoje, é possível estudar a biomassa em diferentes escalas espaciais através de folhas isoladas de espécies vegetais e/ou dosséis de vegetação, para resultar em caracterização e quantificação da biomassa, quando se considera os dosséis, indicar estados ambientais e subsidiar uma riqueza de discussões ambientais. O conhecimento acerca do comportamento espectral da vegetação e das interferências decorrentes das especificidades dos sensores e dos ambientes são fatores importantes à evolução do sensoriamento remoto, pois permitiram a elaboração de modelos matemáticos de análise da biomassa, como os índices de vegetação.

Em anos de pesquisas do sensoriamento remoto propuseram-se distintos índices de vegetação, para obter-se informações referente à biomassa, como o índice de área foliar (IAF), porcentagem da cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde (JENSEN, 2009). Os índices de vegetação são meios eficazes para acompanhar alterações da cobertura

vegetal, identificando pressões (desmatamento, queimadas, extração vegetal etc.) e estados ambientais (vegetação conservada, densidade da biomassa, solo exposto, entre outros).

Esses índices geralmente utilizam as bandas na região do visível, sobretudo do vermelho, e do infravermelho próximo, pois o comportamento espectral da vegetação nessas faixas é peculiar, devido, principalmente, à composição química e à estrutura interna da vegetação (LIU, 2006). A biomassa no intervalo espectral do vermelho tende a absorver mais e refletir menos energia radiométrica; ao contrário da ocorrência na faixa do infravermelho próximo, onde absorve menos e reflete mais.

A razão simples constitui-se no índice de vegetação pioneiro, que é obtido pela razão do fluxo radiante no infravermelho próximo e o fluxo radiante refletido no vermelho. No quadro 14, exemplifica-se e caracteriza-se alguns índices de vegetação.

Quadro 14 – Características de alguns índices de vegetação aplicados em estudos ambientais

Índice de vegetação	Características
Razão simples (<i>simple ratio</i> – SR)	Primeiro índice elaborado, fornece informações sobre a densidade da vegetação ou sobre o índice de área foliar (IAF), sendo sensível a variações das vegetações de grandes unidades florestais.
Índice de vegetação da diferença normalizada (<i>normalized difference vegetation index</i> – NDVI)	É um dos índices mais utilizados por pesquisadores, pois permite o monitoramento de mudanças sazonais e interanuais da vegetação. Entretanto, é sensível aos substratos sob os dosséis, como solos escuros, que aumentam os valores do NDVI.
Índice de vegetação ajustado para o solo (<i>soil adjusted vegetation index</i> – SAVI)	Algumas características dos solos interferem consideravelmente nos valores de determinados índices de vegetação. O SAVI leva em consideração parâmetros para minimizar o efeito do solo nos resultados dos índices
Índice de vegetação resistente a atmosfera (<i>atmospherically resistant vegetation index</i> – ARVI)	Para calcular este índice são utilizadas as bandas do azul, vermelho e infravermelho próximo, com o propósito de reduzir os efeitos da atmosfera sobre o índice. O ARVI é quatro vezes mais resistente que o NDVI aos efeitos atmosféricos. É recomendável a sua utilização para áreas totalmente recobertas por vegetação.
Índice de vegetação realçado (<i>enhanced vegetation index</i> – EVI)	O EVI é um NDVI modificado para reduzir os efeitos dos solos e da atmosfera no índice. É favorável a sua utilização para ambientes com grande densidade vegetativa

Fonte: JENSEN, 2009

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Rouse e outros (1973 apud Jensen, 2009) propuseram o índice da diferença normalizada (NDVI), adotado para geração de dados e informações desta pesquisa, que é obtido pelo resultado da equação 1:

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

onde, ρ_{ivp} refere-se à refletância no infravermelho próximo, ρ_v à refletância no vermelho e os valores geralmente variam de -1 a 1. Nas imagens MODIS, o NDVI varia

de 0 a 1 e os valores negativos, quando existem, representam as áreas em que o sensor não conseguiu captar os dados ambientais.

Após a fase de pré-processamento das imagens MODIS, seguiu-se com as seguintes etapas (indicadas na figura 12, que sintetiza informações sobre o produto MOD13 e os procedimentos para a construção dos mapas NDVI): i) aplicação do NDVI; ii) realização de testes para a definição dos limites das classes padrão do NDVI, os quais foram comparados com realidades observadas nos estudos de campo e dados secundários, como o mapa de uso e cobertura da terra; iii) determinação de quatro classes do índice, de acordo com a densidade da biomassa e importância para o estudo da desertificação. Assim, produziu-se doze mapas do período chuvoso e doze mapas do período seco (total de 24 mapas de índice de vegetação), entre os anos de 2001 e 2012 (Figura 12). As informações obtidas foram adicionadas ao sistema de informações geográficas (Figura 12), para posterior análise, comparação, integração com os demais dados e informações ambientais do polo, determinação dos níveis de vulnerabilidade à desertificação, indicação da degradação ambiental e sínteses.

3.4 Modelagem ambiental: técnicas, produtos e integração de dados ambientais

O conhecimento produzido pela construção e análise dos modelos possibilita avanços nos estudos geográficos devido às novas abordagens espaciais e ambientais complexas. O ambiente é constituído por elementos que se inter-relacionam para constituir formas, processos, relações, dimensão, localização e outros. A construção de modelos ambientais é um instrumento de análises sistêmicas através da manipulação e integração dos atributos e dos aspectos da paisagem, com o objetivo de representar estados ambientais e fundamentar o planejamento e a gestão ambiental.

A literatura enfoca, de um modo geral, que a função do modelo ambiental é a de representar a realidade espacial e/ou ambiental percebida (CHORLEY; HAGGETT, 1975; CHRISTOFOLETTI, 1999; SANTOS, 2004). Isso destacou que a construção do modelo centra-se na definição de cenários ambientais a partir da análise subjetiva do pesquisador, ao valorizar determinados dados ambientais, em razão dos objetivos propostos, abordagens teóricas, conceituais e metodológicas, especialização técnica e científica, disponibilidade de dados e informações e outros.

A delimitação conceitual de modelos por Haggett e Chorley (1975) é adequada aos estudos integrados do meio ambiente e à desertificação. Os autores propõem que:

modelo é uma estruturação simplificada da realidade que supostamente apresenta, de forma generalizada, características ou relações importantes. Os modelos são aproximações altamente subjetivas, por não incluírem todas as observações ou medidas associadas, mas são valiosos por obscurecerem detalhes acidentais e por permitirem o aparecimento dos aspectos fundamentais da realidade (HAGGETT; CHORLEY, 1975, p. 3-4).

A modelagem não traduz a realidade ambiental em si, mas uma aproximação do percebido, por não comportar todas as dimensões temáticas e temporais do ambiente. Por causa da seletividade dos planos de informações, todo o modelo possui um grau de limitação aplicável. Todavia, pela modelagem originam-se novos dados e revelam-se informações sobre o ambiente – muitas vezes, impossíveis de serem detectadas pela análise das partes individuais do ambiente (HAGGETT; CHORLEY, 1975) –, fundamentais para a comunicação e tomada de decisões frente à crise ambiental vivenciada.

No estudo da desertificação, a modelagem se destaca porque constitui a elaboração de estados ambientais, para correspondê-los com as forças motrizes e impactos resultantes; possibilita o entendimento do processo, ao relacionar e integrar diferentes dados do ambiente, com relevância temática; evidencia os diferentes níveis de vulnerabilidade à desertificação e subsidia a elaboração de políticas específicas para cada ambiente destacado.

Christofolletti (1999) e Haggett e Chorley (1975) expuseram as principais características de um modelo ambiental, tais como: i) seletividade da informação: escolha dos dados para a integração de acordo com o destaque temático; ii) estruturação: representa as conexões ambientais relacionadas ao processo – através da relação entre as variáveis investigadas – e indica um determinado padrão ambiental; iii) enunciativo: possibilita a elaboração de novas hipóteses e especulações no campo da pesquisa, importantes para o amadurecimento teórico, metodológico, ampliação e generalização dos modelos; iv) simplicidade: contribui para a compreensão e manipulação das informações, sem deixar de evidenciar a complexidade ambiental; v) analógicos: difere do mundo real e mostra uma forma de compreender, aproximadamente, a realidade; vi) reapplicabilidade: devem ser empregados em outros casos inerentes à categoria pesquisada, com modificações necessárias nas mensurações das variáveis.

Diversos fatores estão associados à qualidade da representação ambiental pelos modelos, como: i) a seleção, procedência e condição dos planos de informação – métodos da pesquisa, atualização da informação, escala cartográfica dos mapas etc.; ii) a determinação da álgebra de mapas; iii) a escolha da função matemática que é mais indicada ao caso estudado; iv) a valorização das classes e do mapa em relação ao objetivo e particularidades da área da pesquisa.

Os modelos matemáticos mais utilizados nos SIG para a simulação da realidade ambiental a partir de operações estatísticas são os operadores booleanos, a sobreposição por índice ou média ponderada (atribui-se aos mapas temáticos e às classes importâncias diferenciadas na especificação dos pesos para a modelagem) e a lógica *fuzzy* (MEIRELLES; CAMARA; ALMEIDA, 2007). Na operação booleana, os mapas associam-se a um plano de informação combinados para sustentar uma hipótese e a modelagem resulta em um mapa binário, ou seja, com dados dicotômicos “sim” ou “não”, “pertence” ou “não pertence”, “verdadeiro” ou “falso”, “zero” ou “um”. Assim, pela lógica booleana não é possível indicar, quantitativa e qualitativamente, as escalas hierárquicas dos atributos e aspectos da paisagem na modelagem e o mapa não resultará em níveis diferenciados de vulnerabilidade; ou é vulnerável, ou não é, sem admitir o moderadamente/medianamente vulnerável e outras classes intermediárias. A dicotomia da abordagem booleana estabelece limites rígidos das classes, muitas vezes impossíveis de serem definidos e com condições de resultar em informações distanciadas da realidade ambiental.

Os modelos baseados na sobreposição por índice ou média ponderada são mais flexíveis do que as operações booleanas, pois permite ajustes das notas e médias atribuídas às classes e aos mapas em relação ao tema pesquisado. Ou seja, para cada plano de informação e as respectivas classes será atribuído um peso relativo à importância no estudo, o que condicionará a elaboração de cenários ambientais revelando graus de acordo com os valores determinados. No entanto, a linearidade da informação sobressai, porque o peso dado ao mapa é constante na modelagem e, com isto, se admite o comportamento estável do plano de informação em todo o sistema ambiental (MEIRELLES; CAMARA; ALMEIDA 2007; MOREIRA; CÂMARA; ALMEIDA FILHO, 2001).

A lógica *fuzzy* reconhece uma escala hierárquica menos rígida nas operações com mapas e é uma alternativa à lógica booleana e à sobreposição por média ponderada. A abordagem *fuzzy* é essencial para a classificação de fenômenos ambientais onde não há divisões precisas das classes e, por essa razão, é amplamente utilizado em pesquisas sobre

estados do ambiente (LOBÃO; SILVA, 2013; MEIRELLES; CAMARA; ALMEIDA 2007; MOREIRA; CÂMARA; ALMEIDA FILHO, 2001; SILVA, 2005). Lobão e Silva (2013), a partir da aplicação de técnicas de geoprocessamento, construíram modelos *fuzzy* para a análise socioambiental do semiárido da Bahia, cujo trabalho foi importante no percurso metodológico desta pesquisa.

Os valores de pertinência ao conjunto *fuzzy* estão compreendidos em um intervalo de zero a um, $[0, 1]$, sem restrições na definição dos valores intermediários, onde quanto mais próximo de 0, menor é a pertinência ao conjunto e quanto mais próximo de 1, maior é a pertinência ao conjunto. Os limites das classes são determinados de acordo com a importância delas e dos planos de informação ao estudo proposto, por um julgamento quantitativo e/ou qualitativo.

Na abordagem *fuzzy* existe a opção de empregar probabilidades linguísticas, subentendidos por dados quantitativos e manipulados por operações *fuzzy* (KAUFMANN; GUPTA, 1988; VON ALTROCK, 1996). Isso quer dizer, por exemplo, que a incerteza da classificação qualitativa de vulnerabilidade (baixa vulnerabilidade, média vulnerabilidade, média alta vulnerabilidade e alta vulnerabilidade) é traduzida nas operações *fuzzy* e resultam em modelos matemáticos. A lógica *fuzzy* possibilita, portanto, ajustar a imprecisão dos fenômenos investigados, como os ambientais, às operações matemáticas computacionais para gerar modelos sistêmicos flexíveis e aproximados da realidade (COX, 1994).

Em relação às terras secas, admite-se a ideia de que elas possuem diferentes graus de vulnerabilidade à desertificação e de degradação. A depender das condições dos componentes ambientais que as compõem, elas serão altas, baixas e/ou possuirão classes intermediárias. A lógica *fuzzy* possui princípios matemáticos para a representação, por exemplo, das vulnerabilidades à desertificação baseada na qualificação e quantificação (graus de pertinência) das condições dos componentes que formam as paisagens do polo regional de Jeremoabo. Pelo motivo da incipiência dos estudos sobre o processo de desertificação na Bahia e a incerteza das áreas degradadas, desertificadas ou altamente vulneráveis, a aplicação da lógica *fuzzy* contribui para uma maior segurança aos mapeamentos da desertificação no polo regional de Jeremoabo. A geração de modelos com graus diferenciados de pertinência ao conjunto *fuzzy* de vulnerabilidade e de degradação considera as dúvidas, a flexibilidade, a complexidade das condições dos meios e dos fenômenos relacionados à desertificação na área, pauta-se no arcabouço teórico e

metodológico de pesquisas aplicadas sobre o tema e fundamenta-se no conhecimento de especialistas.

A classificação da vulnerabilidade ambiental e degradação, a partir da sobreposição dos planos de informações (mapas ambientais) em ambiente SIG, ocorre por meio da aplicação de operadores *fuzzy*, obtidos por funções matemáticas de pertinência ao conjunto. Uma série de regras matemáticas é utilizada para determinar as operações, com amplas utilizações nos estudos ambientais, descritas no quadro 15.

Quadro 15 – Características dos operadores *fuzzy*

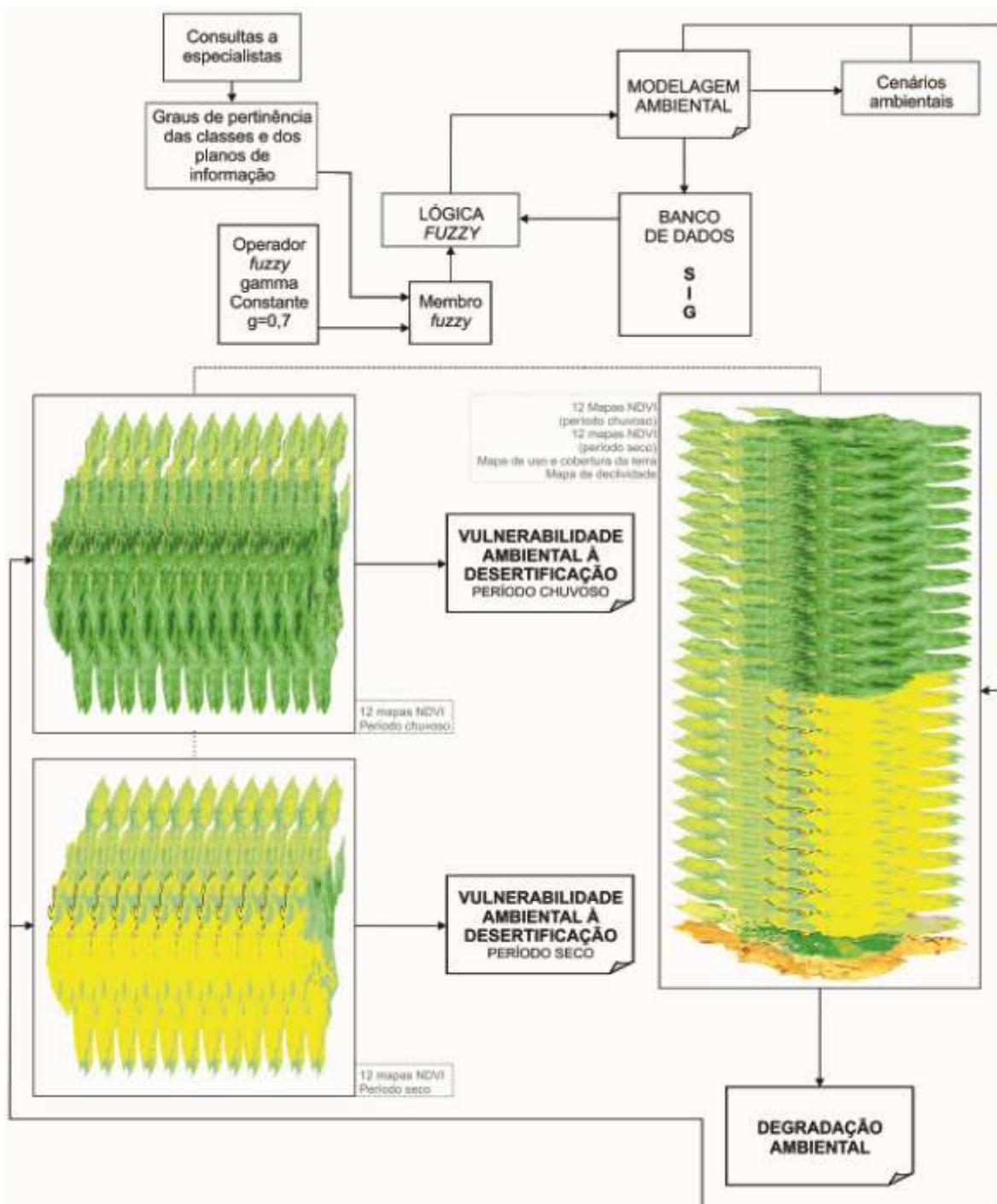
Operadores <i>Fuzzy</i>	Características
Intersecção - AND ou mínimo	O valor de saída dos membros <i>fuzzy</i> será sempre o menor valor dos membros <i>fuzzy</i> de entrada, logo é o mais conservativo, sendo indicado para situações altamente restritivas (cenário pessimista), onde duas ou mais evidências são estritamente necessárias para satisfazer uma hipótese.
União -OR ou máximo	O valor de saída dos membros <i>fuzzy</i> será o maior valor de entrada dos membros <i>fuzzy</i> , logo, é mais abrangente, sendo indicado para situações onde qualquer evidência deve ser considerada (cenário otimista), onde a ocorrência de apenas uma evidência é suficiente para satisfazer a hipótese.
Soma algébrica <i>fuzzy</i>	O resultado dessa operação é sempre um valor maior ou igual ao maior valor de pertinência <i>fuzzy</i> de entrada. O efeito dessa operação é, portanto, de aumentar o valor de pertinência. Observa-se que, enquanto o produto algébrico <i>fuzzy</i> é um produto algébrico, a soma algébrica <i>fuzzy</i> , não é uma simples soma algébrica. É na verdade complementar ao produto algébrico <i>fuzzy</i> .
Produtos algébricos <i>fuzzy</i>	Os valores de pertinência tendem a ser muito pequenos quando se utiliza esse operador, devido ao efeito de se multiplicar diversos números menores do que 1.
Operador gamma	Dependendo do valor do 'g' utilizado, podem-se produzir valores de saída que garante certa flexibilidade entre a tendência de maximização da soma algébrica <i>fuzzy</i> e de minimização do produto algébrico <i>fuzzy</i> .

Fonte: Lobão e Silva, 2013

Após a realização de testes de aplicação dos operadores *fuzzy*, o gamma foi o mais indicado para classificar a vulnerabilidade e degradação dos ambientes que formam o polo regional de Jeremoabo, conforme indicado na figura 13. Para a modelagem *fuzzy* gamma, é preciso calcular a soma algébrica *fuzzy* e o produto algébrico *fuzzy*, conforme indicado pela equação 2, que se refere ao operador gamma:

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

Figura 13 – Integração de dados para a elaboração de modelagens ambientais *fuzzy*



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

O operador *fuzzy* gamma é mais flexível em relação aos demais, pois resulta de combinação de funções de pertinências que podem criar cenários mais otimista ou pessimista (Quadro 15). A soma algébrica *fuzzy* origina valores (saída) de pertinência superiores aos de entrada, porque a combinação de duas ou mais evidências favoráveis reforçam-se, ao contrário do que se fosse considerada a vulnerabilidade a partir da

operação matemática de apenas um plano de informação. A função da soma algébrica *fuzzy* resultará em um modelo de vulnerabilidade ambiental maximizada (Quadro 15), ao inverso do produto algébrico *fuzzy*, pois será igual ou inferior ao menor valor de entrada *fuzzy* (valor de pertinência de cada classe dos planos de informação), porque serão realizadas multiplicações com valores inferiores a 1. Esta combinação tende a diminuir os valores de entrada *fuzzy* e a originar um cenário de vulnerabilidade otimista.

A tendência em aproximar a combinação de valores do *fuzzy* gamma aos resultados dos operadores soma algébrica ou produto algébrico está na manipulação do valor da constante g (Equação 2), que varia entre $[0, 1]$. Ao definir em $g = 1$, o resultado se iguala à soma algébrica; quando é determinado em $g = 0$, o resultado é semelhante ao produto algébrico (BONHAM-CARTER, 1994). Com o intuito de evitar os extremos – cenário otimista ou cenário pessimista – definiu-se a constante g igual a 0,7 nas modelagens de vulnerabilidade ambiental à desertificação e de degradação do polo regional de Jeremoabo (Figura 13).

Para decidir os graus de pertinência das classes de cada plano de informação utilizado nas modelagens ambientais, no intuito de valorá-las em razão das especificidades ambientais do polo e as propostas de estudos, consultou-se especialistas (Figura 13) experientes na área ambiental, semiárido e emprego das geotecnologias. Reuniu-se com eles para expor e discutir os objetivos do estudo e das modelagens ambientais, a alternativa da lógica *fuzzy* para a classificação temática e, assim, determinar os graus de pertinência das classes e dos planos de informação nas modelagens de vulnerabilidade ambiental à desertificação e de degradação (Figura 13).

As modelagens de vulnerabilidade e de degradação ambiental ocorreram em ambiente SIG e correspondem à i) modelagem da vulnerabilidade ambiental à desertificação a partir da integração de 12 mapas NDVI do período chuvoso; ii) modelagem da vulnerabilidade ambiental à desertificação com a integração de 12 mapas NDVI do período seco; iii) modelagem de degradação ambiental a partir da combinação dos 24 mapas NDVI (período chuvoso e período seco), mapa de uso e cobertura da terra e mapa de declividade (Figura 13).

4 OCUPAÇÃO E O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO

A diversidade ambiental da Área Suscetível à Desertificação (ASD) é perceptível nas inúmeras denominações de seus espaços: sertão, polígono das secas, semiárido e outros. A riqueza ambiental expressa-se, também, nos mosaicos de litologias, solos, vegetação, na multiplicidade de sua gente, que expressam os modos e costumes de vida, lutas para romper com as desigualdades sociais e configurar novas paisagens.

A agropecuária foi um dos principais fatores da colonização nas áreas do sertão; hoje, ela é uma importante fonte de conhecimento, de recursos econômicos, de culturas. Entretanto, se a ocorrência dela é mal planejada, constitui em um fator de pressão ambiental, que pode configurar os estados de vulnerabilidade ambiental à desertificação das terras secas brasileiras.

Sem participação popular, não há planejamento eficaz; sem planejamento ambiental, a insustentabilidade é materializada. Por isso, acredita-se que as ações oriundas no apelo populacional e nas ações institucionalizadas são caminhos possíveis de percorrer para enfrentar a degradação no polo regional de Jeremoabo. Todavia, é preciso efetivar um diálogo e romper com a imposição do silêncio de muitos em favor de poucos.

O estudo do processo de ocupação das terras e de meios onde se expressam o planejamento da ASD dão visões a fatores sociais que degradam a terra. Se o ambiente é vulnerável a desertificação, questões políticas, administrativas, econômicas e sociais interagem a outros fatores para romper o equilíbrio ambiental.

Existe um planejamento ambiental eficaz para a ASD e para o polo regional de Jeremoabo que considere as riquezas ambientais e promovam a sustentabilidade? Neste capítulo, analisou-se referências bibliográficas sobre a área de estudo, desertificação e meio ambiente, além de documentos acerca da desertificação, a fim de refletir sobre tal questionamento e traçar rumos indicadores de alguns fatores de pressão ambiental para tornar o polo regional de Jeremoabo vulnerável à desertificação.

4.1 O percurso do gado e a ocupação dos sertões de dentro da Bahia

Nos primeiros anos da colonização portuguesa do Brasil, a exploração das terras foi mais intensa na região litorânea. Essa correspondia a uma faixa de terra, do norte a sul litorâneo brasileiro, ocupada e dominada pelos colonizadores lusos, que iniciava na costa e adentrava no continente. Desta região, inicialmente, extraíram o pau-brasil e exploraram os solos para o *plantation* da cana-de-açúcar. O interior da colônia portuguesa era desconhecido e, por muito tempo e com muitos significados, denominavam-no sertão.

Ao longo da história brasileira, muitas concepções foram atribuídas ao termo sertão, com variações no campo geográfico, antropológico, econômico, literário, artístico, jornalístico etc. No período da ocupação da América portuguesa, o sertão significava a fronteira da colonização, área das atividades dos bandeirantes, mineradores e das guerras contra os indígenas (NEVES; MIGUEL, 2007). A definição do vocábulo foi construída, inicialmente, pelos colonizadores portugueses, carregada de sentidos depreciativos, como “espaços vazios, desconhecidos, longínquos e pouco habitados [...], da conquista e da consolidação da colônia brasileira” (AMADO, 1995, p. 148). Neves e Miguel (2007) afirmaram que no século XIX os sentidos de sertão dividiram-se na ideia de semiárido, nas práticas econômicas e nos padrões de sociabilidade relacionadas à pecuária.

A acepção de sertão tornou-se ampla, como expressão da diversidade ambiental, geográfica, socioeconômica, cultural e outras. Ela abrange conteúdos relacionados ao interior do Brasil (ligadas à categoria de análise geográfica de região) e recortes espaciais: “condição de território interior de uma região, ou de uma unidade administrativa interna (Sertão Nordeste, Sertão da Bahia), de zoneamento dessas espacializações (Alto Sertão da Bahia, Sertão de Canudos, Sertão do São Francisco)” (NEVES; MIGUEL, 2007, p. 16-17).

Na Bahia colonial, o crescimento econômico e o adensamento populacional eram focados para as áreas da Baía de Todos os Santos, sobretudo para a sede da vila, Salvador, e áreas circunscritas. Essas constituíam o litoral, com relações socioeconômicas antagônicas das terras despovoadas e inexploradas pelos colonizadores (sertões). Ao passo que aumentava a população e a necessidade de mão de obra, interiorizava-se o descobrimento, ocupação e exploração de novas terras e povos, como os dos sertões. A perseguição aos indígenas nas áreas do São Francisco para os tornarem escravos, por exemplo, iniciou-se entre 1543 e 1550 (LINS, 1983).

As missões religiosas constituíram-se entre as primeiras iniciativas de alcançar as terras e povos dos sertões. Já no ano de 1561, os missionários inacianos chegaram à fronteira entre a Capitania de Sergipe del Rei e da Bahia, por meio da foz do rio Itapicuru, de onde seguiram para o rio Real (DANTAS, 2000). Essas terras eram ocupadas pelos indígenas, despovoadas pelos portugueses e suscetíveis a formação de mocambos de escravos fugidos das fazendas da Bahia – situações enfrentadas e combatidas pelos jesuítas, colonos e autoridades (DANTAS 2000).

Os vales dos rios baianos, com a foz no oceano Atlântico, foram de importância para a exploração dos sertões de Dentro, a exemplo do rio Inhambupe, Itapicuru, Jacuípe, Paraguaçu, Real e São Francisco (DANTAS, 2007; SILVA, J. C., 2003) – Mapa 3. Nas margens desses, traçaram-se caminhos (Mapa 3) que levavam ao interior, alcançando as áreas das caatingas, demarcadas pelo clima seco e quente, intermitência dos rios, vegetação espinhenta e com extrato lenhoso decidual, alta evaporação das águas dos rios e dos solos. Essas características ambientais (distintas do litoral) contribuíram, imediatamente, para que os engenhos da cana-de-açúcar e as plantações de fumo fossem mais numerosos no litoral – pois encontraram melhores condições de progresso às lavouras – e a efervescência econômica se estabelecesse no Recôncavo da Bahia.

O adensamento populacional no Recôncavo baiano demandou maiores suprimentos de comidas, sobretudo da carne, mão de obra escrava para as lavouras, o gado para o transporte e para mover os engenhos e engenhocas, couro para embalar os tabacos comercializados na colônia portuguesa (DANTAS, 2007; SILVA, J. C., 2003). Esses fatos, juntamente com a evidência de minas de ouro nos sertões do São Francisco (SILVA, J. C., 2003), impulsionaram a corrida à exploração dos sertões, de onde “os indígenas eram expulsos das terras e dizimados para o gado entrar e/ou explorar as minas” (SILVA, J. C., 2003, p. 96). Enquanto os gados pontilhavam os seus caminhos sobre as terras dos sertões, os colonizadores os seguiam e traçavam os seus caminhos, demarcavam as suas propriedades e fixavam suas ocupações. As primeiras cabeças do gado vacum foram introduzidas na colônia portuguesa no governo Tomé de Souza (1549-1552), nas capitânicas da Bahia, Pernambuco e São Vicente, antes mesmo da consolidação das lavouras de cana-de-açúcar, e despertaram a curiosidade dos povos autóctones, por esses desconhecem portes de animais semelhantes (NEVES, 2009).

contagem os porcos, cabras e éguas. Certamente, o rápido crescimento do rebanho de Garcia D'Ávila apontou que ele obteve gados de outros beneficiários dos primeiros lotes (NEVES, 2009).

A expansão do rebanho de Garcia D'Ávila e das fazendas o colocou entre os homens mais ricos da capitania da Bahia e dono dos maiores latifúndios, de onde se desconhecem os limites desses. A constituição das riquezas de Garcia D'Ávila e dos descendentes da Casa da Torre iniciou-se desde 1549, até a extinção do domínio econômico e político nos anos do século XIX (PESSOA, 2003). O primeiro Garcia D'Ávila é considerado um bandeirante importante no trajeto histórico da ocupação e exploração dos sertões; ele iniciou a construção de um poderio (permanecendo entres os posteriores dele) de terras distribuídas nos atuais estados da Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Sergipe, abrangendo largas extensões nos rios Itapicuru, São Francisco, Real e Parnaíba. Pelo domínio da Casa da Torre, constituía-se a riqueza econômica e política de uma família, pautada em uma exploração dos povos e terras.

Nos sertões da Bahia, a criação do gado era extensiva e as fazendas eram pequenas manchas mal distribuídas, não coincidindo com a dimensão das imensas faixas de terras das sesmarias. Nessas, além de se encontrar os vaqueiros, localizavam-se alguns rendeiros destituídos do poder econômico, que sobreviviam com a criação de gados nas terras de outrem (DANTAS, 2007). Os vaqueiros tiveram uma importância destacável na colonização dos sertões nordestinos, por centralizarem em suas mãos as atividades pecuaristas. Eles eram os responsáveis pela instalação e manutenção da fazenda de gado, com alguns auxiliares, que no transcorrer de quatro ou cinco anos passavam a receber a quarta parte das cabeças de gados nascidas como forma de pagamento dos serviços prestados (SILVA, J. C., 2003).

No início do século XVII, as bandeiras tiveram um papel central no processo de exploração portuguesa do sertão baiano, sucedidas pelas expedições militares, porque eram organizadas pelos poderes públicos e privados, a fim de reconhecerem, explorarem as terras e os povos e descobrirem as minas, as quais transportaram centenas de homens para a região (SILVA, J. C., 2003). Apesar de diversas empreitadas dos colonizadores fracassarem, elas foram responsáveis pelo extermínio da cultura local em favor dos costumes portugueses (SILVA, J. C., 2003).

O processo de ocupação dos sertões do norte da Bahia tornou-se mais intenso a partir do meado do século XVII, com a proliferação das sesmarias. A distribuição das

terras “partiam tanto do litoral, subindo o Inhambupe, Itapicuru e Real, quanto de suas cabeceiras, caminhando no sentido da costa” (DANTAS, 2007, p. 38). Havia imprecisão na delimitação das terras, pois muitas delas eram doadas sem o reconhecimento de sua existência e por simples descrições de alguns exploradores.

Na metade do século XVII, os fazendeiros, com propriedades localizadas na bacia do rio Itapicuru, consolidaram as vias locais de ligações com o mercado de Salvador, Recôncavo baiano, Piauí e Pernambuco, de onde vinham as boiadas destinadas à Vila de Salvador. O mercado consumidor do gado era regular e lucrativo, razão pelas quais muitos fazendeiros e negociantes espreitavam-se nos caminhos difíceis entre as caatingas e tocavam os gados por longas distâncias até Salvador (LOPES, 2009).

Dantas (2000) descreveu a rota do caminho de Jeremoabo (Mapa 4) informada pelo frei Martinho de Nantes:

o gado cruzava o São Francisco, em uma passagem abaixo das ilhas de Pambu e Uacapara, continuando até o povoado de Jeremoabo, nas águas do Vaza-Barris, daí passando pela Ribeira do Pombal, junto à aldeia de Canabrava, e seguindo por Alagoinhas até Salvador. A Estrada das Boiadas ganhou ainda outra ramificação. A partir de Queimadas, podia-se então seguir a bacia do Itapicuru Mirim, passar por Bonfim e daí tomar a direção dos sertões do Piauí (DANTAS, 2000, p. 14).

Os caminhos abertos nos sertões foram de importância para interligar, mesmo que precariamente, comarcas, povoados, regiões e vilas. Por essas estradas, escoavam os excedentes econômicos, possibilitavam os abastecimentos, havia o controle populacional e a fiscalização da produção e da circulação de mercadorias (NEVES; MIGUEL, 2007). Além disso, em alguns pontos de determinadas estradas, formaram-se núcleos populacionais, onde ofereciam pousadas, pensões e pequenos estabelecimentos para provimento dos transeuntes.

A tradicional perspectiva da historiografia do sertão apontou a pecuária como uma atividade desempenhada sem planejamentos iniciais e projetou o gado como o conquistador das terras e definidor dos limites das fazendas (NASCIMENTO, 2008). Ainda, que a terra era povoada por homens livres, escravos fugitivos, índios, mestiços e negros libertos, inexistindo o trabalhador escravo. No entanto, pesquisas contemporâneas trançaram outros panoramas e indicaram a presença da mão de obra escrava negra na vila de Itapicuru e circunvizinhas no período escravocrata brasileiro, onde o escravo, além de

A criação da Vila de Itapicuru de Cima (da qual os municípios que compõem o polo regional de Jeremoabo foram originados, com a exceção de Chorrochó) remonta os anos de 1727. A sede dessa localizava-se nas margens do rio de mesmo nome e os povoados espalhavam-se sobre todo o território da vila. De acordo com os estudos de Dantas (2007), a pecuária era a vocação econômica regional e uma parcela da população realizava a agricultura (arroz, feijão e milho) de subsistência, cujos poucos excedentes eram comercializados na vizinhança, fazendas e feiras semanais; plantavam-se cana-de-açúcar nas áreas mais úmidas, onde localizavam-se alguns engenhos e engenhocas; também, havia a plantação de mandioca e a produção de farinha e rapadura pelos mais pobres da população. Entre os médios fazendeiros (categoria indicada pela autora), existiam aqueles que conjugavam a pecuária e agricultura (DANTAS, 2007), o que consolidará, mais adiante, a agropecuária como prática econômica regional preponderante.

Durante o período colonial brasileiro, com o intuito de gerar riquezas à metrópole, houve uma preocupação em criar uma estrutura administrativa fiscalizadora das populações, das produções de mercadorias e do comércio. No território da Bahia, muitas vilas foram fundadas lentamente até o século XIX (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 2001) e eram dotadas de aparato administrativo, jurídico e político para gerenciar os gastos, rendas administrativas, processos judiciais, controlar o comércio local, obras públicas e outros.

A criação da vila de Itapicuru de Cima visava atender as demandas administrativas e a ampliação da ocupação das terras com a agricultura e pecuária (Mapa 3). A sede da vila era denominada Itapicuru, e Jeremoabo, Nova Soure e Vila Nova de Pombal a constituía. De Itapicuru de Cima, até o ano de 1889, desmembrou-se dez vilas, de onde originaram os municípios baianos que constituem o polo regional de Jeremoabo, com exceção de Chorrochó (Mapa 5). O ritmo maior de divisão e criação de vilas ocorreu após outorgada a Constituição Brasileira de 1824, que facultava às províncias subdividirem os seus territórios, de acordo com a aprovação do Estado (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 2001).

questões políticas, econômicas, sociais, teológicas e outras. Ao longo do tempo, nos sertões da Bahia, não existiu nenhuma descrição de um local que vivenciou, rapidamente, um crescimento acentuado da população. O arraial messiânico de Canudos localizava nas margens do rio Vaza-Barris, tinha como líder Antônio Vicente Mendes Maciel – o messiânico Antônio Conselheiro – e estradas o integravam aos povoados, municípios regionais e ao rio São Francisco.

Quando se estabeleceu em junho de 1893, a fama de Antônio Conselheiro se espalhou pelas redondezas e atraiu milhares de pessoas da Bahia e Sergipe. A população local sobrevivia da pecuária caprina (CUNHA, 2009); da plantação de cana-de-açúcar nas áreas mais úmidas e da produção de rapadura para o consumo local; da criação do gado vacum; e, sobretudo, das doações e das esmolas recolhidas pelo messiânico e pelos beatos dele (SILVA, 1974). Em Canudos, a população não obedecia às normas do Estado, não reconhecia o governo republicano recém-criado e nem se pagava impostos, o que configurou, entre outros, fatores de perseguição e extermínio do arraial e povos, culminando em quatro expedições militares organizadas pelo Estado. Em 1897, com a quarta investida militar, destruíram Canudos, com incêndios do arraial, dizimação de grande parte da população e decapitação de tantos outros, inclusive de Antônio Conselheiro. A partir do represamento do rio Vaza-Barris e a formação do açude de Cocorobó em 1967, o sítio histórico do arraial de Canudos foi inundado, juntamente com parte da história brasileira. Outro núcleo urbano surgiu nas proximidades da barragem e, em 1985, é garantida a emancipação político-administrativa municipal.

Desde o período colonial, os relatos e imagens dos sertões nordestinos, majoritariamente, enfatizaram paisagens desoladoras e uma população calamitosa nos períodos da seca (SILVA, 2007). No semiárido da Bahia, constituído por riquezas ambientais, ora difundidas de modo depreciativo, a agropecuária foi uma força motriz para formação de povoados que originaram os municípios do polo regional de Jeremoabo. A atividade esteve comumente vulnerável as perdas devido à ocorrência periódicas de secas e, principalmente, das políticas governamentais engendradas para o semiárido, muitas evidenciando um determinismo ambiental (SILVA, R. M. A., 2003).

A ocorrência da grande seca no semiárido nordestino entre os anos de 1877 e 1879, marcada por graves mazelas sociais, institucionalizou a seca (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2012) no final do século XIX e a criação, no ano de 1909, da primeira agência federal sobre o tema, a Inspeção de Obras Contra as Secas (IOCS), com sede no Rio de Janeiro

(VELLOSO, 2000). No ano de 1919, após a ocorrência de reformas administrativas, a IOCS tornou-se a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS). As ações da IFOCS eram interrompidas e ineficientes, “visto que prevalecia a dependência da representação política do Nordeste na esfera do governo federal para investimentos na região” (VELLOSO, 2000, p. 18). A atuação da inspetoria já assinalava a perpetuação das elites políticas regionais e as práticas assistencialistas e coronelistas.

As construções de açudes e estradas pela Inspetoria de Obras Contra as Secas não repercutiu positivamente no desempenho da agropecuária e abastecimento de água no semiárido nordestino. Todavia, favoreceu a acumulação emergencial de água nos períodos de seca em alguns pontos da região, principalmente nas terras dos grandes proprietários, o êxodo rural e o fortalecimento da estrutura oligárquica local (ANDRADE, 1994; LOBÃO; SILVA, 2013; VELLOSO, 2000), haja vista que o órgão preocupou-se em construir “açudes, açudes e mais açudes” (CASTRO, 1992, p. 59). Na Bahia, construíram-se, no âmbito das atividades da IFOCS, 14 açudes com recursos públicos e sete em cooperação com o privado (ARAUJO, 1982; VELLOSO, 2000).

No ano de 1945, o governo federal reformulou a IFOCS e a transformou no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Entre os anos de 1945 e 1970, as ações prioritárias do DNOCS visavam atender as demandas regionais de energia elétrica (no processo de modernização e industrialização) e, para isto, segundo Velloso (2000), criaram a Comissão do Vale do São Francisco (CVSF) e a Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF). No polo regional de Jeremoabo, a construção da primeira usina hidroelétrica em Paulo Afonso (1949), na bacia hidrográfica do rio São Francisco, configurou entre os principais objetos técnicos construídos pelo DNOC no semiárido baiano. Atualmente, na bacia do rio São Francisco existe cinco grandes hidrelétricas comandadas pela CHESF, que paga altos *royalties* ao cofre público municipal de Paulo Afonso e o torna o município com o maior produto interno bruto (PIB) no setor industrial da região semiárida da Bahia – superior ao município de Feira de Santana, detentor de 594 indústrias (LOBÃO; SILVA, 2013).

A criação de uma quantidade de instituições públicas federais de atuação no nordeste brasileiro pautou-se, sobretudo, na visão histórica de que a seca era o fator estrutural dos problemas sociais do semiárido e uma fonte de atração de recursos para a região (CASTRO, 1992; VELLOSO, 2000). As ações mostraram-se ineficientes para resolver os problemas ambientais, sociais e econômicos regionais (BRASIL, 1959; SILVA,

2003b) e a partir de 1954 surgiram os ideais de planejamento do desenvolvimento econômico de abrangência temática, espacial e operacional mais ampla (VELLOSO, 2000). Nesse contexto, originaram-se duas instituições federais de atuação no Nordeste, para enfrentamento de problemas, digamos, econômicos: o Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

A fundação, em 1952, do Banco do Nordeste no governo de Getúlio Vargas, após a ocorrência da seca de 1951, objetivou alocar recursos financeiros a empreendimentos de caráter reprodutivo localizados na área do polígono das secas, para o financiamento de infraestrutura de combate à seca, incentivar industrialização e o uso econômico das terras (BRASIL, 1952). A SUDENE, institucionalizada no ano de 1959 pelo governo federal de Juscelino Kubitschek, propôs o planejamento de projetos para o desenvolvimento, com forte viés economicista (BRASIL, 1959). Ambas as instituições surgiram com direcionamentos hidrológicos e assentadas sobre os discursos de que as estiagens pluviométricas era o maior problema da região compreendida como polígono das secas (CASTRO, 1992; LOBÃO; SILVA, 2013; RIBEIRO, 1999, VELLOSO, 2000) .

Uma série de ações operacionalizadas pelas políticas governamentais para o semiárido do nordeste brasileiro não contribuiu em solucionar os problemas históricos regionais. Inexistiram a desestruturação das elites locais, pelo contrário, algumas se cristalizaram no poder por meio das agências federais, não houve a eliminação das desigualdades sociais, o combate à degradação ambiental e a luta pela sustentabilidade. A ocupação das terras, em muitos casos, foram fatores de degradação ambiental, pois incentivaram o uso econômico da terra incompatível às peculiaridades ambientais regionais. Assim ocorreu no polo regional de Jeremoabo, onde os cenários tendenciais indesejáveis são de degradação ambiental, salinização dos solos, desertificação, persistência da pobreza, declínio da produtividade agropecuária, desigualdade na distribuição e apropriação das riquezas ambientais e outros.

5.2 Convenções internacionais, programa nacional e planos estaduais de combate à desertificação: impactos nas políticas estaduais brasileiras

Na Conferência das Nações Unidas sobre o meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92), as lideranças governamentais discutiram sobre a desertificação e a seca. A

Agenda 21 traduziu no capítulo 12 (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1995) os significados e encaminhamentos sobre os temas, que conduziram algumas políticas nacionais para o semiárido brasileiro, definidos em seis áreas, relacionadas ao conhecimento científico, causas, efeitos e enfrentamento (Quadro 16).

A discussão da dimensão política da desertificação na Rio-92 ocasionou impactos positivos nos Estados nacionais com áreas suscetíveis e/ou desertificadas. No Brasil, o governo federal responsabilizou-se pela construção do *Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca* (PAN-Brasil). A delimitação da ASD pelo Ministério do Meio Ambiente constituiu-se no âmbito dos primeiros esforços da política nacional de desertificação do país.

A ASD brasileira foi demarcada a partir dos pressupostos da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), que estabeleceu o Índice de Aridez de Thornthwaite (1941) como classificação climática para determinação das ASD, pois este problema é específico dos ambientes de clima árido, semiárido e subúmido seco. Estão inclusos municípios nordestinos dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte, do norte/nordeste de Minas Gerais e noroeste do Espírito Santo que foram afetados por secas, com ocorrência do bioma Caatinga e de atuação da SUDENE (BRASIL, 2005). São 1.482 municípios, cuja superfície total é de 1.338.076,0 km², o que representa cerca de 15% do território nacional (BRASIL, 2005).

No campo da política brasileira de combate à desertificação, os governos dos estados com terras pertencentes à ASD incumbiram-se na elaboração dos *Programas estaduais de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca* (PAE). Esses planos foram considerados fundamentais para o enfrentamento do problema, como forma de elaboração de medidas de prevenção, mitigação e combate à desertificação e uma estratégia de operacionalização do PAN-Brasil. A maioria dos estados iniciou as atividades de construção do PAE no ano de 2009 e todos já finalizaram e publicaram o documento (Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe). Atualmente, pode-se ter acesso aos PAEs de Alagoas, Minas Gerais, Paraíba, Piauí e Sergipe no site do Ministério do Meio Ambiente; esses foram analisados e os resultados são apresentados neste trabalho.

Quadro 16 – Informações sobre as áreas dos programas relacionadas à desertificação estabelecidas no capítulo 12 da Agenda 21

Área	Característica do programa
Estabelecimento/fortalecimento do conhecimento	Obtenção do conhecimento sobre o processo, estabelecimento/fortalecimento de centros nacionais de coordenação de informações sobre o ambiente, criação de um sistema permanente de informação, em nível regional e mundial, para o monitoramento da desertificação e degradação das terras secas
Degradação do solo	Combater a degradação do solo, promover o manejo para a conservação do solo, expandir a cobertura vegetal por meio de reflorestamento e silvicultura
Eradicação da pobreza	Melhoramento dos sistemas produtivos para obter maior produtividade; fortalecimento de organizações produtivas rurais; ampliação do crédito rural; desenvolvimento de infraestrutura e capacitação produtiva e comercial da população rural
Programas antidesertificação	Fortalecimento de instituições locais, nacionais e internacionais para o desenvolvimento de programas de combate à desertificação, para mitigar os efeitos negativos sociais da seca e promover o desenvolvimento nas áreas propensas à desertificação; elaboração de planos nacionais integrados de desenvolvimento, proteção ao meio ambiente e contra a desertificação; realização de pesquisas ambientais e treinamento de pessoas para o manejo da terra em áreas propensas à seca e desertificação
Participação popular	Favorecimento de políticas educativas para as áreas propensas à desertificação; contribuir com a sensibilização dos atores sociais envolvidos com o problema da desertificação; participação popular, democrática e descentralizada nas políticas ambientais.

Fonte: Organização das Nações Unidas, 1995

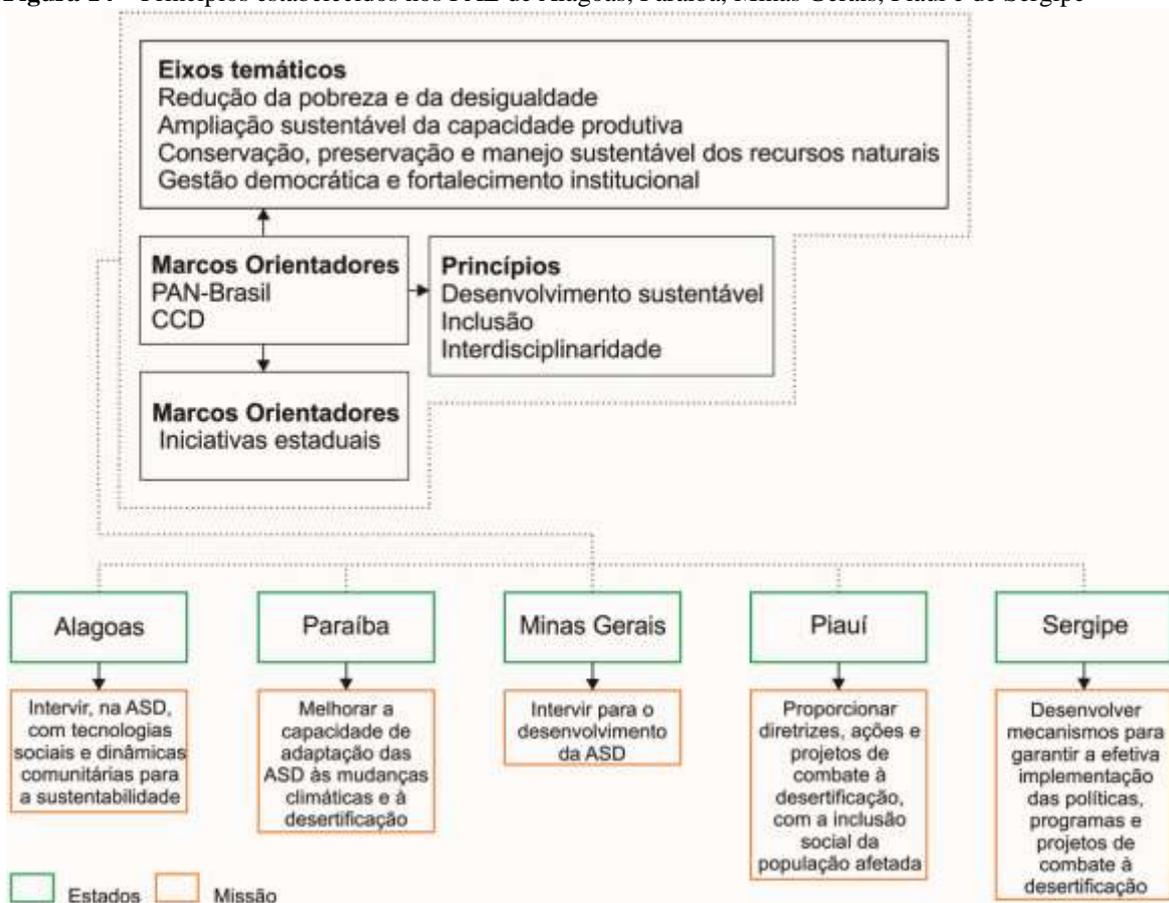
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

As políticas estabelecidas no PAN-Brasil (BRASIL, 2005) são definidas em quatro eixos temáticos, orientados pelas decisões da CCD (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1997), que se referem à redução da pobreza e da desigualdade (subtemas: reforma agrária, educação e segurança alimentar e outros), ampliação sustentável da capacidade produtiva (subtemas: desenvolvimento econômico, questão energética, recursos hídricos e saneamento ambiental e irrigação/salinização), conservação, preservação e manejo sustentável dos recursos naturais (subtemas: melhoria dos instrumentos de gestão ambiental, zoneamento ecológico-econômico, áreas protegidas, manejo sustentável dos recursos florestais e revitalização da bacia hidrográfica do São Francisco) e gestão democrática e fortalecimento institucional (capacitação de recursos humanos e criação de novas institucionalidades para cuidar da gestão das iniciativas de combate à desertificação).

As propostas estabelecidas nos PAEs derivaram dos eixos norteadores do PAN-Brasil, e, por isso, convergem para os princípios de desenvolvimento sustentável, inclusão social (sobretudo dos jovens e mulheres) e interdisciplinaridade, além de concessão de

políticas descentralizadas (BRASIL, 2005). Os princípios norteadores dos PAEs analisados encontram-se sistematizados na figura 14.

Figura 14 – Princípios estabelecidos nos PAE de Alagoas, Paraíba, Minas Gerais, Piauí e de Sergipe



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Historicamente, ao termo desenvolvimento atribuíram-se diferentes significados que, habitualmente, demarcam ideologias próximas à visão economicista de bem-estar social, a qual seria promovida, sobretudo, pelo crescimento econômico. Esta concepção não difere dos ideais contidos na Agenda 21, os quais norteiam as discussões do PAN-Brasil e PAE (Figura 2); pelo contrário, defendem a reprodução do capital por meio, entre outros fatores, do liberalismo econômico e transformação do patrimônio ambiental em recursos, para ocasionar o crescimento econômico e aumento da qualidade de vida humana. Na Agenda 21, estabeleceu-se que o desenvolvimento sustentável é obtido pela:

liberalização do comércio; estabelecimento de um apoio recíproco entre comércio e meio ambiente; oferta de recursos financeiros suficientes aos países em desenvolvimento e iniciativas concretas diante do problema da dívida internacional; estímulo a políticas macroeconômicas favoráveis ao meio

ambiente e ao desenvolvimento (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES ÚNICAS, 1995)

Alguns autores, ao analisarem o conceito de desenvolvimento sustentável e as políticas sociais e econômicas concebidas no domínio da ONU, assinalaram para as incoerências sociais, políticas, econômicas e ambientais nas concepções de desenvolvimento sustentável. Daly (2004) indicou que o desenvolvimento sustentável é utilizado como sinônimo de crescimento sustentável e a impossibilidade da solução da pobreza e degradação ambiental por meio do crescimento econômico mundial. Porto-Gonçalves (2006) afirmou que as concepções de livre comércio estabelecidas no âmbito da ONU interessam as grandes corporações econômicas e dificultam a realização das políticas ambientais dos países. Leff (2008) argumentou que a construção de sociedades sustentáveis somente é possível ao substituir a racionalidade econômica hegemônica e dominante – estabelecida no modelo econômico globalizante – pela racionalidade ambiental, a partir de questionamentos sobre o pensamento, ciência, tecnologia e instituições que cristalizaram a racionalidade da modernidade, logo, impossível de conceber a sustentabilidade, associada ao conceito de desenvolvimento.

Nas descrições metodológicas dos PAEs são recorrentes a utilização do termo participação (Quadro 17). Essa, geralmente, ocorreu em oficinas nos municípios (em média de três por estado) da ASD e em seminários, geralmente para a apresentação dos resultados da versão final dos planos, com a presença de representantes do governo executivo (federal, estadual e municipal), legislativo (estadual e municipal), judiciário, setor privado, e poucos da sociedade civil organizada etc. A inclusão de diferentes setores nas políticas de combate à desertificação é uma orientação contida na Agenda 21, CCD, a qual foi importada pelo PAN-Brasil e PAEs. No entanto, os números de participantes das oficinas e a quantidade dessas permitem indicar que não houve uma ampla participação de agentes da sociedade civil, dificultando a elaboração de políticas de planejamento ambiental com a participação massiva dos interessados nelas.

Nos planos, demonstraram-se a importância da abordagem multidisciplinar da desertificação, em razão da amplitude e complexidade do conceito do processo. Neste caso, sinalizam para um estudo com empregabilidade de conceitos, categorias, métodos e abordagens dos variados campos científicos, o que reflete na complicação e dificuldade de estabelecer políticas para a ASD, piorada pela ineficiência dos governos estaduais em reconhecer e atuar para suprir as necessidades sociais e ambientais.

Quadro 17 – Metodologias adotadas para a construção do Plano de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca

Estados	Metodologia
Alagoas	Construção articulada com diversos setores sociais (governamental, empresarial, acadêmicos, representantes da sociedade civil organizada), no sentido de sensibilizá-los sobre a temática, inseri-los nas políticas e corresponsabilizá-los na implantação do PAE-AL. Escutaram-se os atores (pontos focais) para a elaboração do plano em três oficinas realizadas nos municípios de Palmeiras dos Índios, Pão de Açúcar e Piranhas. Nessas, organizaram seis grupos temáticos, com finalidades de descrever os objetivos e estratégias de ação para cada tema, os quais contribuíram para a seleção das áreas prioritárias de intervenção técnica em vista ao combate à desertificação. Um seminário de validação final realizou-se em Maceió, com 52 representantes (pontos focais), tendo como pauta de discussão: indicadores de monitoramento de desertificação, políticas de preservação ambiental e gestão de empreendimentos e impactos na desertificação.
Minas Gerais	Levantamento bibliográfico dos trabalhos realizados por órgãos estaduais e federais, instituições de ensino, ONGs e sociedade civil sobre as ASD. Integração, ao documento, de resultados obtidos nas oficinas participativas e seminário final realizados nas regiões de pesquisa. Delimitação da área de abrangência estadual do plano baseada em dados climáticos (<i>Thornethwaite</i>)
Paraíba	Elaborou-se o plano a partir da discussão de três eixos temáticos, em oficinas realizadas em Campina Grande, Patos e Monteiro, com a participação de representantes governamentais (federal, estadual e municipal), setor produtivo, comunidade científica, parlamentares (estadual e municipal) e da sociedade civil organizada. As ações propostas para o PAE-PB foram extraídas das oficinas e agrupadas de acordo com os órgãos que desenvolvem programas referentes aos eixos temáticos.
Piauí	Detalhamento dos procedimentos utilizados para a construção do documento, formação da equipe técnica e articulação das parecerias institucionais. Realização de diagnóstico ambiental (físico, biológico, social) por meio de levantamento bibliográfico, estudos de campo e geoprocessamento, para a construção de três cenários prospectivos. Realização de consultas públicas (representantes do poder público, executivo, judiciário e legislativo, da iniciativa privada e sociedade civil da ASD) nos municípios de Picos e Gilbués, fundamentadas pela versão preliminar do PAE-PI. Construção da versão final do PAE-PI a partir dos dados técnicos revistos nas audiências públicas
Sergipe	A construção do PAE-SE, iniciou-se com um diagnóstico da ASD, relacionado a quatro eixos. Posteriormente, avaliou-se as políticas, programas e projetos relacionados aos eixos para dimensionar a realidade ambiental da ASD do estado e os mecanismos de combate à desertificação. Realizou-se uma oficina interna, com consultores e técnicos dos governos envolvidos com o PAE-SE, para a construção das oficinas regionais e para a elaboração preliminar do plano. Cumpriram-se quatro oficinas nos municípios de Canindé, Porto da Folha, Poço Redondo e Gararu, nas quais se discutiram temas. A terceira oficina objetivou a definição dos gestores de monitoramento das ações; na última, apresentou-se à sociedade civil a versão final do PAE-SE, para validação.

Fonte: Alagoas, 2011; Minas Gerais, 2012; Paraíba, 2011; Piauí, 2010; Sergipe, 2010.

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

As políticas de combate à desertificação, ora assinaladas pelos PAEs, constituem um caminho primordial para a solução dos problemas da ASD. A resolução e mitigação da desertificação na ASD brasileira dependem, entre outros fatores, dos modelos de gestão adotados para implementação dos PAEs, os quais foram analisados e comparados. Procurou-se identificar os agentes envolvidos, a função deles, as estratégias de gestão, enfatizando o papel da sociedade civil estabelecidos nos planos.

Nos PAEs, destacaram-se a parceria de diferentes instituições governamentais nas esferas municipais, estaduais e federais, privadas (sobretudo do setor produtivo), instituições acadêmicas, organização não-governamental (ONG), representantes da sociedade civil organizada, entre outros, para o gerenciamento das ações executoras do plano. Está previsto no PAE-AL, que as estratégias de gestão deverão realizar-se a partir do conhecimento das demandas de planejamento, revisão de programas, execução de programas, monitoramento, avaliação e revisão dos programas. Essas funções deverão ser especificamente atribuídas aos diferentes agentes sociais, como aos órgãos estaduais, ministério público, parlamentares e representantes da sociedade civil organizada (PARAÍBA, 2011). O PAE-PB prevê a instalação de comitê gestor, pelo qual identificarão os agentes sociais e as funções destes nas políticas de reparação e combate ao processo de desertificação, monitoradas por representantes da sociedade civil organizada, selecionados no período de elaboração do plano (PARAÍBA, 2011).

Estabeleceram-se, no PAE do estado de PiauÍ, a criação de outras instâncias para contribuir com um maior controle social e descentralização das políticas de combate à desertificação. Todavia, as funções são definidas em três níveis (estratégico, tático e operacional), com ampla participação de instituições governamentais e insipiente participação popular.

Apesar dos esforços em demonstrar a necessidade de incluir as populações da ASD brasileira na elaboração, operacionalização e monitoramento das políticas de combate à desertificação, algo recorrente nas resoluções das convenções internacionais e no PAN-Brasil, a participação da sociedade civil é debatida superficialmente nos PAEs analisados. Isso é consequente do processo histórico de centralização das políticas brasileiras, da inexperiência dos órgãos ambientais em dialogar com a sociedade civil e do trabalho setorizado nas instituições governamentais. Esse último problema foi sinalizado em alguns PAEs – a exemplo de Paraíba (PARAÍBA, 2011) – ao indicar a dificuldade da elaboração do diagnóstico ambiental (componentes físicos, biológicos e sociais), pelo monopólio e difícil acesso dos dados e informações sociais em diferentes instituições, o que precisa ser solucionado rapidamente, para um conhecimento mais amplo da ASD e proposição de políticas mais eficazes.

Cabe afirmar que o Estado da Bahia encontra-se na retaguarda na política de combate à desertificação no Brasil, pela morosidade das atividades de elaboração do PAE-BA. Essas iniciaram em junho de 2007, com a assinatura do Decreto Estadual n. 11.573/09

que instituiu o PAE-BA, e era coordenado pelo antigo Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGÁ) em parceria com o extinto Instituto do Meio Ambiente (IMA) – atualmente as mencionadas instituições (INGÁ e IMA) fundiram-se para a criação do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA). Entre as tarefas estabelecidas no referido decreto, tiveram: o diagnóstico ambiental (físico, biológico e social) em quatro regiões distintas da ASD no Estado da Bahia, designadas como polo regionais de Guanambi, Irecê, Jeremoabo e Juazeiro (Mapa 1), que integram os mencionados municípios e adjacentes (BAHIA, 2009). No PAN-Brasil, averiguou-se que a Bahia foi um estado pioneiro nas políticas contra a desertificação (BRASIL, 2005), hoje contrastando com os diversos problemas no processo de construção e de validação do documento, como a dissolução dos órgãos responsáveis e a falta de participação social, que podem contribuir para a ampliação da degradação estadual da ASD e sérios prejuízos à sociedade baiana.

4.3 Desertificação: reflexões e caminhos trilhados pela abordagem da mídia

Os caminhos para o estudo sobre o planejamento ambiental das áreas vulneráveis à desertificação são heterogêneos, complexos e múltiplos, em razão da amplitude do tema, das metodologias, da riqueza e/ou escassez dos dados, das especificidades ambientais, dos objetivos estabelecidos, dos recursos disponíveis para a pesquisa, entre outros. Ao mesmo tempo em que alguns desses fatores são limitantes à pesquisa, eles constituem elementos que exigem a criatividade do pesquisador, incentivam um aprofundamento sobre o tema da pesquisa e o diálogo com as diversas disciplinas acadêmicas.

O discurso sobre a degradação das terras secas dispõe de conteúdos políticos evidentes, por ser um tema de amplitude global e objeto de interesse de distintas instituições transnacionais, internacionais e brasileiras. A multiplicidade das paisagens vulneráveis à desertificação denota a crise ambiental experimentada em todo o mundo e urge respostas sobre o enfrentamento de tal problema. Assim, alguns canais informativos podem evidenciar conteúdos discursivos sobre a desertificação e possibilitar a análise do tratamento de tal questão, ao apontar permanências e mudanças da realidade ambiental escritas na história.

Na análise discursiva, não se considera o objeto de comunicação e a mensagem como, apenas, elementos transmissores de informação, pois nela há relações de sujeitos e

sentidos influenciados pela história, envoltos na complexidade formativa do ser social, que interfere, múltipla e variadamente, nas relações e reconfiguram formas de compreender e conceber o mundo (ORLANDI, 2012). A análise do discurso proporciona reconhecer os sentidos da abordagem derivados em contextos sociais imediatos (o meio, os sujeitos da mensagem, o momento da elaboração etc.) e amplos (sentidos dos elementos estruturais da sociedade) circunscritos na história e a apreensão desses é conduzida pelas questões e conceitos formulados pelo analista.

Uma notícia de jornal constitui-se em um material de excelência para a análise discursiva, por ser matéria consciente de um discurso disposta em uma estrutura formal (HEINE, 2012) “em que o homem organiza, da melhor maneira possível, os elementos de expressão que estão à sua disposição para veicular o seu discurso” (FIORIN, 2007, p. 41), sustentado pela posição dele (PÊCHEUX, 1997). O sentido discursivo é determinado pela ideologia, “por haver um traço ideológico em relação a outros traços ideológicos” (ORLANDI, 2012, p. 43), envoltos na produção e materialização dos efeitos discursivos. O sentido, com isto, depende de vários fatores, como da filiação dos sujeitos, do motivo pelo qual produz, das condições geográficas e históricas (HEINE, 2012).

A importância da mídia assenta-se na mediação do debate sobre a construção de uma sociedade, com permanências ou rupturas de estruturas sociais, aprofundamentos ou diminuição das desigualdades. Possui o papel privilegiado de construção da democracia (FRANKE; TREVISOL, 2010), por informar e desinformar. A mídia é um produto social, um objeto de poder, preso às ideologias oriundas nas histórias, culturas, valores étnicos, interesses políticos e econômicos; por isso, destaca-se como formadora de determinadas opiniões públicas. O acesso ao conteúdo midiático é limitado, pois nem todos possuem condições de incluir-se entre os escritores e leitores da informação.

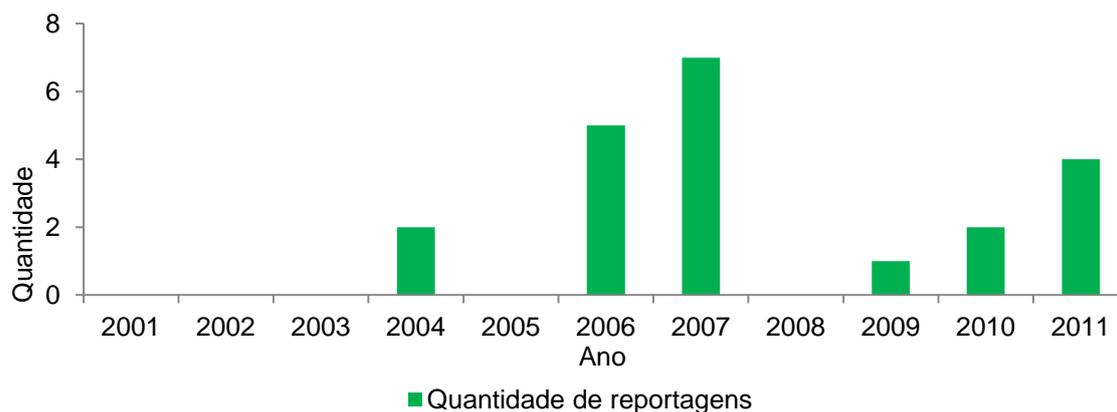
As reportagens veiculadas em diferentes mídias comunicativas possibilitam leituras espaços-temporais da desertificação, intrínsecos aos discursos políticos, científicos e outros. O intuito de apreender sentidos e conteúdos enveredados sobre o tema desertificação, em um recorte temporal de interesse para este estudo, levou a selecionar notícias do Jornal A TARDE, veiculadas no portal de notícias do grupo A TARDE, com sede na capital baiana.

O jornal A TARDE registra, deste o ano 1912, informações sobre o cotidiano brasileiro e, sobretudo, baiano, por meio da mídia impressa. No decorrer do ano de 1997,

iniciou-se a publicação de reportagens diárias pela internet, tornando um meio rápido e dinâmico da informação, ao ser possível a atualização em tempo real dos acontecimentos.

Definiu-se o intervalo de tempo de 2001 a 2013 para a análise dos conteúdos das reportagens referentes à desertificação, ora apresentada, porque, no contexto imediato, as discussões ambientais e políticas sobre este tema se evidenciaram na década de 2000 no Brasil, devido à elaboração do programa federal e planos estaduais de combate à degradação das terras secas. No total, identificou-se 21 reportagens e a descontinuidade anual da informação no portal de notícias A TARDE (Gráfico 1). Apenas, em seis anos foram veiculadas informações sobre o tema e, muitas vezes, com uma abordagem secundária, associada a outros fatos do cotidiano baiano e/ou brasileiro, como objeto de exemplificação das políticas ambientais para o semiárido brasileiro.

Gráfico 1 – Quantidade das reportagens sobre a desertificação veiculadas no portal de notícias A TARDE entre os anos de 2001 a 2013



Fonte: < <http://atarde.uol.com.br/> >

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Inicialmente, categorizou-se as reportagens de acordo com os conteúdos de abordagem relacionados à desertificação e evidenciou-se que a maioria constituiu-se de conteúdos políticos (Quadro 18). Apenas em uma reportagem houve uma abordagem mais geral da desertificação, com menção de causas, consequências e medidas para revertê-la (Quadro 18). Em nenhuma outra se tratou das forças motrizes e pressões geradas pela insustentabilidade ambiental do semiárido da Bahia e do Brasil e há poucas que discutiram os impactos da desertificação.

Quadro 18 – Notícias sobre a desertificação e principais conteúdos publicados no Jornal A TARDE *on line* entre os anos de 2001 e 2011

Data	Título da reportagem	Força Motriz	Pressão	Estado	Impacto	Resposta
06/05/2004	Bahia vai receber US\$ 10 mi para preservação da Caatinga					<input checked="" type="checkbox"/>
25/08/2004	Bird investe na região da caatinga					<input checked="" type="checkbox"/>
05/06/2006	Desertificação ameaça 30 milhões de brasileiros	<input checked="" type="checkbox"/>				
18/06/2006	Ministério lança cartilha sobre desertificação					<input checked="" type="checkbox"/>
21/06/2006	Especialistas pedem melhor gerenciamento e informação sobre desertificação				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20/11/2006	UEFS promove VI Feira do Semiárido					<input checked="" type="checkbox"/>
20/11/2006	UEFS promove feira do semiárido					<input checked="" type="checkbox"/>
09/02/2007	Sistema de alerta precoce de seca receberá R\$ 8 milhos este ano					<input checked="" type="checkbox"/>
26/02/2007	Desertificação pode criar "refugiados ambientais", alerta consultor				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26/02/2007	Ministério contabiliza 1.488 municípios com processo de desertificação no Nordeste			<input checked="" type="checkbox"/>		
12/03/2007	ONU pede que países ricos lutem contra a desertificação					<input checked="" type="checkbox"/>
15/03/2013	Brasil apresenta candidato à presidência da Convenção da ONU de combate à desertificação					<input checked="" type="checkbox"/>
23/03/2007	Transposição de São Francisco depende do cumprimento de 51 condições					<input checked="" type="checkbox"/>
06/09/2007	Bahia participa de encontro sobre desertificação na Espanha					<input checked="" type="checkbox"/>
17/12/2009	Lula: Brasil está determinado a obter acordo ambicioso					<input checked="" type="checkbox"/>
22/03/2010	China alerta população sobre tempestade de areia				<input checked="" type="checkbox"/>	
27/10/2010	Fundo nacional para mudanças climáticas é regulamentado					<input checked="" type="checkbox"/>
13/09/2011	Desafio do Código Florestal é evitar conflito, diz Jobim					<input checked="" type="checkbox"/>
14/09/2011	CMN aprova regulamentação de fundo para o clima					<input checked="" type="checkbox"/>
19/10/2011	IBGE: racionamento de água afetou 23% dos municípios				<input checked="" type="checkbox"/>	

Fonte: < <http://atarde.uol.com.br/> >

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Alguns termos são repetidos frequentemente nas reportagens, como combater, financiamento, migração e projeto. Transparece a ideia de que os problemas do semiárido devem ser combatidos, mesmo sem o conhecimento holístico do quê. Enfrentará as causas e/ou as consequências, em meio ao desconhecimento dos estados de degradação e da vulnerabilidade ambiental ao processo de desertificação das terras secas do Brasil? Os estados ambientais dos espaços integrantes à ASD são diferentes, o que exige políticas diversas, ao buscar a eficácia das ações e o respeito à diversidade da cultura, das condições sociais, da economia, bem como dos elementos físicos e biológicos.

Entre algumas ações de combate à desertificação, destacou-se, nas reportagens, o financiamento de ações por meio de instituições internacionais e brasileiras. São recursos monetários para elaboração de projetos, muitos no intuito de delinear as políticas de planejamento ambiental dos estados inclusos na ASD. No ano de 2004, quando se publicou o PAN-Brasil, uma reportagem foi intitulada *Bahia vai receber US\$ 10 mi para a preservação da Caatinga* e indicou o empréstimo de dez milhões de dólares pelo Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), que integra o Banco Mundial, “para corrigir e evitar problemas, como a desertificação” (A TARDE, 06 de maio de 2004). Anos se passaram e apenas em 2014 foi publicado o PAE-Ba, denotando um retrocesso da política ambiental para a ASD do estado e, sobre isso, originou alguns questionamentos. Há um monitoramento da degradação dos municípios baianos que compõem a ASD? Quais são as políticas sociais e econômicas para enfrentar a desertificação na Bahia? Existe o conhecimento das principais forças motrizes que exercem pressão sobre o ambiente das terras secas da Bahia e as tornam vulneráveis ao processo de desertificação?

Certamente, estas indagações apontam a lacuna no planejamento ambiental do governo estadual para a ASD da Bahia. Inclusive, vê-se que, embora os financiamentos de projetos sejam bons de propaganda, eles não resultam em impactos positivos generalizados para os ambientes das terras secas, tão pouco para as populações que habitam os sertões da Bahia. Há uma prioridade em divulgar tais financiamentos, sem aparecer os resultados deles.

A migração, ao longo dos tempos, destacou-se entre os impactos dos problemas ambientais, sociais, econômicos e políticos da região semiárida. A seca foi acusada de expulsar dezenas de milhares de pessoas do nordeste semiárido brasileiro. Hoje, já falam sobre os refugiados ambientais e a migração em massa devido à desertificação. Estas

afirmações ratificam a ineficiência das políticas ambientais brasileiras para a sustentabilidade e a inversão explicativa da principal causa da migração no semiárido, pois está diretamente relacionada ao modelo de desenvolvimento hegemônico brasileiro, que restringe a grande parte da população o acesso ao patrimônio ambiental e reproduz-se calcada na insustentabilidade. As ações políticas, em defesa dos privilégios das elites (políticas e/ou econômicas) e dominação dos pobres agravam os problemas e conduzem a gente trabalhadora a migrar (PAIVA, 2010).

Um dos erros que incorrem nas reportagens é a associação entre o processo de desertificação e desertos, a exemplos dessas afirmações têm-se: “melhor gerenciamento e um aumento do conhecimento científico no combate ao avanço dos desertos em todo o mundo” (A TARDE, 21 jun. 2006) e “se não conseguir paralisar e reverter à desertificação, o Brasil poderá, num prazo de 60 anos, ter todo o Semiárido transformado em regiões áridas, ou seja, desertos” (A TARDE, 26 fev. 2007).

De acordo com a conceituação, processos que os desencadeiam e impactos resultantes, deserto e desertificação não são expressões sinônimas, ainda que soem parecidas. Ao termo deserto é estabelecida analogia direta com a quantidade de chuvas anuais, ao defini-lo como a “região na qual as precipitações pluviais são menores do que 100 mm anuais, a vegetação é ausente ou escassa e a oscilação térmica é ampla” (IBGE, 2004, p. 102). A gênese dos desertos refere-se aos processos naturais ocorridos em um tempo geológico e constitui-se em um bioma; já a desertificação é resultante das pressões humanas, desencadeadoras do rompimento do equilíbrio ambiental e na capacidade de resiliência das terras secas, decorrendo na degradação generalizada do ambiente (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1997). Assim, são confusões teóricas e conceituais atrelar-se a definição de desertificação a de deserto e a indicação da formação de desertos por processos de desertificação (NASCIMENTO, 2006).

Ainda, as informações errôneas se referem à abrangência da desertificação no Brasil, com tons pejorativos, ao indicar que “o Nordeste não se tornou um novo Saara, mas a desertificação hoje ameaça a gente mais pobre do país” (A TARDE, 05 jun. 2006). Segundo a definição de desertificação, ela ocorre em áreas de clima árido, semiárido e subúmido seco (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 1997) e, assim, se extingue os ambientes do Nordeste onde os climas, por exemplo, são úmidos e superúmidos, comumente localizadas no litoral (IBGE, 2002). Permanece a ideia de que todo o Nordeste pode torna-se o novo Saara e, com isto, assumir formas paisagísticas dominadas por solos

arenosos, climas áridos, escassez de vegetação, baixa densidade demográfica, com ampla dificuldade de reprodução da agricultura – atividade importante para todo o Nordeste.

A asserção de que a desertificação é uma ameaça para a gente mais pobre do país revela outras questões. Reproduz-se a noção do Nordeste como a região da pobreza do país; da sujeição constante dos pobres às diversas situações problemas do Nordeste – já tão difundida na literatura romancista e política, que contribuiu para a sobrevivência de uma elite restrita político-econômica regional e a continuidade de políticas assistencialista em diferentes locais; a visão setorizada do processo da desertificação, sem abrangê-lo de forma holística, pois ele atinge e é resultante de fatores físicos, biológicos, políticos, econômicos, sociais – e não é uma ameaça, apenas, para a gente mais pobre. Essas questões levam a acreditar na dificuldade de se discutir, propor e aplicar alternativas de convivência na ASD, promotoras da sustentabilidade ambiental.

A comunicação sobre as consequências do aquecimento global na mídia comumente aparece em tons assoladores, como “as mudanças climáticas provocadas pelo efeito estufa têm efeito direto no processo de desertificação” (A TARDE, 26 fev. 2007). No entanto, tal fenômeno necessita de pesquisa, uma vez que não se consolidou o conhecimento sobre o aquecimento global e há mais dúvidas do que certezas (MARUYAMA, 2009). Existe o aquecimento global? Quais são as causas e consequências? É possível afirmar a existência de tal fenômeno, apesar da inexistência do monitoramento climático dos diferentes pontos do Brasil, devido à baixa (ou inexistente) espacialidade das estações meteorológicas? Neste caso, a relação direta da desertificação como consequência do aquecimento global carece de prudência, por desconhecimento da degradação ambiental das terras secas brasileiras, dos estados, das causas e dos efeitos.

Os conteúdos das reportagens dimensionam, também, a insatisfatória participação popular sobre a desertificação e na comunicação, pois nas escassas reportagens sobre o tema não apareceu um relato de experiências dos habitantes da ASD. O silêncio das vozes da população indicou os rumos das políticas ambientais brasileiras, pensadas e operacionalizadas, muitas vezes, nos distantes gabinetes governamentais e sentenciadas ao fracasso, haja vista a indicação, nas reportagens, do temor de ampliação do processo de degradação das terras secas no Brasil pela falta de políticas.

Destarte, ratifica a assertiva da ineficácia da comunicação pela mídia, sem concluir o papel de informar. Informar para construir uma sociedade pensada por muitos e não conduzidas por alguns. No processo de planejamento, a participação popular é

imprescindível, para reflexão sobre as mudanças necessárias à sustentabilidade, para expressar as opiniões e pensamentos. Neste processo, a mídia poder-se-ia elevar-se à função de porta voz dos populares (GUARESCHI; BIZ, 2005). É preferível discorrer as informações sobre a desertificação com alarde – “nascentes estão secando, o gado e a terra morrendo. Se nada for feito, nos próximos anos a área afetada poderá dobrar de tamanho” (A TARDE, 05 jun. 2006) –, do que se referir às alternativas configuradoras da sustentabilidade.

Salta-se, ainda, um discurso governamental e institucional vazio, oriundo nos apelos da ONU, ao destacar a desertificação entre os problemas mundiais mais preocupantes da atualidade. Porque os conteúdos noticiários elevam-se as cifras dos investimentos, calam os populares nos anseios e expressões culturais e ambientais e não dimensionam políticas específicas para enfrentar a desertificação e para orientar à sustentabilidade.

5 CONFIGURAÇÃO AMBIENTAL DO POLO DE JEREMOABO: DIAGNOSTICANDO O PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO

O ambiente do semiárido da Bahia convive com atividades produtivas geradoras de estados de desequilíbrio ambiental que se contextualizam à paisagem do polo regional de Jeremoabo, onde nos anos da década 1970, Ab'Saber (1977) indicou processos e formas paisagísticas inerentes a um dos piores problemas das terras secas, a desertificação. Desde esse período até os dias atuais, a desertificação assumiu diferentes dimensões no discurso político e acadêmico, convergentes à pesquisa sobre o tema (BAHIA, 2009; BRASIL, 2004, 2005; CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1996; CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2012).

Alguns municípios do polo regional de Jeremoabo foram objetos de investigações acerca da degradação das terras secas, que originaram diferentes panoramas, inclusive, pontuais referentes ao tema na contextura baiana e brasileira (AB'SABER, 1977; VASCONCELOS SOBRINHO, 2002; REIS; VALE, 2010; ROCHA; VALE, 2011). Os produtos privilegiaram, no entanto, conteúdos específicos do conhecimento e/ou pontos de determinados municípios.

Esta pesquisa, ao se esforçar na aproximação de uma abordagem abrangente e regional da desertificação, discutirá neste capítulo os resultados obtidos pela análise das partes e integradas de indicadores físicos, biológicos e sociais da desertificação, pelos quais se construiu cenários de vulnerabilidade ambiental à desertificação e de degradação.

5.1 Entre o conceito e a caracterização: a análise da paisagem regional

A discussão em torno do conceito e método de abordagem da paisagem é algo trilhado pela Geografia desde o seu estabelecimento como ciência (RODRIGUEZ; SILVA, 2007; SALGUEIRO, 2001; VITTE, 2007). Em meio às discussões geográficas, surgiram inúmeras conceituações e metodologias de estudo da paisagem, que ora se encontraram, ora se desencontraram, para abordar aspectos, características, realidades paisagísticas, com enfoques nos processos e materialidades naturais e/ou humanas.

Os conceitos e as categorias de análises geográficos refletem a multiplicidade de situações históricas e espaciais vivenciadas e são condições de apreender os objetos de interesses da Geografia. Eles atrelam-se às correntes teóricas, à diversidade de objetivos e objetos de estudos, aos métodos de abordagem e à escola de pensamento oriunda (SALGUEIRO, 2001; RODRIGUEZ e SILVA, 2007). A polissemia, a ambiguidade e a contradição do interesse pela paisagem expressaram-se ao longo do desenvolvimento da ciência geográfica e, na contemporaneidade, preponderam dois enfoques, um fenomenológico e o outro ambiental (SALGUEIRO, 2001; RODRIGUEZ; SILVA, 2007), sendo que esse último direciona este estudo.

A paisagem se constitui de diferentes elementos envolvidos em uma complexidade de processos para definir formas e conteúdos espaciais. Nesse sentido, surgiu uma primeira conotação desejável de se expressar sobre a paisagem: que ela é uma herança “em todo o sentido da palavra: herança de processos fisiográficos e biológicos e patrimônio coletivo dos povos que historicamente as herdaram como território de atuação de suas comunidades” (AB’SABER, 2003, p. 9). Atribuiu-se, assim, uma conotação paisagística de patrimônio, para onde convergem, harmônica e divergentemente, relações e processos físicos e biológicos, apropriados pela sociedade, para reconstituir formas e funções.

Em uma tentativa de sintetizar os estudos da Geografia Física no paradigma do geossistema, Bertrand (2009) apontou caminhos para apreender a paisagem, conceituando-a, aos quais se retoma para enveredar-se na pesquisa geográfica sobre a vulnerabilidade ambiental à desertificação. Segundo o autor referido,

a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É 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, 2009, p.9).

No contexto da temática paisagem, elementos físicos, biológicos e sociais se inter-relacionam para (re)criar processos, formas e conteúdos, numa relação dialética e sistêmica de fluxos de matéria e energia, ao apresentar-se integrada e complexa. Embora, muitas vezes, o observador reconheça e comunique realidades percebidas quantitativa e/ou qualitativamente para atender determinados fins e/ou de acordo com a capacidade teórica e metodológica.

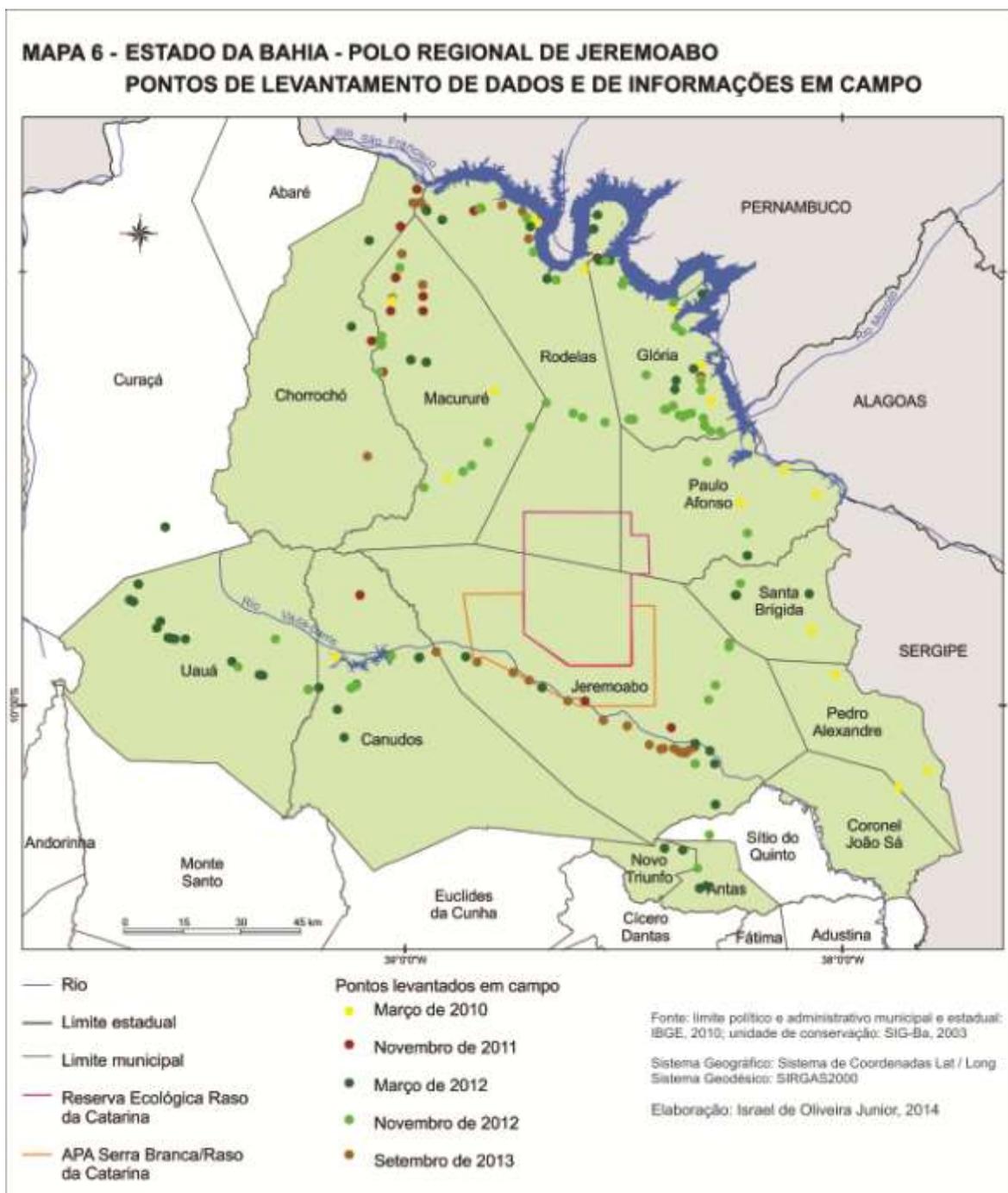
No jogo de relações entre a sociedade e a natureza, em que as técnicas constituem formas de pensar, ver, fazer e se integram a elas, novas paisagens se recriam e dão configurações e movimentos ao espaço. A paisagem, resultante de processos ambientais (físicos, biológicos e sociais) que, em um dado momento, reflete características biofísicas (litotipos, relevo, clima solo, vegetação etc.) e socioeconômicas (uso das terras, população, produtividade agrícola e outras), possui uma funcionalidade – pela qual é agregado um valor de uso e troca, transformando-a em mercadoria de acesso e de uso desigual –, vulnerabilidades ambientais, valores, padrões de formas e conteúdos, associados aos sistemas técnicos, oriundos do modo de produção hegemônico e da cultura.

Para a caracterização da paisagem, os produtos cartográficos assumiram importâncias ao comunicar feições, aspectos, estados e outras informações do ambiente regional. Analisou-se mapas de fonte secundária, cujos dados estão sintetizados no quadro 19. Cerca de 150 pontos de campo foram distribuídos por toda a área de estudo com a função de analisar as características ambientais importantes para este estudo e, por isso, tornaram-se fonte primária de dados e um meio de síntese da paisagem (Mapa 6). Os dados e as informações sobre as condições ambientais locais foram transcritos em planilhas, integrados ao ambiente SIG e registrados em fotografias.

Quadro 19 – Síntese de dados utilizados para caracterizar a paisagem regional

Mapa	Dado	Escala/resolução	Fonte
Bacias hidrográficas	Limite e nome da bacia	1:1000000	SIG-BA, 2003
Barragens	Açudes e barragens	1:1000000	SIG-BA, 2003
Geológico	Província, unidade, escala do tempo geológico, litotipo, classe e outras	1:1000000	SIG-BA, 2003
Geomorfológico	Unidade e domínio geomorfológico, morfoescultura etc.	1:1000000	SIG-BA, 2003
Hidroelétricas	Usina, potência, proprietário etc.	1:1000000	SIG-BA, 2003
Hidrografia	Nome do rio e regime	1:1000000	SIG-BA, 2003
Incidência de seca	Possibilidade de ocorrência de seca	1:1000000	SIG-BA, 2003
Isoietas	Quantidade anual da precipitação	1:1000000	SIG-BA, 2003
Limite municipal	Limite e nome do município	1:1000000	IBGE, 2010
Localidades brasileiras	Localização, nome de localidades, classe (urbana ou rural)	1/1000000	Brasil, 2010
Modelo digital do relevo (MDT)	Altimetria, declividade	90 m	NASA, 2003
Principais rios do Brasil	Nome do rio	1:1000000	Brasil, 2010
Rodovias	Localização	1:1000000	SIG-BA, 2003
Solo	Potencial, aptidão e classe	1:1000000	SIG-BA, 2003
Situação fundiária indígena	Limite e nome do território, situação e descrição da fase de regularização	1:5000000	BRASIL, 2013
Unidade de conservação	Unidades de conservação federal e estadual, limites, categoria etc.	1:1000000	SIG-BA, 2003
Uso e cobertura da terra	Uso e cobertura da terra	1:100000	Israel de Oliveira Junior, 2014

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014



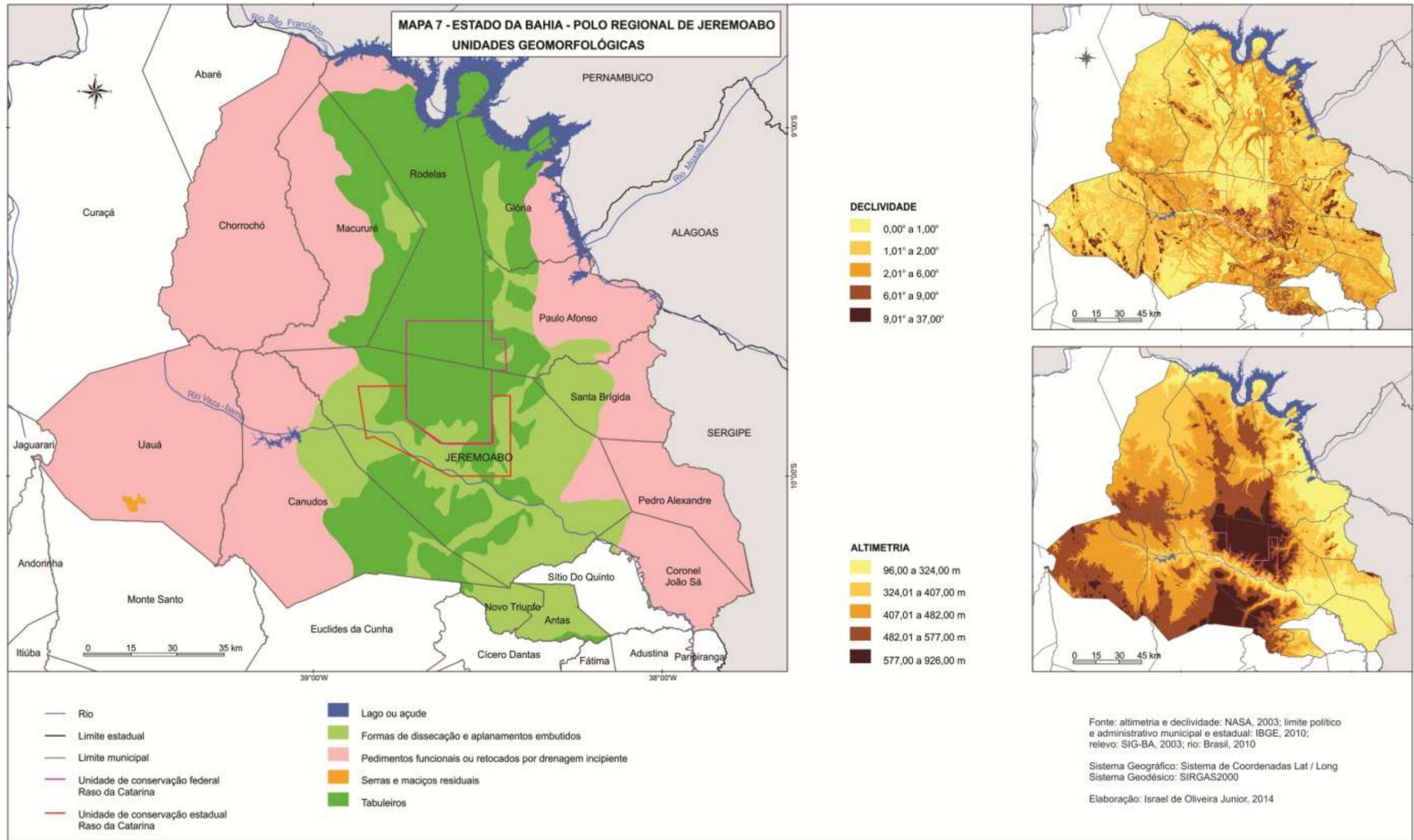
O polo regional de Jeremoabo subdivide-se em duas províncias geológicas, a da Borborema, mais extensa e localizada ao norte da região, e, ao sul, a de São Francisco Norte, com histórico evolutivo desde o Arqueano ao Farenzóico (SIG-BA, 2003). As superfícies de maior extensão são constituídas por rochas sedimentares, formadas por arenitos, conglomerados, folhelhos, calcários e outras. Ao leste e ao oeste, distribuem-se rochas metamórficas, compostas por anfibolitos, gnaisses, filitos, metacalcários; as rochas

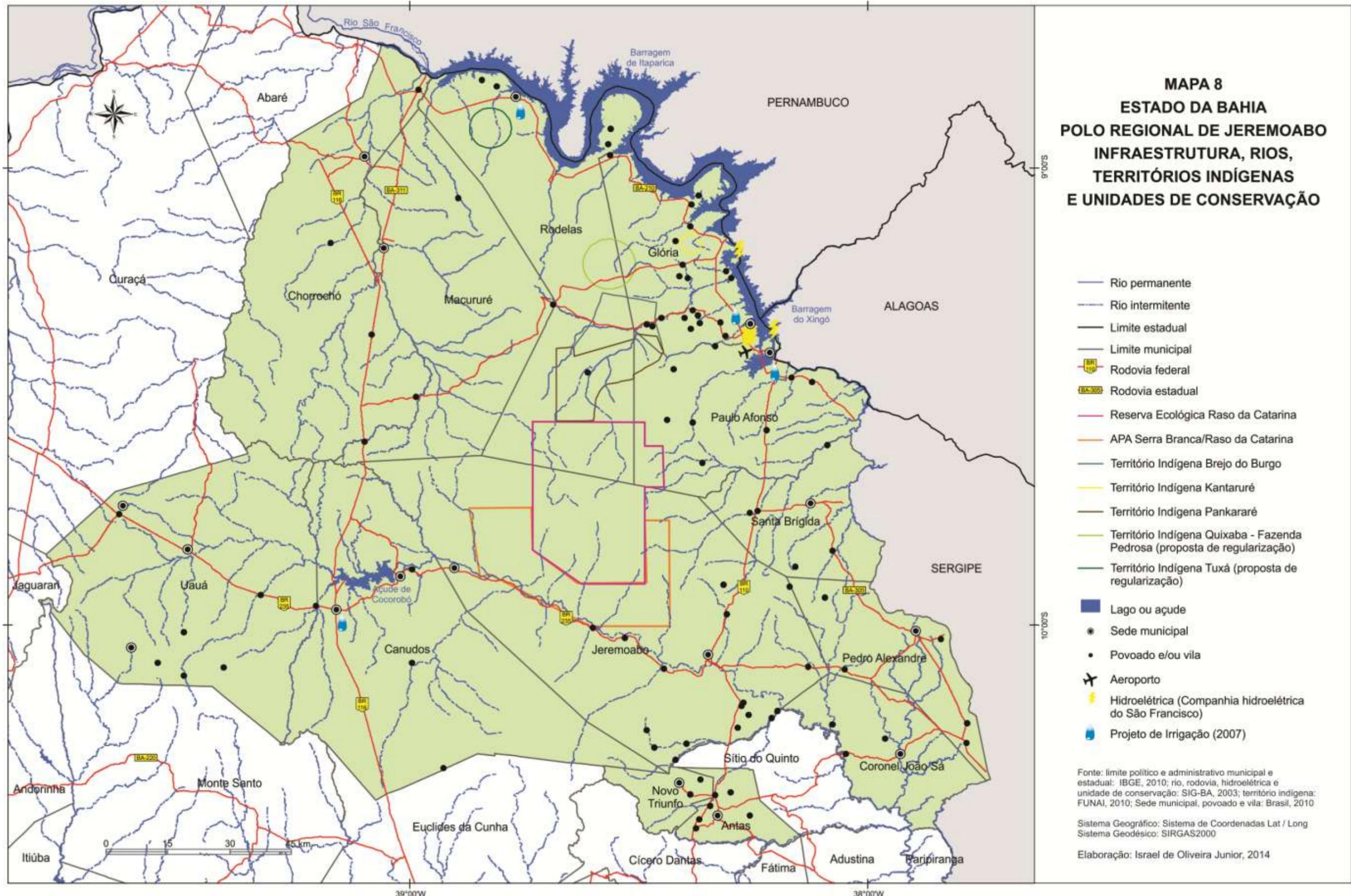
ígneas distribuem-se dispersamente e compõem-se, sobretudo, de granitos, granidioritos, monzogranito e sienito (SIG-BA, 2003).

A geomorfologia regional insere-se em duas unidades morfoestruturais: i) bacia sedimentar Recôncavo-Tucano, constituída por formas de dissecação e aplanamentos embutidos e tabuleiros; ii) depressão periférica e interplanáltica, formada por pedimentos funcionais ou retocados (Mapa 7). As altitudes variam entre 96 m e 926 m, sendo que as superiores formam os relevos de topos aplanados, bordas desniveladas com degraus e planos embutidos às encostas de formas predominantemente convexas, dissecadas nas rochas sedimentares arenosas e argilosas e os relevos residuais, que se espalham por diferentes pontos regionais. Grandes extensões de terras compõem-se de baixas declividades, onde ocorrem, intensamente, as atividades agropecuárias, e os maiores declives constituem os relevos da bacia sedimentar Recôncavo-Tucano e formam o vale de rios, como o do Vaza-Barris e o riacho do Brejo (Mapa 7).

A ocorrência do clima tropical semiárido domina a área de estudo e é constituído por temperatura média anual acima dos 24° C, forte evaporação, baixa (< 800 mm) e irregular pluviosidade anual (SEI, 1999). Há municípios em que a quantidade de chuva no ano configura a de climas áridos, com precipitação em torno ou inferior a 400 mm anuais, como em Canudos, Chorrochó, Glória, Macururé, Pedro Alexandre, Rodelas e Santa Brígida (SEI, 1999). As chuvas são torrenciais e concentradas em torno de dois e quatro meses e ocorrem, geralmente, em parte do verão e/ou outono das zonas temperadas. Existem anos em que elas faltam, o que configura o fenômeno da seca, amplamente divulgado na literatura sobre o semiárido brasileiro.

As características climáticas favorecem a existência de uma rede hidrográfica constituída, quase em sua totalidade, por rios intermitentes, outros efêmeros, com exceção do São Francisco e o médio e baixo curso do rio Vaza-Barris (Mapa 8). Os municípios integram as bacias hidrográficas do São Francisco e a do Vaza-Barris (SIG-BA, 2003), onde os altos índices térmicos, associados à baixa e irregular pluviosidade anual, contribuem para a evapotranspiração potencial elevada e o déficit hídrico no solo. No período das chuvas torrenciais, é comum acontecer o fenômeno da inundação das áreas ribeirinhas e, por serem superfícies um pouco mais úmidas, a população local tem as utilizado para desencadear as atividades agropastoris.





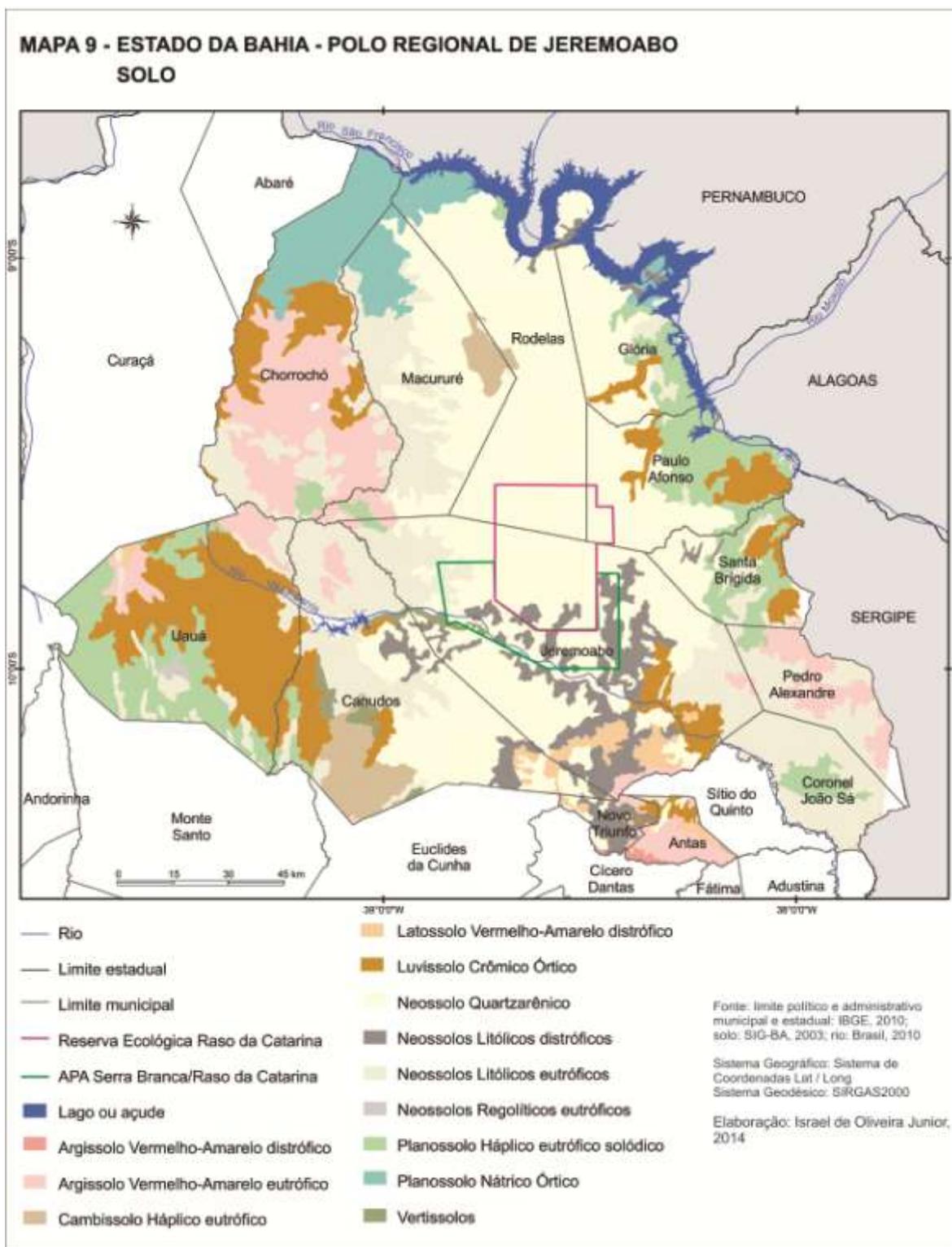
A conjugação dessas características tem contribuído para a distribuição de solos rasos e com superfícies arenosas e/ou pedregosas. Os neossolos prolongam-se por extensas áreas (SIG-BA, 2003), possuem uma aptidão agrícola restrita a nula e são altamente suscetíveis a processos de erosão de gênese eólica, pluvial e/ou fluvial (Mapa 9). Encontram-se, também na área, os argissolos, luvisolos, planossolos e vertissolos (Mapa 9), utilizados, principalmente, para o cultivo em ciclos temporários (SIG-BA, 2003).

A característica destacável do nordeste semiárido é, sem dúvida, as feições vegetais da caatinga (AB'SABER, 2003), não diferindo para o polo regional de Jeremoabo. Nesse, a vegetação é constituída de espécies decíduais e semidecíduais, com porte arbóreo, arbustivo, de aspecto rústico (AB'SABER, 2003), adaptada ao extenso período de vazão das precipitações pluviométricas. Em várias áreas, devido ao estrato e porte vegetativo, a biomassa não constitui grande proteção aos solos às intempéries e os sujeitam aos processos e impactos da insolação constante e da erosão. A substituição da vegetação natural para a ocorrência da agricultura e pecuária amplia as áreas de solo exposto, a proliferação de espécies ruderais, a erosão e a denudação que conduzem à degradação e constituem em pressão e/ou impactos do processo de desertificação. A prática da agropecuária iniciou-se no período colonial brasileiro, induzido, inicialmente, pela pecuária extensiva, a qual constitui uma atividade destacável na atualidade.

Os projetos de irrigação na região são incipientes (Mapa 8) e conduzem às práticas da agricultura temporária consorciada à criação do gado, geralmente, bovino, caprino e ovino. Em anos de seca, que são comuns, grande parte do cultivo é perdida, devido à dependência das precipitações pluviométricas, e sucede-se na desestruturação social e econômica, com o retrocesso da renda popular. Esses fatos indicam a ineficiência das políticas sobre a distribuição da água e da alta vulnerabilidade ambiental à desertificação da maioria dos municípios regionais.

Nos municípios do polo regional de Jeremoabo sobressai a população rural, com exceção de poucos, como Paulo Afonso e Rodelas. As cidades são desprovidas, em sua maioria, de infraestrutura urbana e de elementos de absorção de mão de obra, fatores indutores do processo de urbanização pouco acelerado. Para essa afirmação exclui-se Paulo Afonso, onde as atividades comerciais e industriais destacam-se entre os municípios da região semiárida baiana (LOBÃO; SILVA, 2013), favorecidas pela instalação e operação do complexo hidroelétrico de Paulo Afonso, constituído por cinco grandes hidroelétricas

(Mapa 8). Na composição da população regional encontram-se os povos indígenas do Brejo do Burgo, Kantaruré, Pankararé, Quixaba (Fazenda Pedrosa) e Tuxá (Mapa 8).



A infraestrutura regional é deficiente, com malhas rodoviárias asfaltadas de baixa densidade (Mapa 8). A maior parte da rede de integração dos diferentes pontos regionais constitui-se de estradas sem pavimentação e sinalização, complicadoras do tráfego de pessoas, mercadorias e comunicação, a exemplo daquela que corta os municípios de Jeremoabo e Canudos, na direção leste e oeste. No município de Paulo Afonso, localiza-se o Aeroporto de Paulo Afonso, para atender, estrategicamente, as demandas da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) e de parte da população local e dos municípios circunvizinhos baianos e de outros estados.

Os municípios de Canudos, Uauá e Paulo Afonso possuem atrativos turísticos; os dois primeiros integram a zona turística Caminhos do Sertão. Entre os interesses dos turistas, encontram-se:

- i) a história da guerra de Canudos, conservada no memorial de Canudos e no parque estadual, que corresponde a área das batalhas e dos combates durante a guerra;
- ii) o ecoturismo e turismo científico em Canudos, com a observação da arara azul de lear (*Anodorhynchus leari*), endêmica das caatingas e ameaçada de extinção;
- iii) o Raso da Catarina: bela paisagem do bioma caatinga, onde localizam-se duas unidades de conservação (Mapa 8) e uma fauna exclusiva das caatingas, com espécies ameaçadas de extinção; abrange terras dos municípios de Canudos, Jeremoabo, Macururé e Paulo Afonso e constitui uma das áreas mais secas, de temperaturas elevadas e de grande diversidade da fauna e flora da Bahia. Ainda, no Raso da Catarina pode-se identificar vestígios da vida de Lampião, o rei do cangaço, e de seu bando;
- iv) Paulo Afonso: visita-se o complexo hidroelétrico para a observação de lagos, cachoeiras, vegetação, nativa; passeia-se pelos cânions do São Francisco de catamarã; banha-se e contempla-se as cachoeiras de Paulo Afonso.
- v) Glória: percorre-se a paisagem do cânion Brejo dos Burgos, com formações esculpidas em arenitos, nos limites com o município de Paulo Afonso,

Os índices de desenvolvimento humano (IDH), calculados pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), agregam dados sobre expectativa de vida ao nascer, educação e renda. Nos municípios do polo regional de Jeremoabo, houve crescimentos dos valores dos índices entre os anos de 1991 e 2000 (Tabela 1). Todavia, o

crescimento do índice do período de 2010 em relação aos dados de 2000 foi negativo para a maioria dos municípios regionais e apenas Chorrochó, Coronel João Sá, Macururé, Santa Brígida e Uáua apresentaram crescimentos positivos, com pequenas modificações (Tabela 1). Todos os municípios regionais são classificados com médio índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) – entre 0,500 e 0,799 – pela ONU e grande parte deles ocupa entre os últimos do *ranking* do Brasil, a exemplo de Coronel João Sá e Pedro Alexandre que se encontram, respectivamente, na 5361ª e na 5490ª posição de 5565 municípios analisados do Brasil (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO, 2013).

O médio desempenho do IDHM está relacionado, principalmente, a incipiência da alfabetização regional, pois as taxas de analfabetismo são altas, como em Pedro Alexandre, onde quase 50% da população é analfabeta. Além de Pedro Alexandre, os valores mais expressivos depararam-se nos municípios de Coronel João Sá (35%), Jeremoabo (32%) e Santa Brígida (33%). As menores porcentagens da população analfabeta sucedem-se em Canudos, Paulo Afonso, Rodelas e Uauá, abaixo ou igual a 24%.

Tabela 1 – Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal (IDHM) dos municípios do polo regional de Jeremoabo – 1991, 2000 e 2010

Município	1991	2000	2010
Antas	0,511	0,632	0,592
Canudos	0,473	0,599	0,562
Chorrochó	0,490	0,589	0,600
Coronel João Sá	0,391	0,526	0,535
Glória	0,511	0,641	0,593
Jeremoabo	0,455	0,557	0,547
Macururé	0,467	0,599	0,604
Novo Triunfo	0,434	0,581	0,554
Paulo Afonso	0,625	0,719	0,674
Pedro Alexandre	0,384	0,535	0,513
Rodelas	0,614	0,655	0,632
Santa Brígida	0,417	0,530	0,546
Uauá	0,509	0,616	0,605

Fonte: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2013

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

5.2 Uso e cobertura das terras e implicações ambientais

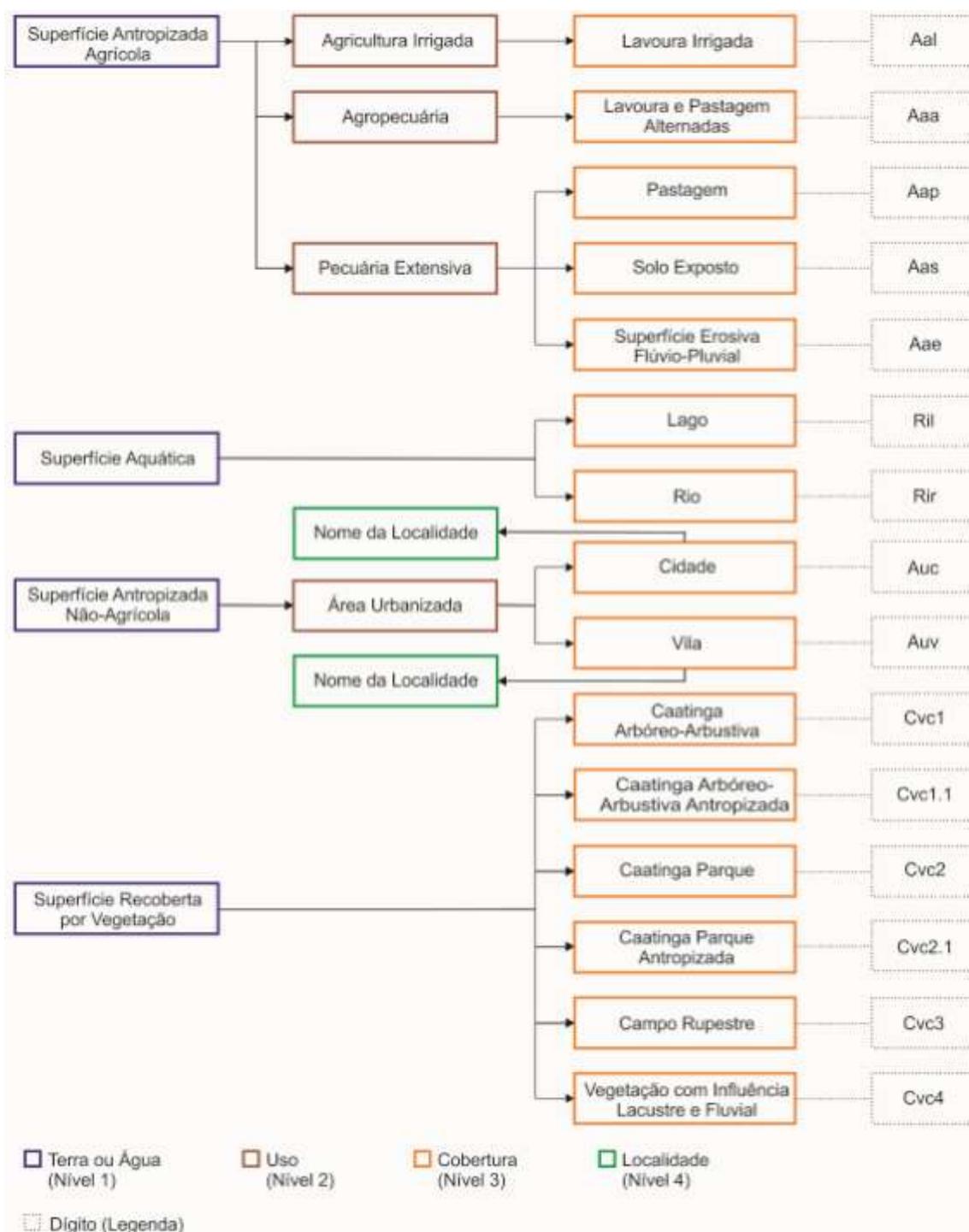
As terras secas da Bahia constituem um mosaico de paisagens, com diferentes níveis de preservação, conservação e degradação. São diversos fatores que concorrem para a manutenção, ruptura e recuperação do equilíbrio ambiental. O polo regional de Jeremoabo constitui-se com climas que evidenciam a reduzida e concentrada pluviosidade, além da ocorrência de secas intervalares. Nestes cenários, o homem se reproduz; utiliza, domina, preserva, conserva e consome o patrimônio do meio; produz, submete, sujeita-se, contrapõe às políticas; causa, lucra e padece dos efeitos da má utilização do ambiente; processos são evidenciados para instalar, inexistir ou intensificar vulnerabilidades.

As vulnerabilidades apontam para o efeito de uma crise ambiental planetária, que é desigual, por contrastar nas escalas espaciais e temporais, nas causas, nos efeitos e nas políticas de reversão. A desertificação é o problema mais severo das terras secas, que coloca o polo regional de Jeremoabo em evidência, pelos indícios de degradação (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971; AB'SABER, 1977; LOBÃO; SILVA, 2013). A análise do uso e cobertura da terra é um indicador que revela o estado ambiental e denota fatores (força motriz e pressão) e efeitos (impactos e respostas) de vulnerabilidades mediante a apropriação humana do patrimônio ambiental. A indagação sobre os fatores de vulnerabilidade ambiental incentivou a investigação das condições das terras regionais por meio do mapeamento.

A conceituação adotada para as classes de uso e cobertura da terra para a construção do mapa baseou-se em terminologias e definições de fontes secundárias (IBGE, 1991, 2006, 2012; SIG-BA, 2003) e em estudos de campo, para exprimir as peculiaridades ambientais do polo, em função da resolução da imagem utilizada e a escala geográfica e cartográfica de estudo. Assim, a nomenclatura do uso e cobertura da terra ajustou-se ao mapeamento dos principais usos e coberturas existentes no polo de forma precisa (na tentativa de exaurir dúvidas de interpretação), perceptíveis nas imagens Landsat TM e fundamentais para estabelecer a vulnerabilidade ambiental. No esquema teórico das classes, estruturou-se quatro níveis hierárquicos de detalhamentos, organizados para identificar as principais atividades econômicas realizadas e os resultantes objetos que cobrem as superfícies, cujas informações são importantes para analisar o estado ambiental do polo (Figura 15). Assim, as categorias dispõem das seguintes informações: i) nível 1: grupos de classes, denominados terra ou água por

comportar atividades e revestimentos com características em comum; ii) nível 2: refere-se aos usos e indicam as principais atividades econômicas desenvolvidas no polo; iii) nível 3: especificam as coberturas, as quais originam-se das atividades realizadas no polo; iv) nível 4: nomeia as cidades e vilas regionais.

Figura 15 – Organograma com os níveis hierárquicos e descrição das classes do mapa de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo – Bahia



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A partir da delimitação das classes e níveis hierárquicos, discorreu-se sobre os significados das categorias, fundamentados em referências sobre o assunto (Quadro 20). Para determinados níveis, foram necessárias adaptações das terminologias e/ou classes, devido às obras analisadas não contemplarem informações de objetos regionais. As principais adequações referiram-se às feições vegetais da caatinga, as quais, nas obras (IBGE, 1992, 2012), denominaram-se de savanas estépicas e as características descritas não assemelharam as da cobertura vegetal do polo.

Quadro 20 – Definição conceitual das classes de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo (continua)

Classe		Definição
Terra ou Água (Nível 1)	Superfície Antropizada Agrícola	As superfícies agrícolas incluem as terras cultivadas e ocupadas pela pecuária, por meio de um conjunto de atividades e técnicas de manejo, de maior ou menor agregação de tecnologias agrícolas. A produção de alimentos pode ocorrer com o emprego de técnicas tradicionais comuns a agricultura de subsistência, ou modernas, adotadas na agricultura de larga escala tipo exportação. Na pecuária aplicam-se manejos tradicionais. Inseriu-se nesta classe a agricultura irrigada, a agropecuária e a pecuária extensiva
	Superfície Antropizada Não-Agrícola	Classe dissociada das agrícolas, na qual se identificou as áreas urbanizadas
	Superfície Aquática	Refere-se às superfícies de águas continentais, como cursos de água, canais fluviais (perenes e intermitentes) e lagos artificiais utilizados para diferentes fins, como abastecimento humano, irrigação, dessedentação de animais, geração de energia e controle da vazão
	Superfície Recoberta por Vegetação	Abrange o conjunto de plantas com estrutura vertical variada (arbóreo, arbustivo, herbáceo e gramíneo) e densidades de cobertura em estágios diferenciados de desenvolvimento. Inclui-se a vegetação primária (com grande biodiversidade e com mínimas alterações humanas) e vegetação secundária
Uso (Nível 2)	Agricultura Irrigada	Atividade de cultivo da terra com o emprego de tecnologia de irrigação, para produzir alimentos da dieta humana e/ou animal, matérias primas às agroindústrias e silvicultura. Constituem cultivos de ciclos temporários (curta ou média duração, geralmente inferior a um ano) e permanentes (cultivos de ciclo longo, com colheitas sucessivas, sem a necessidade de plantio a cada ano).
	Agropecuária	Sucessão alternada da agricultura e pecuária. A agricultura temporária é realizada na estação chuvosa e a de sequeiro é dependente de alguma forma de irrigação. A pecuária extensiva é introduzida após colheita e perdura até o retorno das chuvas. As terras inclusas nesta classe caracterizam-se pela dinâmica temporária da produção agropecuária, comum às regiões semiáridas onde há o predomínio das lavouras temporárias dependentes das precipitações pluviométricas.
	Área Urbanizada	Área de uso intenso, com a visibilidade de objetos urbanos e adensamento populacional. Incluiu-se nessa categoria as cidades e vilas.
	Pecuária Extensiva	Corresponde a atividade de criação de gado (asinino, bovino, caprino, equino e/ou outros) solto na vegetação natural ou secundária. Periodicamente há extração de plantas, lenha e madeira, bem como introdução de forrageiras exóticas, sem a utilização de altas tecnologias, para o enriquecimento do pasto.

Quadro 20 – Definição conceitual das classes de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo
(continua)

	Classe	Definição
Cobertura (Nível 3)	Caatinga Arbustiva Arbóreo-	Estrutura-se, fundamentalmente, em dois estratos lenhosos, de densidade contínua e semicontínua: um superior, com porte, em média, de 5 m; e um estrato inferior, arbustivo, com espécies de até 3 m de altura. Caracteriza-se por uma composição de espécies decíduas, espinhentas, com microfolia e heterogeneidade florística. Integra os ambientes semiáridos brasileiros, demarcados por um longo período de déficit hídrico seguido por um curto período de chuvas, comumente, torrenciais. Estas chuvas são inconstantes e podem faltar por um longo tempo, decorrendo no fenômeno das secas.
	Caatinga Arbustiva Antropizada Arbóreo-	Encontram-se dois estratos lenhosos: arbóreo e arbustivo, com características semelhantes ao da Caatinga Arbóreo-Arbustiva. A apropriação, sobretudo, para a propagação da pecuária, reduziu a densidade da vegetação e ampliou as superfícies de solo exposto. Em alguns locais, a vegetação é secundária, possui acentuada homogeneidade das espécies e/ou propagação de espécies ruderais.
	Caatinga Parque	Formada por dois estratos: i) um superior arbustivo, com espaçamento dos indivíduos (como se fossem plantados), lenhosos e espinhosos, decíduos e semidecíduos e microfoliados; ii) um inferior, com predomínio de gramíneas regionalmente denominada de capim-panasco (<i>Aristida sp.</i>), que recobrem densamente o solo no período chuvoso e na estação seca forma-se uma palha seca, que expõe os solos as intempéries
	Caatinga Antropizada Parque	Subgrupo com características idênticas à Caatinga Parque, em relação à composição dos estratos e espécies. No entanto, a ocorrência, principalmente, da pecuária acentuou o espaçamento destes, tornou diminutivos a densidade e ritmo de recomposição das gramíneas e propagou as espécies ruderais de porte herbáceo e ampliou a área de afloramentos rochosos.
	Campo Rupestre	Ocupam encostas e topos de relevos residuais e serras de topografia acidentada, formadas por solos rasos, como os neossolos litólicos, e afloramentos rochosos. Geralmente, não ocupam trechos contínuos, constituindo mosaicos, onde predominam os estratos graminoides, integrados por hemicriptófitos, geófitos e musgos (período chuvoso). Nas diáclases e fraturas das rochas, onde a água penetra e existe solo, medram, isoladamente, as espécies vegetais de estratos arbustivos e subarbustivos, que se misturam em fisionomias das caatingas e cerrados.
	Cidade	Área onde, geralmente, localiza-se a sede do município e prefeitura municipal, com adensamento populacional, predomínio de objetos urbanos (vias de transporte, comunicação etc.) e atividades comerciais, de serviços e/ou industriais.
	Lago	Extensão de água cercada por terra, oriunda do represamento de rios. Há uma variação sazonal do volume de água em razão das estiagens pluviométricas e da intermitência dos rios. Os lagos são utilizados para o abastecimento humano, irrigação, lazer, dessedentação de animais e produção de energia
	Lavoura Irrigada	Extensão de terras cultivadas, de modo significativo, para a produção de alimentos, voltadas, especialmente, para a comercialização. Constituem-se de cultivos temporários e perenes, reproduzidas com técnicas de irrigação. No polo, sobressaem as lavouras de leguminosas (como o milho e feijão), frutíferas (coco, manga, melancia, melão, banana etc.) e tubérculos (mandioca).

Quadro 20 – Definição conceitual das classes de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo (conclusão)

Classe		Definição
Cobertura (Nível 3)	Pastagem	Áreas de vegetação nativa ou secundária, onde se pratica o pastoreio do gado, às vezes enriquecidas por forrageiras exóticas no período das precipitações pluviométricas para alimentar os animais. Incluem-se, também, os terrenos de cultivos abandonados onde o gado permanece solto, muitas vezes com inexistência de cercas para separar os pastos.
	Rio	Curso de água natural, com volumes de água inconstantes. Os rios intermitentes são extremamente dependentes do ritmo climático sazonal e os perenes ocorrem apenas nas condições de fontes alóctones.
	Solo Exposto	Superfícies desnudas, que representam as terras onde o uso sistemático tem diminuído o ritmo da recomposição florística, não excluindo as áreas de preparo para o plantio e aquelas que naturalmente já possuem cobertura vegetal rarefeita.
	Lavoura e Pastagem alternadas	Ocorrência combinada entre lavoura e pastagem. Há o estabelecimento dos cultivos no período chuvoso, interrompendo-se a partir das estiagens pluviométricas, com a formação imediata das pastagens.
	Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial	Margens dos rios e pequenos córregos intermitentes, onde a vegetação original foi suprimida. Nessas áreas, o gado, geralmente, utiliza como caminho preferencial e, em casos restritos, ocorre a agropecuária por serem áreas mais úmidas. Sucodem-se os processos erosivos intensos nos períodos das chuvas torrenciais e cheias de rios, em neossolos, culminando nos processos de degradação ambiental.
	Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial	Medra sobre planícies aluviais sujeitas às cheias dos rios, ou nas depressões alagáveis. De acordo com a quantidade e permanência da água empoçada, as espécies podem apresentar-se mais vigorosas, com estratos arbóreos ou menos desenvolvidos (estrato arbóreo e arbustivo).
	Vila	Pequena aglomeração urbana, com adensamento populacional inferior as cidades. Embora incluída na categoria urbana, a população residente possui um vínculo com atividades rurais.

Fonte: Adaptado de IBGE, 1992, 2006, 2012.

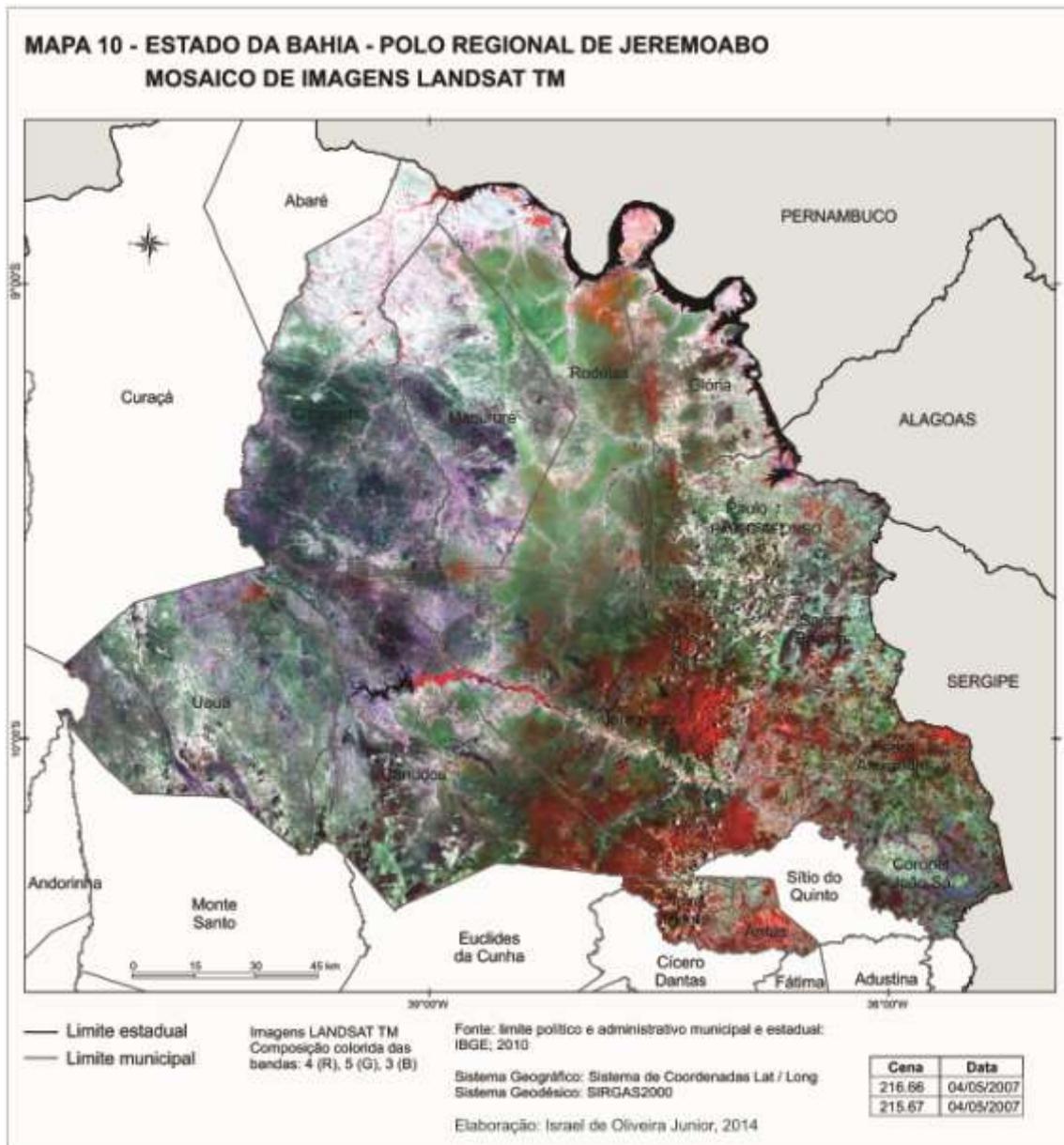
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Nos textos (IBGE, 1992, 2012), observou-se, pois, o menor detalhamento das classificações inerentes à caatinga, reafirmando a escassez de estudos ambientais específicos ao semiárido brasileiro e exiguidade de dados e de indicadores ambientais importantes para o planejamento e políticas eficazes. Lobão e Silva (2013) indicaram que os movimentos ambientalistas no Brasil não atribuíram a mesma relevância ao bioma caatinga, mata atlântica e floresta amazônica. Pelo contrário, ao bioma caatinga atribuíram-se importância ambiental secundária, fator contribuinte para a exploração intensa das feições vegetais, condicionante do rompimento da capacidade de resiliência ambiental, sem o reconhecimento das riquezas, potencialidades e fragilidades das caatingas e semiárido brasileiro.

No processo de mapeamento buscou-se dados para a distinção das classes das feições vegetais regionais em função das escalas geográfica (regional) e cartográfica, bem como ao objetivo de estudo. Assim, as classificações e terminologias consideraram a influência climática e edáfica nas feições vegetais, refletidas nos extratos e densidade destas – conjunto de dados relevantes para avaliação da vulnerabilidade ambiental. Por meio da análise de imagens de satélites, foi possível diferenciar as estruturas (porte e densidade) das feições vegetais e classificá-las devido ao comportamento espectral dos alvos. Os resultados evidenciaram a relevância das geotecnologias nos estudos da cobertura da terra.

Nas imagens Landsat TM selecionadas para o mapeamento, identificou-se o erro geométrico e temporal, este ocasionado pelas datas distintas de imageamento, observável no mosaico construído com as cenas que recobrem o polo de Jeremoabo (Mapa 10). Analisou-se cuidadosamente as imagens para a construção de uma chave de interpretação, baseada em Florenzano (2008) e Jensen (2009), pela qual definiu as principais características dos alvos relacionadas às classes de uso e cobertura (Figura 16). Após testes, a composição colorida mais adequada para o mapeamento agregou as bandas 4, 5 e 3, integradas, respectivamente, aos canais vermelho (R), verde (G) e azul (B). Por meio dessa, percebeu-se as diferentes classes, sobretudo, das feições vegetais da caatinga, as quais são difíceis de separar por assemelharem-se no vigor da biomassa verde em determinados períodos anuais, devido à sazonalidade climática e constituição das espécies.

Depois da interpretação preliminar dos padrões das imagens, realizou-se um levantamento de informações em campo para relacionar as características das imagens com as particularidades ambientais do polo e verificar a chave de interpretação. Nos estudos de campo, preencheu-se planilhas com os dados e informações obtidas pela avaliação das características da cobertura da terra e os correspondentes usos, cujos resultados integraram o SIG da região. Os levantamentos de campo sobressaíram entre os dados e informações referentes ao uso e cobertura da terra, pois os associou aos padrões do mosaico e possibilitou mapear as classes não distinguíveis nos produtos de Sensoriamento Remoto. Com isso, a reconstrução da chave de interpretação (Figura 16) relacionada aos dados de campo foi mais consistente e contribuiu para o mapeamento mais coerente com a realidade da terra.

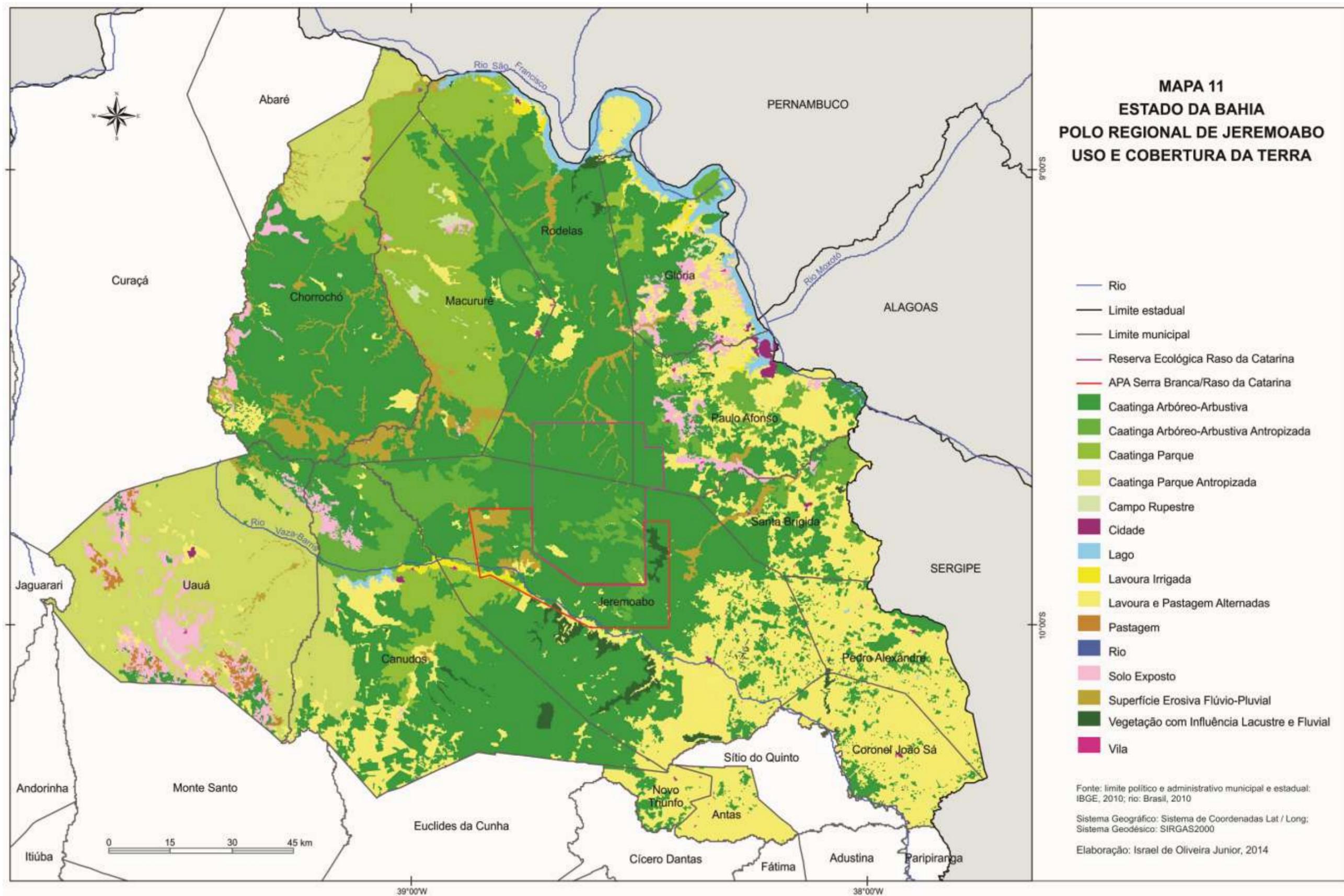


A partir da aplicação da chave de interpretação (Figura 16), dados de campo, análises das imagens Landsat TM (Mapa 10) associados a fontes secundárias, produziu-se o mapa de uso e cobertura da terra em escala cartográfica de 1/100.000 (Mapa 11). Por compor o SIG do polo, as informações dos mapas podem ser associadas a outros dados ambientais e gerar informações sistêmicas.

Figura 16 – Chave de interpretação das imagens Landsat TM relacionada às classes de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo – composição colorida 4 (R), 5 (G), 3 (B)

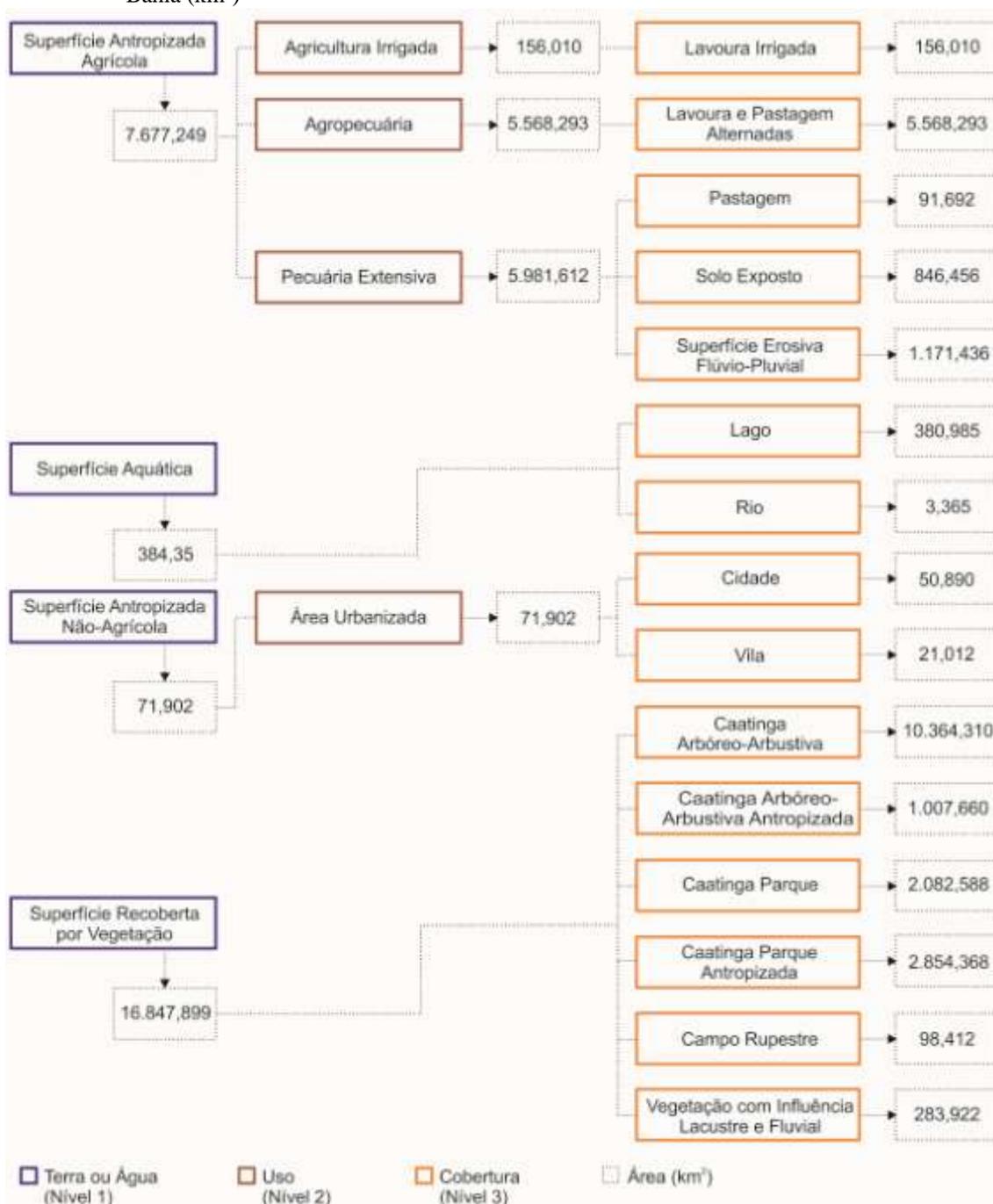
ALVO/IMAGEM	CLASSE	CHAVE DE INTERPRETAÇÃO
	Caatinga Arbóreo-Arbustiva	Tons vermelho a verde; forma irregular; textura lisa; ocorre em áreas de depressão
	Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada	Tons esverdeados; forma irregular; textura lisa; áreas de depressão ao norte (clima mais árido)
	Caatinga Parque	Tons verdes (claros) a esbranquiçados; forma irregular; textura ligeiramente lisa; áreas de depressão ao norte (clima mais árido)
	Caatinga Parque Antropizada	Tons acinzentadas a esverdeados (claros); forma irregular; textura lisa
	Campo Rupestre	Tons esverdeados a magentas; forma irregular; textura rugosa; áreas de topo de serras, com afloramentos
	Cidade/Vila	Tons magentas e azulados (estradas); textura ligeiramente rugosa; formas irregulares; próximas a rodovias
	Lago/rio	Tons azulados (material em suspensão) ou preta (água limpa); textura lisa; forma irregular, linear ou curvilínea
	Lavoura Irrigada	Tons vermelhos (áreas plantadas) e brancos (área preparada para o cultivo); forma regular (geométrica); padrão em talhos (parcelado); textura lisa
	Lavoura e Pastagem Alternadas	Tons esverdeados a esbranquiçados; padrão sistemático; forma regular (geométrica); padrão em talhos (divisão em parcelas); textura lisa
	Pastagem	Tons esverdeados; forma regular (geométrica); divisão em talhos (parcelada); textura ligeiramente rugosa
	Solo Exposto	Cor branca; forma regular (geométrica); textura lisa
	Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial	Cor branca; forma irregular; textura ligeiramente rugosa; próxima aos rios
	Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial	Cor vermelha; forma irregular; textura ligeiramente lisa; áreas de planície fluvial

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014



A Superfície Recoberta por Vegetação destaca-se na paisagem regional, onde se distribui em mais de 16,8 mil km² (Figura 17) e ocupa, sobretudo, os relevos depressivos e do Raso da Catarina (Mapa 11). Nessas áreas, o clima é mais seco, o déficit hídrico é mais acentuado e há dificuldades de realizar o uso pela agropecuária, por isso, inclusive, as feições vegetais encontram-se conservadas ou preservadas.

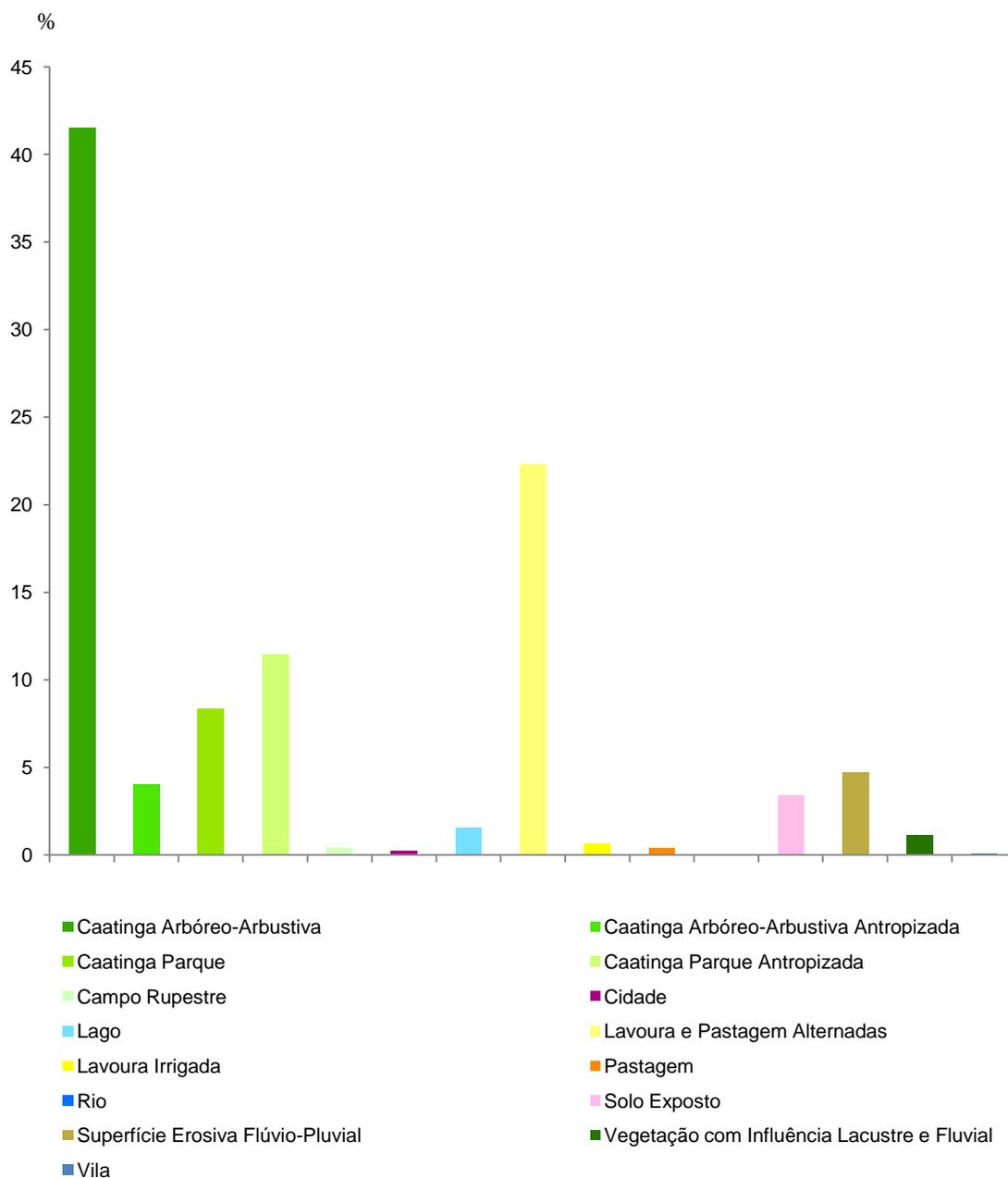
Figura 17 – Extensão das classes do mapa de uso e cobertura das terras do polo Regional de Jeremoabo – Bahia (km²)



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A Caatinga Arbóreo-Arbustiva recobre acima de 40% da área de estudo (Gráfico 2). No oeste e no centro da região, o processo de uso e ocupação das terras não tem se apropriado intensamente da vegetação, o que proporcionou uma contiguidade espacial desta. Ao contrário do que ocorreu no leste, onde o uso da terra fragmentou a Caatinga Arbóreo-Arbustiva constituída por pequenas manchas (Mapa 11).

Gráfico 2 – Porcentagem das classes (nível 3) do mapa de uso e cobertura da terra do polo regional de Jeremoabo – Bahia



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada (Mapa 11) refere-se à feição vegetal sem primitividade, ou seja, com modificações humanas na densidade, espécies e porte da vegetação. Os impactos causados estão relacionados às atividades pecuaristas, a partir da criação extensiva do gado bovino, caprino e ovino, pois são abertas clareiras para o gado caminhar em meio às caatingas; os animais consomem as leguminosas e há dificuldades na germinação e desenvolvimento de plantas nativas em razão do sobrepastoreio e/ou pisoteio (compactação dos solos). A Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada (Figura 18) encontra-se fragmentada e cobre 4% das terras do polo (Gráfico 2), o que equivale a cerca de 1.000 km² (Figura 17), sobretudo, nas áreas onde há maior umidade e correm rios intermitentes no período chuvoso, pois existem condições para um uso mais intenso (Mapa 11).

Figura 18 – Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada, nas margens do Rio São Francisco, nordeste do município de Glória – Bahia. A ocorrência da pecuária extensiva pressionou o ambiente e intensificou a vulnerabilidade à desertificação em solos com superfícies friáveis e de granulometria arenosa. Há indícios de degradação ambiental devido à exposição dos solos as intempéries e à proliferação de apenas um estrato arbustivo

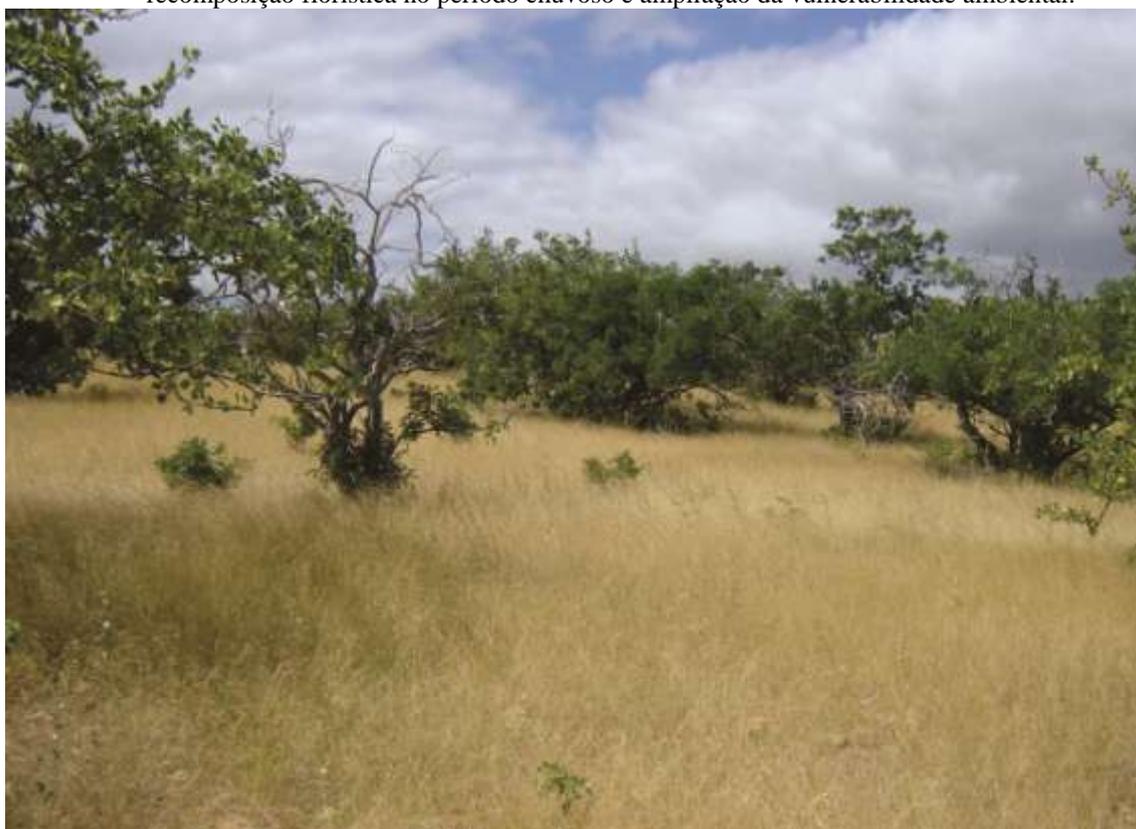


Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

A Caatinga Parque (Figura 19) medra nas áreas onde a pluviosidade é mais escassa e ocorrem climas mais secos. Ela reveste 8% das terras do polo, em uma extensão de 2,08 mil quilômetros quadrados (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11). A

antropização da referida feição vegetal constituiu mudanças no padrão da biomassa (densidade, espécies e porte) e determinou a definição da classe Caatinga Parque Antropizada, que recobre 2.864 km² (Figura 17) – um total de 11,4% das terras da região (Gráfico 2). Nas terras revestidas por essa classe (Mapa 11), o gado é criado solto no meio da vegetação, alimenta-se de determinadas espécies vegetais (como o capim-panasco – *Aristida* sp.), acentuou o espaçamento dos arbustos, tornou diminutivos a densidade e o ritmo de recomposição das gramíneas, propagou as espécies ruderais de porte herbáceo e ampliou a áreas de afloramentos rochosos, constituindo forças motrizes e pressão para desencadear um estado de degradação ambiental e maior vulnerabilidade à desertificação desses ambientes.

Figura 19 – Caatinga Parque, no município de Jeremoabo – Bahia. Cresce em solos rasos e de estrutura arenosa e é utilizada para o pastoreio bovino, por compor-se de ervas para a alimentação do gado. A prática tem pressionado um ambiente de natureza frágil, modificando o ritmo de recomposição florística no período chuvoso e ampliação da vulnerabilidade ambiental.



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2008

O Campo Rupestre cresce nas encostas e topos dos relevos residuais de topografia acidentada, em meio aos afloramentos rochosos. Constitui 98,4 km² do polo (0,4% da área total) e compõe pequenas manchas distribuídas espaçadamente nas paisagens regionais (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11).

Embora seja destacável a presença de rios perenes, como o São Francisco e Vaza-Barris, e algumas dezenas de rios intermitentes e efêmeros, com a ocorrência, no período das chuvas, do fenômeno da inundação das áreas ribeirinhas, existe muito pouca Vegetação com Influência Lacustre e Fluvial no polo regional de Jeremoabo. As terras revestidas por esta classe somam 283,9 km², cerca de 1% da área de estudo (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11). Nas margens do curso do rio São Francisco na região, por exemplo, a ocorrência de atividades agropastoris desmatou a vegetação natural e, hoje, inexistente, praticamente, a mata ciliar (Mapa 11).

Isto tem ocasionado mudanças abruptas no ambiente, a ponto de definir uma classe específica para determinadas áreas de margens de rios, denominada Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial (Mapa 11 e Figura 20). Nessa, há evidências de um estado de desequilíbrio ambiental em razão dos processos erosivos acentuados que demarcam as paisagens e as tornam altamente vulneráveis à desertificação. São ambientes formados por solos neossolos litólicos, altamente friáveis e com granulometria arenosa, onde os processos erosivos em sulcos progridem para a formação e alastramento de ravinas, além de bancos de areia nos leitos dos rios. Nas margens desses, as poucas espécies de vegetação existentes tem as suas raízes expostas e nos relevos com declividade são comuns tombarem, por causa da força das águas fluviais no período das chuvas torrenciais, que removem os sedimentos e as desprendem dos solos (Figura 21). As áreas mapeadas com essa classe totalizaram 1.171,4 km², o que representa 4,7% do polo; nelas se criam, extensivamente, o gado bovino, caprino e ovino, porque, no período chuvoso, encontram-se com maior abundância herbáceas para a dieta animal (Gráfico 2 e Figura 17).

Figura 20 – Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial, noroeste de Rodelas – Bahia. A pressão exercida pela pecuária bovina nas margens de rios dão formas à degradação ambiental. Nessas, instalam-se processos erosivos, que removem o solo e dificultam a regeneração da vegetação na estação chuvosa.



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

Figura 21 – Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial, leste de Macururé – Bahia. Os processos erosivos pluviais e fluviais constituem impactos no sistema, onde a vegetação se desprende dos solos friáveis e constituem em evidências da degradação ambiental



Fonte: Israel de Oliveira Junior, novembro de 2012

A Superfície Antropizada Agrícola possui uma extensão de 7.677,2 km², cerca de 30% do polo regional, e é resultante de atividades relacionadas à pecuária e/ou à agricultura. Os usos têm fragmentado, acentuadamente, as feições vegetais das margens dos rios intermitentes (Mapa 11), São Francisco, Vaza-Barris e das terras no leste da região, constituindo forças motrizes para intensificar a vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo. A Agricultura Irrigada ocorre, sobretudo, nas margens do rio Vaza-Barris e do rio São Francisco, e recobrem as terras com lavouras irrigadas temporárias e perenes em uma extensão de 156 km², ou seja, 0,6% da área de estudo. Por meio da técnica de irrigação, são produzidas, principalmente, frutíferas (banana, coco, manga, melancia e melão) para o comércio e consumo locais e regionais. Pela pequena dimensão de terras onde reproduzem o uso agrícola com técnicas de irrigação, sobressai a dependência das atividades agropastoris da pluviosidade, que em determinados anos podem falhar por meses e desencadear e ampliar a vulnerabilidade ambiental.

A Pecuária Extensiva ocorre em 5.981,612 km² do polo regional e condiciona a formação de distintas paisagens, como as de Pastagem, Solo Exposto e Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial (Figuras 17, 20 e 21, Gráfico 2 e Mapa 11), que dão forma a um estado de desequilíbrio. Na região, historicamente, parte da economia reproduz-se por meio da criação do gado bovino, caprino e ovino; ela está atrelada, também, aos processos de degradação, devido a inexistência da aplicação de manejos para o ambiente semiárido. A Pastagem recobre 91,7 km² (0,4%) e constitui-se de pequenas manchas distribuídas no polo e tem ocasionado a remoção da vegetação nativa e a propagação de espécies ruderais (Figura 18, Gráfico 2 e Mapa 11).

As áreas de Solo Exposto são mais visíveis devido à extensão (843,4 km²; 3,4% da região) e distribuição regionais; configuram os ambientes de alta vulnerabilidade ao processo de desertificação (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11) por revelar um estado ambiental crítico. Isso se deve à incidência e potência de processos erosivos laminares acelerados que carregam os nutrientes e os sedimentos mais finos dos solos e torna difícil a reprodução de espécies vegetais e de cultivos (Figura 22). Ademais, a regeneração da vegetação dos ambientes semiáridos é naturalmente difícil e lenta, devido às condições climáticas, dispersão das sementes e estrutura dos solos (MIRANDA; PADILLA; PUGNAIRE, 2004), o que demarca a baixa elasticidade ambiental do polo regional de Jeremoabo.

A Agropecuária indica a reprodução alternada da agricultura e pecuária e dá gênese às terras revestidas ora de Lavoura, ora de Pastagem, em uma dinâmica sazonal. O início dessa atividade econômica na região remonta o século XVII, quando a sociedade da época sobrevivia e/ou se enriquecia pelo uso combinado da lavoura e pastagem em razão da ciclicidade das chuvas e estiagens, o que ainda é muito comum nos dias atuais. Esse fato é evidenciado na extensão da classe de Lavoura e Pastagem Alternadas no polo, que recobrem 5.568,293 km², representam 22,29% das terras e distribuem-se por toda a região, sobretudo no leste e no sudeste (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11), nas áreas próximas aos rios, onde há uma maior oferta de água no sistema.

A Superfície Antropizada Não-Agrícola corresponde a 71,9 km² e subdivide-se em vilas e cidades regionais, as quais representam, em ordem, 0,2% e 0,08% do polo (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11). Esses dados indicam que grandes somas de terras não são apropriadas no processo de urbanização. No mapa, a mancha urbana mais evidente corresponde à cidade de Paulo Afonso (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11).

Figura 22 – Solo Exposto, leste do município de Glória – Bahia. A pressão ambiental exercida pela pecuária expõe os solos a intempéries climáticas e favorecem o aumento da vulnerabilidade à desertificação



Fonte: Israel de Oliveira Junior, novembro de 2012

A Superfície Aquática é composta por Rio e Lago, cujas águas recobrem 384,45 km² do polo (Figura 17, Gráfico 2 e Mapa 11) e são utilizadas para diferentes fins, como abastecimento humano e animal, lazer, irrigação e geração de energia. Há uma inconstância no volume de água dos rios e lagos em função da sazonalidade climática e da alta taxa de evaporação. A maior quantidade da drenagem é intermitente e o fluxo de água é irregular, porque está associado à ocorrência das precipitações pluviométricas que podem faltar por meses e, em casos severos de secas, por anos.

Em alguns municípios, a pressão exercida pelo uso das terras regionais apoderou-se do patrimônio ambiental e reduziu as áreas recobertas por vegetação (Mapa 3 e Tabela 2). Logo, evidencia-se, nessas terras, perdas da biodiversidade animal e vegetal, fragmentação das paisagens, exposição dos solos as intempéries, condicionantes de uma situação preocupante, por conjugar-se para um estado de degradação. Perde-se, com isso, o conhecimento sobre as riquezas ambientais, pelos ínfimos estudos e pesquisas locais (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA, 2004; LOBÃO; SILVA, 2013). A situação mais emblemática ocorre em Antas e Uauá, onde as

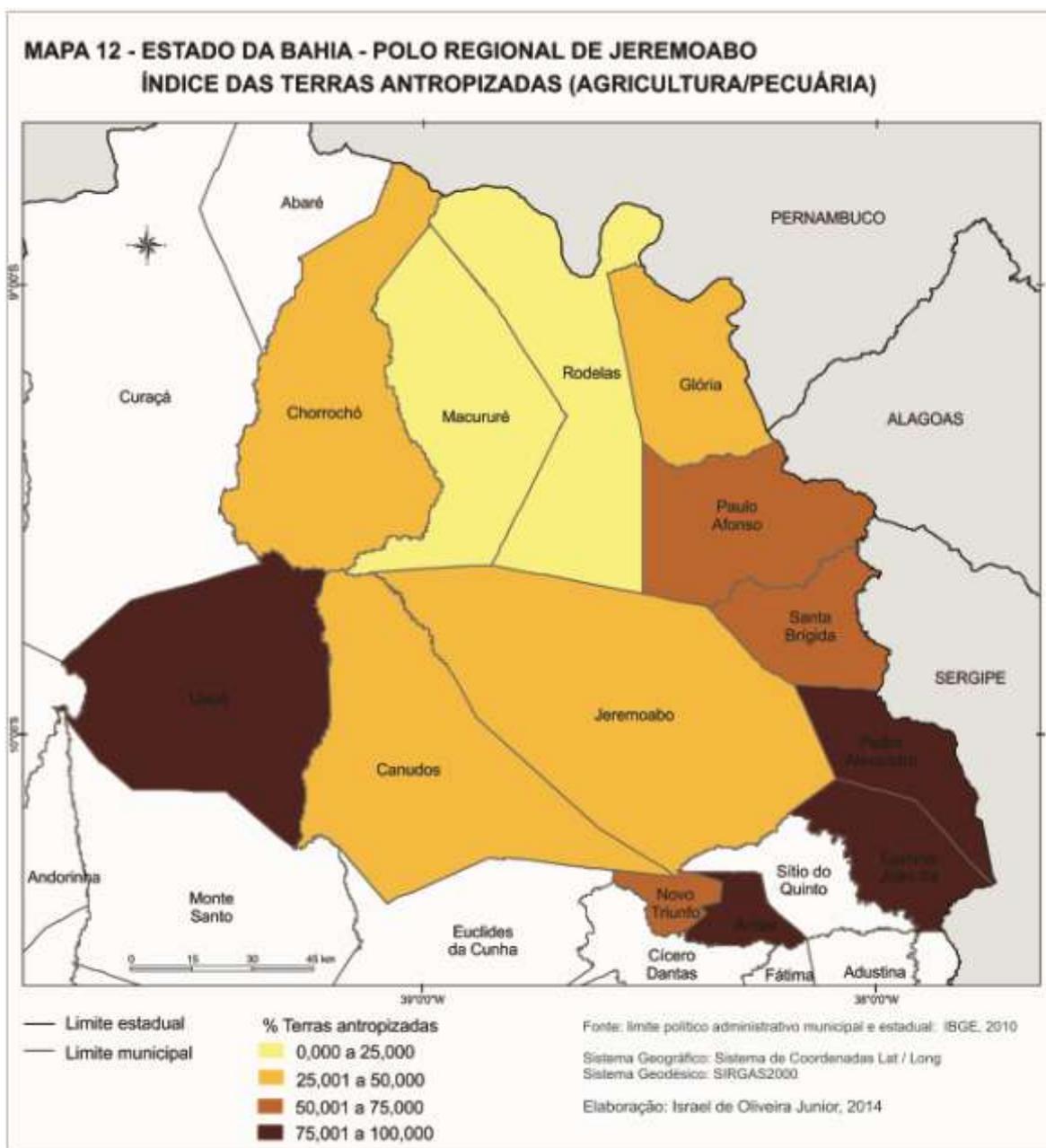
terras antropizadas equivalem a mais de 90% da extensão municipal (Mapa 12 e Tabela 2). A redução das feições vegetais no polo regional de Jeremoabo é uma situação que se generaliza em sete municípios, nos quais mais de 50% das terras são utilizadas para as lavouras e/ou pastagens (Mapa 12 e Tabela 2). Há aqueles em que as terras nessa situação somam mais de 1.000 km², como Canudos, Chorrochó, Jeremoabo e Uauá (Tabela 2). Nesse último, 409 km² de terras encontram-se com o solo exposto, correspondendo a 13,5% do total. Essa situação é parecida em Paulo Afonso e Glória, nos quais mais 7% das terras foram classificadas como Solo Exposto.

Tabela 2 – Extensão das terras classificadas como Superfície Recoberta por Vegetação e Superfície Antropizada (Agrícola e Não-Agrícola), por municípios do polo Regional de Jeremoabo – Bahia – (km² e %)

Municípios	Superfície Recoberta por Vegetação		Superfície Antropizada	
	km ²	%	km ²	%
Antas	15,340	4,773	305,397	95,022
Canudos	1897,611	59,085	1281,797	39,910
Chorrochó	1891,196	62,978	1104,259	36,772
Coronel João Sá	129,465	14,660	752,050	85,160
Glória	588,183	46,879	496,529	39,574
Jeremoabo	2986,134	64,178	1659,334	35,663
Macururé	1809,108	78,916	479,630	20,922
Novo Triunfo	65,522	26,090	185,000	73,664
Paulo Afonso	636,938	40,348	873,518	55,334
Pedro Alexandre	159,936	17,857	730,741	81,588
Rodelas	2105,353	77,362	466,520	18,139
Santa Brígida	331,426	37,564	547,505	62,055
Uauá	213,009	7,023	2813,618	92,764

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Vê-se que as principais atividades econômicas regionais diminuíram, consideravelmente, a cobertura vegetal de um ambiente demarcado pela instabilidade da relação clima – solo – vegetação. São forças motrizes que pressionam o ambiente para a formação de uma paisagem regional com cenários degradados, visualizados nas erosões, superfícies de solos pedregosas, proliferação de espécies ruderais.



Nimer (1988) indicou que o desmatamento está no cerne da desertificação ao desencadear uma série de processos de degradação, como os de erosão acelerada que, conjugada à erosão laminar, rompe o estado de clímax, com impactos em todo o geossistema (potencial ecológico, exploração biológica e sociedade). Os problemas ambientais pioram com as práticas de queimadas, comumente utilizadas na preparação dos solos para as lavouras regionais (Figura 23). A repetição e intensidade das queimadas esgotam a capacidade de resiliência de parte das espécies vegetais, sobrevivendo apenas as arbustivas e arbóreas resistentes ao fogo e detentoras de mecanismos biológicos

adaptativos, como a casca suberosa ou cortical (BRASIL, 2005). Destarte, as queimadas excessivas diminuem o estoque de sementes no solo que esperam a estação chuvosa para germinar (VASCONCELOS SOBRINHO, 1982). Este é um mecanismo de adaptação das espécies vegetais para enfrentar as estiagens pluviométricas, pois se as sementes brotassem imediatamente a planta não sobreviveria à falta de água no solo.

Figura 23 – Prática das queimadas na preparação dos solos para as lavouras, em relevos acidentados do centro do município de Antas – Bahia. A utilização em demasia do fogo para limpar os pastos e preparar os solos para as plantações podem constituir danos ao ambiente, porque destrói a fertilidade dos solos, diminui a capacidade de recomposição e regeneração vegetal, amplia as áreas de solos exposto e de erosão



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

A pecuária, junto com a agricultura, é a principal atividade econômica regional e é um fator de pressão ambiental, devido às técnicas empregadas na reprodução dela. Foi – e é – um fator de ocupação dos sertões da Bahia e de degradação. O sobrepastoreio bovino e caprino associa-se à desertificação em distintas paisagens semiáridas. O pisoteio do gado pressiona a vegetação, ocorrendo na morte, a princípio, das espécies mais sensíveis das caatingas; ocasiona a compactação dos solos e um desequilíbrio no balanço da água no solo, retendo a capacidade de infiltração e constituindo-se no efeito mais severo da

degradação das terras secas; dificulta a germinação e desenvolvimento de plantas (WARREN; MAISELS, 1992). A quantidade demasiada de caprinos nas pastagens desencadeia diretamente processos de pressão ambiental pelo fato de as cabras se alimentarem das ervas próximas às superfícies dos solos e/ou juntas às raízes (WARREN; MAISELS, 1992), além de removerem materiais dos solos das vertentes. Esses fatos concorrem para a perturbação no equilíbrio ambiental e originam um estado de degradação, muitas vezes, difícil de resolver, como é o caso da desertificação.

Isto significa dizer que os efeitos da pecuária bovina e caprina nos processos de degradação dependem das práticas e dos sistemas de pastagens empregados. Nas terras semiáridas, onde há o manejo de terras com respeito à capacidade de suporte ambiental, certamente não se conduzirá a ruptura do equilíbrio. A causa da degradação não deve recair, portanto, sobre os animais, e sim sobre a má gestão ambiental, sinalizada, muitas vezes, como ineficiente, ao avaliar as políticas governamentais realizadas nos espaços semiáridos brasileiros.

5.3 Alterações da Biomassa e Vulnerabilidade à Desertificação

A pressão humana exercida sobre o meio ambiente produz reflexos em todo o sistema e a vegetação traduz rapidamente as influências das alterações ambientais. Nas terras secas da Bahia, o clima, em uma variação sazonal da pluviosidade, impõe modificações abruptas na paisagem, reproduzidas pelas feições vegetais. Assim, é válido que a aplicação do índice de vegetação nas pesquisas sobre a degradação ambiental realize-se, no mínimo, em dois períodos anuais distintos: o de ocorrência das chuvas e o de estiagens pluviométricas. O NDVI é um indicador ambiental importante para analisar os estados e impactos ambientais decorrentes da ação humana e, no caso do polo regional de Jeremoabo, ele propicia a construção de cenários distintos em função das condições climáticas e do uso da terra. Para isto, é preciso que as imagens utilizadas para aplicação do NDVI sejam específicas dos diferentes períodos sazonais e que os intervalos das classes do índice sejam sensíveis às alterações da biomassa e apontem as áreas mais vulneráveis à desertificação e degradadas.

Iniciou-se, assim, alguns testes para determinar as classes do NDVI a partir do estudo das características e densidade da biomassa regional em campo, mapa de uso e cobertura da terra (Mapa 11) e das imagens MODIS. Devido à relação entre densidade da biomassa e vulnerabilidade ambiental, em função da ciclicidade do clima nos distintos anos, definiu-se as classes do NDVI em quatro intervalos, indicados no quadro 21. Esses intervalos incluem-se numa escala que varia de zero a um, na qual os valores próximos a zero referem-se, sobretudo, ao solo exposto e os índices mais altos associam-se ao maior vigor da densidade da biomassa.

Quadro 21 – Definição das classes de NDVI

Intervalo NDVI	Característica	Classe
0,000 a 0,300	Solo exposto ou pouca cobertura da biomassa	Baixa densidade
0,301 a 0,500	Densidade de biomassa rarefeita	Média densidade
0,501 a 0,700	Densidade da biomassa mediana	Média alta densidade
0,701 a 1,000	Alta densidade de biomassa	Alta densidade

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Com a definição das classes objetivou-se: i) distinguir e mapear os níveis de densidades da biomassa; ii) verificar as alterações da cobertura vegetal entre os anos de 2001 a 2012; iii) identificar as mudanças do padrão da densidade da biomassa consequente da sazonalidade climática, uma vez que a região apresenta variações climáticas importantes

que interferem no comportamento espectral da biomassa; iv) evidenciar a vulnerabilidade ambiental nos distintos períodos sazonais, devido a exposição dos solos às intempéries.

Aplicou-se, inicialmente, o índice nas imagens do período chuvoso, cujos mapas elaborados foram enumerados entre 13 e 24. A classe média alta densidade é a mais abrangente, com uma média entre os anos de 45,11%, seguida pela alta densidade e média densidade (Mapas 13 ao 24, Tabela 3 e Gráfico 3). O predomínio das referidas classes do NDVI ocorreu por causa, também, das precipitações pluviométricas que ocasionam alterações no meio ambiente, como a continuidade do plantio, recomposição das folhas da vegetação e germinação de plantas. No entanto, a distribuição percentual média entre os anos do período chuvoso das classes de menor densidade da biomassa (baixa densidade e média densidade) é considerável, representando cerca 29,32% do polo. Essas classes abrangem, portanto, áreas de solo exposto, as quais indicam estado de degradação. Nos ambientes conservados ou preservados, a biomassa se recompõe com a ocorrência das chuvas, o que reflete alto índice.

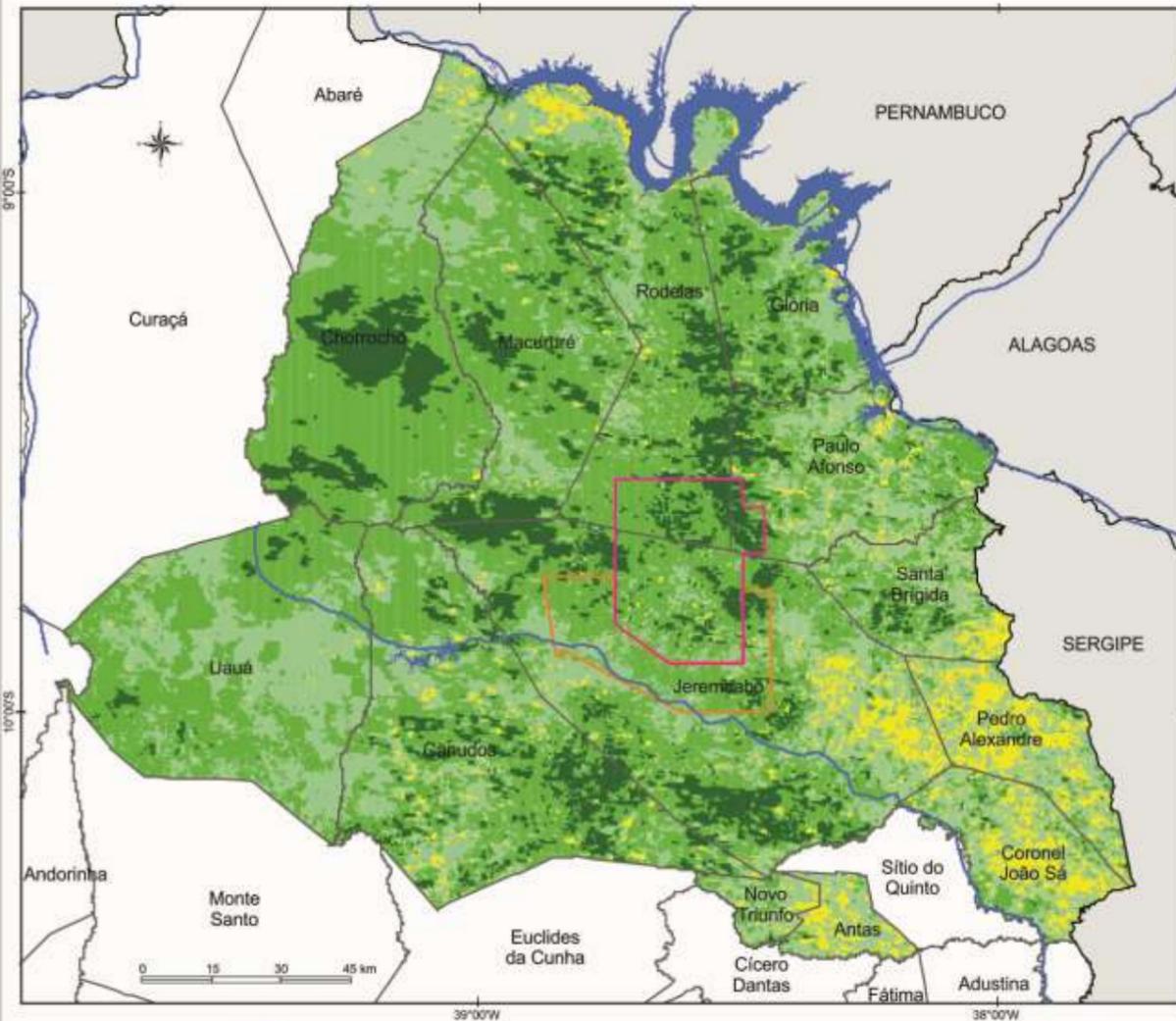
Tabela 3 – Porcentagem das classes de NDVI no período chuvoso – 2001 a 2012

Ano	Extensão da classe (%)			
	Baixa densidade	Média densidade	Média alta densidade	Alta densidade
2001	3,58	17,85	45,34	33,23
2002	4,87	31,00	50,34	13,79
2003	6,03	40,72	50,28	13,79
2004	3,56	43,55	54,09	14,23
2005	2,47	15,78	46,68	35,07
2006	2,64	15,20	41,33	40,84
2007	1,82	12,79	41,39	44,01
2008	1,88	7,14	34,11	56,88
2009	6,88	24,36	42,43	26,34
2010	2,70	16,81	44,94	35,54
2011	3,58	17,85	45,34	33,23
2012	17,50	51,22	30,82	0,46

Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

Ao analisar individualmente cada mapa referente ao período chuvoso, percebeu-se que a distribuição da classe baixa densidade mantém-se praticamente estável (variação de 1,82% a 6,88%), com exceção do ano de 2012, no qual ela representou 17,5% da área de estudo (Gráfico 3, Mapas 13 a 24 e Tabela 3). A redução das precipitações pluviométricas a partir de agosto de 2011 na região (com o prolongamento da seca durante 2012) imprimiu uma diminuição da cobertura vegetal um aumento de áreas de solo exposto e de baixa densidade da biomassa, verificável na inexistência da classe alta densidade (Gráfico 3, Mapas 13 ao 24).

MAPA 13 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2001



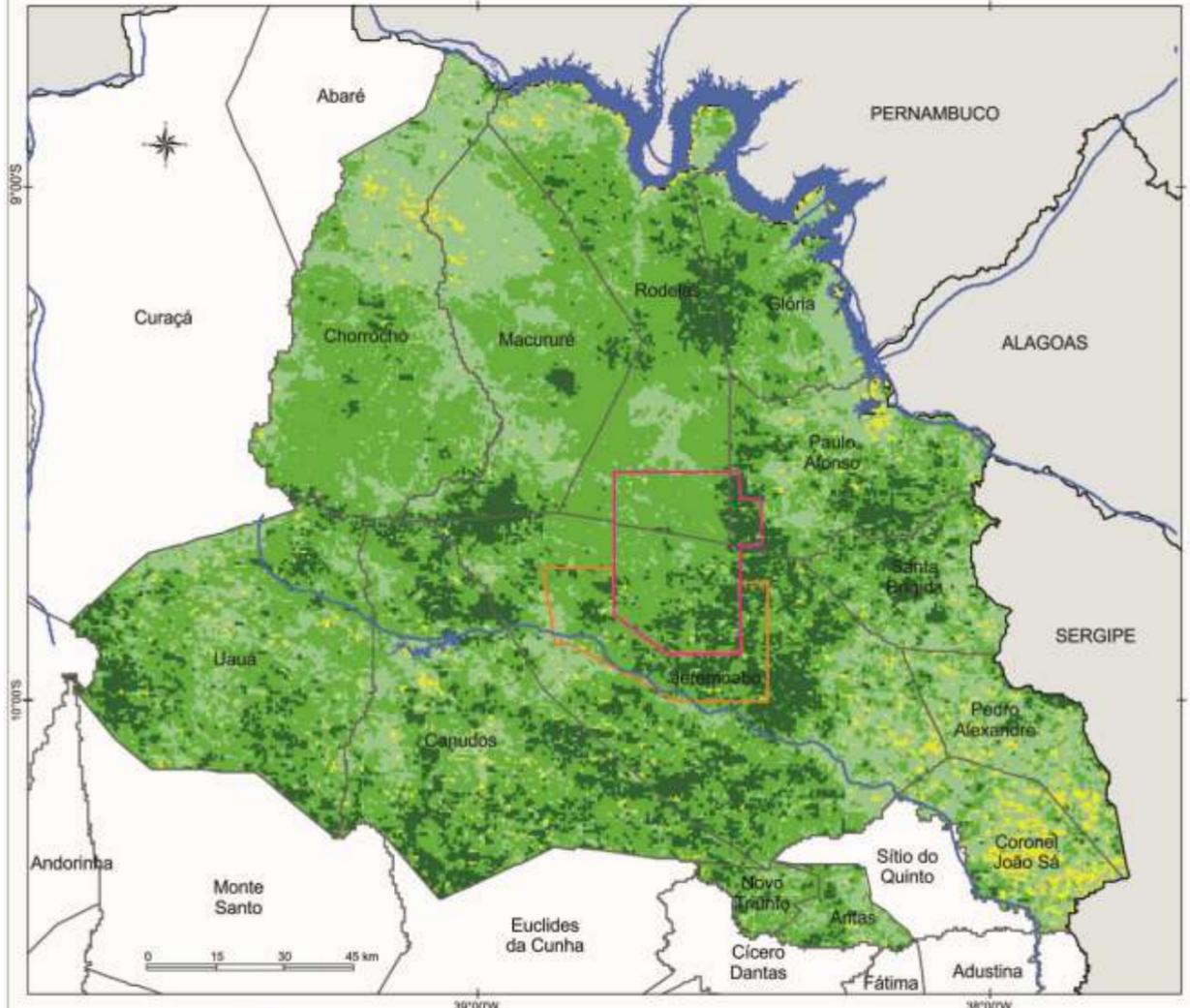
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade
— Reserva Ecológica Raso da Catarina	■ Média densidade	■ Média alta densidade
— APA Serra Branca/Raso da Catarina	■ Alta densidade	

Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003

Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
 Sistema Geodésico: SIRGAS2000

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 14 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2002



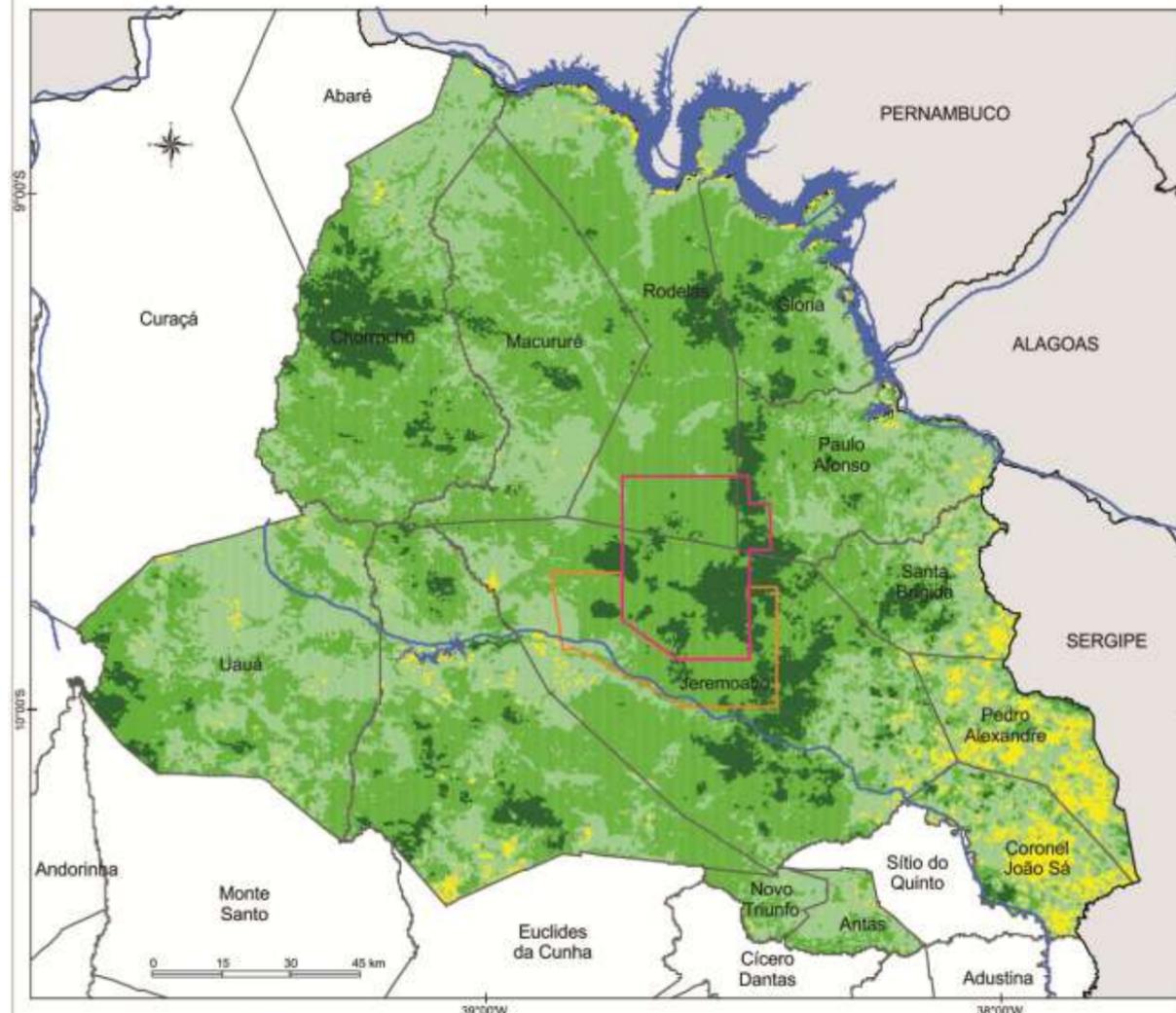
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade
— Reserva Ecológica Raso da Catarina	■ Média densidade	■ Média alta densidade
— APA Serra Branca/Raso da Catarina	■ Alta densidade	

Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003

Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
 Sistema Geodésico: SIRGAS2000

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 15 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2003

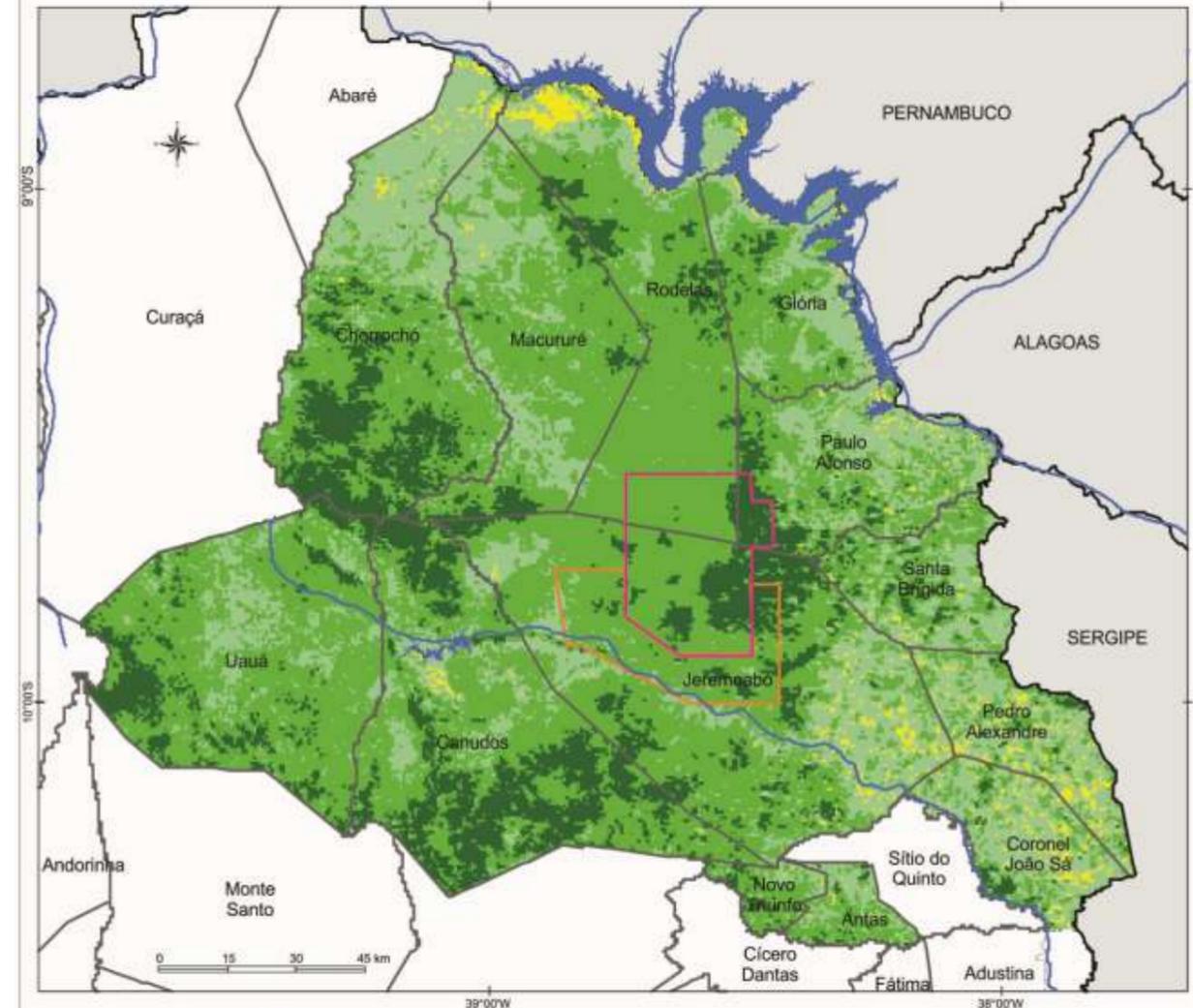


— Rio Lago/açude
 — Limite estadual — Limite municipal
 — Reserva Ecológica Raso da Catarina
 — APA Serra Branca/Raso da Catarina

■ Ausência de dados
 ■ Baixa densidade
 ■ Média densidade
 ■ Média alta densidade
 ■ Alta densidade

Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
 Sistema Geodésico: SIRGAS2000
 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 16 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 06/04/2004

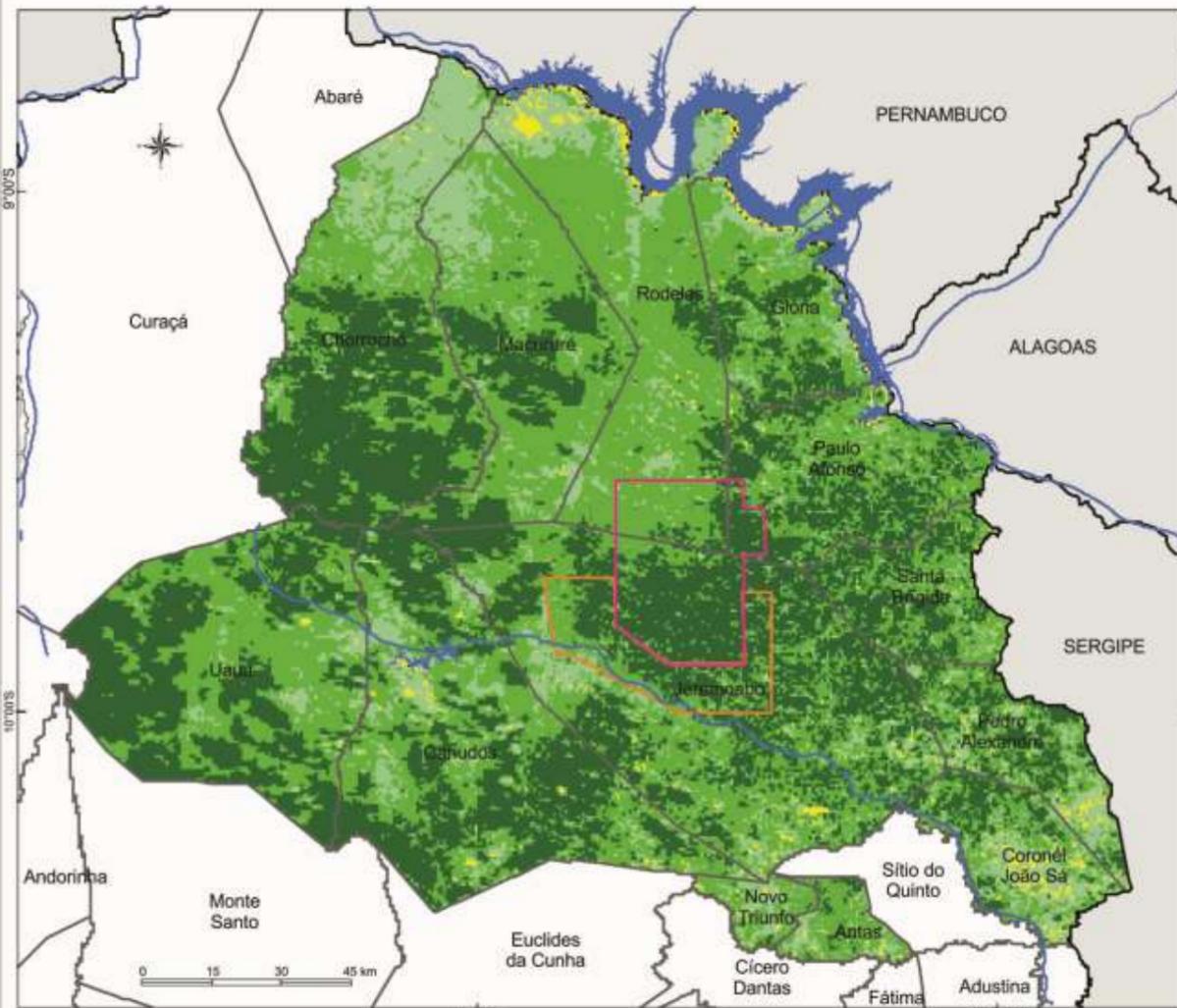


— Rio Lago/açude
 — Limite estadual — Limite municipal
 — Reserva Ecológica Raso da Catarina
 — APA Serra Branca/Raso da Catarina

■ Ausência de dados
 ■ Baixa densidade
 ■ Média densidade
 ■ Média alta densidade
 ■ Alta densidade

Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
 Sistema Geodésico: SIRGAS2000
 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 17 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2005



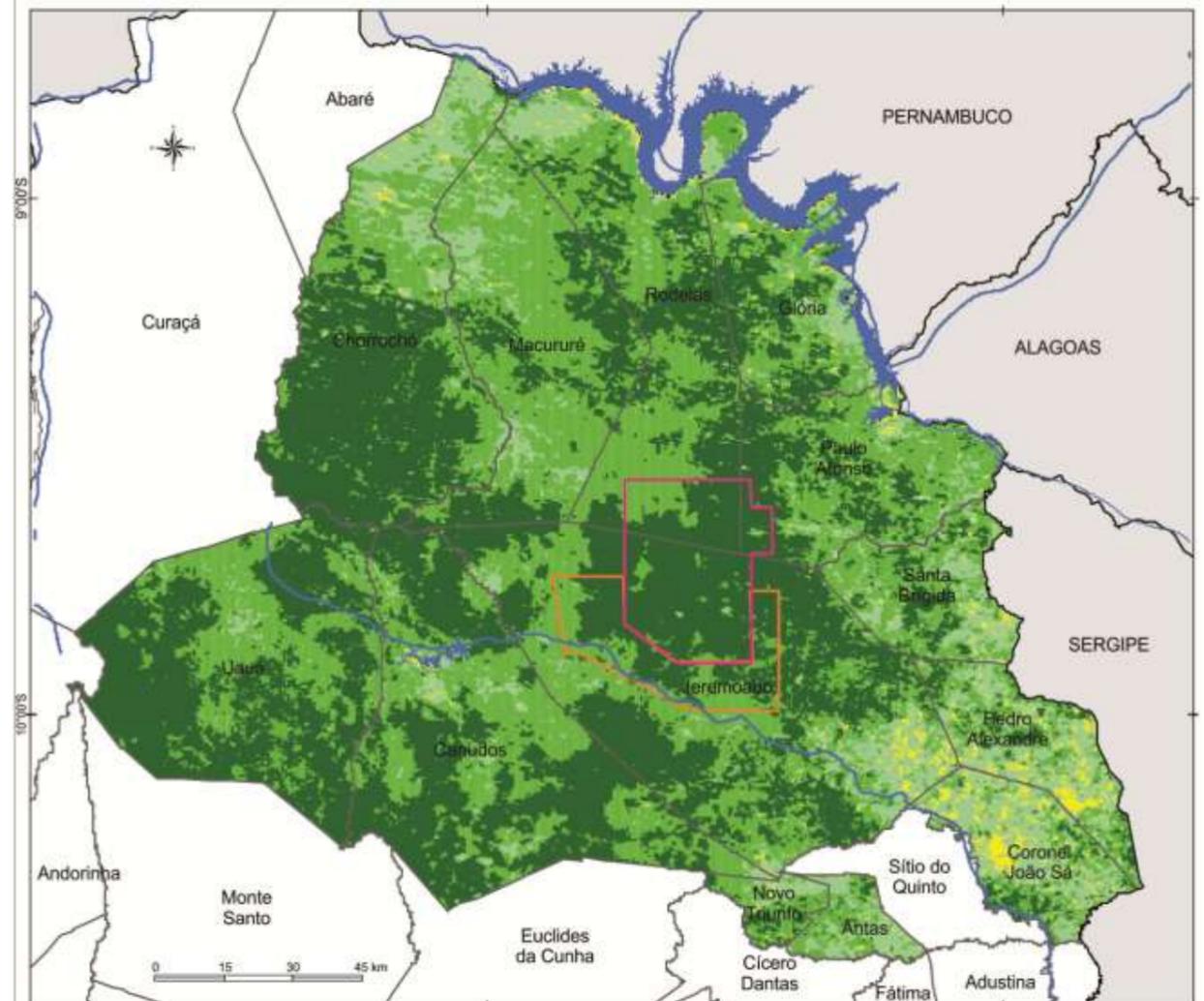
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade
— Reserva Ecológica Raso da Catarina	■ Média densidade	■ Média alta densidade
— APA Serra Branca/Raso da Catarina	■ Alta densidade	

Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003

Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
 Sistema Geodésico: SIRGAS2000

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 18 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2006



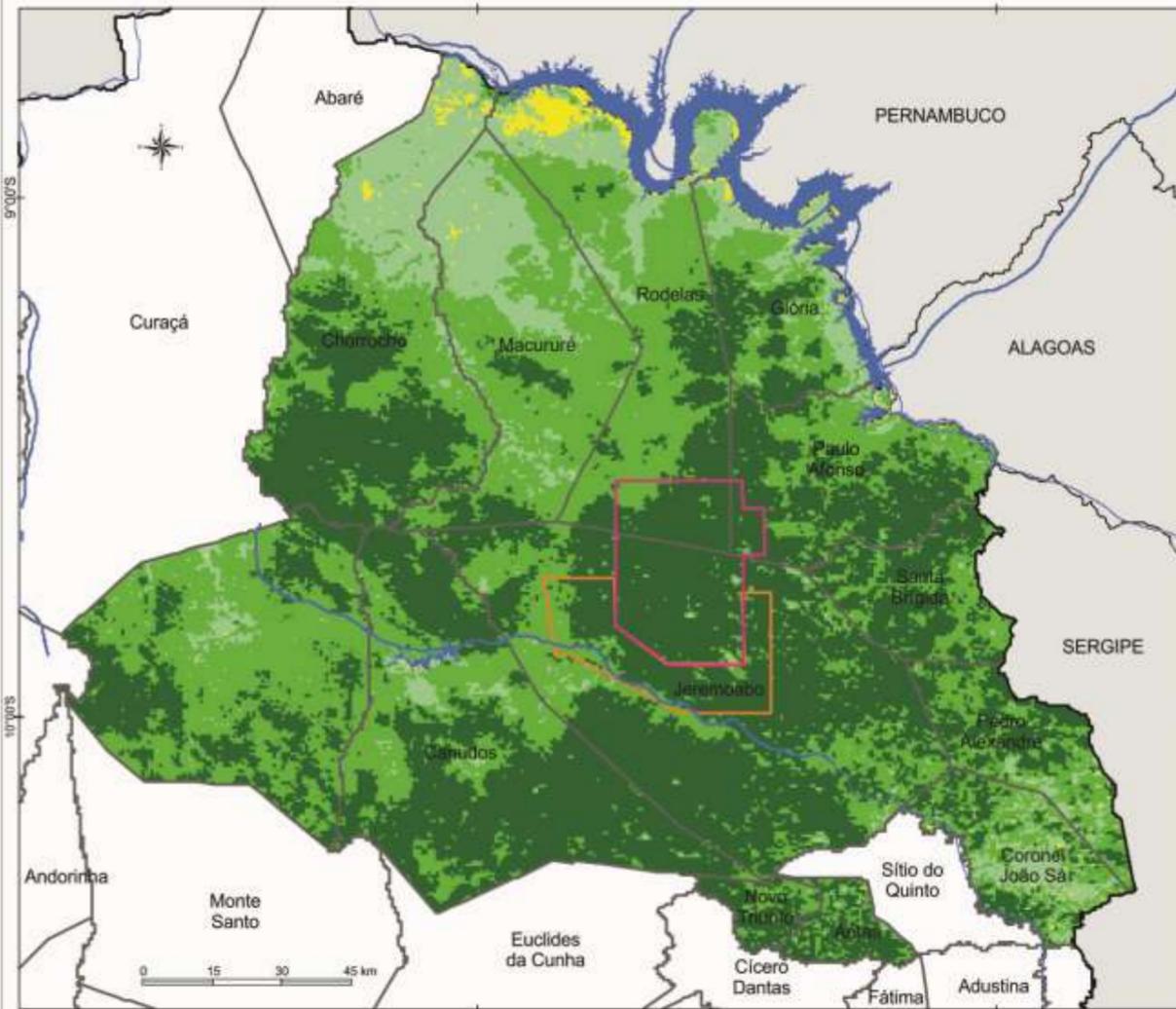
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade
— Reserva Ecológica Raso da Catarina	■ Média densidade	■ Média alta densidade
— APA Serra Branca/Raso da Catarina	■ Alta densidade	

Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003

Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
 Sistema Geodésico: SIRGAS2000

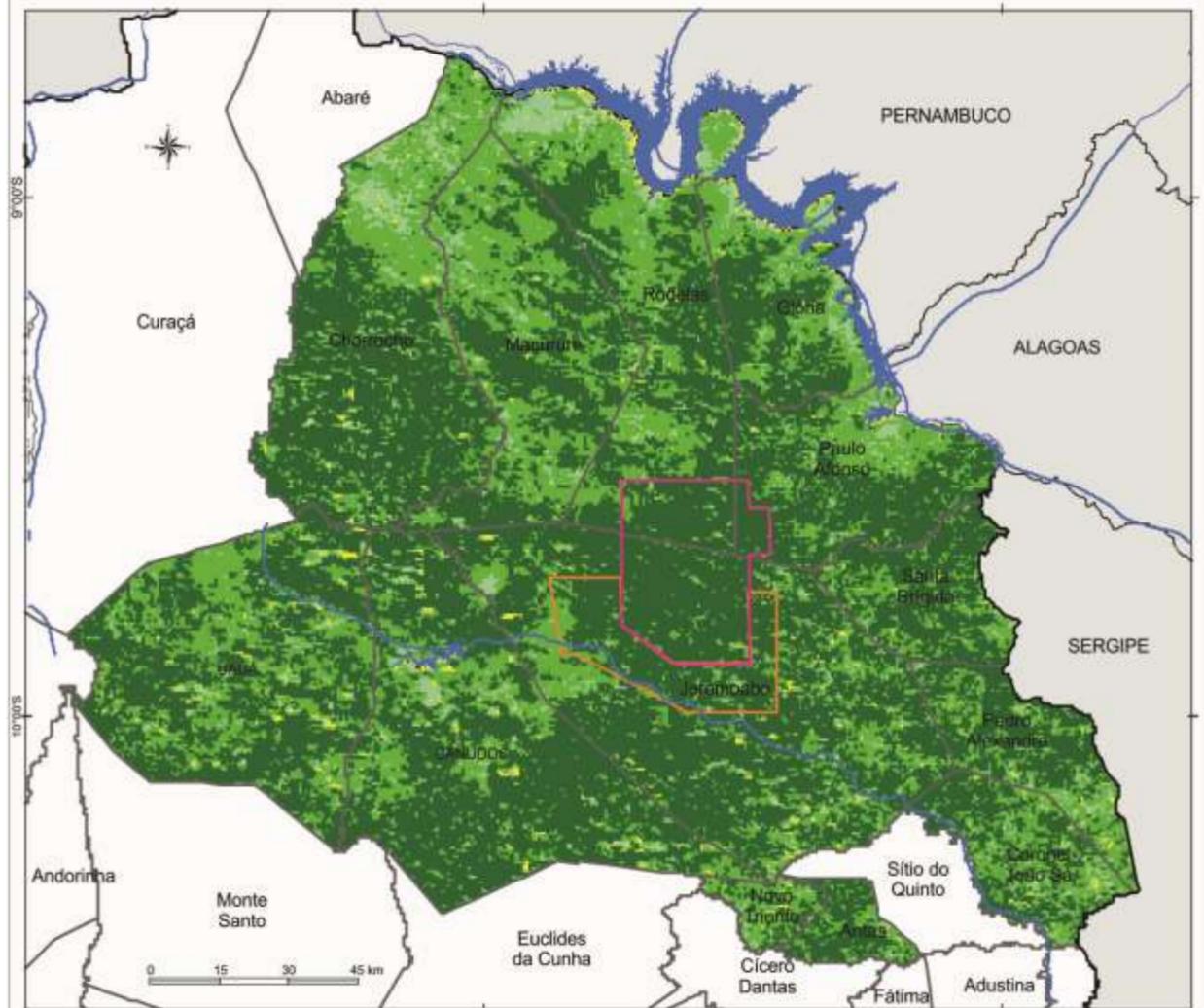
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 19 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2007



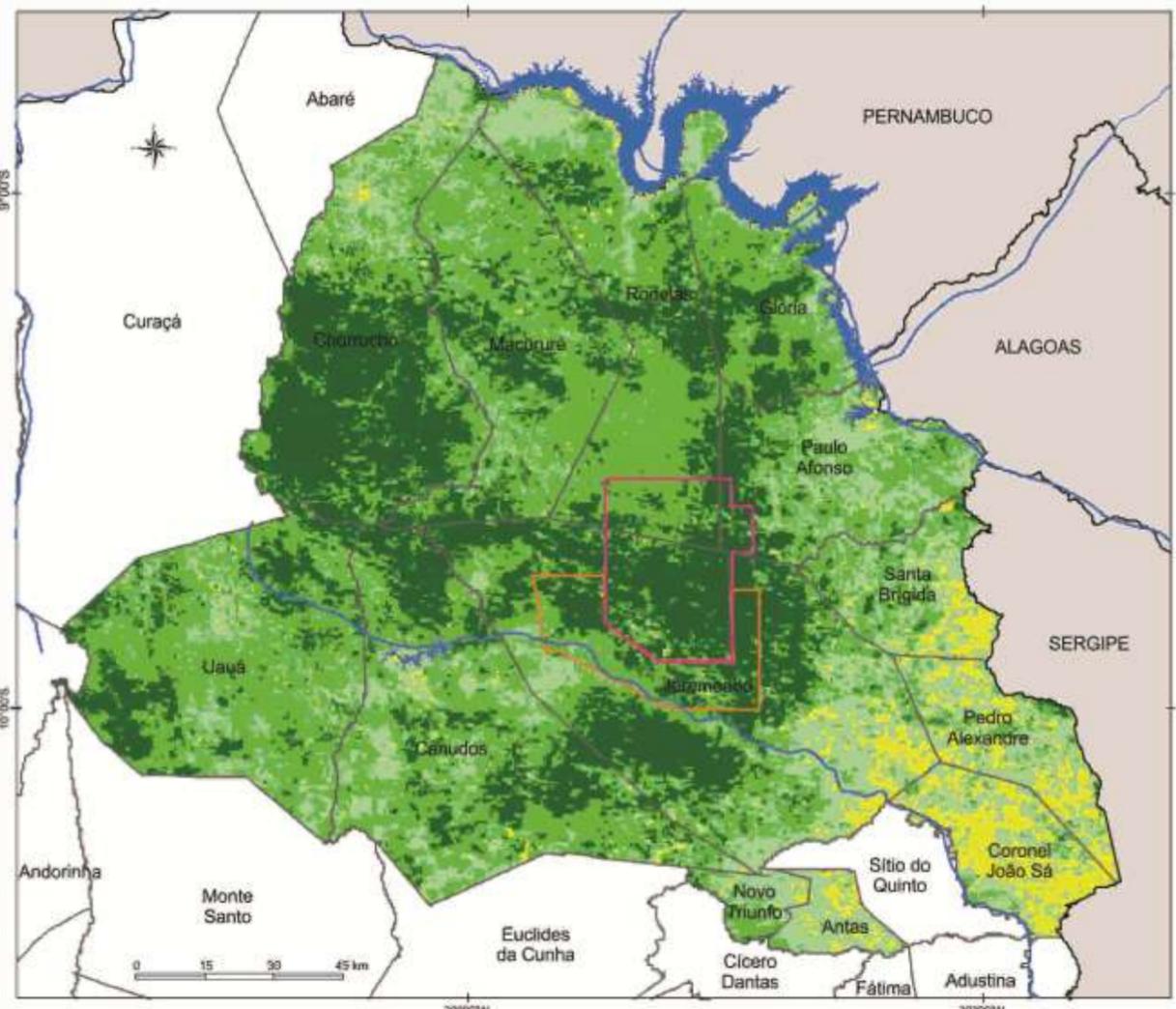
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	
		■ Alta densidade	

MAPA 20 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 06/04/2008



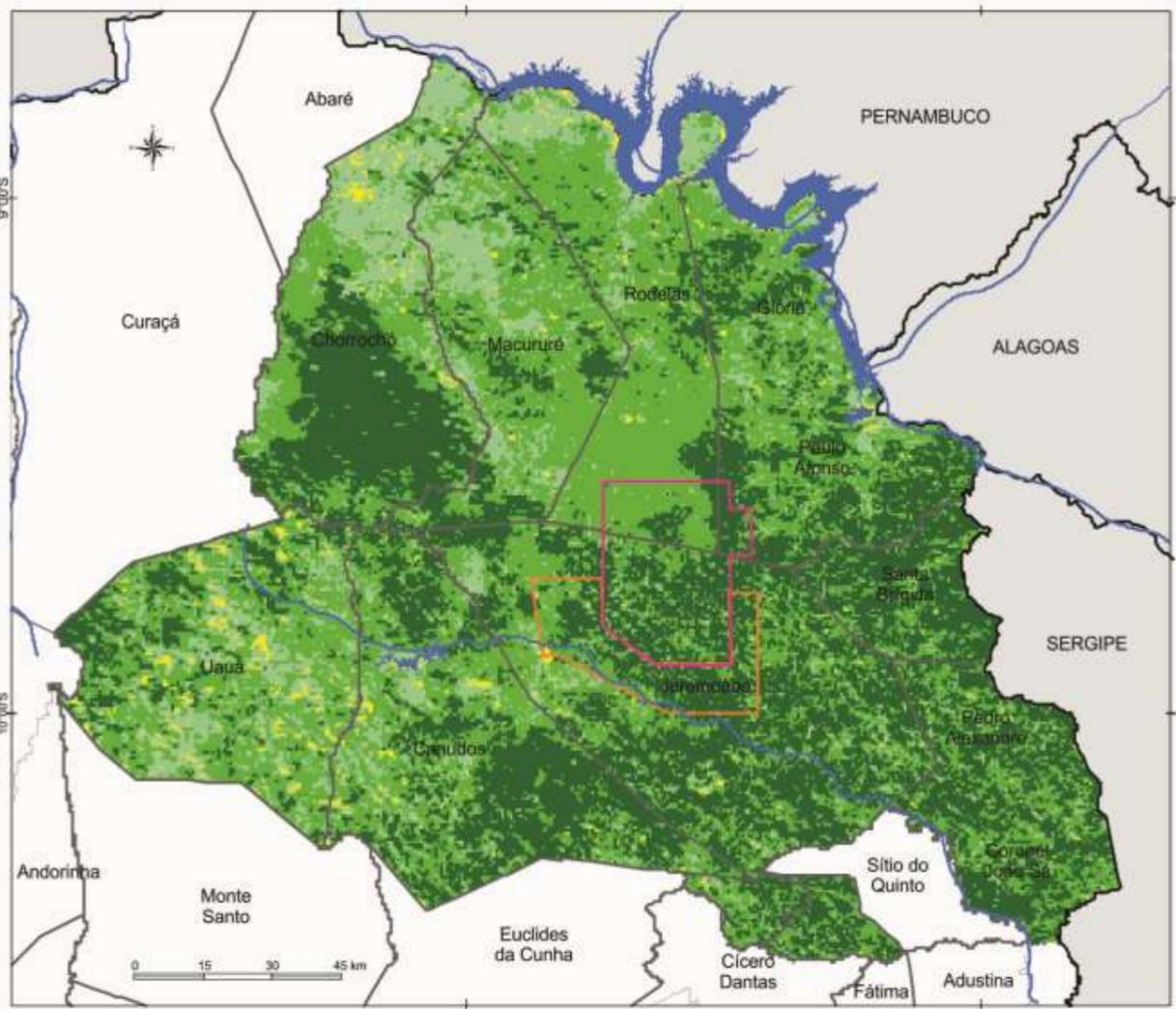
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	
		■ Alta densidade	

MAPA 21 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2009



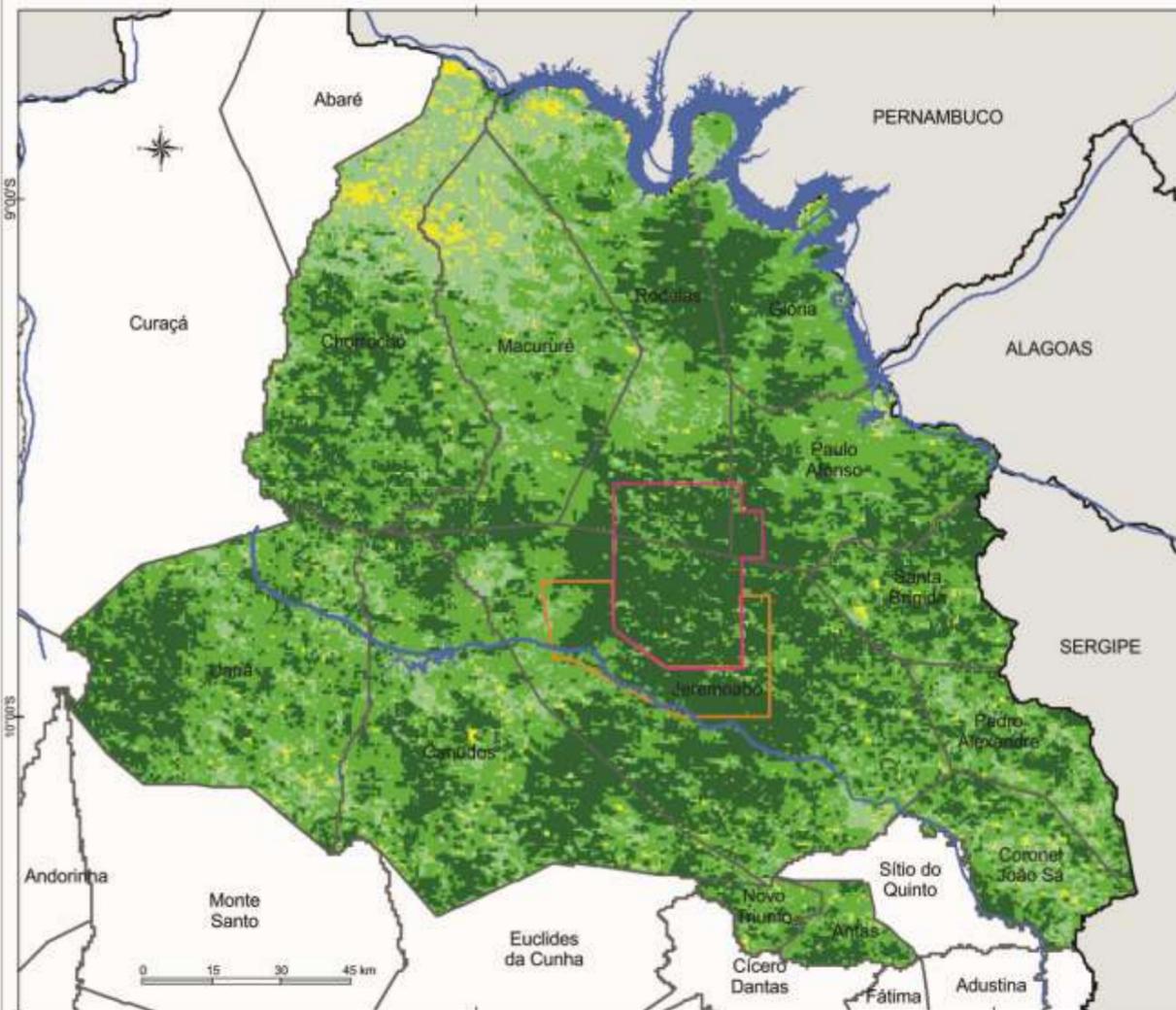
Rio	Lago/açude	Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
Limite estadual	Limite municipal	Baixa densidade	
Reserva Ecológica Raso da Catarina		Média densidade	
APA Serra Branca/Raso da Catarina		Média alta densidade	
		Alta densidade	

MAPA 22 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2010



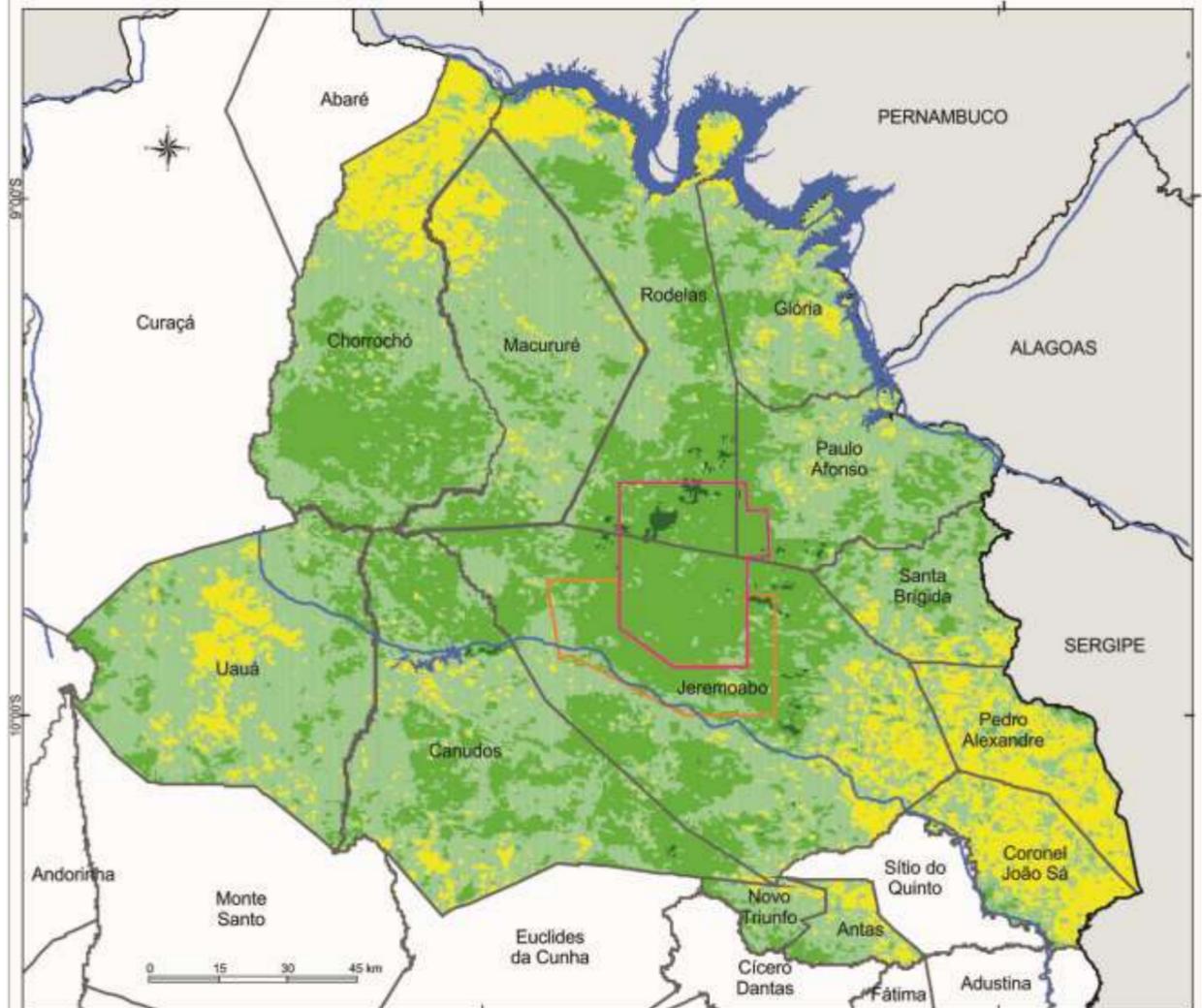
Rio	Lago/açude	Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
Limite estadual	Limite municipal	Baixa densidade	
Reserva Ecológica Raso da Catarina		Média densidade	
APA Serra Branca/Raso da Catarina		Média alta densidade	
		Alta densidade	

MAPA 23 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 07/04/2011



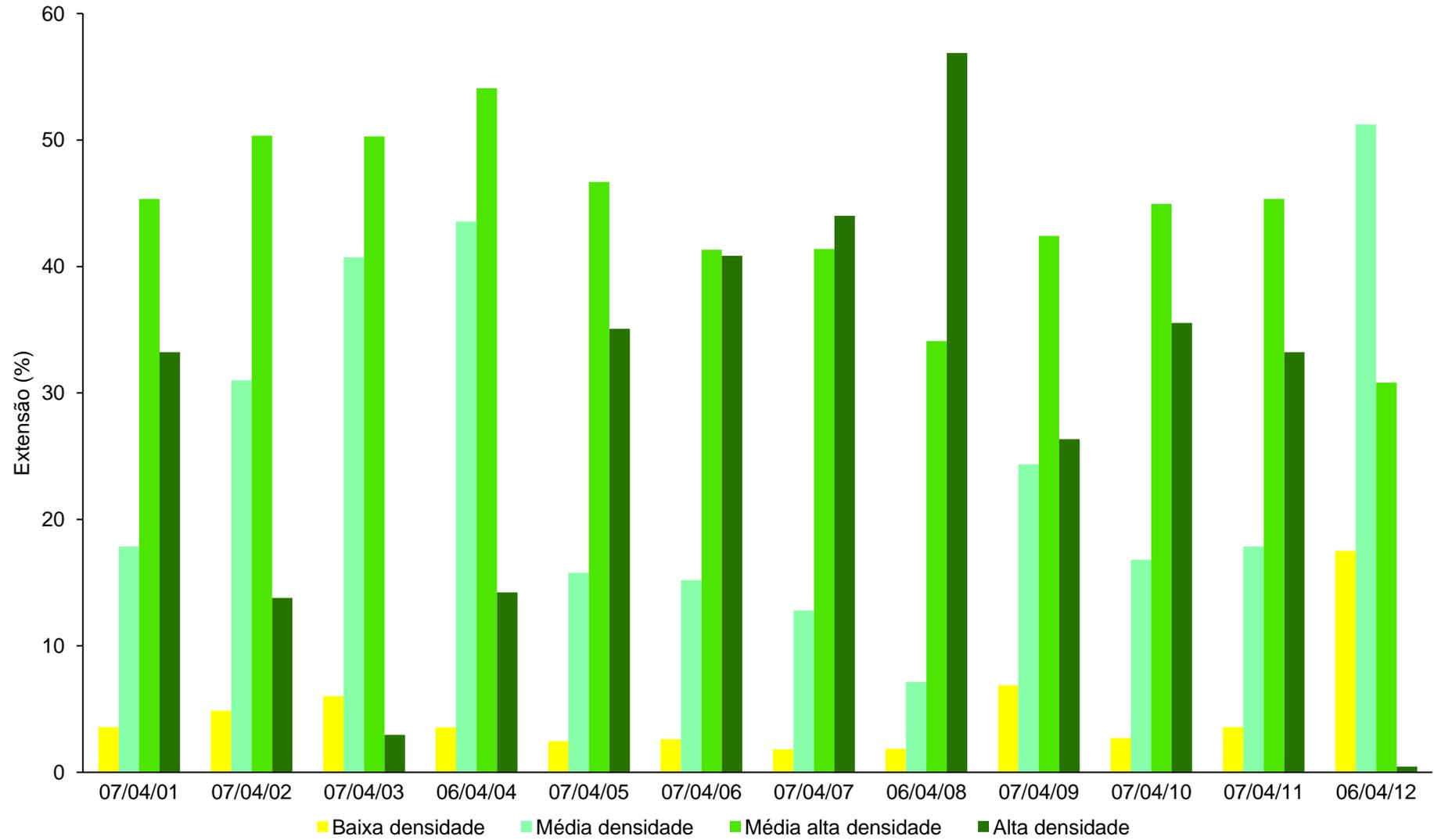
Rio	Lago/açude	Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
Limite estadual	Limite municipal	Baixa densidade	
Reserva Ecológica Raso da Catarina		Média densidade	
APA Serra Branca/Raso da Catarina		Média alta densidade	
		Alta densidade	

MAPA 24 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período chuvoso - 06/04/2012



Rio	Lago/açude	Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003 Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
Limite estadual	Limite municipal	Baixa densidade	
Reserva Ecológica Raso da Catarina		Média densidade	
APA Serra Branca/Raso da Catarina		Média alta densidade	
		Alta densidade	

Gráfico 3 – Distribuição percentual das classes do NDVI no período chuvoso – 2001 a 2012



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A distribuição da classe média densidade é significativa em todos os anos e apontou que grande parte da biomassa não é recomposta no período chuvoso regional (Gráfico 3 e Mapas 13 ao 24). Por meio desse dado, pressupõe a vulnerabilidade ambiental em decorrência do déficit de água no solo. Este fator adquiriu maior visibilidade nos anos de 2002, 2003, 2004, 2009 e 2012, pois o percentual de distribuição desta classe é acima dos 20%, alcançando cifras superiores aos 40% em 2003 (40,7%), 2004 (43,6%) e 2012 (51,2%) – Gráfico 3, Mapas 13 ao 24 e Tabela 3. Ao analisar os dados meteorológicos do Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA), realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), observou-se que, em alguns municípios, a quantidade de chuva nesses anos foi inferior aos 300 mm (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013).

Destacou-se, no mapeamento, praticamente em todos os anos, a classe média alta densidade, pelo fato da abrangência dela ser, percentualmente, maior do que as demais. Este fato exceção ocorreu em alguns anos devido ao maior vigor da biomassa e ampliação da classe alta densidade nos anos de 2006, 2007 e 2008; e pela redução da cobertura vegetal em 2012 (Gráfico 3, Mapas 13 ao 24 e Tabela 3).

Em razão do objetivo deste trabalho, é importante destacar a localização e extensão das classes baixa densidade e média densidade, que predominam no sudeste, norte (proximidades do rio São Francisco) e sudoeste do polo (Mapas 13 ao 24). De acordo com a média percentual para o período chuvoso, a classe baixa densidade é mais visível nos municípios de Coronel João Sá ($\bar{x} = 26,7\%$), Pedro Alexandre ($\bar{x} = 26,1\%$), Glória ($\bar{x} = 22,3\%$), Rodelas ($\bar{x} = 17\%$) e Antas ($\bar{x} = 14,1\%$). Anualmente, a frequência dela acima dos 20% foi superior nos municípios de Pedro Alexandre (2002, 2003, 2004, 2006, 2009 e 2012), Coronel João Sá (2003, 2004, 2005, 2006, 2009 e 2012) e Chorrochó (2001, 2002, 2007 e 2011), sendo que os dois primeiros configuram-se entre os mais úmidos da região, onde os dados do NDVI apontam para um estado de desequilíbrio ambiental (Gráfico 3, Mapas 13 ao 24 e Tabela 3).

A superfície média da classe média densidade para o período foi mais intensa nos municípios de Macururé ($\bar{x} = 53,6\%$), Canudos ($\bar{x} = 42,4\%$), Uauá ($\bar{x} = 42,1\%$), Glória ($\bar{x} = 39,9\%$) e Rodelas ($\bar{x} = 38,1\%$). Em Macururé, as classes baixa densidade e média densidade possuíram um percentual destacável e, esta última, se repetiu em seis anos acima dos 50% (Gráfico 3 e Tabela 3).

Os mapas do período seco (Mapas 25 ao 36) denotaram alterações abruptas nos índices comparados ao período chuvoso, com a predominância das classes de menor índice de biomassa, pela escassez de umidade no solo e deterioração ambiental. Dominaram-se, em área, a classe baixa densidade durante sete anos (2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008 e 2012) e a média densidade em cinco anos (2001, 2006, 2009, 2010 e 2011) – Gráfico 4, Mapas 25 ao 36 e Tabela 4. Essas se distribuíram, praticamente, em toda a região (Mapas 25 ao 36), sobressaindo-se nos municípios de Novo Triunfo, Uauá e Chorrochó, nos quais ocorreu uma extensão média acima dos 90% das terras destes, denotando um alto impacto das estiagens à biomassa.

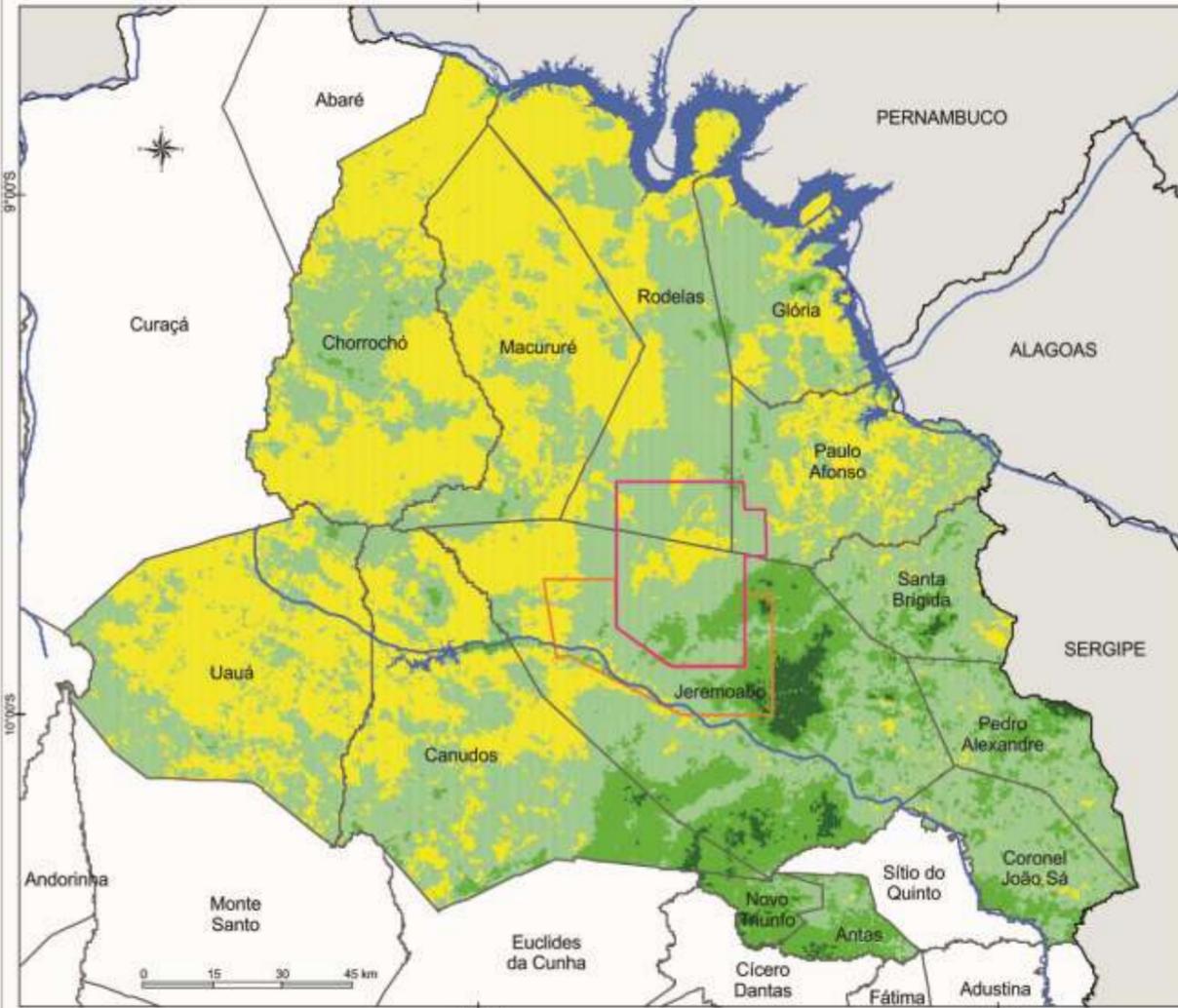
Tabela 4 – Porcentagem das classes de NDVI no período seco – 2001 a 2012

Ano	Extensão da classe (%)			
	Baixa densidade	Média densidade	Média alta densidade	Alta densidade
2001	41,68	46,67	10,43	1,22
2002	56,61	36,94	6,10	0,35
2003	61,14	33,45	5,18	0,24
2004	48,67	43,80	7,20	0,33
2005	48,15	40,02	10,59	1,24
2006	34,57	43,20	19,99	2,24
2007	47,65	41,25	9,81	1,28
2008	50,62	42,38	6,70	0,29
2009	19,98	56,57	20,92	2,53
2010	41,33	46,54	10,44	1,70
2011	23,63	40,08	32,72	3,57
2012	53,97	35,68	10,30	0,05

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

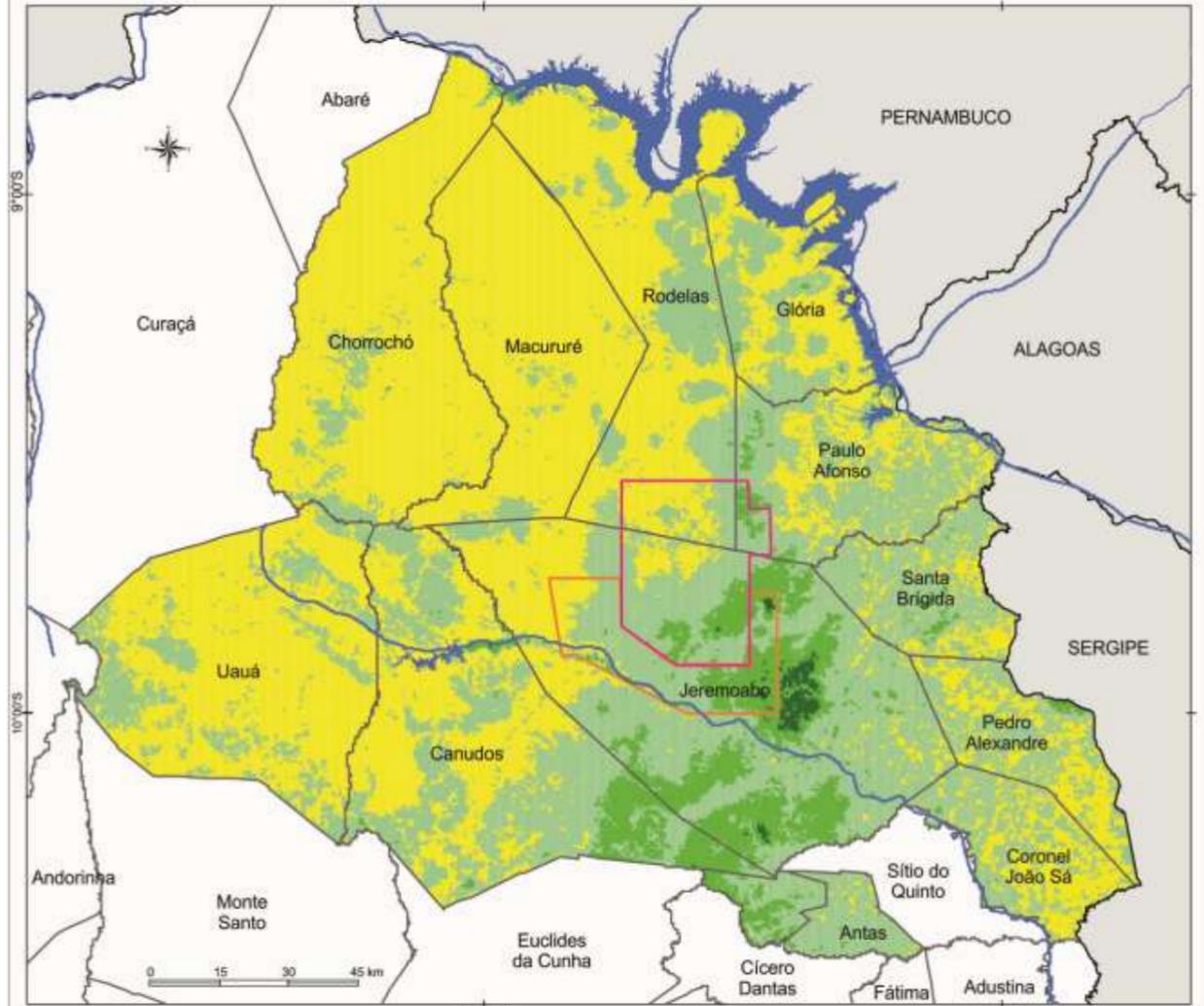
Em relação à média percentual da classe baixa densidade por municípios, constatou-se que ela se distribuiu acima de 40% em Paulo Afonso (\bar{x} = 47,15%), Santa Brígida (\bar{x} = 45,55%), Coronel João Sá (\bar{x} = 44,48%), Pedro Alexandre (\bar{x} = 44,33%) e Canudos (\bar{x} = 42,75%) – Gráfico 4, Mapas 25 ao 36 e Tabela 4. A maior repetição anual dela acima dos 40% sucedeu-se nos municípios de Canudos (2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2009, 2010 e 2012), Novo Triunfo (2001, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 e 2012), Pedro Alexandre (2001, 2003, 2004, 2008, 2011 e 2012), Santa Brígida (2001, 2002, 2003, 2004, 2007, 2008 e 2010) e Glória (2001, 2008, 2009, 2010 e 2011) – Gráfico 4, Mapas 25 ao 36 e Tabela 4.

MAPA 25 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2001



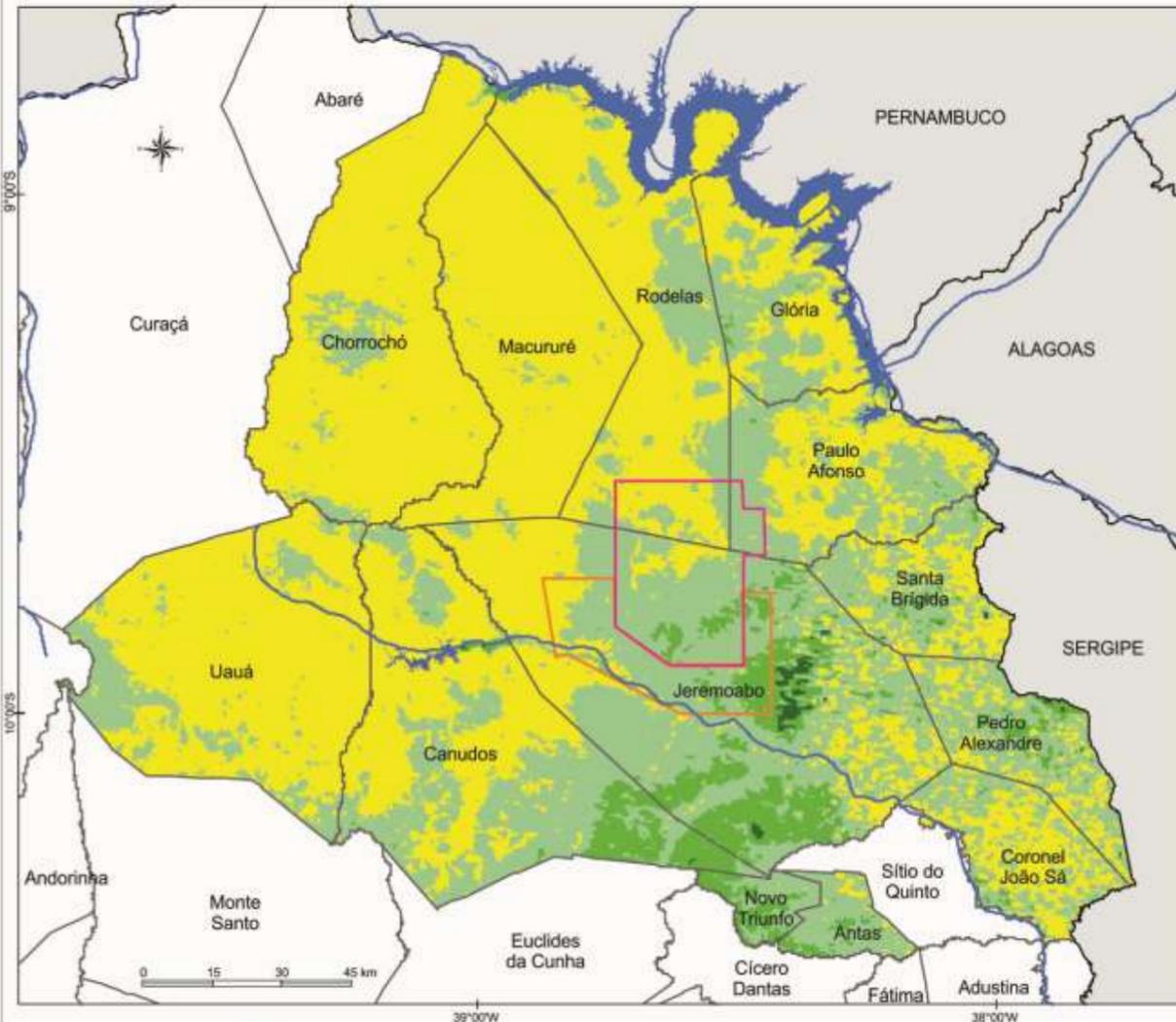
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 26 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2002



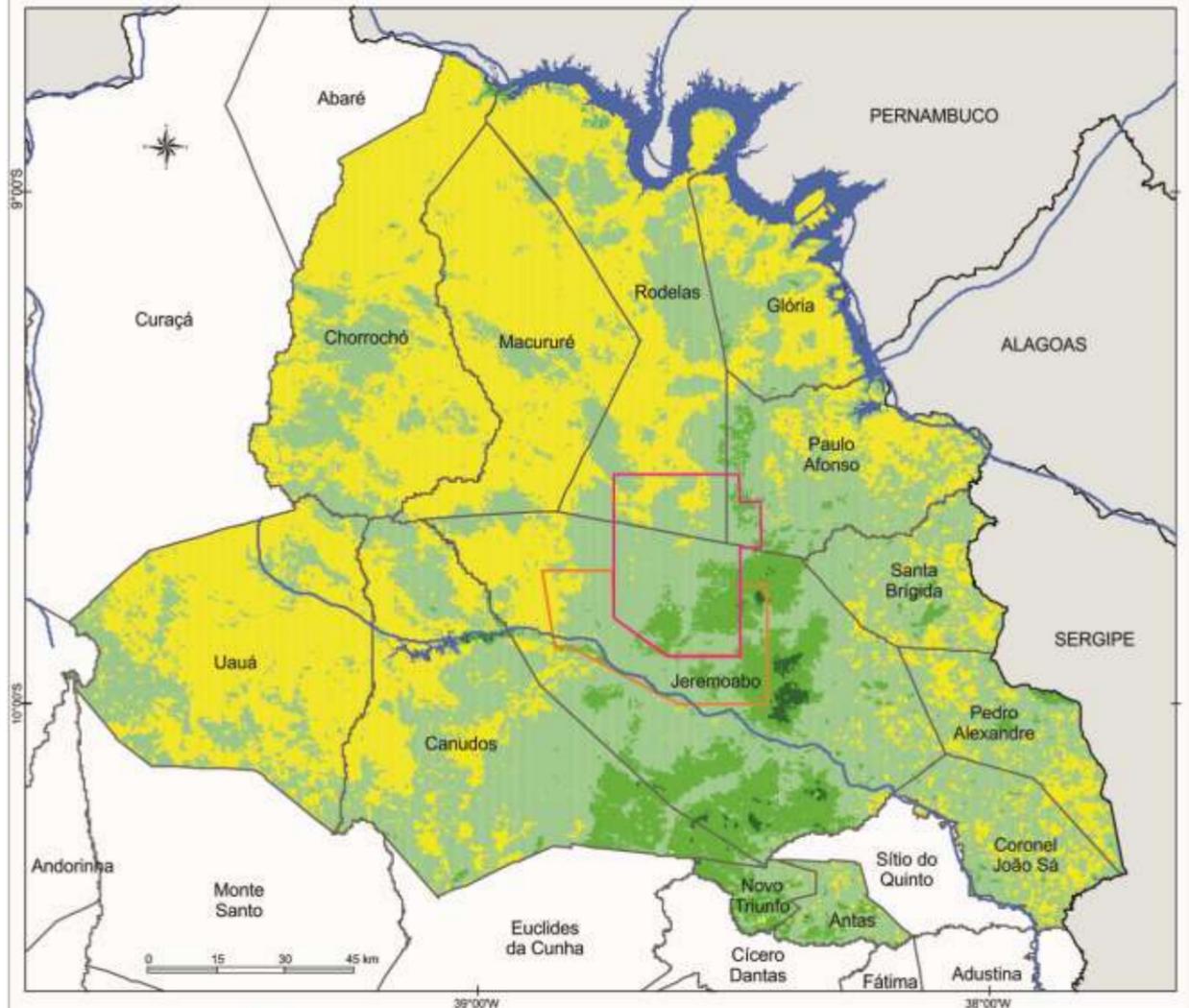
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 27 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2003



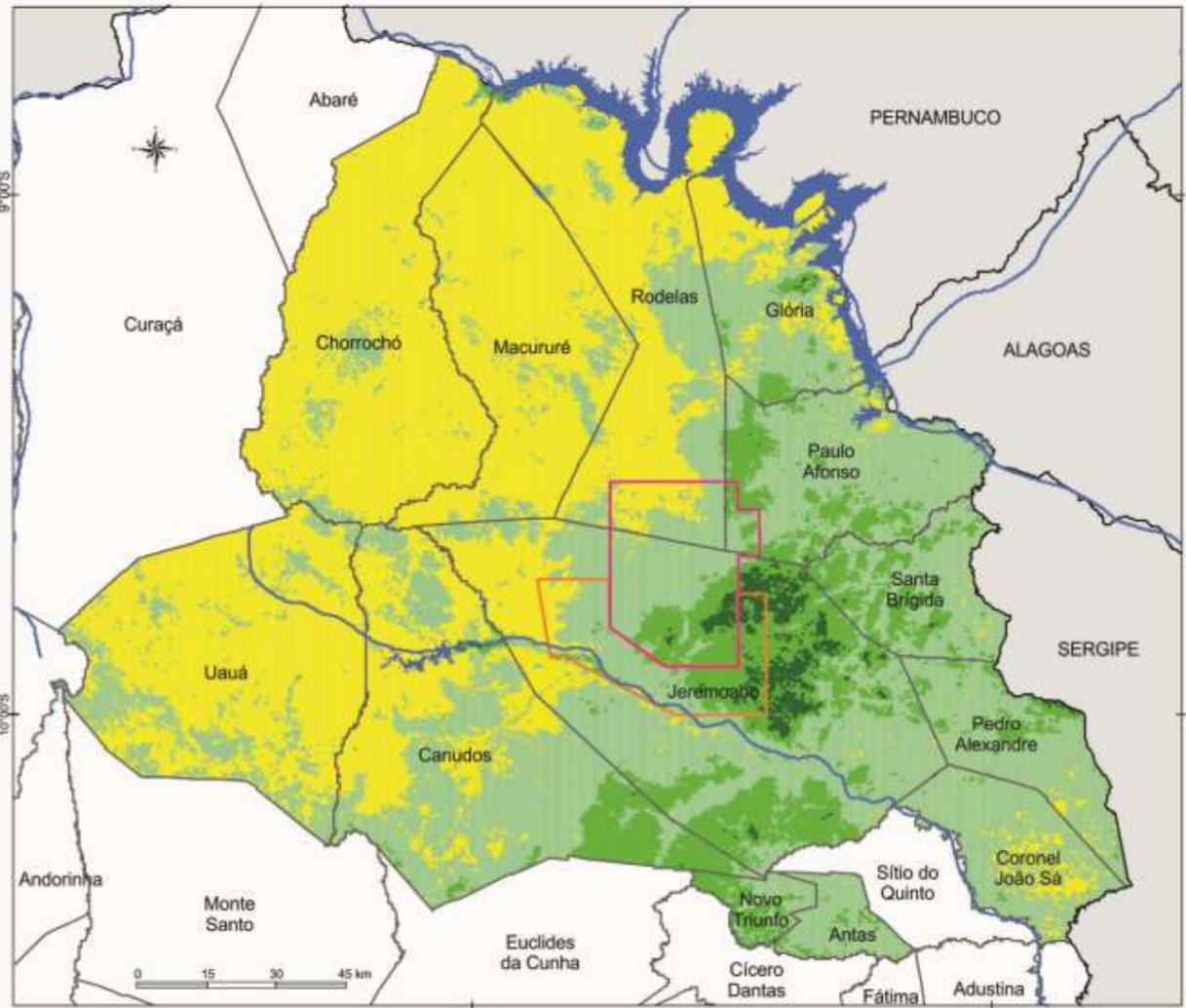
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 28 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 14/10/2004



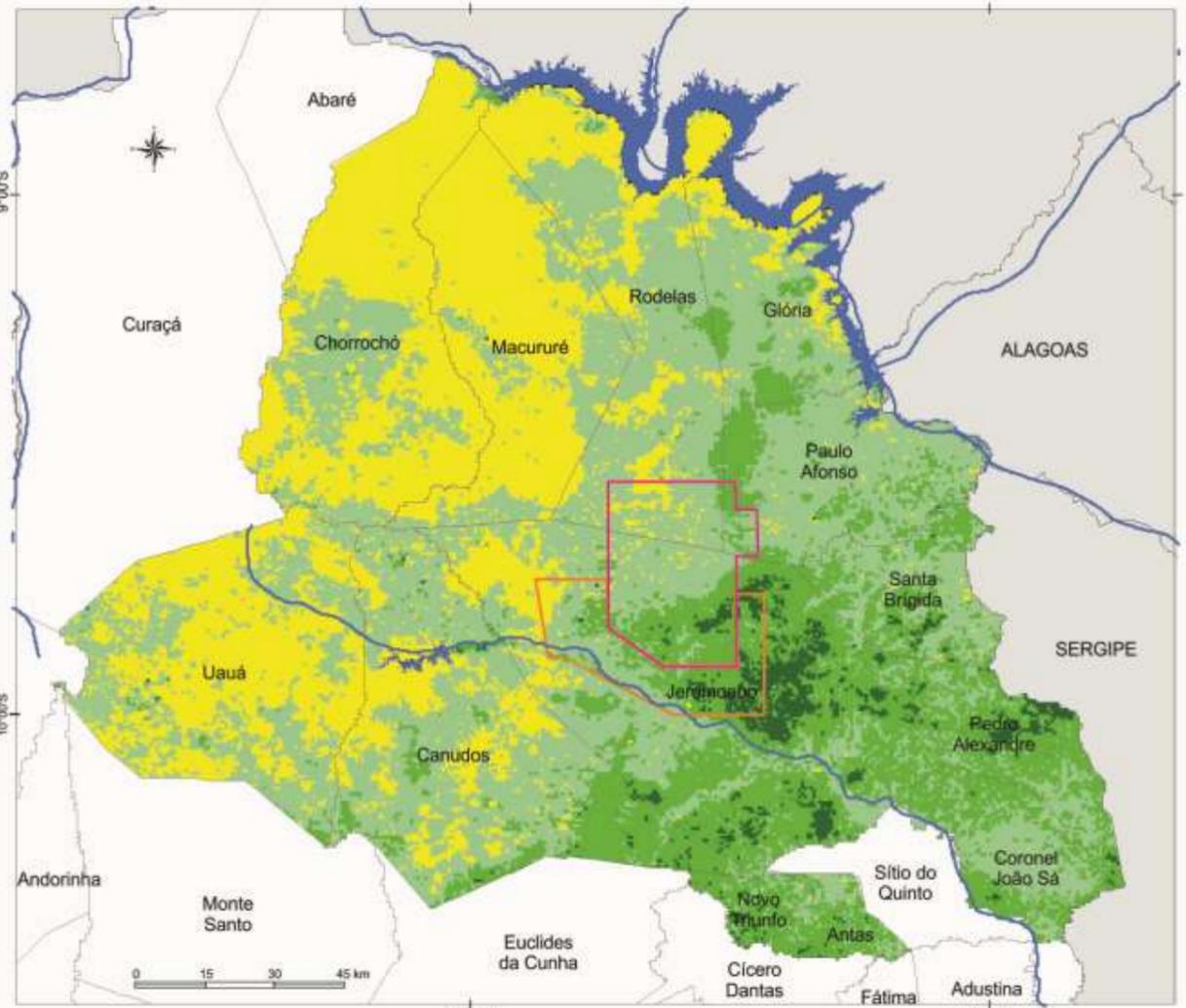
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 29 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 14/10/2005



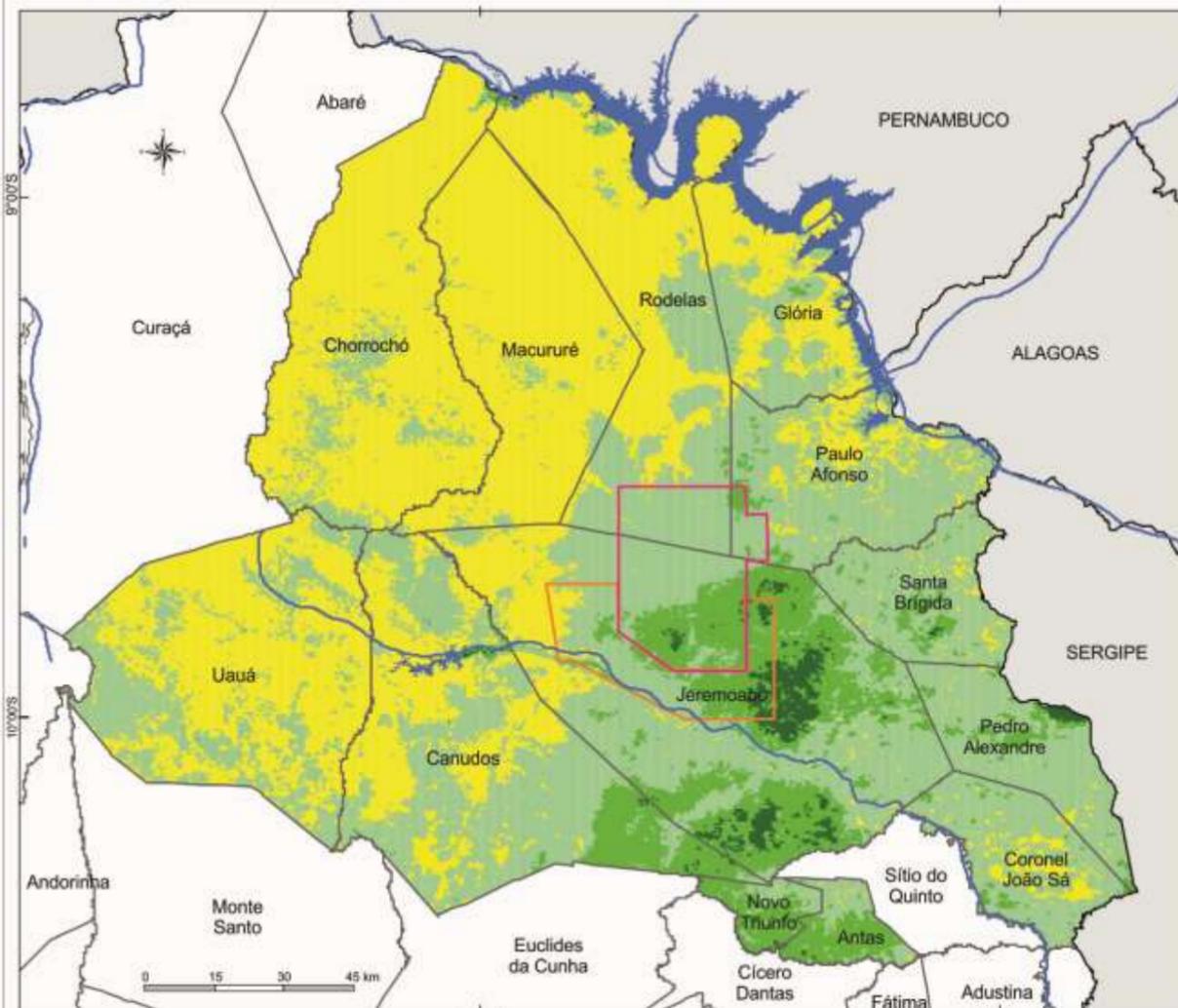
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 30 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2006



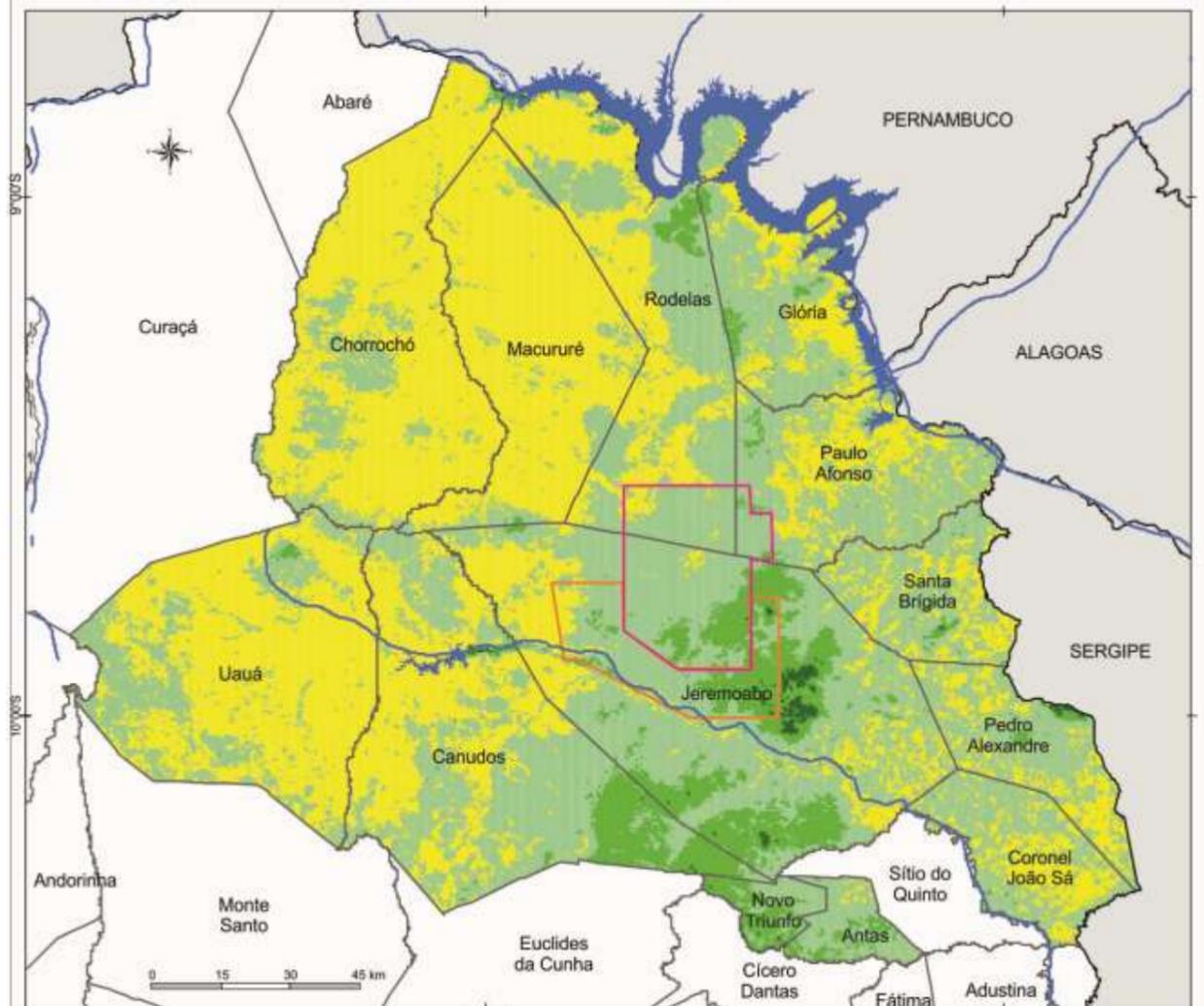
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 31 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2007



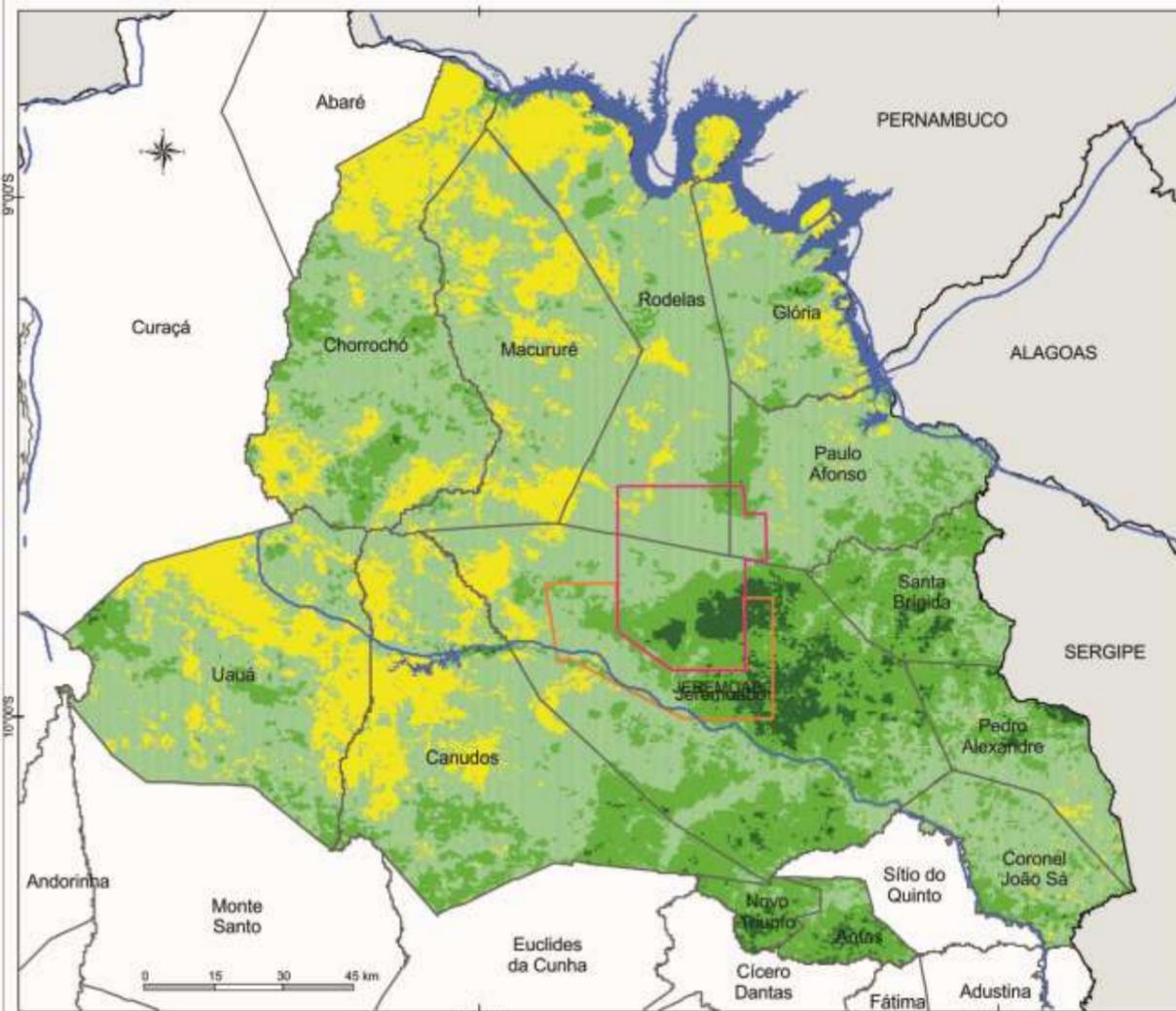
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003.
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 32 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 14/10/2008



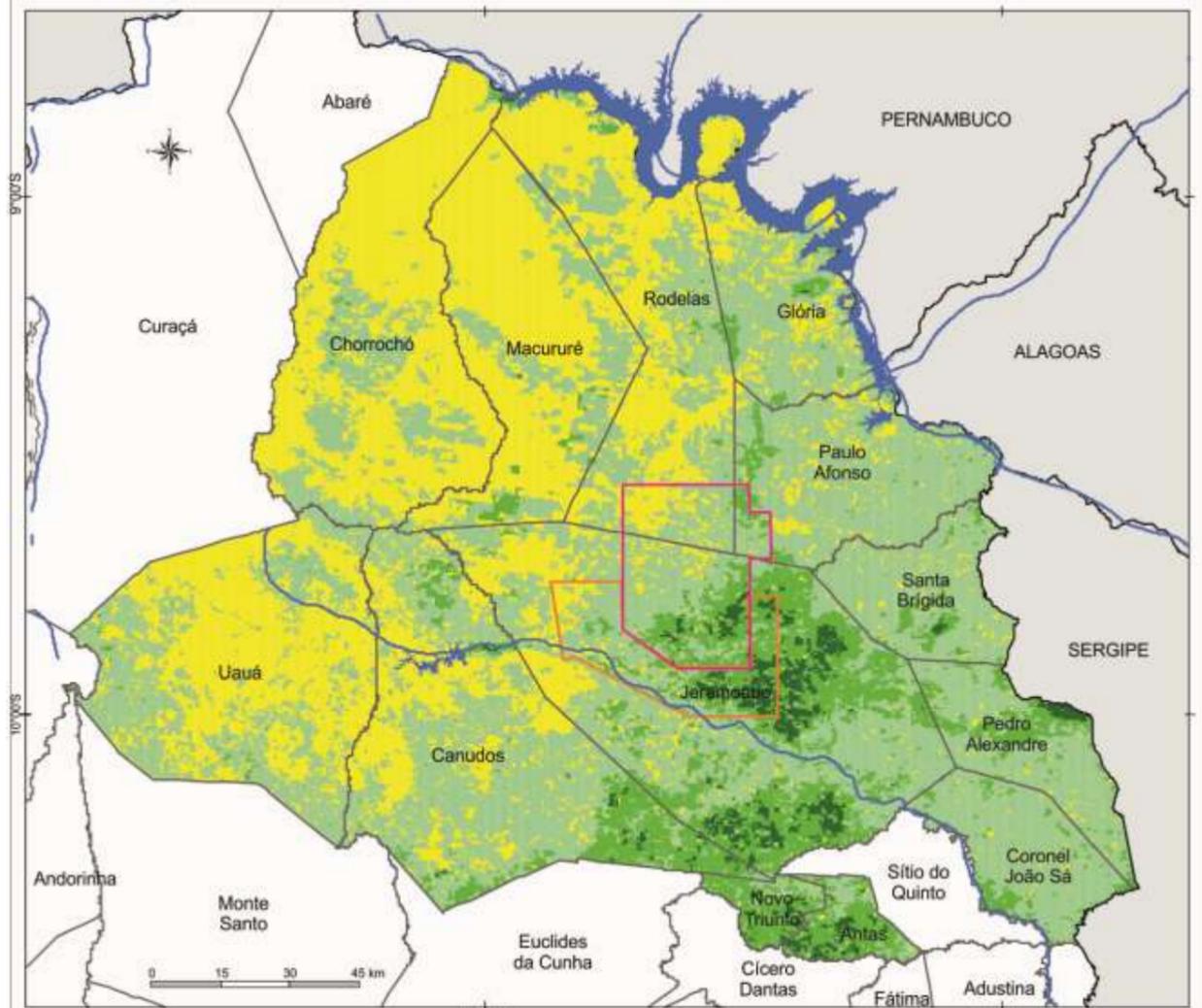
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003.
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 33 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2009



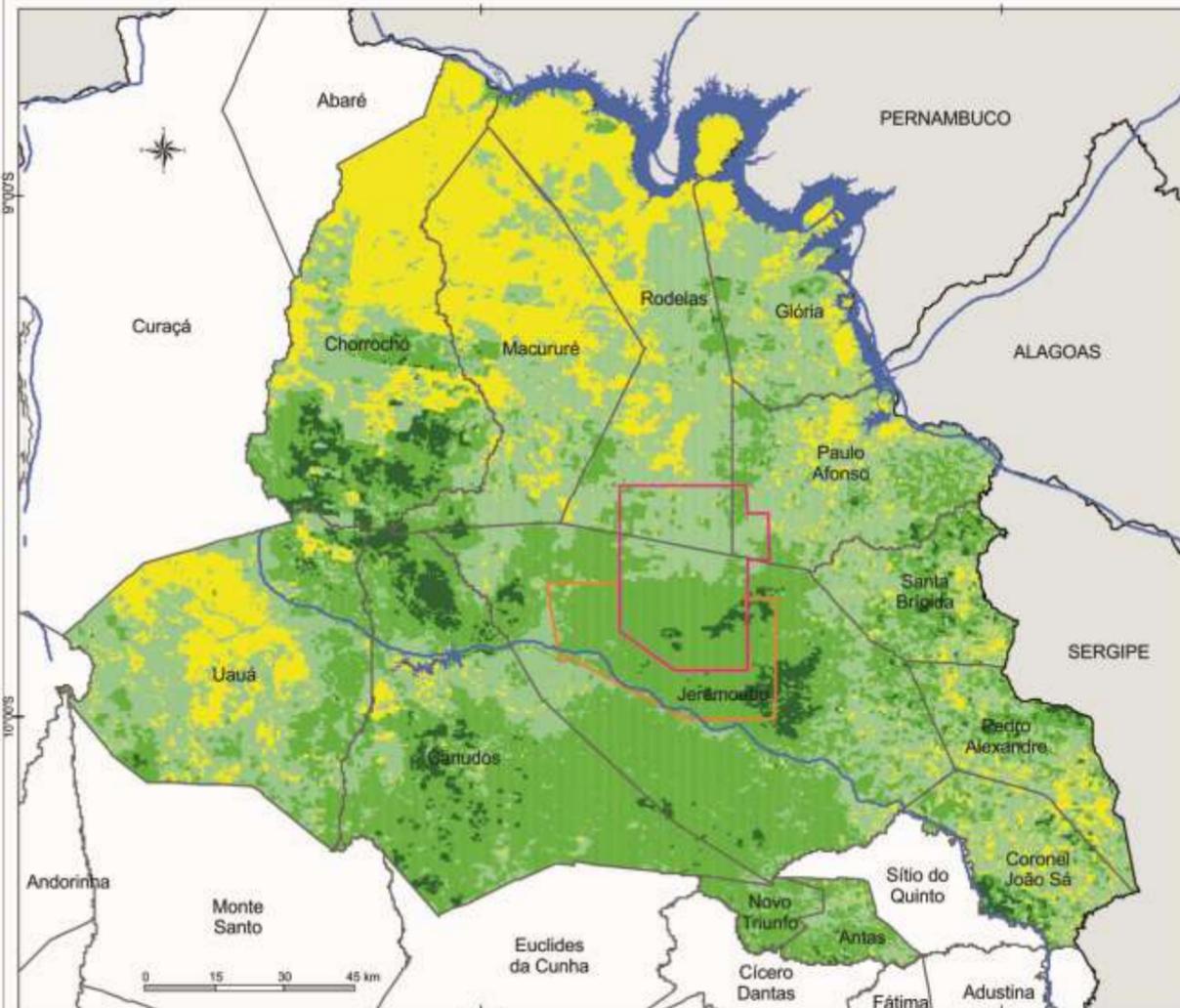
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003.
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 34 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2010



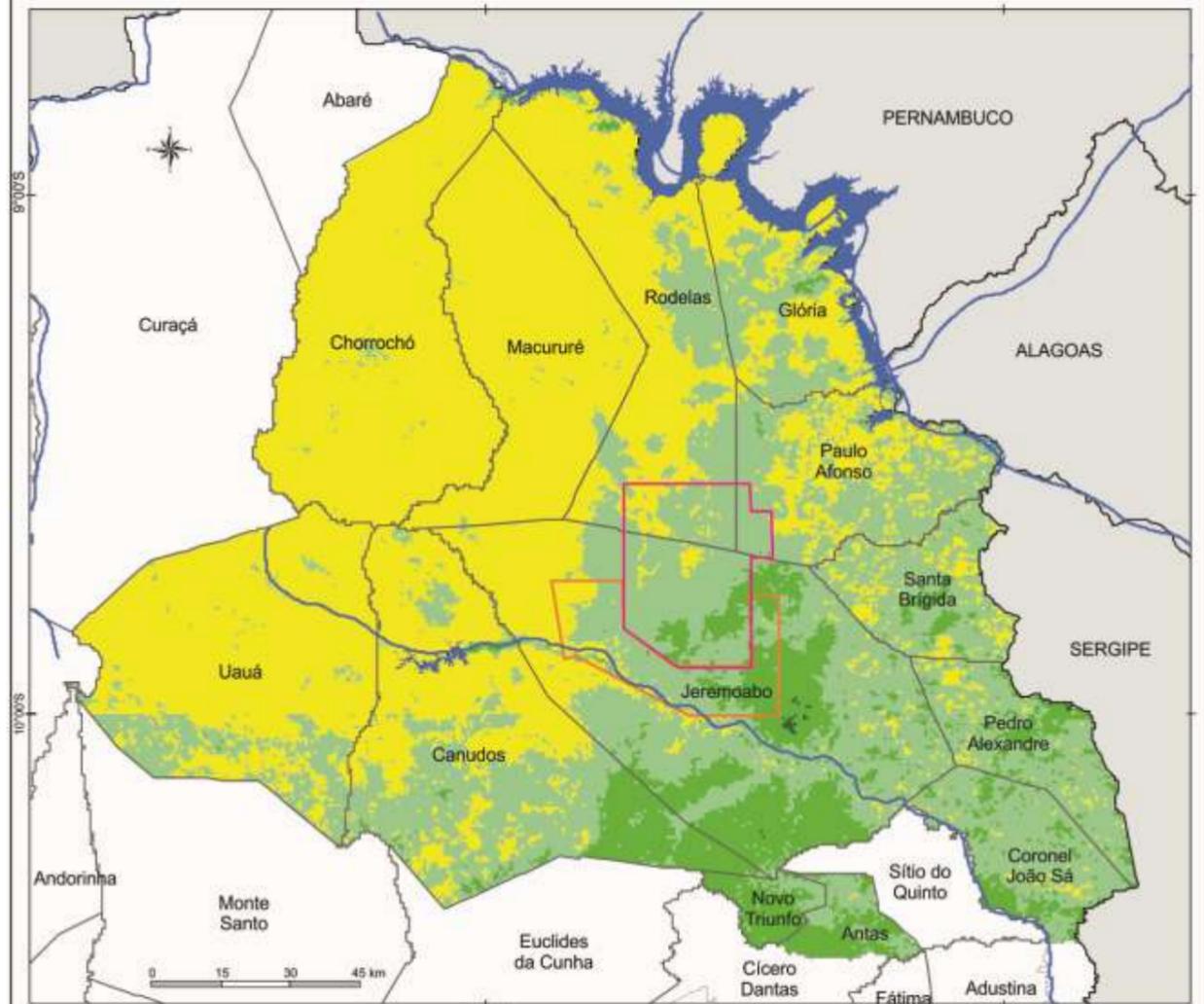
— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003.
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	Sistema Geodésico: SIRGAS2000
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
		■ Alta densidade	

MAPA 35 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 15/10/2011

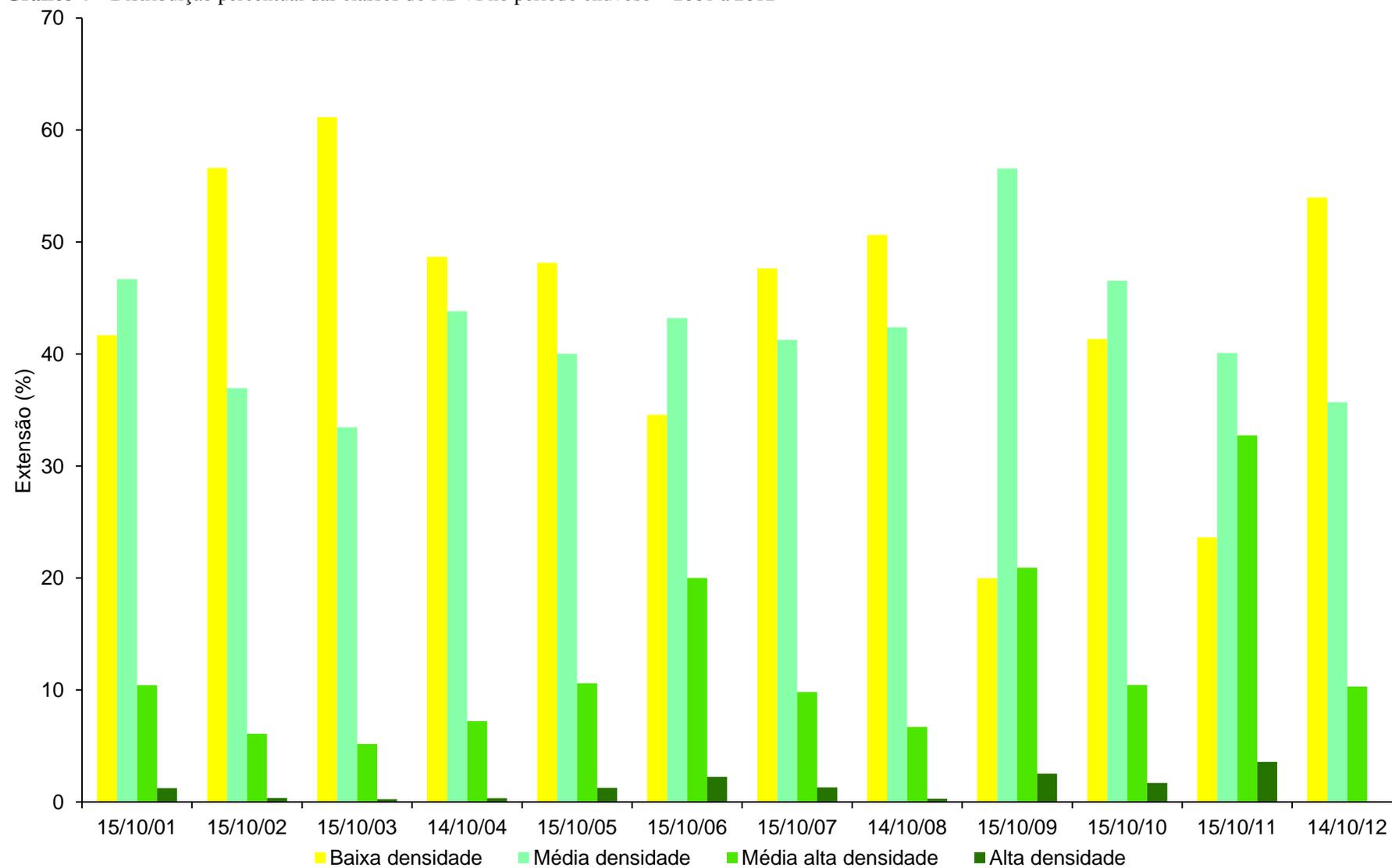


— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003. Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	
		■ Alta densidade	

MAPA 36 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DA DIFERENÇA NORMALIZADA - NDVI
 Período seco - 14/10/2012



— Rio	■ Lago/açude	■ Ausência de dados	Fonte: limite político e administrativo municipal e estadual: IBGE, 2010; rio: Brasil, 2010; unidade de conservação: SIG-BA, 2003. Sistema Geográfico: Sistema de Coordenadas Lat / Long Sistema Geodésico: SIRGAS2000 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014
— Limite estadual	— Limite municipal	■ Baixa densidade	
— Reserva Ecológica Raso da Catarina		■ Média densidade	
— APA Serra Branca/Raso da Catarina		■ Média alta densidade	
		■ Alta densidade	

Gráfico 4 – Distribuição percentual das classes do NDVI no período chuvoso – 2001 a 2012

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

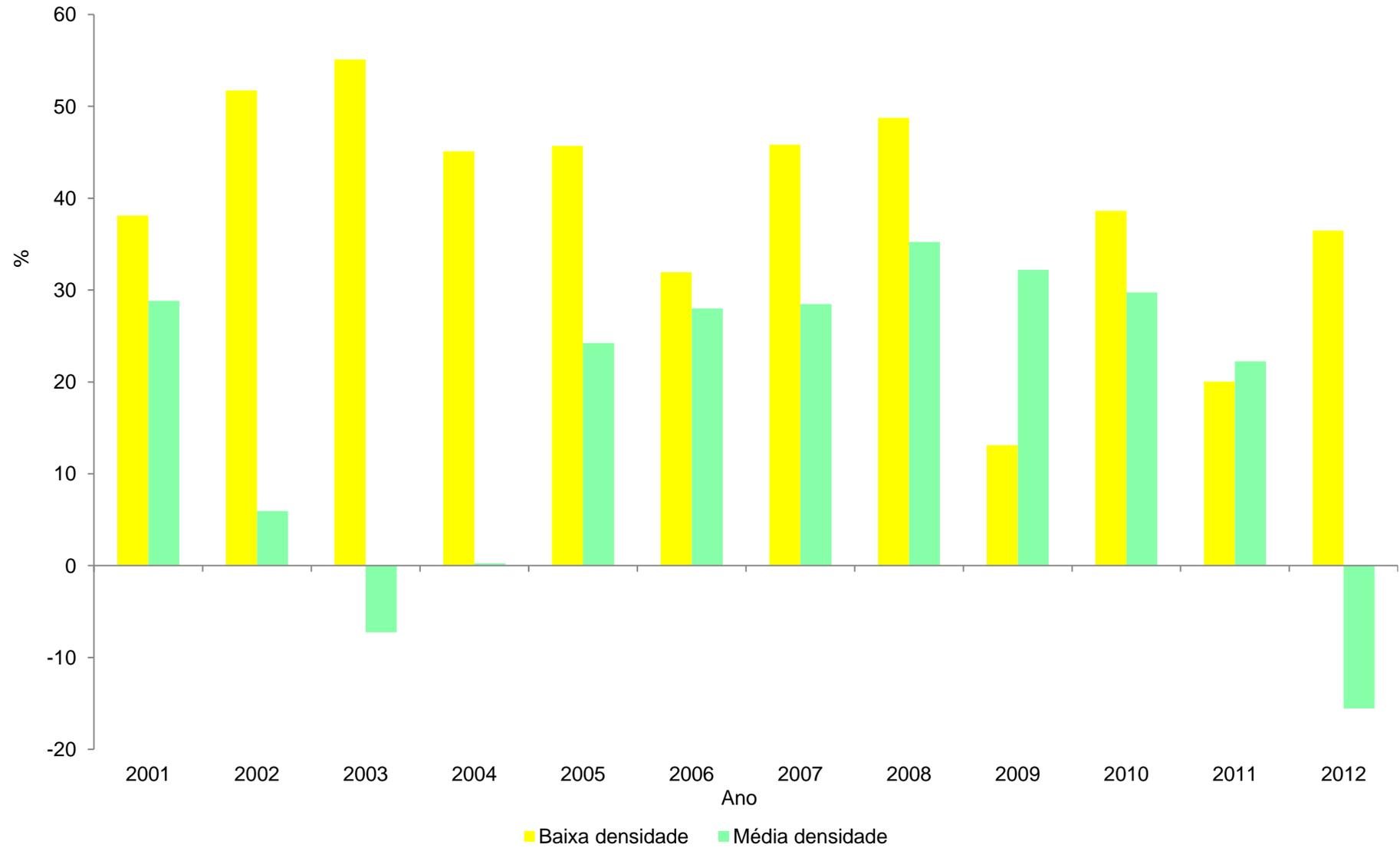
Em todos os mapas do período ocorreu a classe média alta densidade, sendo que nos anos de 2006, 2009 e 2011 ela abrangeu maiores áreas, representando acima de 19% da área de estudo (Gráfico 4, Mapas 25 ao 36 e Tabela 3). No entanto, destaca-se que a densidade da biomassa foi inexpressiva durante o período seco, já que a classe alta densidade praticamente inexistiu (Gráfico 4 e Tabela 3). Por exemplo, nos anos de 2002, 2003, 2004, 2008 e 2012 ela distribuiu-se em menos de 0,4% das terras (Gráfico 4 e Tabela 3).

Visualizou-se mais as classes média alta densidade e alta densidade em áreas no centro-sul do polo, sobretudo a de média alta densidade (Mapas 25 ao 36). Isso foi comum nos municípios de Antas, Jeremoabo, Paulo Afonso, Santa Brígida, com uma extensão média acima dos 30% em todo o período. Superior a esse percentual, ela se repetiu, acentualmente, em Antas (2001, 2003, 2004, 2005, 2006, 2009, 2010 e 2012), Jeremoabo (2002, 2004, 2005, 2009, 2010 e 2012) e Pedro Alexandre (2001, 2005, 2009, 2010 e 2011) – esses se encontram entre os mais úmidos da região, em alguns anos choveu mais de 700 mm, como em 2005, 2006, 2009 e 2010.

Em função de observar as alterações na densidade da biomassa consequente da sazonalidade climática, a partir da relação dos dados NDVI, efetuou-se a subtração das classes do NDVI dos mapas do período chuvoso pelo seco. O gráfico 5 resultou da diferença das classes dos índices mais baixos (baixa densidade e média densidade), pelo qual se verificou que elas, geralmente, cresceram. Constatou-se o aumento considerável da classe baixa densidade praticamente em todos os anos, excetuando-se, apenas, em 2009 e 2011, nos quais a classe média densidade se destacou (Gráfico 5). Os anos 2003 e 2012 são incomuns, devido à redução da classe média densidade, ao apresentar um crescimento negativo (Gráfico 5). Esse fato foi decorrente da seca que ocorreu nos referidos anos, que imprimiu no ambiente a redução da biomassa verde.

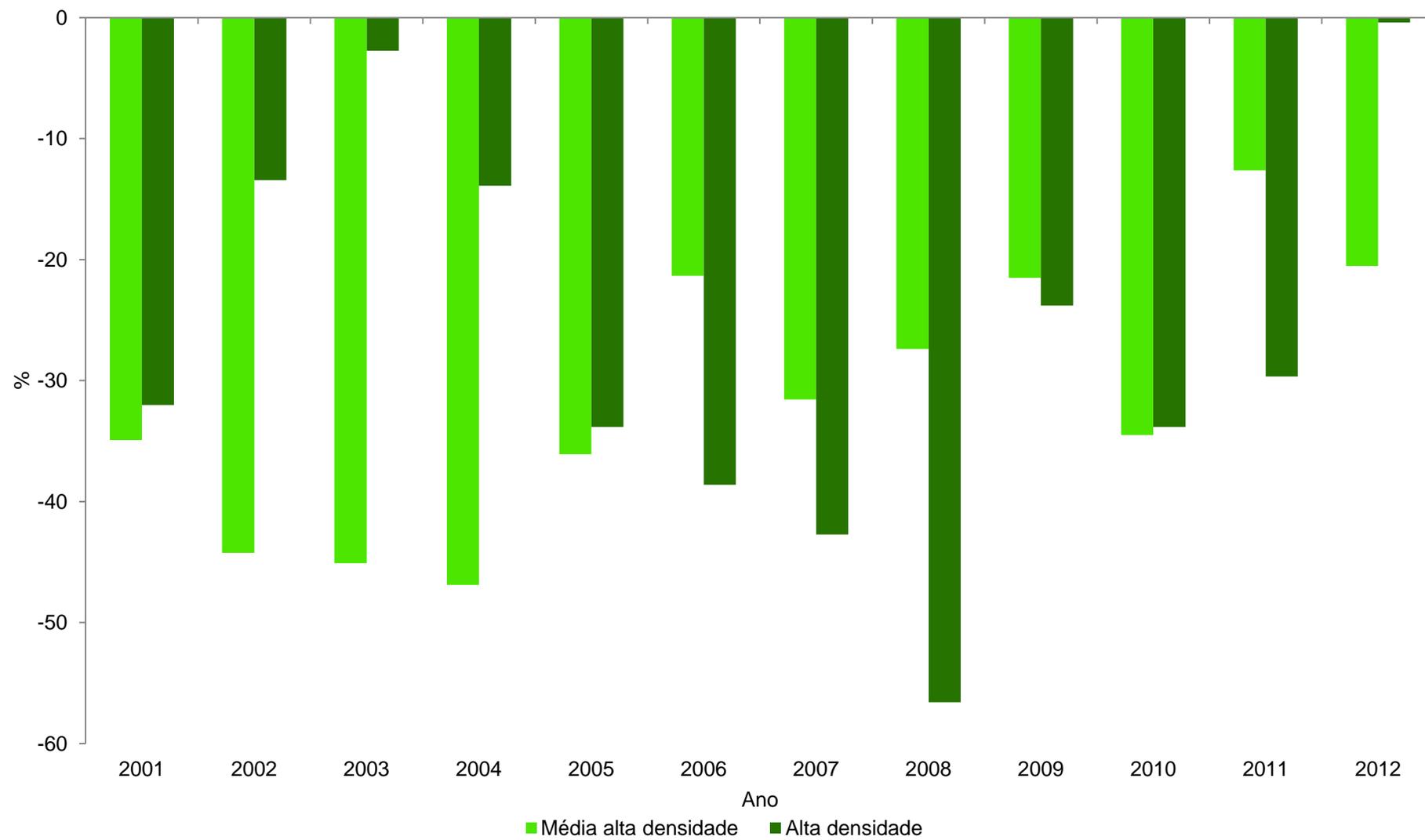
O gráfico 6 sistematizou a subtração das classes média alta densidade e alta densidade dos mapas do período chuvoso pelos mapas do período seco, que correspondem os maiores índices de vegetação. Os dados possuíam valores negativos em todos os anos, indicando a diminuição da biomassa verde, principalmente em 2008, no qual houve a maior redução percentual da classe alta densidade, cerca de -56%. Diante de alguns anos a redução aparentou-se menor, como em 2001, 2002, 2003 e 2012 (Gráfico 6). No entanto, isso decorreu da pequena amplitude da classe em ambos os períodos, a exemplo de 2012, que teve uma abrangência, em área, inferior a 1%.

Gráfico 5 – Diferença das classes 0,000 a 0,300 e 0,301 a 0,500 do período chuvoso para o seco entre os anos de 2001 e 2012 – polo regional de Jeremoabo – Bahia



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Gráfico 6 – Diferença das classes 0,501 a 0,700 e 0,701 a 1,000 do período chuvoso para o seco entre os anos de 2001 e 2012 – polo regional de Jeremoabo – Bahia



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

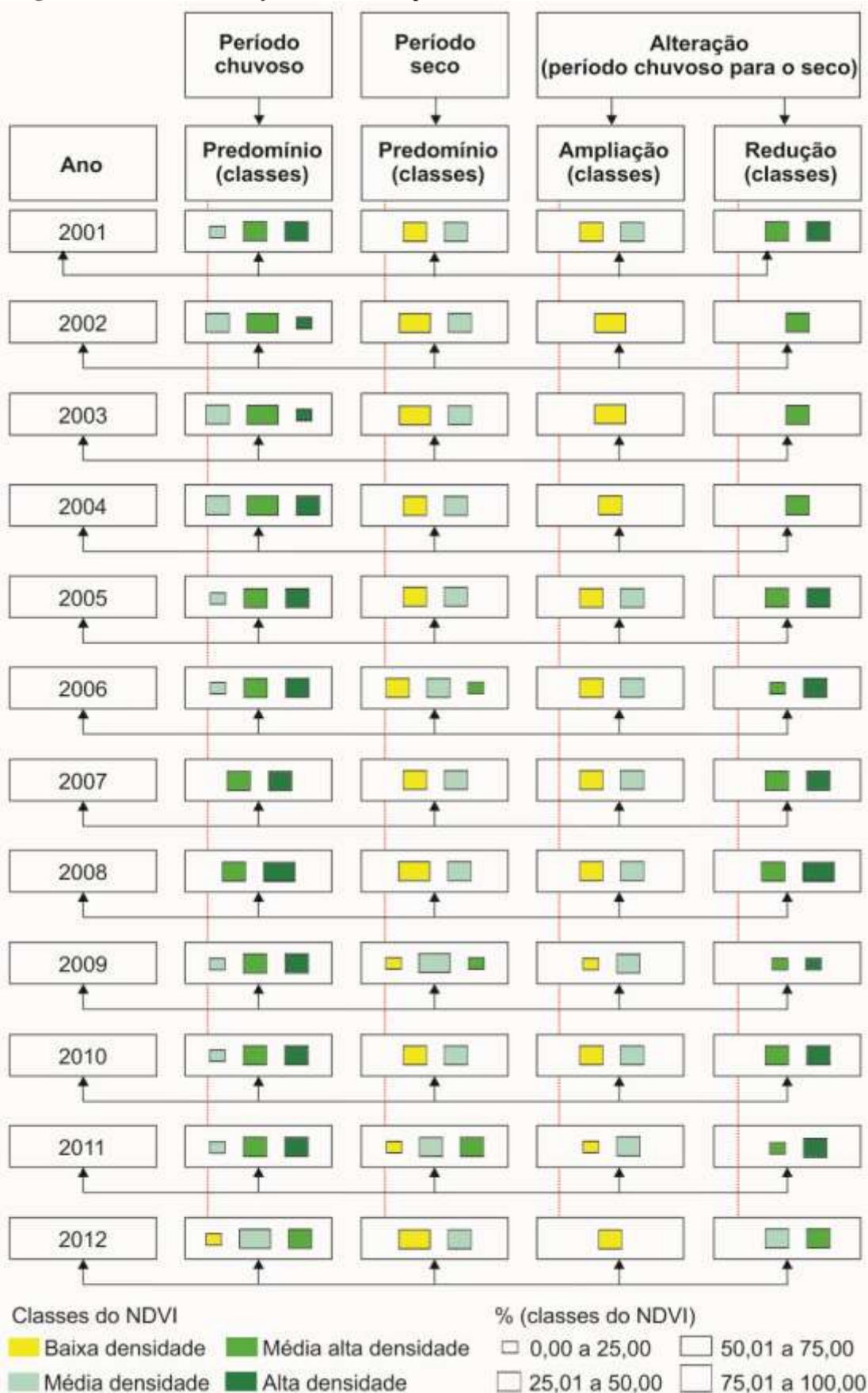
As alterações da densidade da biomassa ocorreram em todo polo nos diferentes anos, em consequência, sobretudo, da sazonalidade climática e dos usos do ambiente. Todavia, constatou-se alguns padrões da biomassa específicos para o período chuvoso e seco, sintetizados na figura 24. No período das chuvas, as classes predominantes corresponderam aos maiores índices (média alta densidade e alta densidade), ao contrário do que ocorreu no período das estiagens pluviométricas (baixa densidade e média densidade). As características ambientais regionais contribuíram à perda considerável da biomassa do período chuvoso para o seco, evidenciado no aumento das superfícies com os valores menores do NDVI (baixa densidade e média densidade) e na redução das classes média alta densidade e alta densidade (Figura 24).

Pelo predomínio das classes de menor índice, principalmente da baixa densidade, no período das estiagens pluviométricas, que é mais longo, constatou-se que grande extensão das terras do polo possuiu solo exposto ou cobertura vegetal rarefeita. Em áreas específicas, essa realidade permaneceu no período chuvoso, sinalizando a alta vulnerabilidade à desertificação, pois a vegetação não se recompôs, mesmo com a ocorrência das precipitações pluviométricas.

Alguns fatores, em geral, contribuíram para definir o padrão comportamental da biomassa, refletido nos mapas NDVI (Mapas 13 ao 36). Com base em estudos de campo, análise do mapa de uso e cobertura da terra e dados secundários (bibliografia consultada, dados climáticos e cartográficos), constatou-se:

- i) a variabilidade interanual da precipitação: a irregularidade temporal e espacial da precipitação demarca dois estados ambientais distintos. Em um, as chuvas ocorrem, geralmente, torrenciais e concentradas num período curto (cerca de dois quatro meses); com isto, existe uma maior presença de água nos sistemas ambientais. O outro é marcado pelas estiagens pluviométricas, com durabilidade temporal de cerca de oito meses (quando não é mais longo), o que ocasiona um período extenso de déficit de água no solo e menor oferta de água para as plantas (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013). Cabe indicar que as chuvas torrenciais na região são muito inconstantes; elas podem faltar por anos, o que gera o fenômeno da seca, comum na região;

Figura 24 – Síntese da variação do NDVI nos período chuvoso e seco entre os anos de 2001 e 2012



ii) tipo de vegetação natural: grande parte das feições vegetais é composta por extratos arbustivos e/ou arbóreos, lenhosos, semidecíduais e decíduais, espinhentos e microfoliados (Figura 25). No tempo das estiagens pluviométricas, as folhas secam e caem, o que refletiu nos valores mais baixos do NDVI. A partir da ocorrência das chuvas, a vegetação recupera a folha e aumenta a reflectância da biomassa;

Figura 25 – Caatinga Arbóreo-Arbustiva, centro do município de Glória – Bahia. Predominam as espécies caducifólias; ao iniciar as estiagens pluviométricas, elas perdem as folhas e diminui a resposta espectral da biomassa



Fonte: Israel de Oliveira Junior, novembro de 2012

iii) uso da Terra: as atividades agrícolas são as mais destacáveis na região; em relação às culturas agrícolas, elas são, comumente, temporárias e dependentes das chuvas; com o déficit de água no solo e após colheita, ele se encontra sem cobertura vegetal. Este fenômeno ocasiona a existência de dois ciclos sucessivos e rápidos de mudança superficial do solo: exposto ou revestido;

iv) espécies ruderais: em algumas áreas, o uso da terra contribui para a propagação de espécies ruderais de porte herbáceo e a estratificação vegetal (Figura 26). Ao

iniciar o período das estiagens pluviométricas, elas logo secam, não possibilitam proteção aos solos às intempéries e, em consequência, reduziu os valores NDVI;

Figura 26 – Proliferação de espécies ruderais de porte herbáceo, nordeste de Jeremoabo – Bahia. A propagação do velame (*Sida galheirensis* Ulbr) ocorre nos ambientes apropriados para a prática agropecuária e indica um estado de degradação ambiental e de alta vulnerabilidade à desertificação, pois, logo após iniciar o período seco, as espécies secam e os solos ficam expostos.



Fonte: Israel de Oliveira Junior, novembro de 2012

- v) características superficiais dos solos: extensas áreas da região são compostas por solos rasos e de superfícies arenosas, cascalhentas e pedregosas. Nessas áreas, grande parte das espécies vegetais possui extrato arbustivo e/ou herbáceo e é mais suscetível a perda das folhas na estação seca. Com isso, imprime dois comportamentos espectrais da vegetação que refletiram fortemente nos diferentes valores do NDVI entre a estação chuvosa e seca.

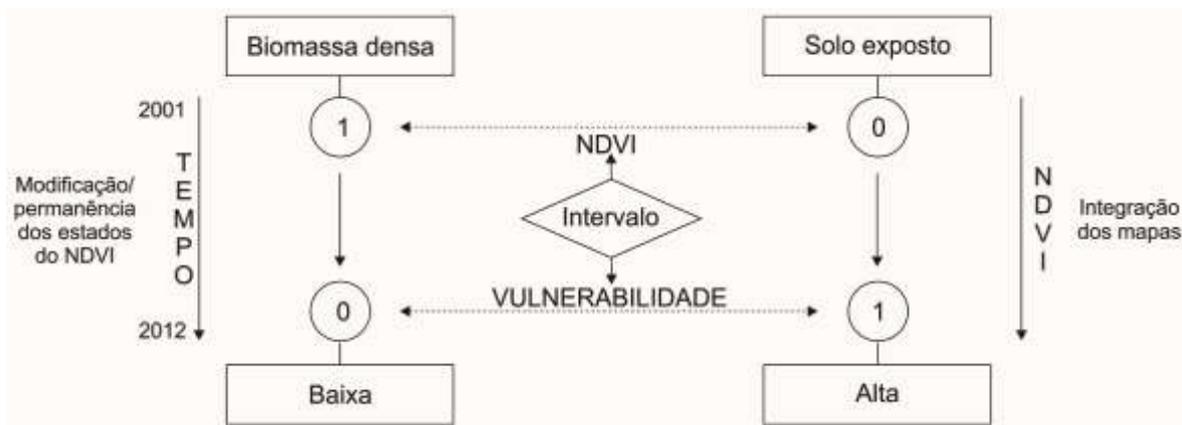
As alterações da cobertura vegetal do polo regional de Jeremoabo é um reflexo, inclusive, do impacto da sucessão entre a pluviosidade e a estiagem. Essas informações já indicam a vulnerabilidade ambiental à desertificação, porque grande parte do tempo o solo

encontra-se desnudo ou com baixa densidade da biomassa e, assim, sujeitos aos fatores do clima no período seco: insolação constante, evaporação da água do solo, erosão eólica e outros. A partir da ocorrência das chuvas torrenciais e concentradas, outras pressões se instalam, como a erosão pluvial e fluvial, que concorrem para gerar a estabilidade ambiental regional pela perda dos solos, formações de ravinas e voçorocas e dificuldade de germinação de plantas da caatinga.

A seleção dos dados NDVI para a elaboração das modelagens ambiental objetivou construir cenários de vulnerabilidades, já que seria difícil a detecção e a comunicação destas informações pela análise individual dos mapas (HAGGETT; CHORLEY, 1975). Para estabelecer a vulnerabilidade ambiental à desertificação a partir dos mapas NDVI, realizou-se duas modelagens, ambas com a utilização da lógica *fuzzy*. Uma modelagem integrou os 12 mapas do período chuvoso (Mapas 13 ao 24) e a outra, os 12 mapas NDVI do período seco (Mapas 25 ao 36).

As características dos modelos de vulnerabilidade ambiental à desertificação são sensíveis às alterações da biomassa ao longo dos anos e períodos sazonais e visam estabelecer cenários de vulnerabilidade, de acordo com o intervalo do NDVI, conforme ilustrado na figura 27. Na hipótese de uma área permanecer durante os doze anos do período chuvoso com solo exposto, o NDVI refletirá na modelagem valores altos de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de vulnerabilidade (Figura 7). Houve um dinamismo no comportamento da biomassa e, por isso, a vulnerabilidade ambiental à desertificação revelará as mudanças do índice de vegetação nos anos de 2001 a 2002, definido em uma escala numérica de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de 0 (baixa vulnerabilidade) a 1 (alta vulnerabilidade), sem o estabelecimento de limites rígidos nos valores intermediários (Figura 27).

Figura 27 – Representação da concepção da modelagem ambiental a partir da integração dos mapas NDVI – 2001 a 2012



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Os modelos foram construídos separadamente para evidenciar as características ambientais e informar sobre as condições de vulnerabilidade entre os dois períodos sazonais. Em razão da ciclicidade das chuvas, há o recuo ou o avanço da vegetação, exposição dos solos, diferentes densidades da cobertura vegetal, que são causados, comumente, por fatores naturais. No entanto, a apropriação humana do ambiente pode interromper a recomposição da biomassa no período chuvoso e, em demasia, contribuir para a instalação da desertificação. Assim, a construção de modelos com dados do período chuvoso e seco disjuntos visou indicar i) as implicações da sazonalidade climática à biomassa, porque são evidentes e constituem alterações abruptas na cobertura das terras; ii) as pressões geradas nos diferentes períodos sazonais, pois elas são distintas e convergem para gerar um estado permanente de degradação ambiental; iii) a recomposição da biomassa na temporada das estiagens, comuns aos espaços preservados e conservados; iv) a indicação das áreas de solo expostos ou com baixa densidade da biomassa nas duas estações, que é um indício de degradação e de alta vulnerabilidade à desertificação.

A partir da análise multitemporal e sazonal da biomassa, da relação destes dados com outras características ambientais do polo – observadas nos estudos em campo e em materiais cartográficos (mapas temáticos de litologia, solo, uso e cobertura da terra etc.) – e após consulta a especialista, determinou-se os membros *fuzzy* para cada classe dos mapas NDVI (Quadro 22). O nível de pertencimento das classes NDVI ao conjunto *fuzzy* de vulnerabilidade ambiental à desertificação encontra-se em uma escala que varia de [0, 1];

A classe de menor NDVI é a de maior pertencimento ao conjunto *fuzzy*, ao oposto do que ocorre com a classe de maior vigor da biomassa verde (Quadro 22).

Quadro 22 – Membros *fuzzy* indicados para a modelagem NDVI de vulnerabilidade à desertificação do polo regional de Jeremoabo – Bahia

Classes NDVI		Vulnerabilidade (conjunto <i>fuzzy</i>)		
Intervalo	Características	Membro <i>fuzzy</i>	Probabilidade linguística	Crítérios
0,000 a 0,300 (baixa densidade)	Solo exposto ou pouca cobertura da biomassa	1	Alta	A classe NDVI engloba as áreas onde a biomassa não se recompõe, os solos encontram-se expostos as intempéries e denotam um estado de desequilíbrio ambiental. Estas características indicam a ocorrência da desertificação.
0,301 a 0,500 (média densidade)	Densidade de biomassa rarefeita	0,7	Média alta	Baixa densidade e pequeno porte dos estratos de vegetação. São mais vulneráveis aos impactos do clima e da ação humana. A vegetação não cobre totalmente o solo e favorece a ocorrência de fatores da desertificação (como a alta evaporação da água no solo e erosão).
0,501 a 0,700 (média alta densidade)	Densidade da biomassa mediana	0,5	Média	Predominam feições vegetais de porte arbustivo. Em razão da caducidade de parte das espécies vegetais e da instabilidade das chuvas regionais, a vegetação não recobre totalmente os solos e não se mantém a estabilidade das condições dos solos.
0,701 a 1,000 (alta densidade)	Alta densidade de biomassa	0,2	Baixa	A classe indica biomassa de porte arbóreo e arbustivo, com densidade do dossel. São próprias de cenários onde existe equilíbrio ambiental. Como recobre homoganeamente o solo, possui maior competência para proteger os solos contra os fatores de desertificação, como os erosivos.

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Na modelagem com os NDVI do período seco, predominam no polo regional de Jeremoabo a classe de alta vulnerabilidade, onde se estende por 16.363,4 km² das terras, o que equivale a 65% da região (Mapa 37 e Gráfico 7). A distribuição percentual da classe de alta vulnerabilidade ambiental à desertificação é maior nos municípios de Chorrochó, Macururé, Rodelas e Uauá (Mapa 38). Em cada um deles, a classe de alta vulnerabilidade somam mais de 2,2 mil km² e equivale a 77,8% das terras municipais (Gráfico 7, Mapas 37 e 38 e Tabela 5).

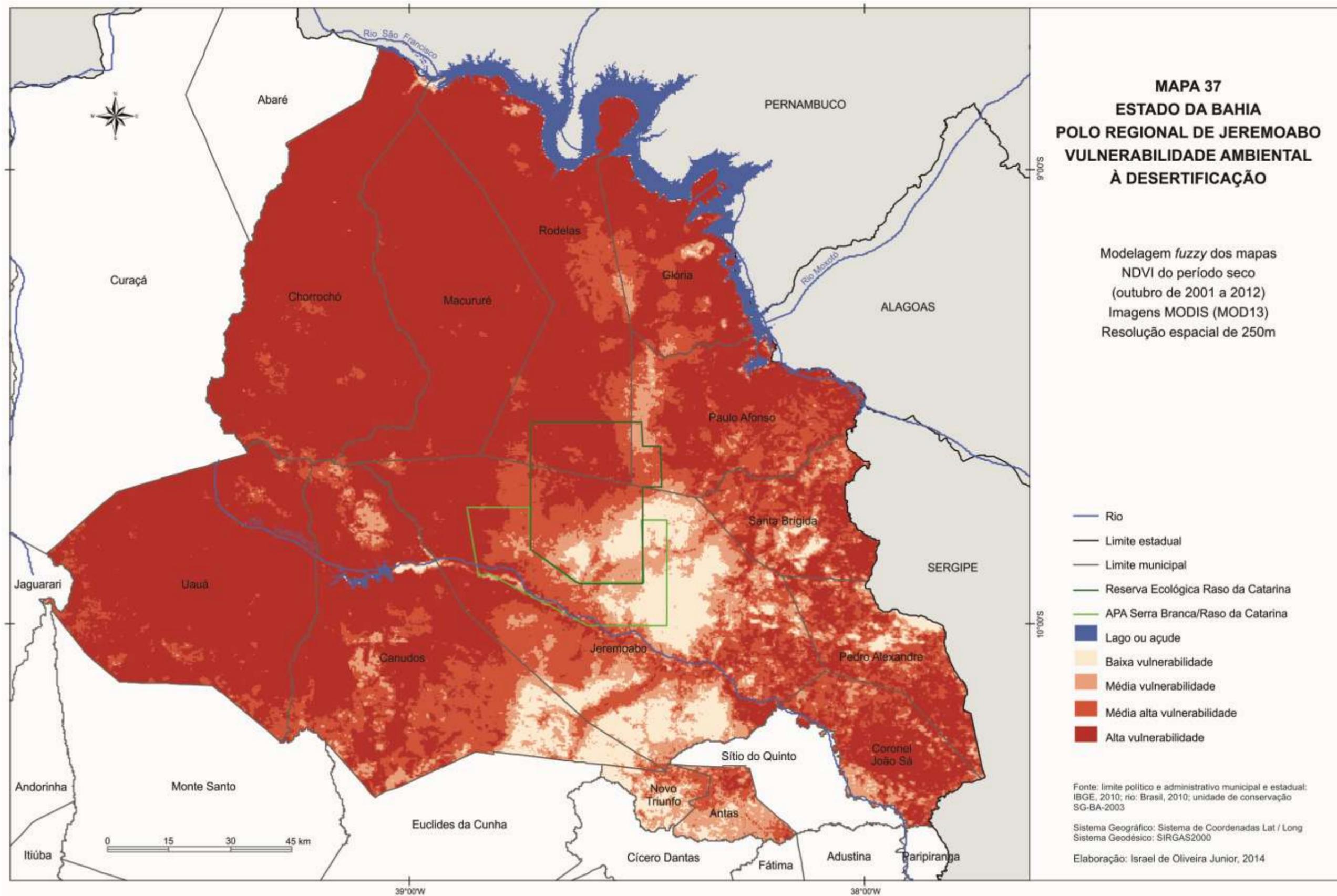
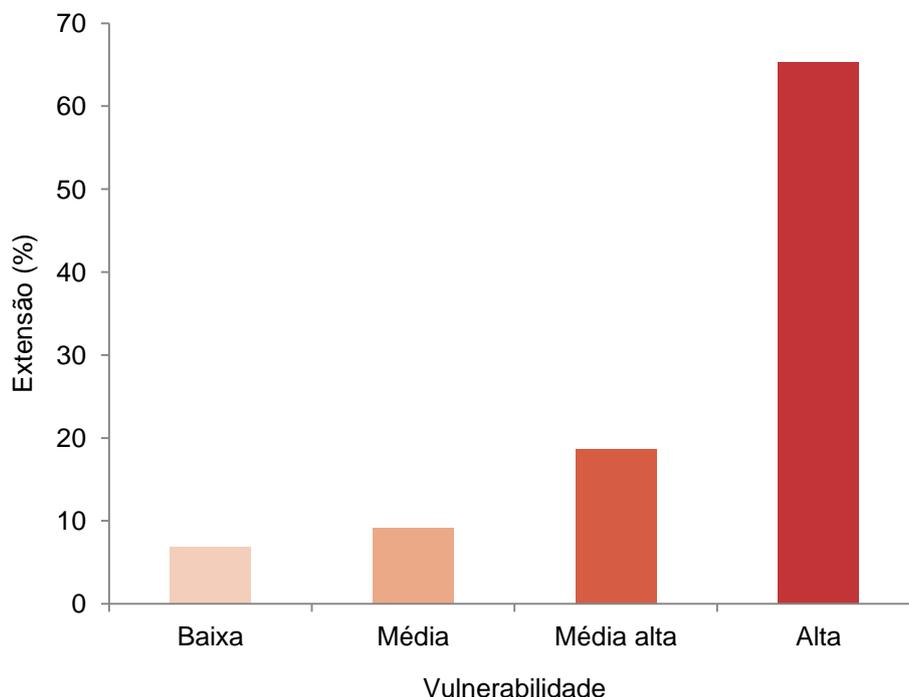


Gráfico 7 – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco – 2001 a 2012

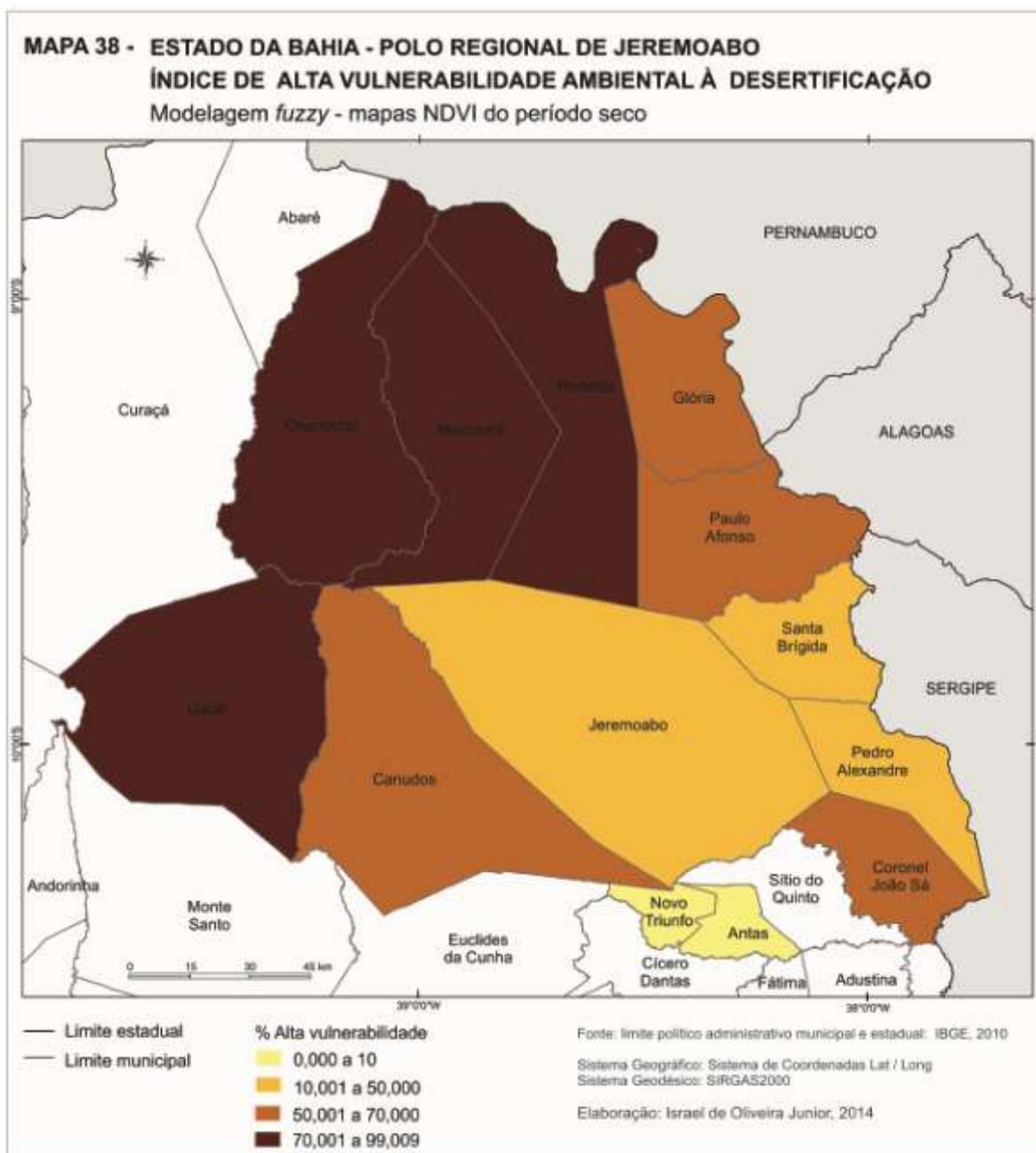


Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Tabela 5 – Extensão das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco – 2001 a 2012

Municípios	Extensão das classes de vulnerabilidade (km ²)			
	Baixa	Média	Média baixa	Alta
Antas	37,774	163,137	88,821	28,488
Canudos	257,280	316,271	862,905	1774,508
Chorrochó	2,363	6,658	76,287	2915,319
Coronel João Sá	4,396	110,571	250,939	515,755
Glória	138,910	48,821	221,198	841,914
Jeremoabo	941,108	1.016,347	1.434,317	1.260,658
Macururé	0,000	1,320	18,200	2.272,915
Novo Triunfo	97,069	95,852	55,332	2,585
Paulo Afonso	17,902	143,183	484,276	930,639
Pedro Alexandre	56,885	121,212	308,723	404,234
Rodelas	137,075	137,075	351,499	2.200,584
Santa Brígida	32,820	137,030	336,049	374,028
Uauá	0,000	6,529	181,990	2.841,744

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

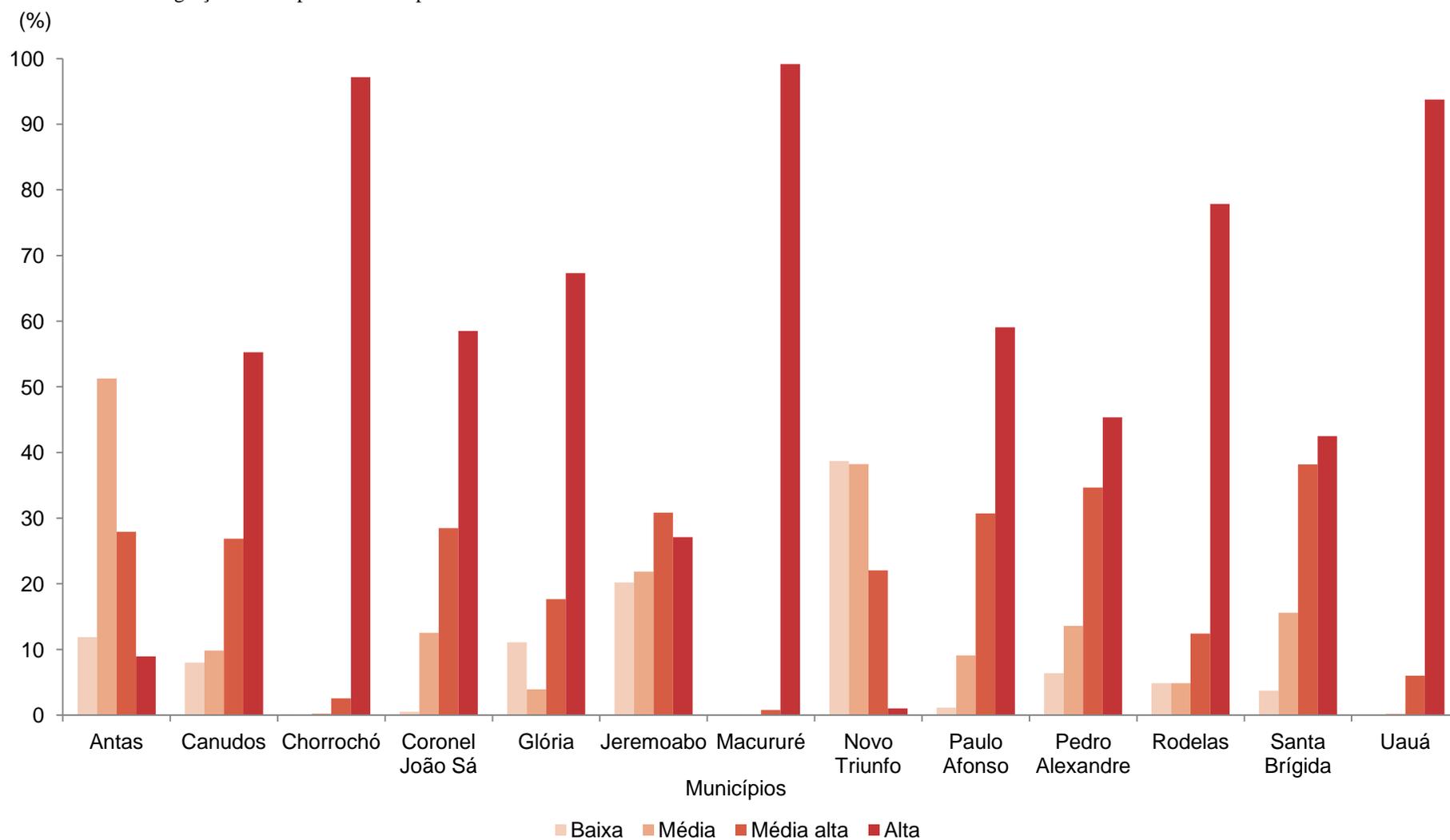


Diante da baixa densidade da vegetação, uma série de fatores no período seco, que é o mais longo, pode ocorrer para a instalação da desertificação: a evaporação constante da água nos solos, tornando-os mais rústicos, e a erosão eólica, que dificultam o crescimento do estrato vegetal no período chuvoso. Além disso, no início das chuvas torrenciais, os solos encontram-se desnudos e sujeitos aos processos de erosão laminar, em sulcos, ravinas e voçorocas. Com isto, há perdas excessivas dos horizontes superficiais dos solos (sobretudo, dos sedimentos mais finos), os quais por natureza já são rasos, arenosos e cascalhentos. O uso constante e inadequado amplia a pressão ambiental, geram o estado de

desequilíbrio ambiental, rompe a capacidade de resiliência e instala-se a desertificação, processos comuns aos núcleos de desertificação, como em Gilbués (PI), Cabrobó (PE) e Irauçuba (CE).

A classe de média alta vulnerabilidade à desertificação distribuiu-se em 4.670,5 km² (19%) das terras do polo (Gráficos 7 e 8, Mapa 37 e Tabela 5). Igualmente as demais classes de menor abrangência (baixa vulnerabilidade e média vulnerabilidade), ela se alongou no centro e em alguns pontos no leste da área de estudo. Evidenciou-se nos mapas NDVI, o que se refletiu na modelagem de vulnerabilidade ambiental, a presença de biomassa verde ao leste da reserva ecológica do Raso da Catarina e da APA Serra Branca/Raso da Catarina. Com isto, destacou-se a importância da preservação e conservação da biomassa, pois nas áreas onde elas existem o índice de vegetação foi mais alto e a vulnerabilidade é menor. Um dado alarmante é que somente nos municípios de Antas, Canudos, Glória e Jeremoabo a classe de baixa vulnerabilidade se estende, acima de 11%, das terras (Gráfico 8 e Tabela 5) e unicamente em Canudos, Glória, Jeremoabo e Rodelas a extensão desta classe supera os 137 km² (Gráfico 8 e Tabela 5).

Gráfico 8 – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período seco – 2001 a 2012

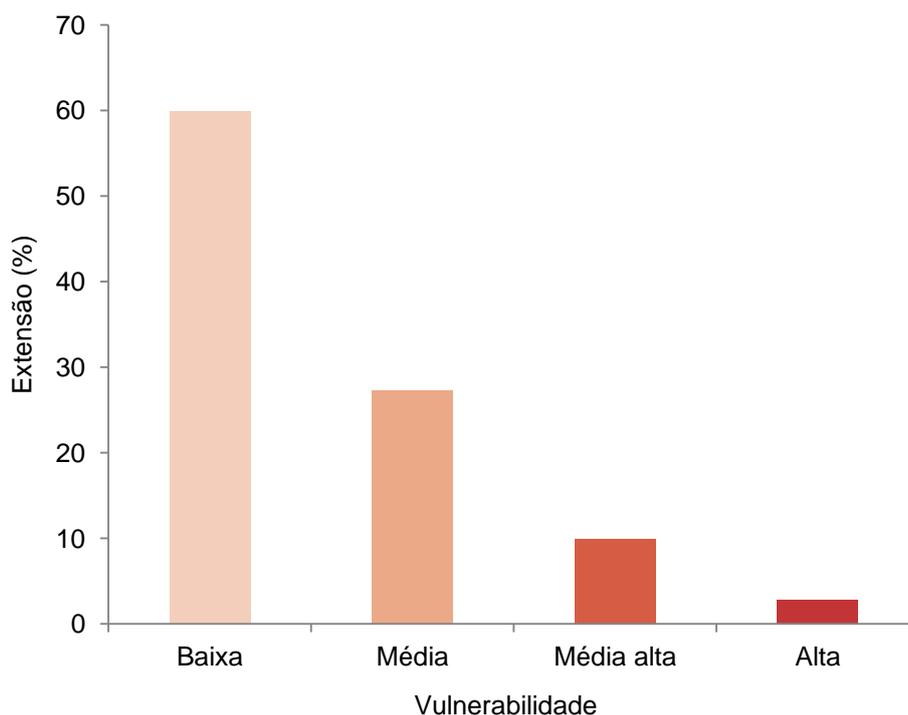


Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

No período chuvoso ocorreram modificações na cobertura vegetal e a modelagem *fuzzy* criou um cenário que privilegiou a baixa vulnerabilidade ambiental. A referida classe distribuiu-se em mais de 14.960 km², onde existe uma maior capacidade de elasticidade da biomassa e destacou um estado de equilíbrio ambiental (Gráfico 9 e Mapa 39).

No entanto, mais de 12,5% das terras são consideradas de média alta vulnerabilidade e alta vulnerabilidade ambiental à desertificação no período chuvoso e merece atenção para o estado de degradação (Gráfico 9 e Mapa 39). Algumas delas já foram indicadas em processo de desertificação, a exemplo do Deserto de Surubabel (PAIVA et al, 2007) – Figura 28 – e Altos Pelados (AB’SABER, 1977). A extensão das referidas classes é maior nos municípios que justamente foram apontados com núcleos de desertificação na Bahia, como Chorrochó, Glória, Rodelas e Uauá (VASCONCELOS SOBRINHO, 2002; PEREZ-MARIN, 2012) – Gráfico 10, Mapas 39 e 40 e Tabela 6.

Gráfico 9 – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período chuvoso – 2001 a 2012



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

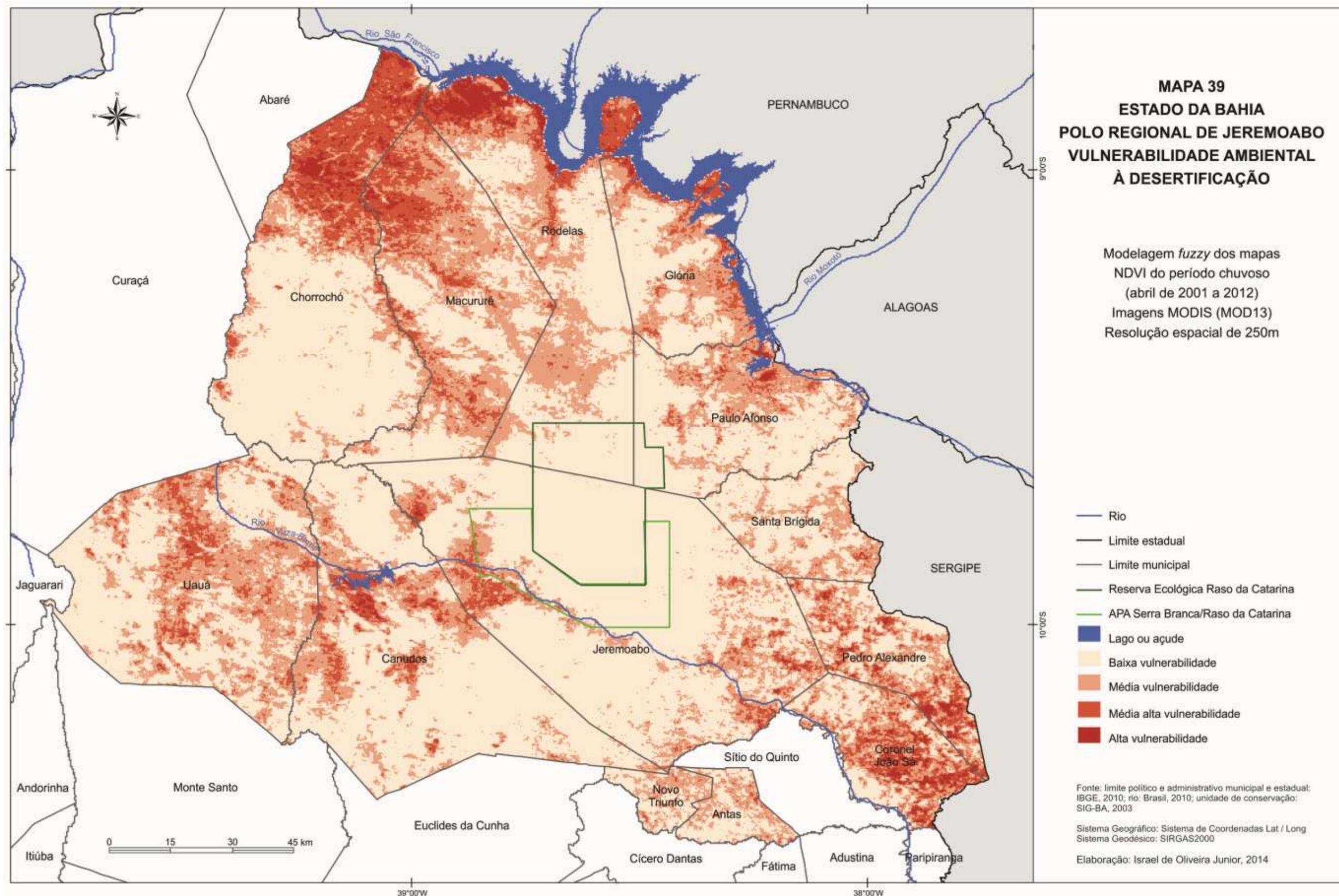


Figura 28 – Deserto de Surubabel, norte do município de Rodelas – Bahia. A pecuária bovina e a formação do lago do Sobradinho foram pressões que contribuíram para a degradação ambiental



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

Tabela 6 – Extensão das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período chuvoso – 2001 a 2012

Municípios	Extensão das classes de vulnerabilidade (km ²)			
	Baixa	Média	Média alta	Alta
Antas	184,42	123,47	10,82	0,54
Canudos	2248,61	718,05	205,98	38,93
Chorrochó	1818,14	470,59	520,14	192,26
Coronel João Sá	276,41	311,45	202,37	92,12
Glória	703,59	377,15	140,74	29,85
Jeremoabo	3675,70	750,55	204,45	21,95
Macururé	855,30	984,22	399,75	53,15
Novo Triunfo	135,40	108,67	6,81	0,13
Paulo Afonso	1003,25	464,21	91,10	18,04
Pedro Alexandre	330,72	349,75	155,18	56,74
Rodelas	1523,81	770,39	228,05	195,73
Santa Brígida	593,04	262,40	23,82	1,17
Uauá	1612,19	1129,09	278,38	11,67

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

MAPA 40 - ESTADO DA BAHIA - POLO REGIONAL DE JEREMOABO
ÍNDICE DE ALTA VULNERABILIDADE AMBIENTAL À DESERTIFICAÇÃO
 Modelagem *fuzzy* - mapas NDVI do período chuvoso

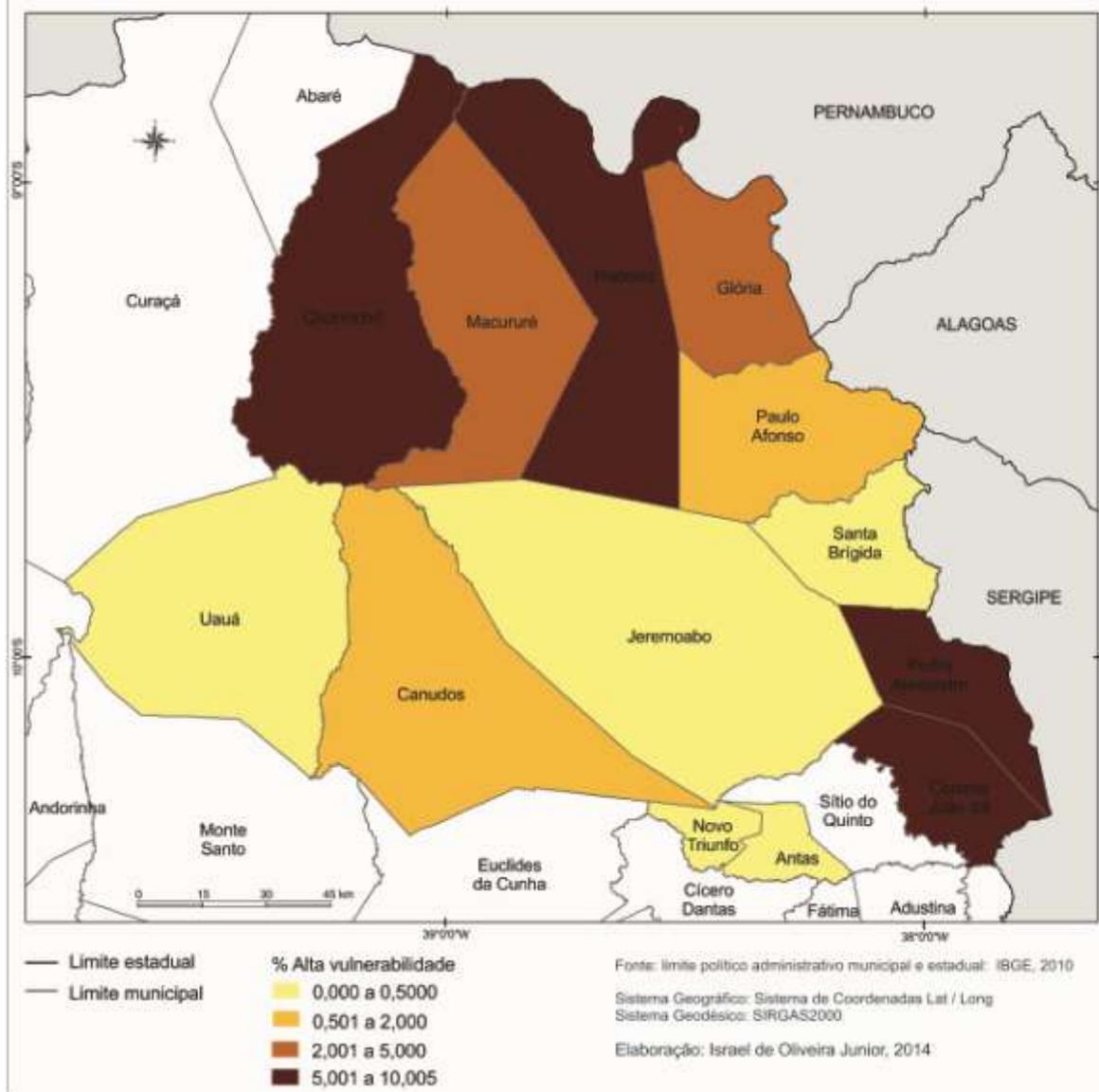
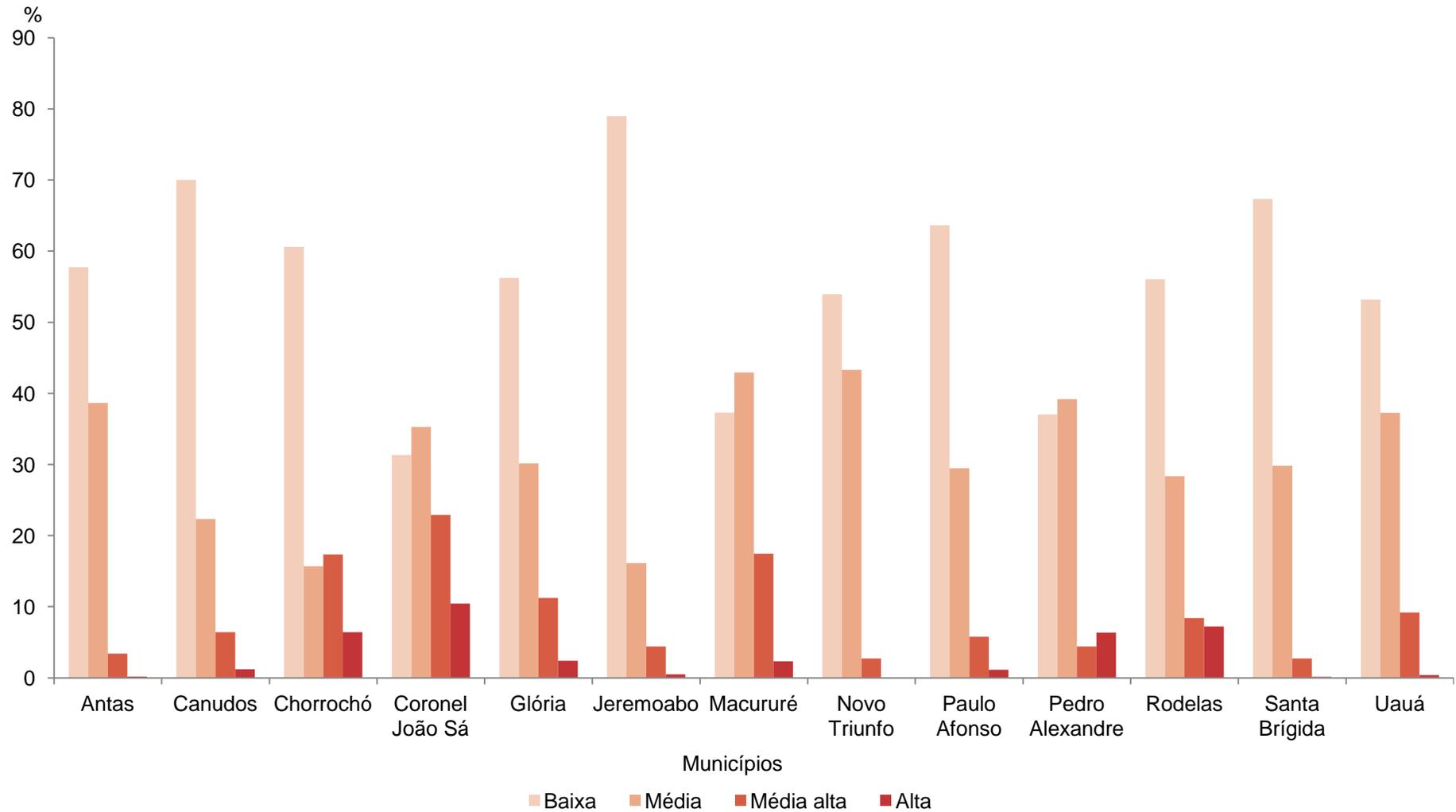


Gráfico 10 – Distribuição percentual das classes de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, por municípios – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas NDVI do período chuvoso – 2001 a 2012



Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A retirada da vegetação repetidas vezes e sem a recomposição imediata das espécies são condições importantes para a degradação ambiental das terras secas. No polo regional de Jeremoabo, há a destruição periódica da cobertura vegetal por queimadas e cortes ao preparar o solo para as lavouras e a substituição da vegetação nativa para a introdução de espécies alóctones, sobretudo para a agropecuária. A exposição dos solos as intempéries é uma pressão ambiental que gera os processos erosivos e reduz a capacidade de infiltração da água no solo. Este fato é agravado pelo sobrepastoreio, a partir da compactação do solo pelo peso do gado bovino (WARREN; MAIZELS, 1992). Estas pressões geram um estado de desequilíbrio ambiental, próprios de áreas desertificadas.

Nimer (1988) indicou que a pressão humana mais perigosa para reter a capacidade de resiliência das terras secas é a retirada da cobertura vegetal porque amplia os processos erosivos, pois:

a degradação [...] tem sido iniciada com a erradicação da vegetação natural, sobretudo nas áreas de terrenos não-planos, transformando os solos, até então protegidos, em solos completamente expostos a erosão acelerada que acompanha as chuvas e enxurradas na estação chuvosa. [...] Assim] a erosão acelerada constitui-se no impacto mais sério do homem sobre o meio ambiente (NIMER, 1988, p. 20).

A agricultura, a pecuária e a agropecuária configuram-se como as principais pressões humanas exercidas sobre o ambiente do polo regional de Jeremoabo, visto que acarretam efeitos diretos na cobertura vegetal. As consequências do desmatamento, queimada e de introdução de espécies ruderais contribuiram para a permanência do baixo índice de vegetação no período das chuvas, configuraram o estado de alta vulnerabilidade ambiental, podendo desencadear a desertificação.

5.4 Expressões socioeconômicas regionais e a desertificação

A desertificação é um problema complexo, por envolver uma série de fatores em sua concepção, consequências e solução. Constitui-se em uma rede interativa de elementos do meio biofísico e socioeconômico, em uma variedade de ações diretas e indiretas, que contribuem para iniciar, ampliar, mitigar e/ou converter os efeitos processuais da degradação das terras secas.

Em diferentes escalas temporais, os resultados da desertificação refletem nos dados socioeconômicos, em uma relação dialógica, pois a degradação das terras condiciona a precarização da sobrevivência humana, se expressa nos índices socioeconômicos, leva a sociedade apropriar-se intensamente do patrimônio ambiental; as situações convergem para intensificar a degradação e urgem respostas eficazes para enfrentar a desertificação, apesar de muitas ações priorizarem-se os efeitos e não nas causas. Há um entrelaçamento dos elementos biofísicos e socioeconômicos constituintes do processo de desertificação, porque os mesmos fatores condutores da desigualdade social, da desestabilização do atendimento social, levam a degradação ambiental, configurados no modelo de desenvolvimento vigente no Brasil e em grande parte dos países.

O estabelecimento relacional entre a evolução dos dados socioeconômicos com a desertificação não é uma tarefa fácil, pois os efeitos dos problemas ambientais ocorrem processualmente, em médio e curto prazo, atrelados às forças motrizes, às características ambientais e às vivências em cada ambiente. No entanto, aponta caminhos importantes para explicitar a vulnerabilidade da população aos efeitos da desertificação, em face às condições sociais e econômicas encontradas, como a evolução do produto interno bruto (PIB), a produção agropecuária, pobreza e programas assistências, cujas leituras sobre esses índices, indicadores e outros se encontram sistematizadas a seguir.

5.4.1 Estudos demográficos do polo regional de Jeremoabo

A ligação entre a demografia e a pressão ambiental não é direta. O crescimento demográfico constitui-se em uma variável dentro das demais, sendo importante acautelarse nas associações entre população e alterações ambientais e atentar-se ao sistema de produção e às relações (endógenas e exógenas) existentes, como: as técnicas e tecnologias

de uso do ambiente, econômicas, comerciais, políticas, culturais e outras, que convergem para corrigir, reduzir, permanecer ou agravar as condições do meio, associadas ao crescimento ou diminuição da população.

A análise da evolução dos números demográficos possibilita estudar a dinâmica populacional regional e subsidiar a elaboração de políticas de planejamento ambiental direcionadas para as áreas vulneráveis à desertificação, a exemplo do polo regional de Jeremoabo. As alterações no crescimento demográfico evidenciam diversas questões relacionadas ao acesso aos serviços e equipamentos educacionais, patrimônio ambiental, empregatícios, de saúde, saneamento ambiental, entre outras, importantes para elucidar informações frente aos fatores e respostas sobre a degradação ambiental.

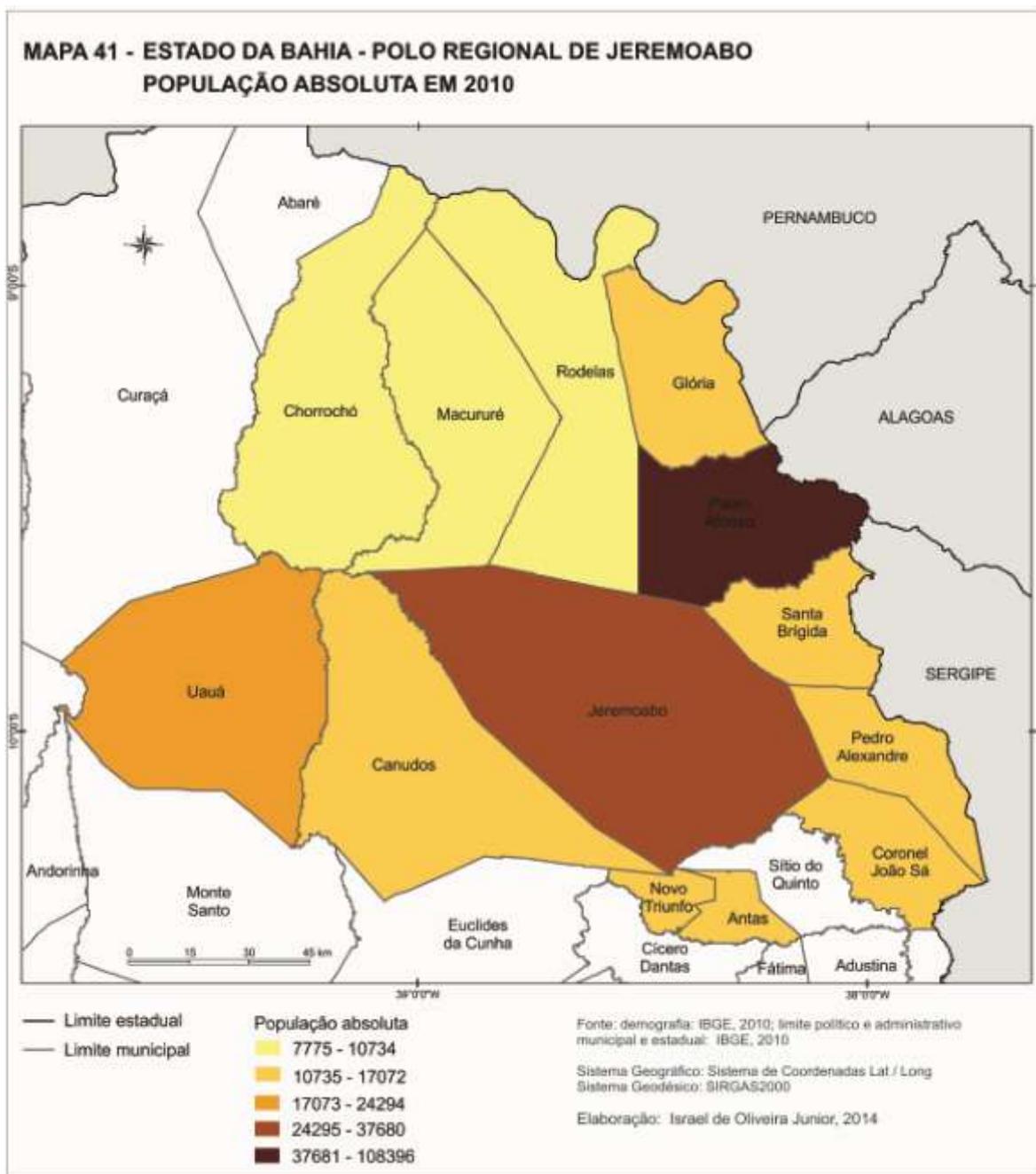
A quantidade populacional do polo regional de Jeremoabo, em 2010, foi de 309.004 habitantes, representou 2,1% da população total do Estado da Bahia e distribuiu-se distintamente entre os municípios regionais. Paulo Afonso possuiu a maior população do polo (cerca de 108,4 mil pessoas), três vezes superior a de Jeremoabo, o segundo mais populoso, com 37.680 habitantes (Mapa 41). Os demais municípios tiveram uma população inferior a 25 mil habitantes e Rodelas constituiu-se como o menos populoso (Mapa 41).

A densidade demográfica municipal na região é diversificada. Os municípios com valores mais altos são: Antas (53,1 hab/km²), Novo Triunfo (59,8 hab/km²) e Paulo Afonso (68,2 hab/km²); ao contrário de Canudos (4,9 hab/km²), Chorrochó (3,6 hab/km²), Macururé (3,5 hab/km²) e Rodelas (2,8 hab/km²), que apresentam os menores números. Alguns municípios da região, segundo Silva e Silva (2011), possuíram os inferiores índices de densidade demográfica do Estado da Bahia no ano de 2010.

O aumento população total do polo regional de Jeremoabo foi constante entre as décadas de 1970 e 2000 (Gráfico 11). Constatou-se o acréscimo acentuado do número de habitantes do polo nas primeiras décadas analisadas (Gráfico 11), as quais tiveram uma taxa relativa do crescimento em torno de 27% (1970-1980 e 1980-1991) e acompanharam a evolução quantitativa demográfica do estado da Bahia.

O maior incremento do número de habitantes aconteceu no município de Paulo Afonso em todos os censos demográficos analisados e foi mais intenso nas primeiras décadas. Entre alguns fatores de atração humana para o referido município, encontrou-se o dinamismo econômico condicionado pela construção e funcionamento do complexo Paulo

Afonso, constituído por cinco hidroelétricas em operação e integrantes do sistema energético da CHESF.

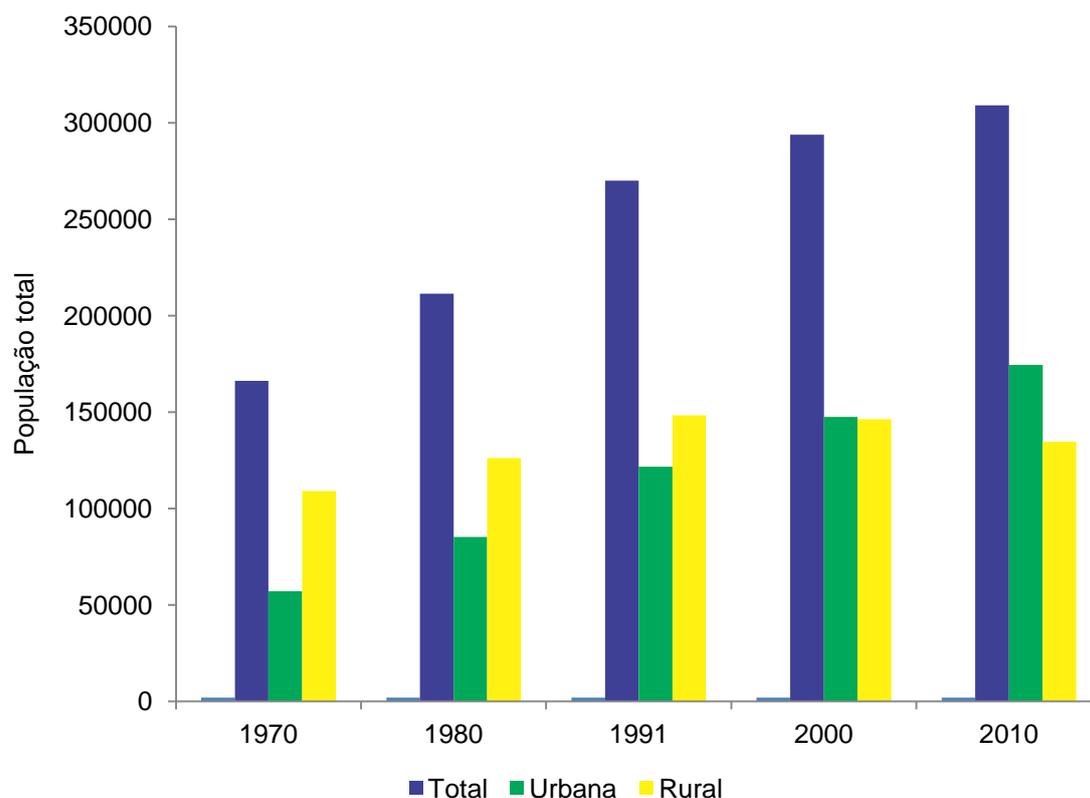


Já, em alguns municípios a taxa relativa do crescimento da população constituiu-se negativa, como nas décadas de:

- i) 1970-1980: Antas (-20%), Chorrochó (-6%), Macururé (-18%) e Rodelas (-4%);
- ii) 1980-1991: Antas (-18%);

- iii) 1991-2000: Coronel João Sá (-13%), Macururé (-6%), Pedro Alexandre (-3%), Santa Brígida (-13%) e Uauá (-8%).

Gráfico 11 – Evolução da população total, urbana e rural no polo regional de Jeremoabo – 1970 a 2010

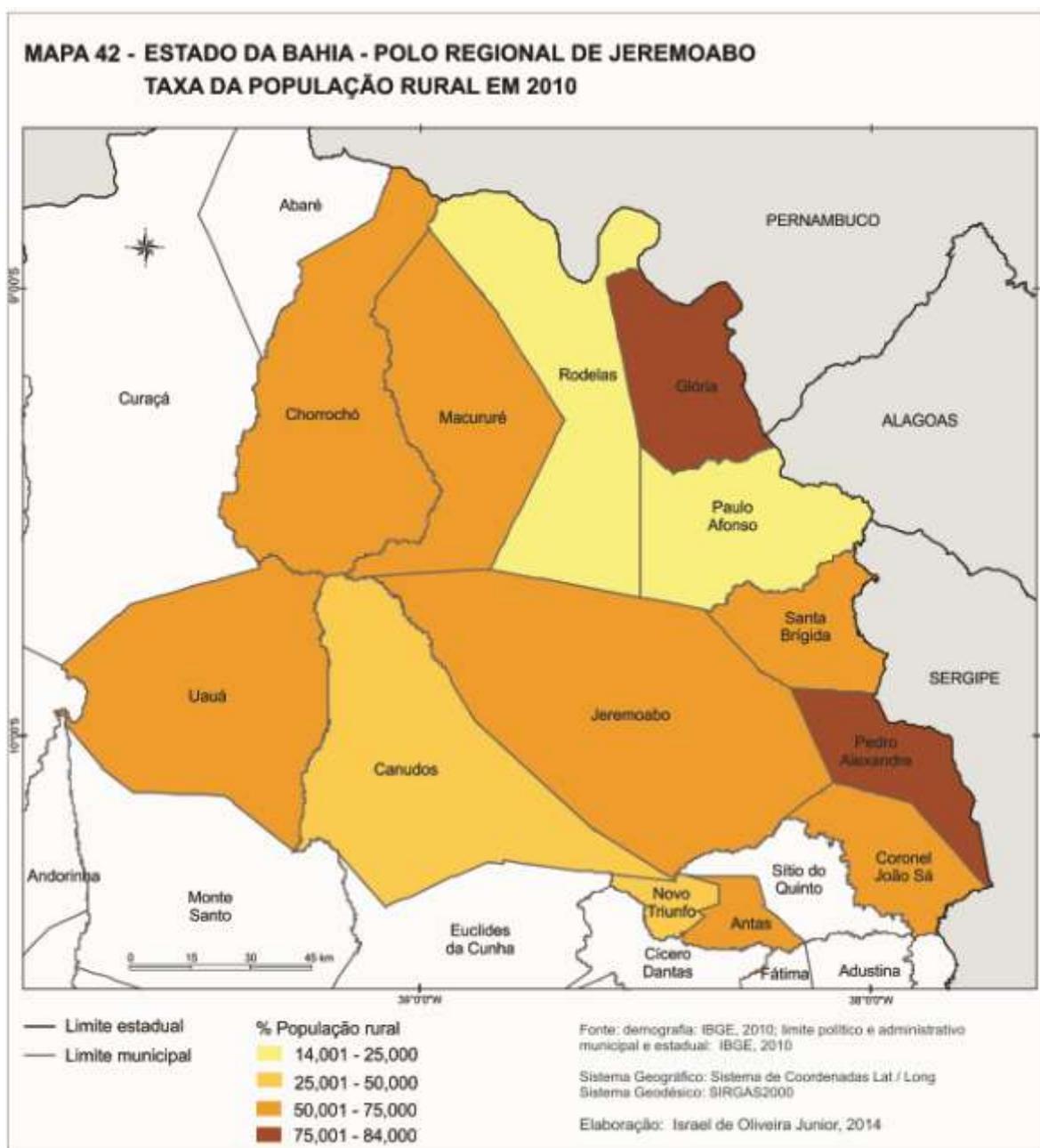


Fonte: IBGE. SIDRA. Censo demográfico, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Nos censos demográficos ocorridos no intervalo de 1970 a 1990, a população rural regional superou a população urbana e, a partir de 2000, ela possuiu números inferiores (Gráfico 11). A expansão populacional urbana em Paulo Afonso contribuiu fortemente para elevar a população urbana regional. Nas últimas décadas, acompanhando uma tendência baiana, houve um decréscimo da população rural no polo regional de Jeremoabo. Em alguns municípios, se intensificou o retrocesso na taxa do crescimento populacional rural e apenas Antas, Chorrochó e Paulo Afonso converteram-se em exceção, pois apresentaram valores, respectivamente, em torno de 18%, 1% e 8%.

No entanto, em 2010, somente os municípios de Canudos, Novo Triunfo, Paulo Afonso e Rodelas detiveram uma taxa de população urbana superior à rural (Mapa 42). Isso mostrou os intensos vínculos sociais, culturais e econômicos agropecuários,

constituindo as atividades agrícolas e pecuaristas de importância para a maioria dos municípios regionais.



5.4.2 Vulnerabilidade da economia: a produção agropecuária regional

A concepção sistêmica aponta para a integração dos elementos e processos do meio ambiente e indica que o diálogo entre o homem, a biota e meio físico é importante por

elucidar questões referentes à paisagem. No contexto do estudo da desertificação, os indicadores sociais são destacáveis, por evidenciar as forças motrizes, pressão, estados, impactos e respostas frente à degradação das terras secas.

No desencadeamento das atividades produtivas, a sociedade reconfigura o meio físico e biológico e dá gênese a outras características ambientais. Em algumas áreas do polo regional de Jeremoabo, há aspectos ambientais indicadores de um estado de desequilíbrio e destacam os cenários em degradação. Nesses, os processos interativos homem e meio desencadeiam impactos em todo o ambiente e requalificam situações ambientais verificadas a partir da avaliação de dados sociais e econômicos, que possibilitam constatar que o homem, ser social, inclui-se nas causas e sofre com as consequências da degradação.

As atividades da pecuária extensiva e, em uma fase posterior, a agricultura de subsistência e a agropecuária foram fatores motivadores para a ocupação do polo regional de Jeremoabo no início do período colonial do Brasil. Nos dias atuais essas atividades desencadeiam um papel econômico regional destacável, pois muitos municípios tem uma economia baseada, sobretudo, em atividades agrícola e pastoril. É por isso que se acredita que os resultados da produção agrícola e pecuarista, explícitos em dados estatísticos, revelam os impactos da degradação no polo regional de Jeremoabo e indicam os níveis de vulnerabilidade ambiental à desertificação por municípios.

Para a análise da vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo serão analisados os dados referentes à pecuária bovina, caprina e ovina e aos cultivos temporários de feijão e milho, porque eles são os produtos agropecuários preponderantes na região. Os dados foram examinados em um intervalo de 11 anos, entre 2001 e 2011. Destacou-se esse período pela disponibilidade deles e pela possibilidade de relacioná-los com um conjunto de informações incluso nesta pesquisa, como o NDVI e dados climáticos do PROCLIMA (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013).

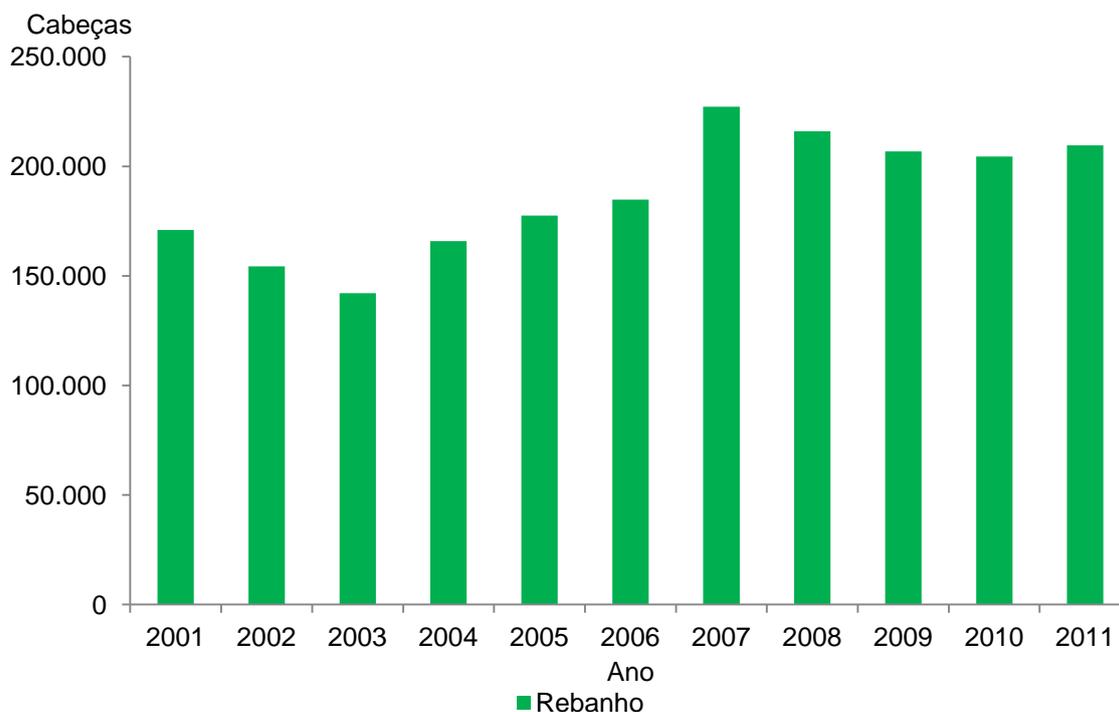
No processo de ocupação, os conteúdos políticos destacaram a seca como o principal fator dos problemas da região e delegaram a *escassez* natural da água como a causa da inoperância dos serviços sociais e das políticas governamentais fracassadas para a sociedade e economia. Neste processo, muitas medidas não privilegiaram o desencadeamento de orientação técnica por parte do Estado para possibilitar a produção agrícola e pecuária durante todo ano. Assim, na região sobressaem as culturas agrícolas

temporárias que ocorrem em função das precipitações pluviométricas. Em anos de seca, a produção agropecuária sofre impactos negativos diretos que desestruturaram a economia regional e os serviços sociais.

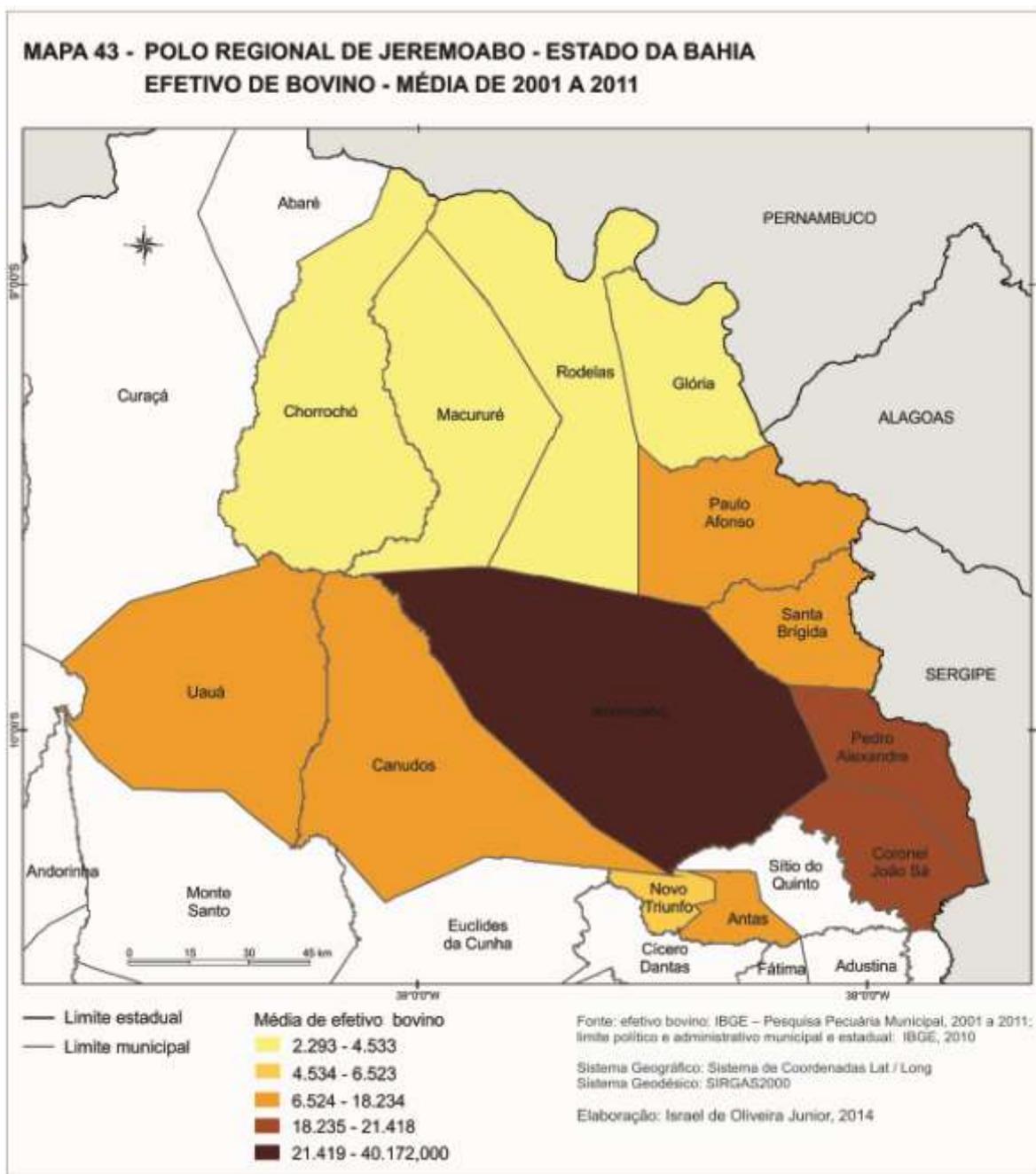
A pecuária bovina impulsionou a conquista da região e é uma atividade importante para a economia local. No cenário estadual, a média do desempenho regional representou cerca de 2% da produção total baiana para o período analisado. Jeremoabo é o município que possuiu a maior média de efetivo bovino do polo entre os anos de 2001 e 2011, com um número, no mínimo, duas vezes acima do que os demais municípios (Mapa 43). A menor quantidade de bovinos encontrou-se no norte da região, em Chorrochó, Glória, Macururé e Rodelas (Mapa 43).

Em todos os municípios regionais, há pequenas alterações do efetivo de rebanhos bovino anuais, seguindo uma tendência baiana (Gráfico 12). Verificou-se a menor quantidade de gado bovino em 2003 (Gráfico 12), ano considerado o mais seco entre 2001 e 2011, de acordo com os dados climáticos do PROCLIMA (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013). A queda mais acentuada encontrou-se em Uauá, onde a quantidade de bovinos no ano de 2002 foi de 20.709 e, em 2003, de 7.943, logo aumentando no ano subsequente.

Gráfico 12 – Efetivo médio bovino do polo regional de Jeremoabo entre os anos de 2001 e 2011



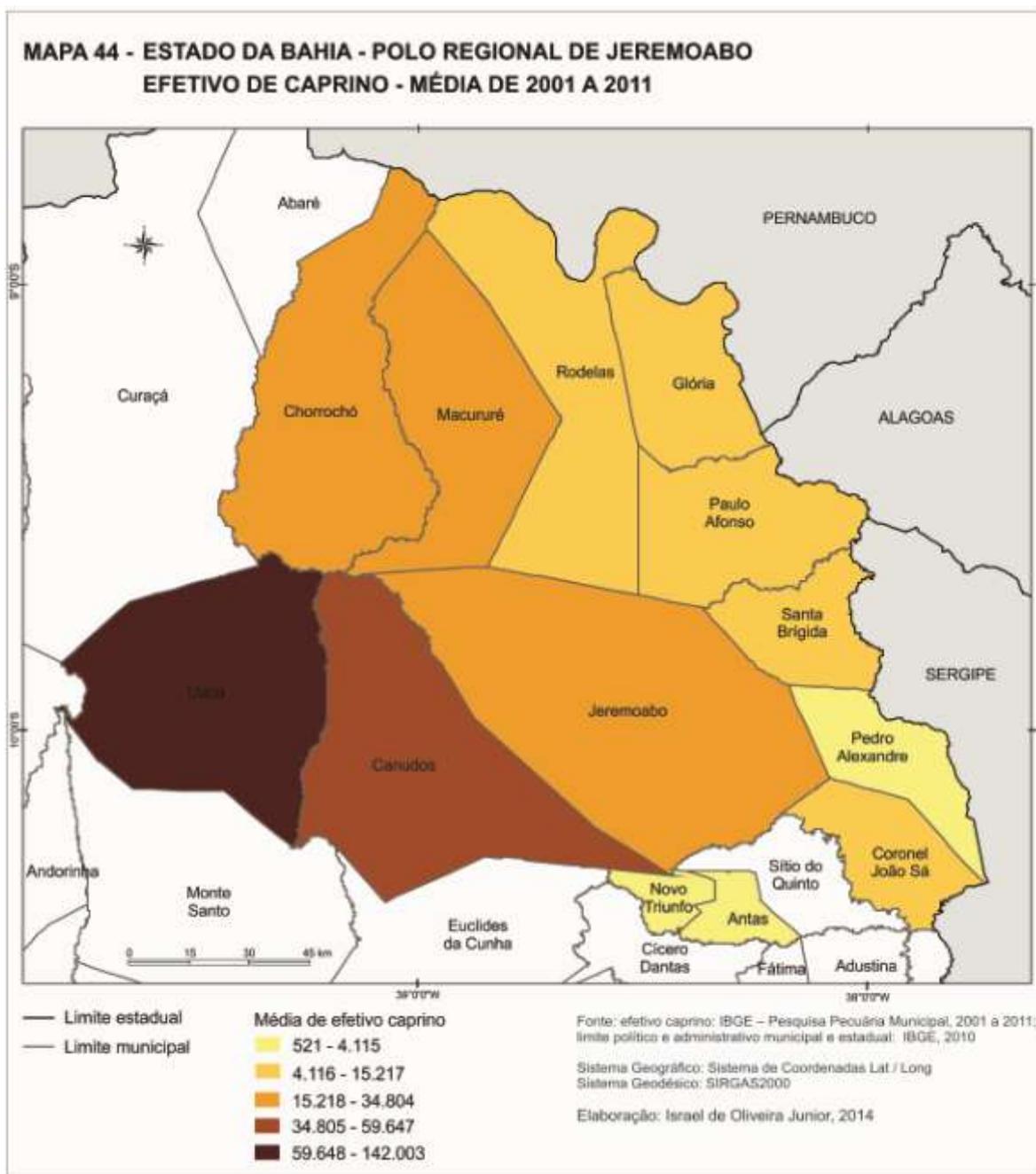
Fonte: IBGE. SIDRA. Pesquisa Pecuária Municipal, 2001-2011
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014



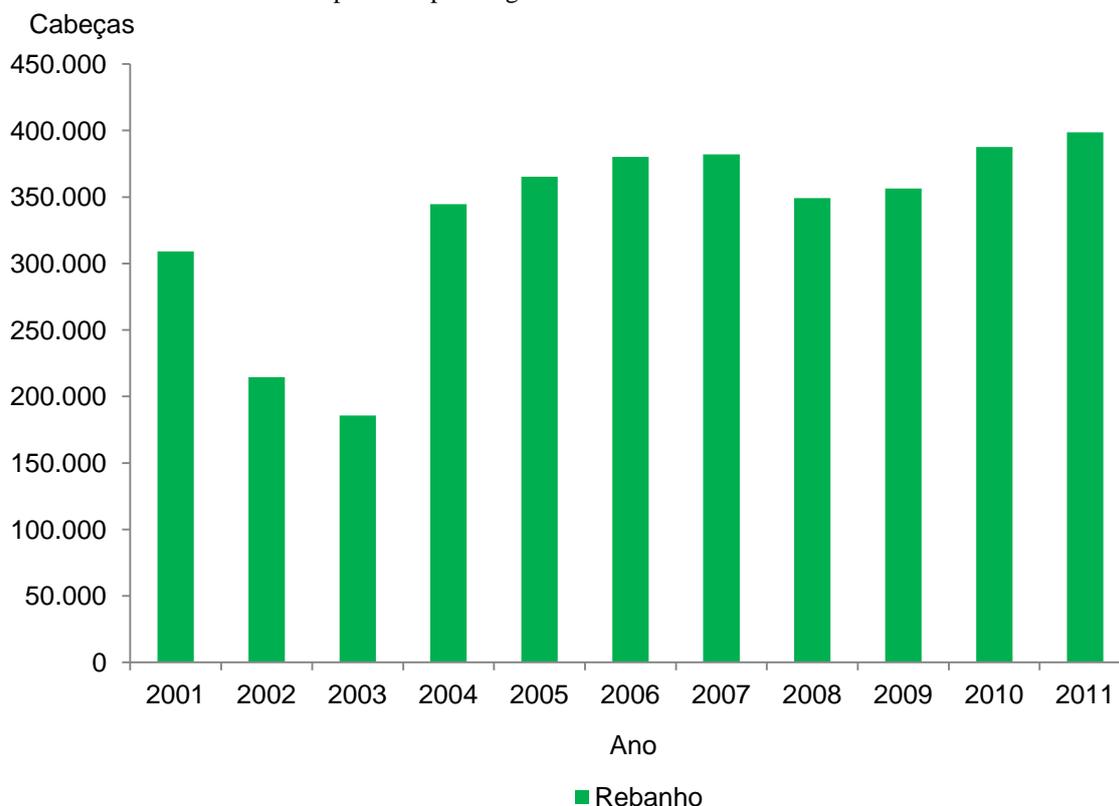
As políticas governamentais priorizaram a pecuária caprina e ovina para o semiárido da Bahia. No discurso político, a razão do incentivo à ovinocaprinocultura denotou a adaptação dos animais às condições ambientais semiáridas e, em 2003, lançou-se o projeto Cabra Forte, com a parceria entre o governo estadual e federal, com o propósito de aumentar a renda dos pequenos produtores rurais (BRASIL, 2006; LIMA, 2008). Alguns municípios inclusos no polo regional de Jeremoabo foram assistidos pelo programa Cabra Forte a partir de ações relacionadas à infraestrutura hídrica, ao manejo e ao melhoramento genético do rebanho (BRASIL, 2006).

Lobão e Silva (2013) demonstraram que a produção caprina do semiárido da Bahia correspondeu a uma média de 97% da produção da Bahia e de 38% do Brasil entre os anos de 1996 e 2006. No polo regional de Jeremoabo, a pecuária caprina e ovina é extensiva, sem práticas de manejos, o que tem constituído em fatores de pressão ambiental.

Em relação à quantidade de cabeças, o rebanho caprino destacou-se entre as atividades pecuarista para o polo regional de Jeremoabo, ao possuir o maior efetivo entre os anos de 2001 e 2011. A região é uma grande produtora caprina, onde a média do desempenho regional no período analisado constituiu mais de 10% do rebanho estadual, e o bode, a cabra e os produtos derivados são comercializados em muitos municípios da Bahia. A maior quantidade de caprinos nos anos avaliados encontrou-se em Uauá, seguido por Canudos, que possuiu um total inferior de 42% (Mapa 44). O menor efetivo caprino achou-se no sul, nos municípios de Antas, Novo Triunfo e Pedro Alexandre (Mapa 44).

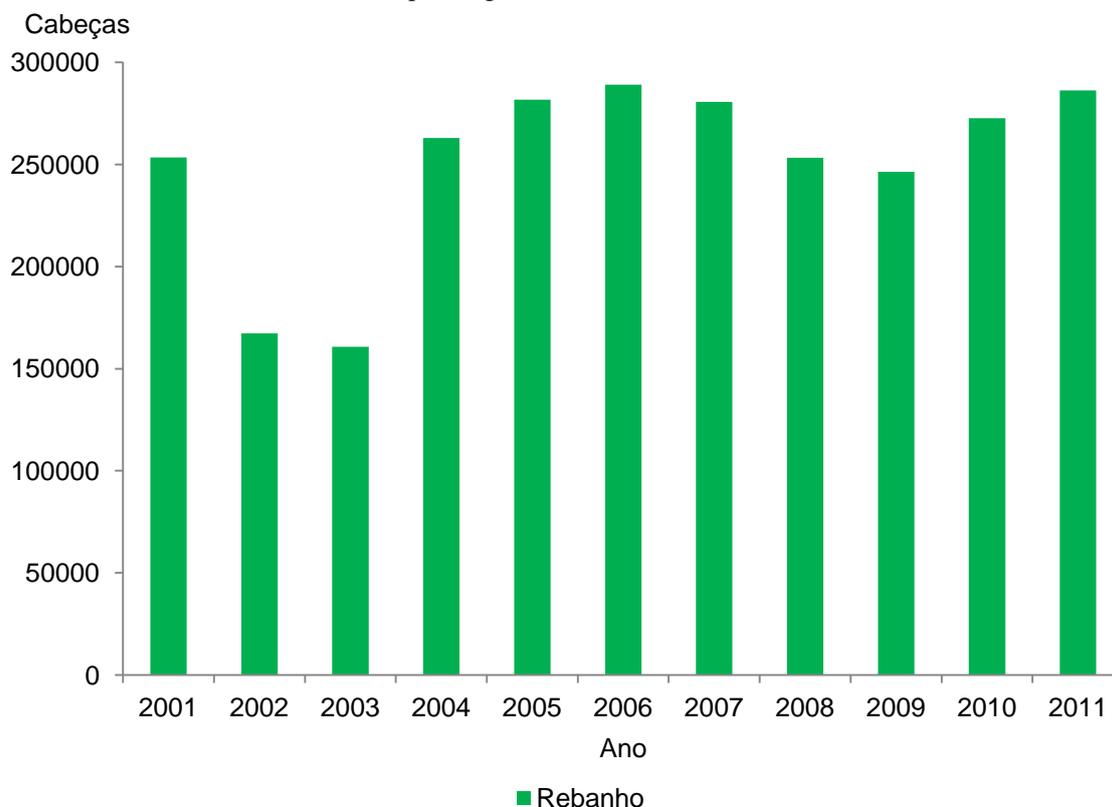


A produção caprina oscilou entre os anos do período analisado (Gráfico 13) e, em 2003, ano de seca, possuiu o menor efetivo. O maior impacto ocorreu, novamente, no município uauaense, com uma redução de 28,8 mil cabeças entre 2002 e 2003. Logo no ano posterior, a produção regional cresceu e as maiores quantidades de bovinos e caprinos sucederam nos anos de 2006, 2007, 2010 e 2011 (Gráfico 13).

Gráfico 13 – Efetivo médio caprino do polo regional de Jeremoabo entre os anos de 2001 e 2011

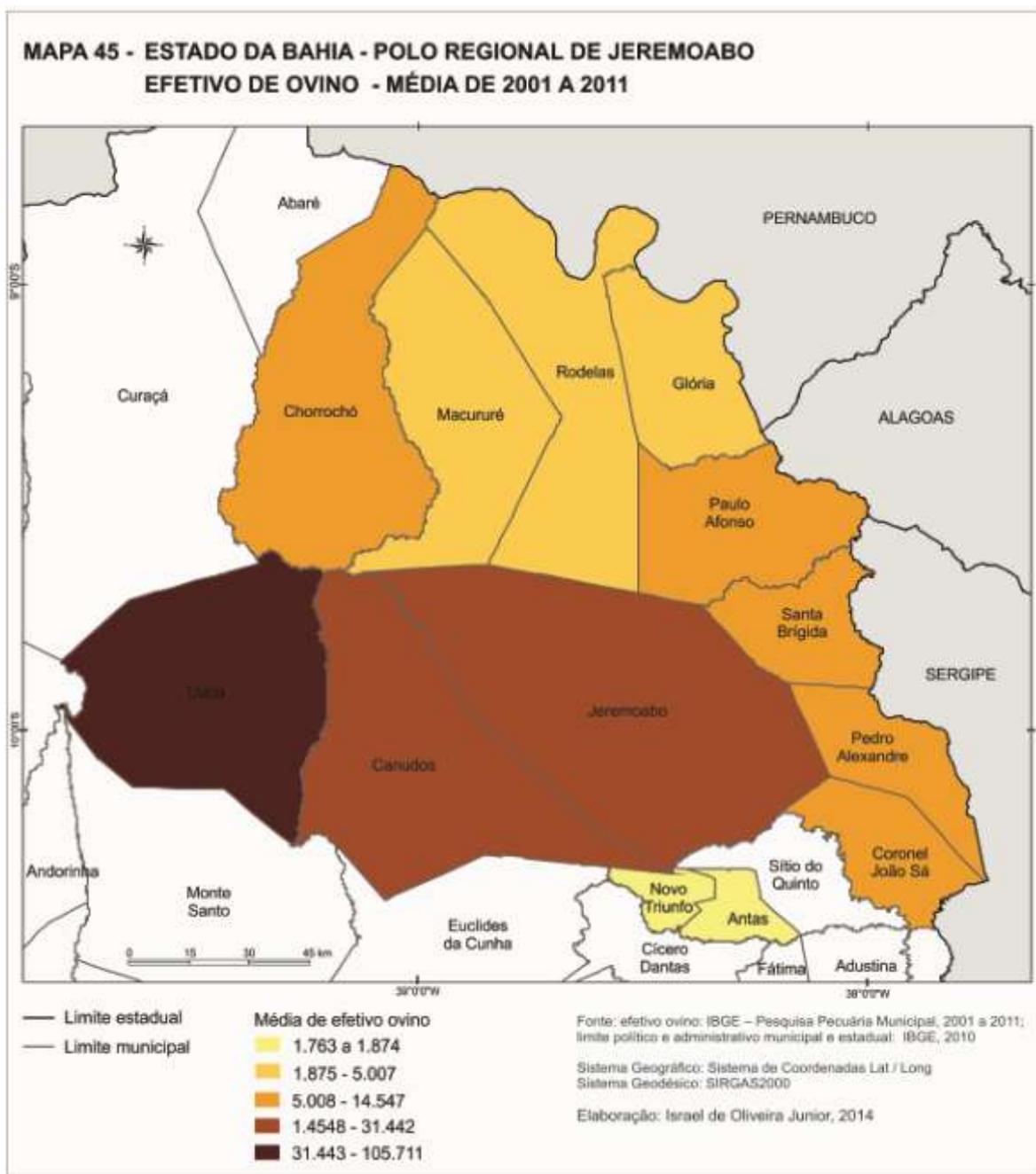
Fonte: IBGE. SIDRA. Pesquisa Pecuária Municipal, 2001-2011
 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A prática da ovinocultura na região é uma alternativa econômica regional de destaque no estado, visto que entre os anos de 2001 e 2011 a atividade correspondeu a uma média de 8,3% da produção baiana. A variação do número de cabeças entre os anos pesquisados foi evidente e os menores efetivos ocorreram em 2002 e 2003, respectivamente 167.268 e 160.736 ovelhas, restabelecendo no ano ulterior (Gráfico 14). A maior queda da produção foi em Uauá, o que se repetiu em outras atividades da pecuária, como a bonivocultura e caprinocultura. A produção superior da ovinocultura aconteceu nos anos de 2006, 2007 e 2011, todos acima de 280 mil cabeças (Gráfico 14).

Gráfico 14 – Efetivo médio ovino do polo regional de Jeremoabo entre os anos de 2001 e 2011

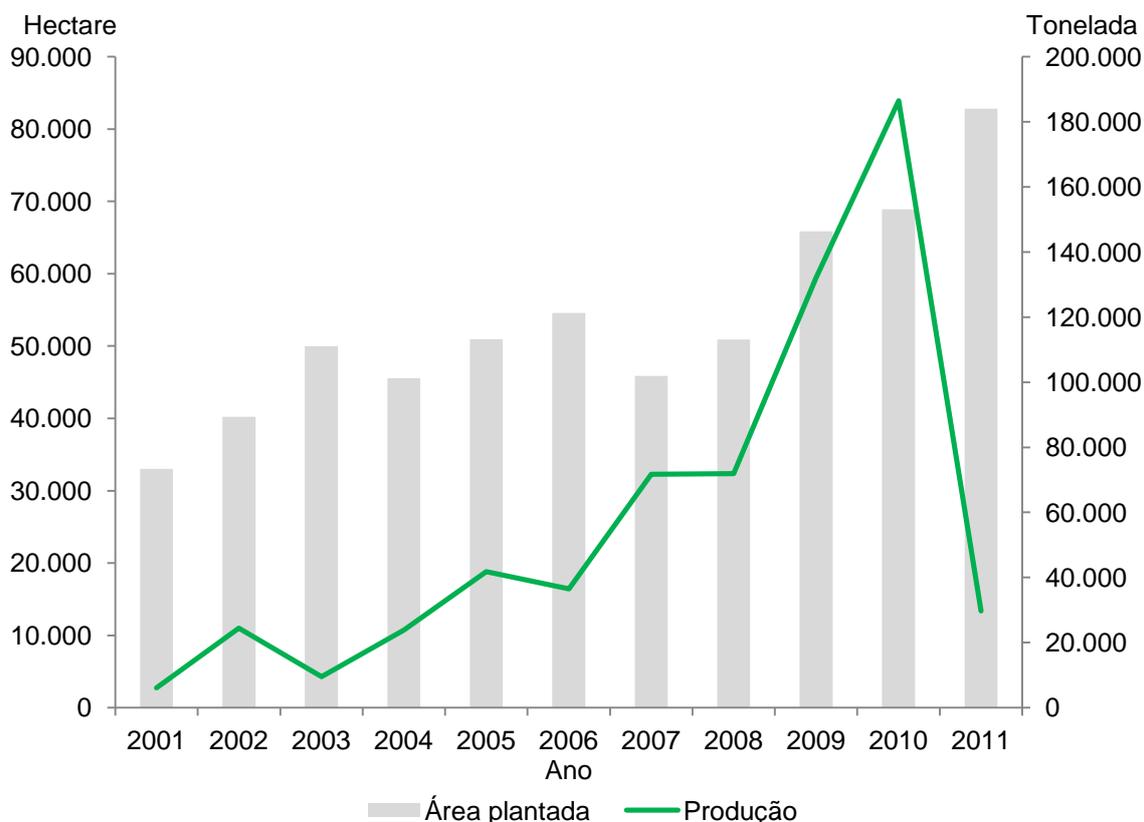
Fonte: IBGE. SIDRA. Pesquisa Pecuária Municipal, 2001- 2011
 Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

O maior efetivo de ovinos encontrou-se em Uauá no período analisado, o qual representou 42% da produção regional; em contraposição a Antas e a Novo Triunfo, que possuíram uma média de efetivo de ovinos inferior a 20,7 mil e juntos corresponderam a 5,4% do total de ovinos na região (Mapa 45). Lobão e Silva (2013) indicaram que a média produtiva uauaense entre os anos de 1996 e 2006 o colocou como o terceiro maior produtor da ovinocultura entre os municípios da região semiárida da Bahia.



O cultivo de milho preponderante na região é temporário e ocorre no período das chuvas regionais. Devido ao condicionamento das chuvas, há uma oscilação marcante na produção agrícola regional (Gráfico 15). Em muitos anos, cresce a área plantada, mas não a quantidade produzida, como foi o caso do ano de 2003. Nesse, houve um acréscimo de 9,7 mil hectares para a plantação e uma redução 14,9 mil toneladas de milho em relação ao ano anterior (Gráfico 15). A situação mais evidente de menor produtividade ocorreu em 2011, ano em que a cultura do milho foi plantada em 82,8 mil hectares de terras e apenas produziu-se 29,7 mil toneladas de grãos (Gráfico 15).

Gráfico 15 – Área plantada (hectare) e quantidade produzida (toneladas) de milho no polo regional de Jeremoabo – média entre os anos de 2001 e 2011

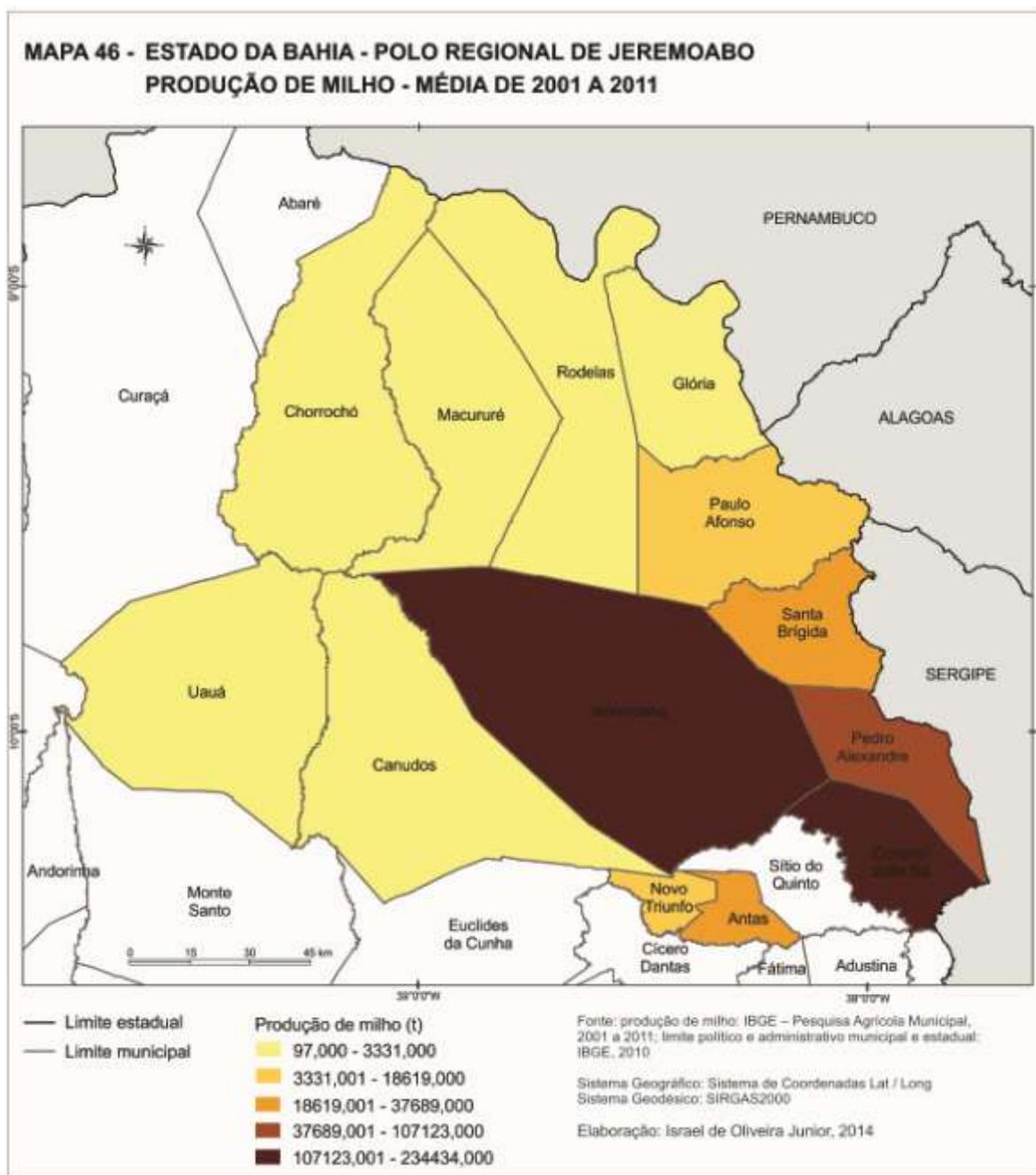


Fonte: IBGE. SIDRA. Pesquisa Agrícola Municipal, 2001-2011
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

A produção inferior de milho ocorreu em 2001, 2002, 2003, 2004 e 2011 (Gráfico 15) e apresentou-se mais diminuta justamente nos municípios de Coronel João Sá, Jeremoabo e Pedro Alexandre, os quais constituem os maiores produtores do grão – média entre 2001 e 2011 (Mapa 46). Nesses, identificou-se o menor índice pluviométrico nos anos citados (entre 2001 e 2011), sendo que, em 2001, a quantidade de chuva permaneceu no intervalo de 300 mm a 427 mm (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013).

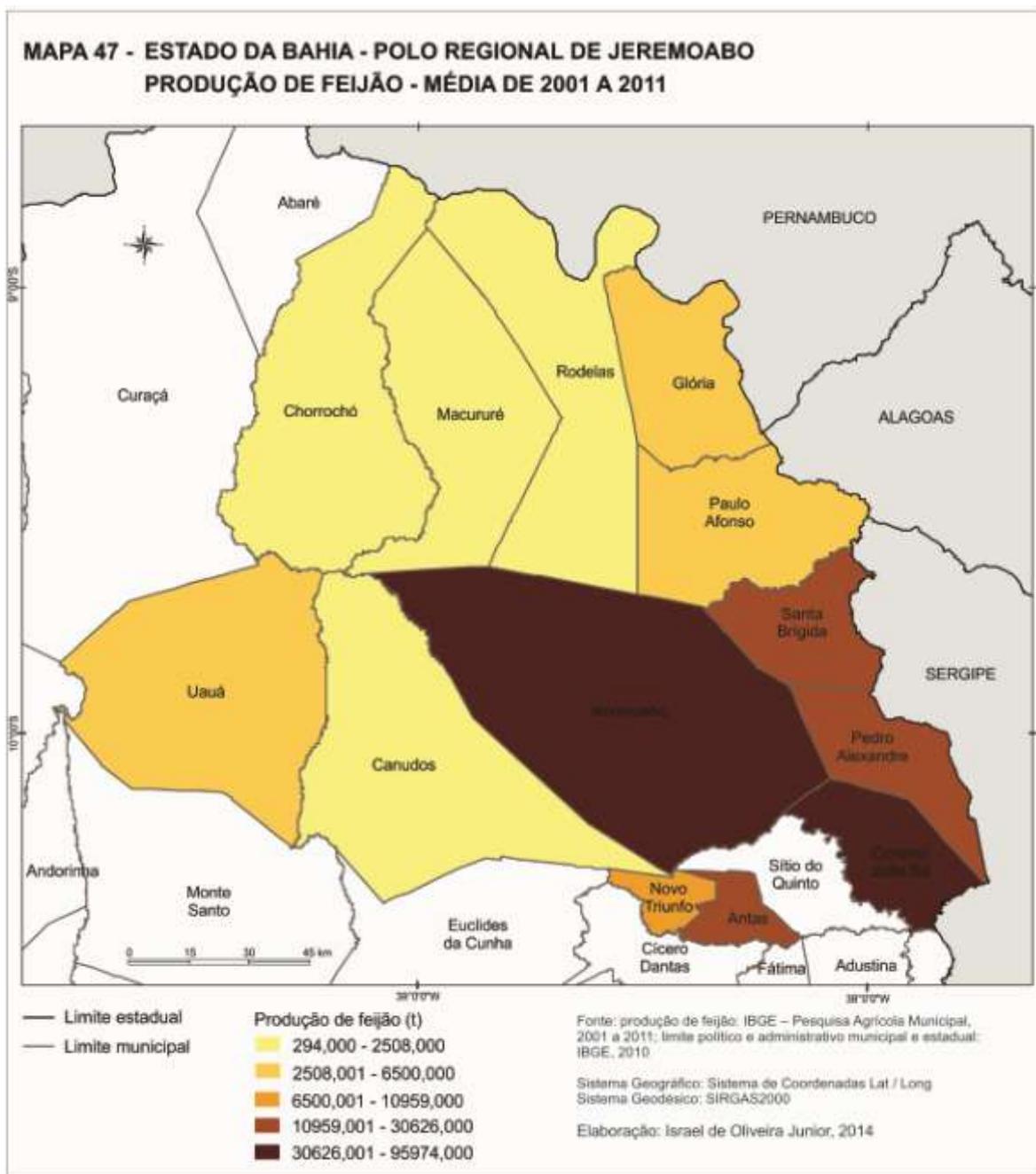
A maior produção de milho aconteceu em 2009 e 2010, anos com um desempenho excepcional da produtividade. No polo regional de Jeremoabo é marcante a ampliação das áreas destinadas ao cultivo temporário do grão, uma oscilação acentuada da produção e uma baixa produtividade do cultivo (Gráfico 15). Geralmente, a produtividade regional do milho é pequena (Gráfico 15) e suscetível às estiagens pluviométricas. Quando chove menos, produz-se pouco milho, denotando que os agricultores encontram-se vulneráveis à ineficiência política regional de enfrentamento da seca. Os municípios que tem a menor

quantidade produzida de milhos (Mapa 46) possuem baixo índice pluviométrico, com uma quantidade anual inferior a 482 mm ao ano (SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA, 1999).



O cultivo de feijão na região representou uma média 6,4% da produção total da Bahia nos anos de 2001 a 2011 e Jeremoabo e Coronel João Sá detém a maior quantidade produzida entre os municípios do polo (Mapa 47). Canudos, Chorrochó, Macururé, Glória, Paulo Afonso, Rodelas e Uauá possuíram uma produção inferior a 6,5 mil toneladas (Mapa

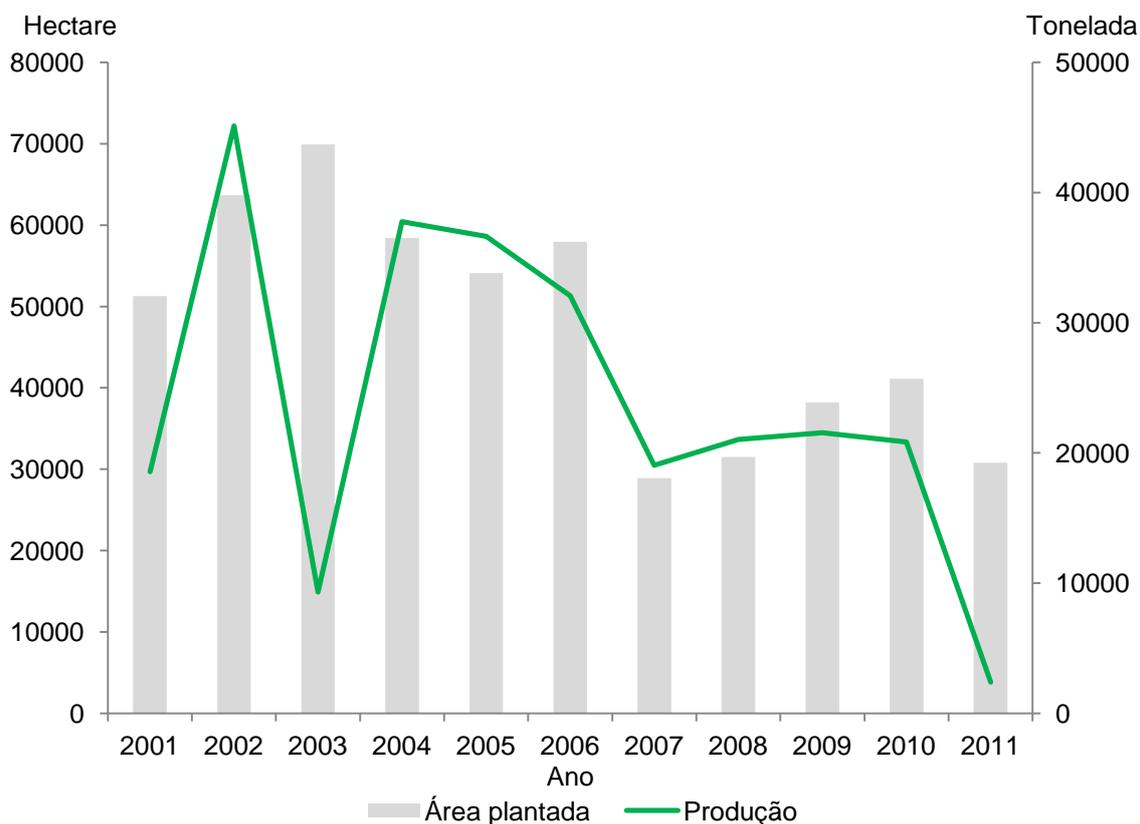
47), onde se constatou um índice pluviométrico diminuto nos anos de 2001 e 2011 (INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2013).



O processo de produção de feijão no polo regional de Jeremoabo é inconstante, pois a área plantada e a produção são instáveis no período estudado (Gráfico 16). A maior produção ocorreu no ano de 2002, em oposição à quantidade produzida no ano de 2011, inferior a 24 mil toneladas (Gráfico 16). Em 2003, os impactos da seca e das políticas ineficientes de enfrentamento das estiagens pluviométricas ocasionaram uma queda

acentuada da produção, apesar de a área destinada para o cultivo da leguminosa neste ano ser a mais alta de todo o período avaliado.

Gráfico 16 – Área plantada (hectare) e quantidade produzida (toneladas) de feijão no polo regional de Jeremoabo – média entre os anos de 2001 e 2011



Fonte: IBGE. SIDRA. Pesquisa Agrícola Municipal, 2001-2011
Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Para a análise sobre a desertificação, os dados estatísticos da pecuária são importantes. No entanto, a inexistência de informações sobre a área de pastagem dificulta aferir sobre o sobrepastoreio, que é um fator de pressão ambiental destacável na literatura sobre a degradação das terras secas.

Na região, as atividades agropastoris estão sob a condição da ocorrência das chuvas, pois as políticas existentes denotam ineficiência para a convivência com a seca. No ano de 2003, marcado pela seca intensa em alguns municípios da região, registrou-se, neste estudo, uma queda acentuada da produção bovina (Gráfico 12), caprina (Gráfico 13), ovina (Gráfico 14), de milho (Gráfico 15) e de feijão (Gráfico 16), além da pequena dimensão espacial do intervalo mais alto do NDVI no período chuvoso (Mapa 15).

Em anos de inexistência de chuvas morrem animais (Figura 29) e perde-se a produção agrícola (Figura 29), decorrendo em uma desestruturação socioeconômica e no aumento da pressão ambiental, pois aumenta a busca pela utilização do patrimônio ambiental. Entre os anos de 2012 e 2013, por exemplo, ocorreu a seca mais severa nos últimos 47 anos no estado da Bahia. As implicações da seca, agravadas pela ineficiência das ações públicas, verificaram-se no polo regional de Jeremoabo, a partir da dizimação de rebanhos bovinos (Figura 29) e das lavouras (Figura 30).

Figura 29 – Morte de animais, nos limites municipais de Macururé e Rodelas – Bahia. A seca ocorrida no ano de 2012 denotou a permanência espaço-temporal da ineficiência das políticas para a convivência com fenômenos ambientais intrínsecos ao semiárido da Bahia, com a permanência de paisagens desastrosas



Fonte: Israel de Oliveira Junior, novembro de 2012

Os animais morrem por falta de água e comida e os agricultores e os pecuaristas enxergam o patrimônio deles dissipar. Há uma desestruturação econômica e social, devido à redução da renda para a aquisição de materiais e de serviços para a satisfação de necessidades vitais, como as alimentares e de saúde. As provas permanecem: da ineficácia e irresponsabilidade secular dos governos em desenvolver práticas assistenciais

permanentes para a convivência com seca no semiárido baiano. Assim, aumenta-se a vulnerabilidade do ambiente à desertificação e circunscreve que todos os municípios encontram-se vulneráveis às políticas, sobretudo, governamentais. Nisso, percebeu-se que os elementos integradores do ambiente vivem em interação dialética, e no estudo da degradação das terras secas é importante relacionar informações sobre o meio biofísico e socioeconômico.

Figura 30 – Lavoura de milho dizimada, no leste do município de Jeremoabo – Bahia. As imagens das implicações calamitosas da seca ainda são comuns no estado da Bahia, as quais denotam, sobretudo, a ineficiência ou inexistência de políticas de planejamento para a convivência com o fenômeno, que integra a dinâmica ambiental do polo regional de Jeremoabo



Fonte: Israel de Oliveira Junior, novembro de 2012

5.4.3 Produto interno bruto (PIB) e repercussões econômicas regionais

O produto interno bruto (PIB) dos municípios é um indicador econômico, calculado pela soma monetária de todos os bens e serviços finais produzidos nos setores agropecuários, industriais e de serviços em um limite territorial municipal, durante um

período. Para a definição dos PIB municipal do Brasil, o IBGE, em parceria com instituições governamentais, mensura os valores agregados à produção das atividades econômicas descritas no quadro 23.

Quadro 23 – Atividades econômicas agregadas ao produto interno bruto (PIB) municipal

Setores da economia	Atividades econômicas
Agropecuária	Extrativa vegetal, horticultura, indústria rural, investimentos em matas plantadas e em culturas permanentes, lavoura permanente, lavoura temporária, pecuária, pesca, produção particular do pessoal residente no estabelecimento rural, serviços auxiliares da agropecuária e silvicultura
Indústria	Construção civil, extrativa mineral, serviços industriais de utilidade pública, transformação
Serviços	Administração pública, alojamento e alimentação, atividades imobiliárias e serviços prestados às empresas, comércio, comunicações, serviços financeiros, transportes e demais serviços.

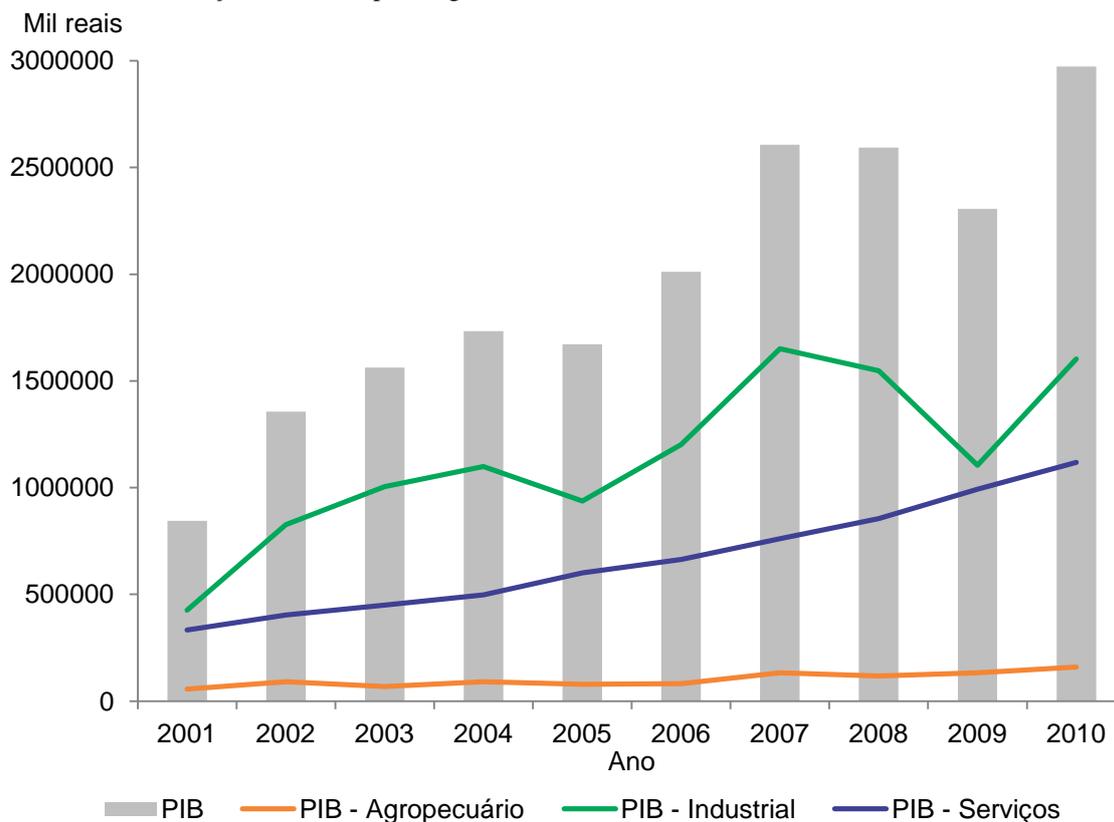
Fonte: IBGE, 2004

A variação anual do PIB no polo regional de Jeremoabo demarcou uma instabilidade econômica regional (Gráfico 17). Há sequências de anos em que o índice possuiu uma sucessão de crescimento positivo, como foi o caso dos anos de 2001 a 2004, com uma queda em 2005 (Gráfico 17). Logo, o crescimento retornou, interrompendo-se nos anos de 2008 e 2009. A partir do ano de 2007, a crise econômica financeira mundial impactou negativamente no desempenho econômico brasileiro (IBGE, 2011), com efeitos vistos, sobretudo, em 2009 no polo regional de Jeremoabo. O maior valor anual do PIB ocorreu no ano de 2010, em torno dos 2,97 milhões de reais (Gráfico 17).

As atividades do setor industrial influenciaram fortemente para a oscilação entre as taxas relativas de crescimento nos anos analisados, apresentando valores negativos e positivos, como nos seguintes:

- i) 2001-2002 e 2009-2010: as taxas relativas de crescimento foram positivas, superiores a 31%;
- ii) 2003-2004, 2006-2007 e 2007-2008: as taxas relativas crescimento do PIB apresentaram-se negativas.

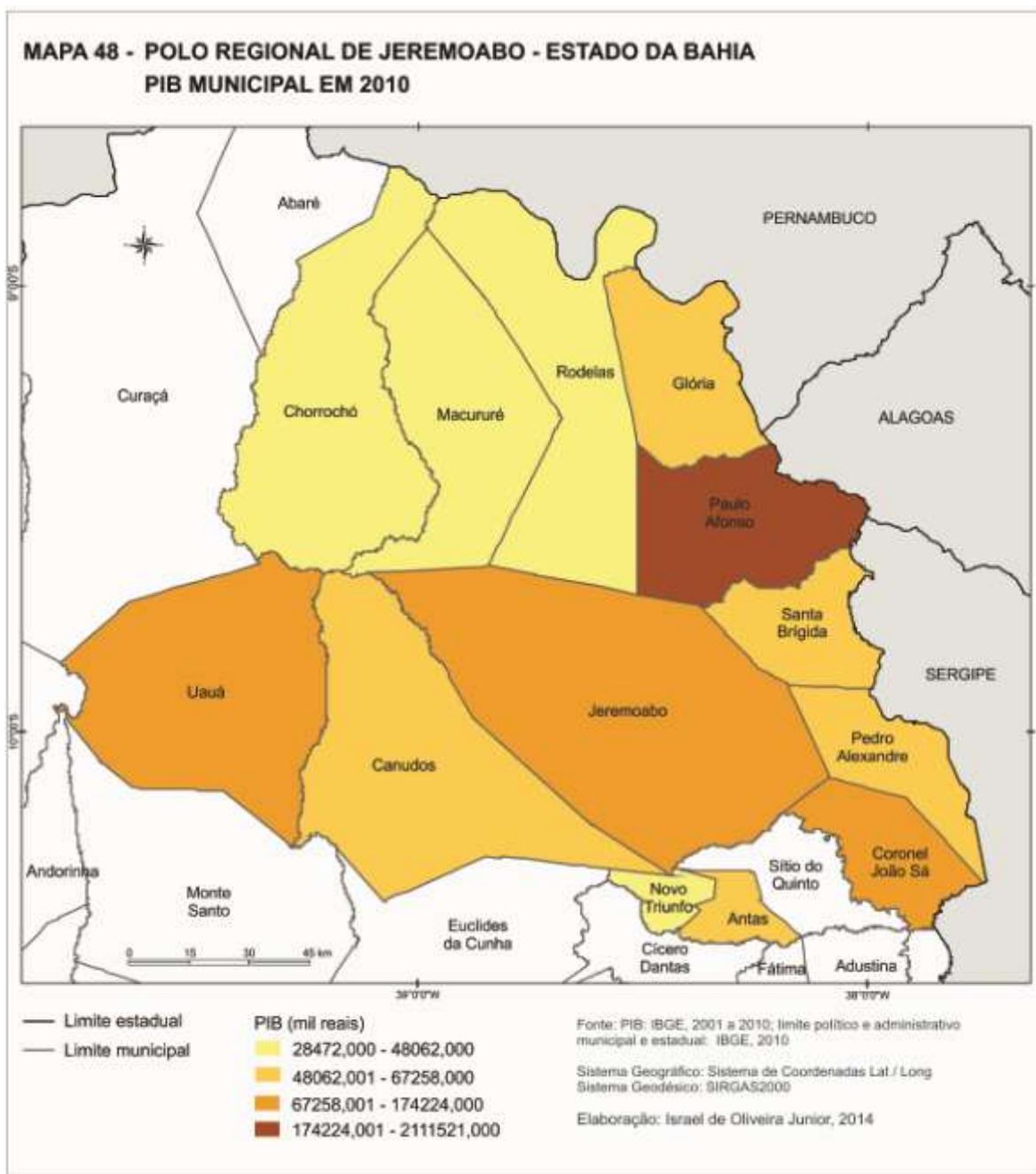
Em contrapartida, os PIB dos setores agropecuários e de serviços contrastam com o industrial (Gráfico 17). Embora, os valores adicionados pelas atividades agropecuárias sejam inferiores às demais (Gráfico 17), tendo uma média de contribuição para o período de cerca de 5%, há uma estabilidade deles anualmente. Já as atividades dos setores de serviços possuíram em todos os anos uma taxa de crescimento positiva (Gráfico 17), em um ritmo médio de 13%.

Gráfico 17 – Evolução do PIB no polo regional de Jeremoabo – 2001 a 2010

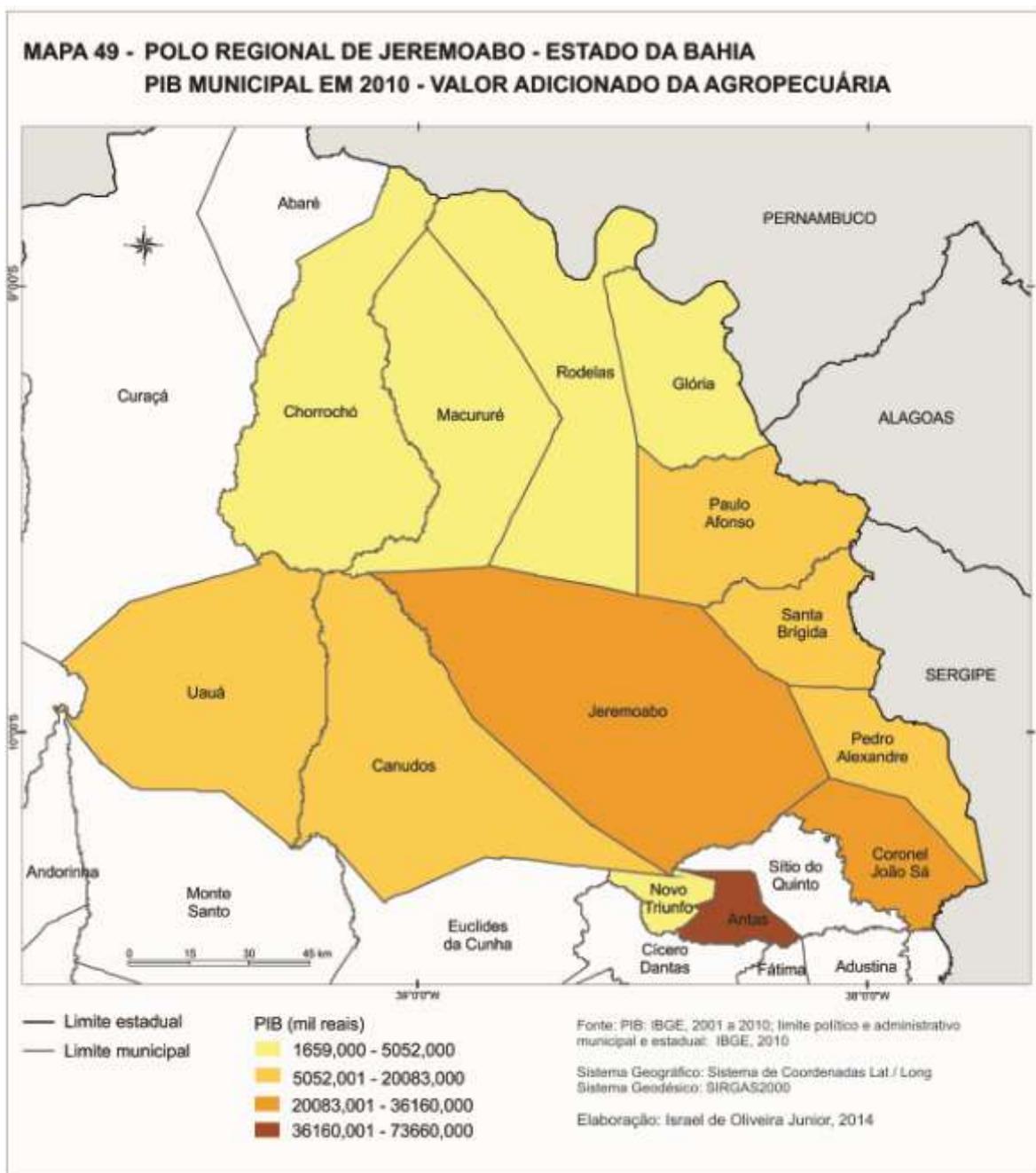
Fonte: IBGE. SIDRA. Produto Interno Bruto, 2001- 2010

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

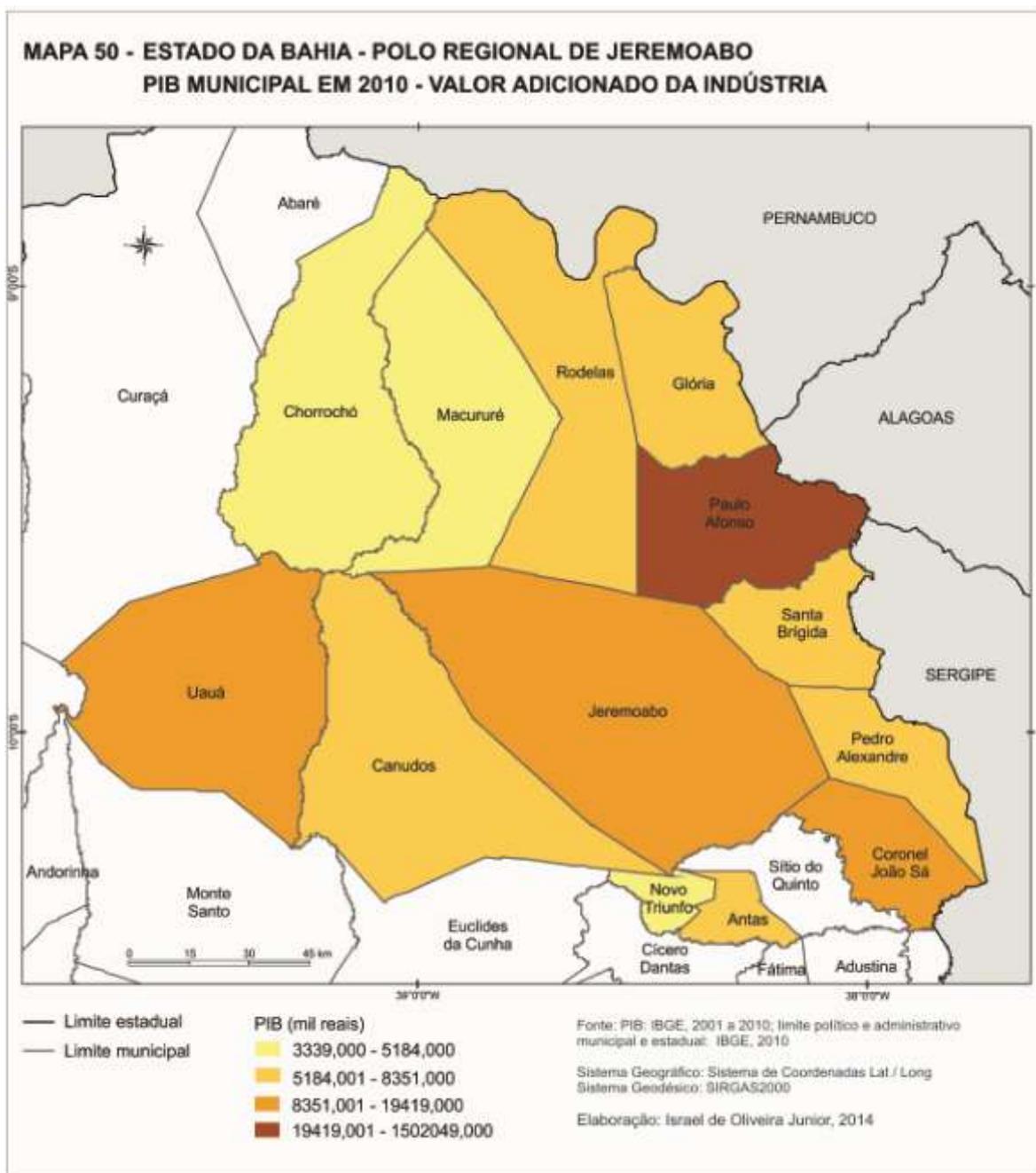
A desigualdade econômica inter-regional do polo de Jeremoabo foi elevada, perceptível na distribuição do PIB entre os municípios no ano de 2010 (Mapa 48). Paulo Afonso destacou-se pelo valor superior e pela acumulação do índice em comparação aos demais municípios, equivalendo a 71% do total do PIB da região. A concentração da prestação de serviços e, sobretudo, das indústrias no referido município projetaram altos valores do índice (Mapas 49 e 50). Lobão e Silva (2013) indicaram que o PIB (indústria) de Paulo Afonso é o maior de toda a região semiárida da Bahia, superior, por exemplo, ao do município de Feira de Santana, em função da CHESF.



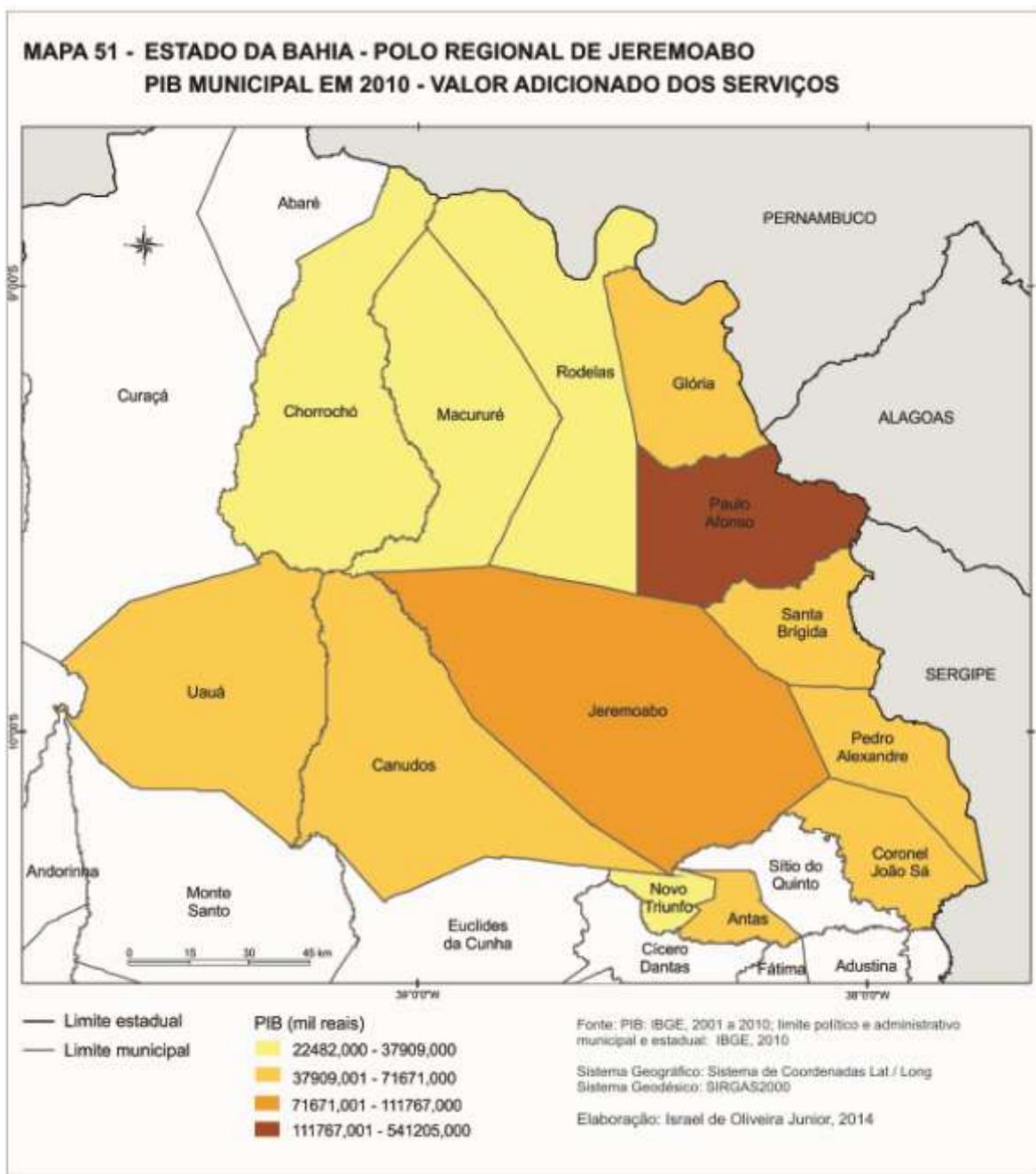
O valor adicionado ao PIB pelas atividades agropecuárias diferiu entre os municípios da região (Mapa 49), mas não acentuadamente em termos absolutos como os relacionados às atividades industriais e de serviços (Mapas 50 e 51). Coronel João Sá, Antas e Jeremoabo possuíram o maior índice, acima de 20 milhões de reais, ao contrário de Chorrochó, Glória, Macururé, Novo Triunfo e Rodelas, inferior aos 5,05 milhões de reais (Mapa 49).



Os municípios de Coronel João Sá e Uauá integraram a segunda classe de maior PIB com valor adicionado pelas indústrias (Mapa 50). Esses, juntos, somaram um índice equivalente a 2,8% do PIB (indústria) total e os municípios com menores valores são Chorrochó (R\$ 5.019.000,00), Macururé (R\$ 3.339.000,00) e Novo Triunfo (R\$ 5.184.000,00).



Em relação ao valor agregado ao PIB pelo setor de serviço, Paulo Afonso e Jeremoabo o concentraram, por localizar um maior número de empresas prestadoras de serviços e um maior contingente populacional (Mapa 51). Já os municípios de Chorrochó, Macururé, Novo Triunfo e Rodelas tiveram um menor PIB (serviços), cada um, inferior a 37,9 milhões de reais (Mapa 51).



5.4.4 Pobreza, programas sociais e degradação: vulnerabilidade e enfrentamento

A desigualdade socioespacial é uma marca histórica do Brasil, onde os dados convergem para indicar as profundas disparidades sociais e econômicas, materializadas nas diferentes escalas geográficas. A retomada dos programas sociais para enfrentar, combater, diminuir, mitigar os estados de pobreza intrínsecos à parte acentuada da população foi e é

algo recorrente dos diferentes governos federais, que preparam belos *slogans* dos programas sociais, às vezes mais potentes do que os resultados traduzem.

Nas duas últimas décadas, criaram e renomearam diversos programas para transferência de renda: Bolsa Família, Brasil Alfabetizado e Educação de Jovens e Adultos (EJA), Brasil Carinhoso, Luz para Todos, Programa Auxílio-gás, Programa de Erradicação do Trabalho Infantil (PETI), Programa Fome Zero, Programa Nacional de Acesso à Alimentação (PNAA), Programa Nacional de Renda Mínima (Bolsa Escola), Programa Nacional de Renda Mínima Vinculada à Saúde (Bolsa Alimentação), Programa Universidade para Todos (Prouni) e muitos outros, sendo que alguns desses, ainda vigentes, integram a dinâmica social e econômica de vários municípios brasileiros.

Atualmente, no Brasil, o governo federal utiliza um cadastro único para programas sociais e fundamenta-se em um conjunto de dados socioeconômicos para categorizar a população em situação de pobreza e pobreza extrema e apta à assistência do atendimento, apesar de a conceituação de pobreza estar atrelada, limitadamente, a dados econômicos, como renda e consumo. Compreendem as famílias de baixa renda aquelas com renda mensal até meio salário mínimo por pessoa ou renda mensal total de até três salários mínimos.

Os dados que constituem o cadastro único são importantes porque permitem realizar leituras sobre as condições sociais e econômicas da população dos municípios do polo regional de Jeremoabo e perceber a vulnerabilidade das pessoas aos efeitos do processo da desertificação, bem como indicar algumas respostas políticas frente à degradação das terras secas. As informações analisadas correspondem ao programa Bolsa Família, composto por benefícios transferidos mensalmente às populações atendidas, em situação de pobreza ou pobreza extrema. Os valores recebidos pelas famílias variam em função da renda mensal *per capita*, da quantidade de integrantes familiares, do total de crianças de até 17 anos de idade, da existência de gestantes e de mães em amamentação.

No portal do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) encontram-se a regulamentação de programas, os benefícios e informações adicionais. O programa bolsa família é constituído por diversas vantagens, como o benefício básico de R\$70,00 às famílias extremamente pobres, com renda mensal por pessoa igual ou inferior aos R\$70,00; benefício variado no valor de R\$32,00, destinados às famílias com integrantes entre 0 e 15 anos de idade; benefício variável à gestante de R\$32,00, para as famílias compostas por gestantes; benefício variável à nutriz, no valor de R\$32,00, às

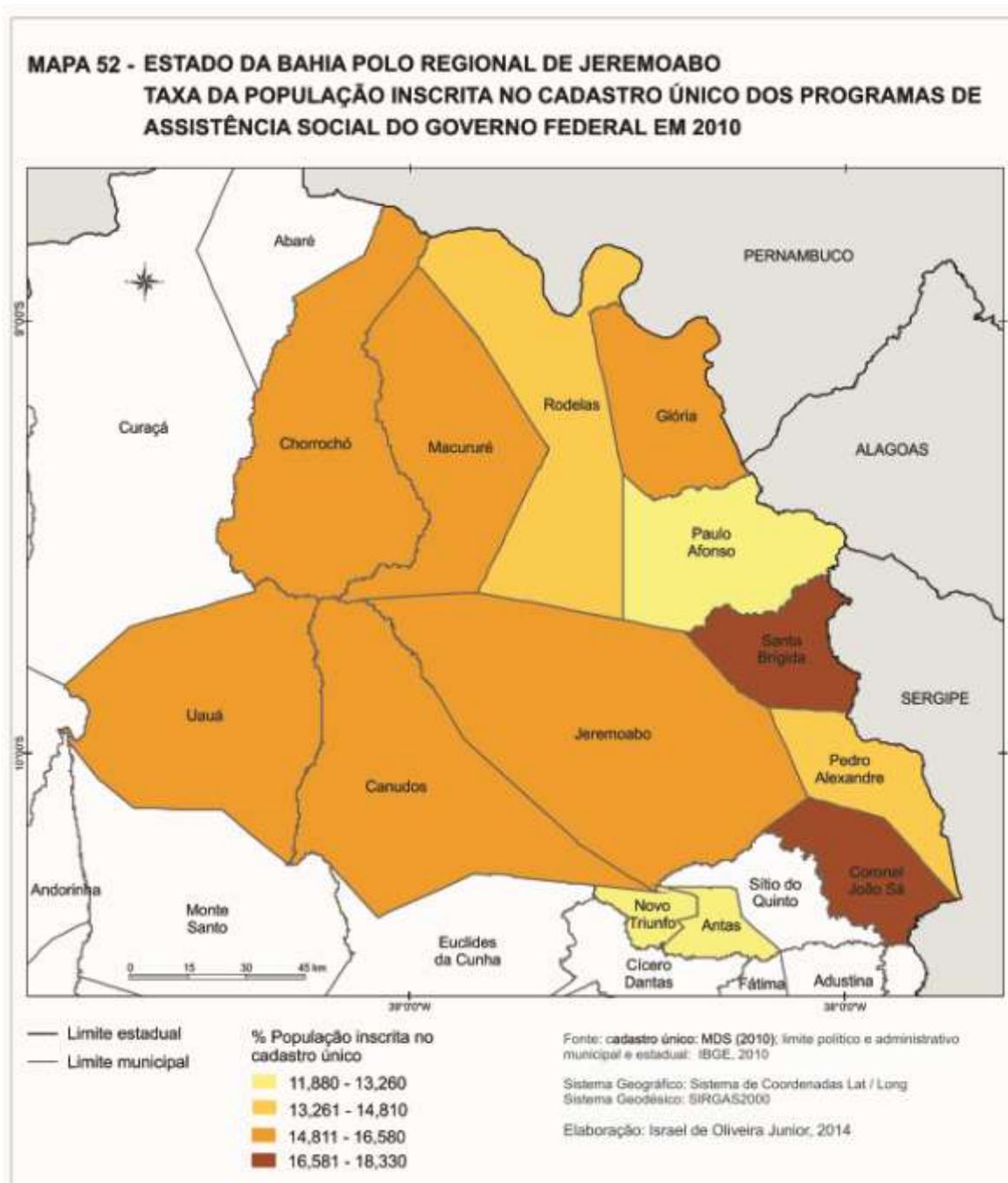
famílias que possuam crianças com idade de 0 e 6 meses; benefício variável vinculado ao adolescente de R\$38,00, concedido às famílias com adolescentes entre 16 e 17 anos; benefício para a superação de extrema pobreza, cujo valor é calculado caso a caso e é transferido às famílias integrantes da Bolsa Família que permanecem na situação de pobreza, apesar de receber outros benefícios do Programa Bolsa Família.

No polo regional de Jeremoabo, no ano de 2010, houve 54.346 pessoas inscritas no cadastro único, categorizadas em situação de pobreza ou de pobreza extrema. Esse valor corresponde a 17,6% da população regional. Os municípios de Paulo Afonso e Jeremoabo – os quais são, também, os mais populosos – possuíram as maiores quantidades de pessoas nestas situações. Em porcentagem, os municípios com as cifras superiores foram Coronel João Sá (21,6%) e Santa Brígida (23,3%), seguidos por Canudos, Chorrochó, Glória, Jeremoabo, Macururé e Uauá (entre 19% e 21% da população total municipal) – Mapa 52. Nos municípios de Antas, Novo Triunfo e Paulo Afonso encontraram-se os valores percentuais mais baixos da região (Mapa 52), todavia os números expressaram um valor absoluto destacável, 20,6 mil pessoas, equivalente aos 38% de todas as pessoas do polo regional de Jeremoabo inscritas no cadastro único no ano de 2010. Assim, esses dados indicam um contingente populacional elevadíssimo com baixa renda mensal.

Em um cenário de carência pública dos serviços sociais essenciais, como educação e saúde, esses valores preocupam, pois existem dificultados para sobreviver com renda individual igual ou inferior à metade de um salário mínimo. A situação se agrava nos espaços onde ocorrem os impactos do processo de desertificação e da seca, pois há, comumente, um colapso do atendimento social, pela desestruturação socioeconômica e pela degradação ambiental. As condições de pobreza municipais, manifestadas nos dados do cadastro único não são favoráveis para constituir a igualdade de oportunidade do desenvolvimento entre os munícipes, bem como consolidar a sustentabilidade. É possível enfrentar os efeitos da desertificação com 54,4 mil pessoas com renda máxima abaixo da metade de um salário mínimo? Como diminuir os efeitos do processo de degradação em municípios onde a produção agropecuária é vulnerável aos efeitos da seca?

As soluções para estas questões são complexas por envolverem informações ambientais, culturais, econômicas, educacionais, políticas, sociais e outras. Acredita-se que os programas governamentais de enfrentamento da desertificação a partir do combate dos condicionantes, como a concentrada desigualdade social evidente na região, é um meio de se enfrentar o processo de desertificação. Por isso, a transferência de renda proposta no

Programa de Bolsa Família é um indicador de resposta frente ao estado de degradação ambiental da região, por ser um fator atenuador de impactos negativos da degradação ambiental, embora o programa não originou-se e nem é exclusivo para a ASD.



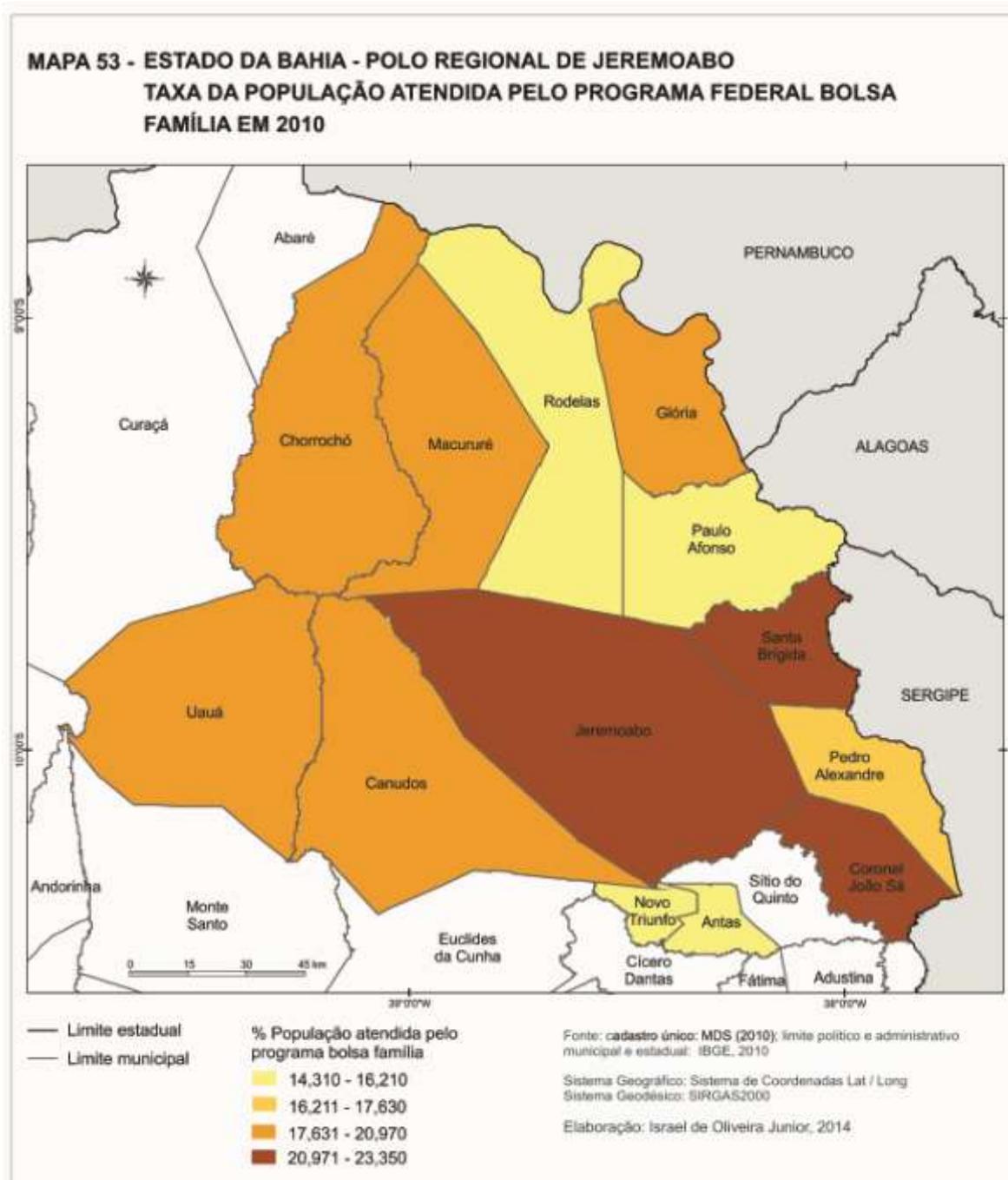
Na região, 44.641 pessoas receberam os benefícios do Programa Bolsa Família, em 2010, constituindo 14,4% da população. Não se destinou o benefício a 18% do total das pessoas inscritas no cadastro único, que somaram 9,7 mil indivíduos. Em todos os

municípios regionais houve um alto percentual da população inscrita no cadastro único sem atendimento do Programa Bolsa Família, sendo que as cifras maiores ocorreram em Antas, Canudos, Chorrochó, Glória, Macururé, Rodelas e Santa Brígida, acima dos 20% das pessoas cadastradas. Àquelas não contempladas pelo programa provavelmente encontraram-se mais vulneráveis aos efeitos do processo da desertificação, pelo desprovimento de um auxílio na renda para a aquisição de suprimentos necessários à sobrevivência material.

O maior contingente populacional integrado ao Programa Bolsa Família localizou-se nos municípios de Paulo Afonso e Jeremoabo, que também possuíram o número mais alto de população inscrita no cadastro único. Percentualmente, Coronel João Sá, Jeremoabo e Santa Brígida detiveram os valores superiores, entre os 17% e 19% da população municipal (Mapa 53). Em contraposição, estiveram Antas, Novo Triunfo, Paulo Afonso e Rodelas, abaixo dos 13,3% (Mapa 53).

Rego e Pinzani (2013) demonstraram a importância do Programa Bolsa Família para as pessoas residentes em espaços onde se concentra a pobreza no Brasil. Em muitos casos, a renda transferida pelo programa às mulheres constituiu em uma primeira experiência de uma renda regular mensal, que “ajuda” e “alivia” os efeitos da pobreza – expressões de parte das entrevistadas pelos autores para qualificar o Programa Bolsa Família (REGO; PINZANI, 2013). As consequências da Bolsa Família perpassam pela educação, com o aumento da frequência escolar entre os alunos de 16 e 17 anos idade (faixa etária em que ocorrem as maiores taxas de evasão escolar); pela saúde, pois há melhoria da quantidade, qualidade e diversidade alimentícia dos participantes, acompanhamento da imunidade, crescimento e desenvolvimento das crianças até os sete anos de idade e das gestantes (WEISSHEIMER, 2006).

Segundo Rego (2008), a inexistência histórica de programas de assistência foram fatores cruciais para o sofrimento social e político de milhões de brasileiros e para reconfigurar a paisagem de pobreza, como coletividade humana. As ações foram iniciadas tardiamente e é necessária a implantação de políticas que efetivem a cidadania entre os brasileiros. Historicamente, inúmeras ações governamentais reproduziram a subserviência política de parcelas da população, sobretudo das mais pobres, em prol dos coronéis dos diferentes recônditos do sertão baiano, pois os resultados dependiam, exclusivamente, dos mandos da elite política que, em muitos casos, coincidia com a elite econômica.



A Bolsa Família contrapõe, em certa medida, aos desmandos políticos, pois as populações cadastradas no sistema único têm acesso direto a instituições públicas para o cadastramento e aos recursos transferidos, constituindo-se em exemplos de autonomia. Aí, torna-se menos doloroso enfrentar os efeitos da seca e da degradação ambiental, bem como são atenuadas as vulnerabilidades aos impactos do processo de desertificação.

5.5 Da vulnerabilidade ao processo de desertificação à degradação: estados ambientais no polo regional de Jeremoabo

As transformações ambientais decorrentes da interação dos elementos que constituem o meio, em uma dinâmica dos processos naturais e sociais, na modernidade, reconfiguraram a paisagem e constituíram formas e conteúdos paisagísticos. As alterações acentuadas do meio ambiente em decorrência da introdução de novos espaços e a intensificação do uso do patrimônio ambiental no processo produtivo projetaram uma pluralidade de visões sobre o meio. A diversidade de percepções humanas e científicas ambientais resultou em uma riqueza e uma multiplicidade de abordagens geográficas nos interesses e discursos ambientais (MENDONÇA, 2012).

A materialização e a busca de entendimentos dos problemas ambientais de ocorrência zonal, regional e local contribuíram para repensar e elaborar teorias e metodologias de estudo da paisagem, pelas quais possibilitam a construção de cenários e a identificação das forças motrizes e pressão, que geram estados e impactos ambientais. Em meio às discussões sobre a degradação, conservação e preservação do meio ambiente, baseadas na Teoria Geral dos Sistemas (BERTANLAFFY, 1977), surgiram novas abordagens, posturas teóricas e metodológicas na leitura da multiplicidade de paisagens e algumas propostas são instituídas, a exemplo do Geossistema (BERTRAND, 1971) e Ecodinâmica (TRICART, 1977). Os conteúdos dessas abordagens – ora complementares, ora divergentes – fundamentam o mapeamento e análise dos níveis de vulnerabilidade à desertificação e graus de degradação ambiental propostos neste trabalho.

Bertrand (1971) baseou-se na proposta teórica de biorresistasia (ERHART, 1955) ao abordar sobre a evolução da paisagem e situar o estado ambiental dos geossistemas. As atividades morfogenéticas são os processos-chave para a definição dos geossistemas em bioestasia ou em resistasia, os quais possuem uma dinâmica própria que interferem nos sistemas de evolução e reconfiguração da paisagem (BERTRAND, 1971). A partir da análise das características dos elementos ambientais importantes para a abordagem de determinados temas, pode-se compreender uma estruturação de processos e formas que indicam um estado de equilíbrio ou desequilíbrio ambiental (Quadro 24). Na caracterização das paisagens em bioestasia ou resistasia, a vegetação é o elemento destacável da paisagem para reconhecer os estados de (des)equilíbrio baseado no balanço dos processos pedogenéticos e morfogenéticos.

Quadro 24 – Caracterização dos geossistemas em bioestasia ou resistasia

Classes	Características
Geossistema em bioestasia	Atividade geomorfofogenética é fraca Potencial ecológico estável Domina os processos bioquímicos A ação humana não compromete o equilíbrio entre o potencial ecológico e a exploração biológica Classifica-se em diferentes níveis de estabilidade
Geossistema em resistasia	Domina a geomorfogênese Processos erosivos levam a mobilidade das vertentes e uma modificação do potencial ecológico A geomorfogênese contraria a pedogênese e a colonização da vegetação Há dois níveis de intensidade: i) geossistema em geomorfogênese natural – erosão faz parte do clímax; ii) geomorfogênese tendo como causa a ação humana

Fonte: Adaptado de Bertrand, 1971.

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Na década de 1970, Tricart (1977) sistematizou a abordagem *Ecodinâmica* e caracterizou a paisagem pela análise do equilíbrio entre os processos de morfogênese e pedogênese, que levam a formação de três estados ambientais, caracterizados no quadro 25. Tricart (1977) discutiu a ideia de uma paisagem resultante de um todo integrado por componentes bióticos e abióticos do planeta e expressou que a Geografia e Ecossistema se complementam na elaboração de políticas de planejamento, numa espécie de diálogo entre as diferentes disciplinas geográficas, as quais derivam de uma hiperespecialização científica (MORIN, 2008).

Quadro 25 – Categorias ecodinâmicas

Categorias Ecodinâmicas	Características
Meios estáveis	Dissecação do relevo moderada Ausência de manifestações vulcânicas Processos mecânicos de ocorrência lenta Regiões tectonicamente estáveis Rochas maciças Solos maduros e profundos Densidade alta da biomassa
Meios intergrades	Ocorrência simultânea de morfogênese e pedogênese em níveis semelhantes
Meios fortemente instáveis	Predominância da morfogênese Declividade acentuada Forte dissecação do relevo Atuação da gravidade Planície e fundos de vales sujeitos a inundação Rochas enfraquecidas Solos jovens e rasos Fenômenos climáticos agressivos (variabilidades intensas dos ventos e chuvas) Densidade da biomassa rarefeita Apropriação antrópica intensa

Fonte: Adaptado de Tricart, 1977

Elaboração: Israel de Oliveira Junior, 2014

Em *Ecodinâmica*, percebeu-se a integração e interconectividade dos componentes físicos, biológicos e humanos do ambiente; isso permitiu afirmar a existência de uma relação mútua dos elementos intrínsecos aos sistemas, os quais possuem dinâmica própria e assumem uma localização na hierarquia dos sistemas. Por meio da abordagem *Ecodinâmica* (TRICART, 1977), é possível interpretar os espaços a partir das intervenções humanas nos diversos ambientes, demonstrar os graus de vulnerabilidade e degradação decorrentes de tais alterações e subsidiar estudos voltados para o planejamento (ROSS, 2006).

O estudo do balanço entre a morfogênese e a pedogênese, fatores considerados por Bertrand (1971) e Tricart (1977) para estabelecer o equilíbrio das paisagens, é um meio de interpretar os estados ambientais das terras secas em face à desertificação. A análise da degradação ambiental pode-se valer não somente da caracterização das paisagens, mas de qualificar e, na medida do possível, quantificar os atributos das paisagens pela aplicação de indicadores importantes. A escolha desses decorre na seleção de planos de informações relevantes à análise da desertificação acordada com as peculiaridades ambientais locais, pois há sistemas de evolução diferenciados, formas de energia, agentes e processos em níveis de hierarquização para reconfigurar a dinâmica das paisagens (BERTRAND, 1971). Nesse sentido, quais planos de informação são relevantes para estabelecer os níveis de degradação e conservação ambiental do polo regional de Jeremoabo?

Antes de definir o modelo ambiental de degradação, realizou-se inúmeras integrações de planos de informações para constituir cenários ambientais, validados por meio de dados levantados em campo. No total, criou-se oito modelos ambientais, incluindo, ora sim, ora não, informações sobre a declividade, litotipos, mapas NDVI do período chuvoso, mapas NDVI do período seco, solos e o uso e cobertura da terra. Baseados no conhecimento de campo constatou-se que, em alguns momentos, os modelos supervalorizaram a degradação ambiental, generalizando-a para quase todo o ambiente do polo; em outros, as informações desvalorizaram a degradação. Com isto, atestou-se que alguns planos de informação são hierarquicamente mais significativos na evidência da degradação ambiental regional, perceptível no modelo final.

Para a modelagem da degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo utilizou-se planos de informação para comunicar sobre o estado e com possibilidades de envolver questões referentes às forças motrizes, pressões e impactos ambientais. Empregou-se os mapas NDVI dos períodos chuvoso e seco e de uso e cobertura da terra

porque eles são resultados, inclusive, de ações humanas que configuram em pressões ambientais e se entrelaçam com a declividade para resultar em processos da desertificação. No quadro 26 há informações sobre os planos de informação e os critérios pensados para qualificar e quantificar a degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo e as figuras 31 a 33 especificam os níveis de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de degradação das classes dos mapas utilizados na modelagem.

A declividade é um importante fator nos estudos da degradação, sobretudo porque os processos de erosão são comuns nas áreas em processo de desertificação. A ruptura do equilíbrio ambiental favorece o desencadeamento de processos erosivos lentos e acelerados e assumem cenários catastróficos nos ambientes de terra seca, por denudar os solos, impactar na produção agropecuária, dificultar a reprodução e desenvolvimento da vegetação, alterar a qualidade e quantidade das águas dos canais fluviais e lençóis freáticos e outros problemas. A erosão acelerada ocorre, principalmente, nas áreas de acentuada declividade, de solos arenosos, desprovidas de cobertura vegetal e onde o uso da terra é inadequado (BIGARELLA, 2003). A permanência desses fatores configura um ciclo de pressão-estado-impacto da degradação, podendo evoluir à desertificação.

No polo regional de Jeremoabo prevalecem as declividades suave-onduladas, de 0° a 6°, e após alguns testes, subdividiu-as em cinco classes para integrá-las a modelagem da degradação ambiental. Atribuiu-se a partir de 0,5 os níveis de pertinência ao conjunto *fuzzy*, pois a erosão incide nos diferentes desníveis topográficos, em um ambiente onde as chuvas são concentradas e torrenciais, os solos são formados por materiais arenosos sem coesão, a vegetação é constituída de espécies decíduais e semidecíduais, o uso da terra é constante e impróprio às características ambientais (Figura 31).

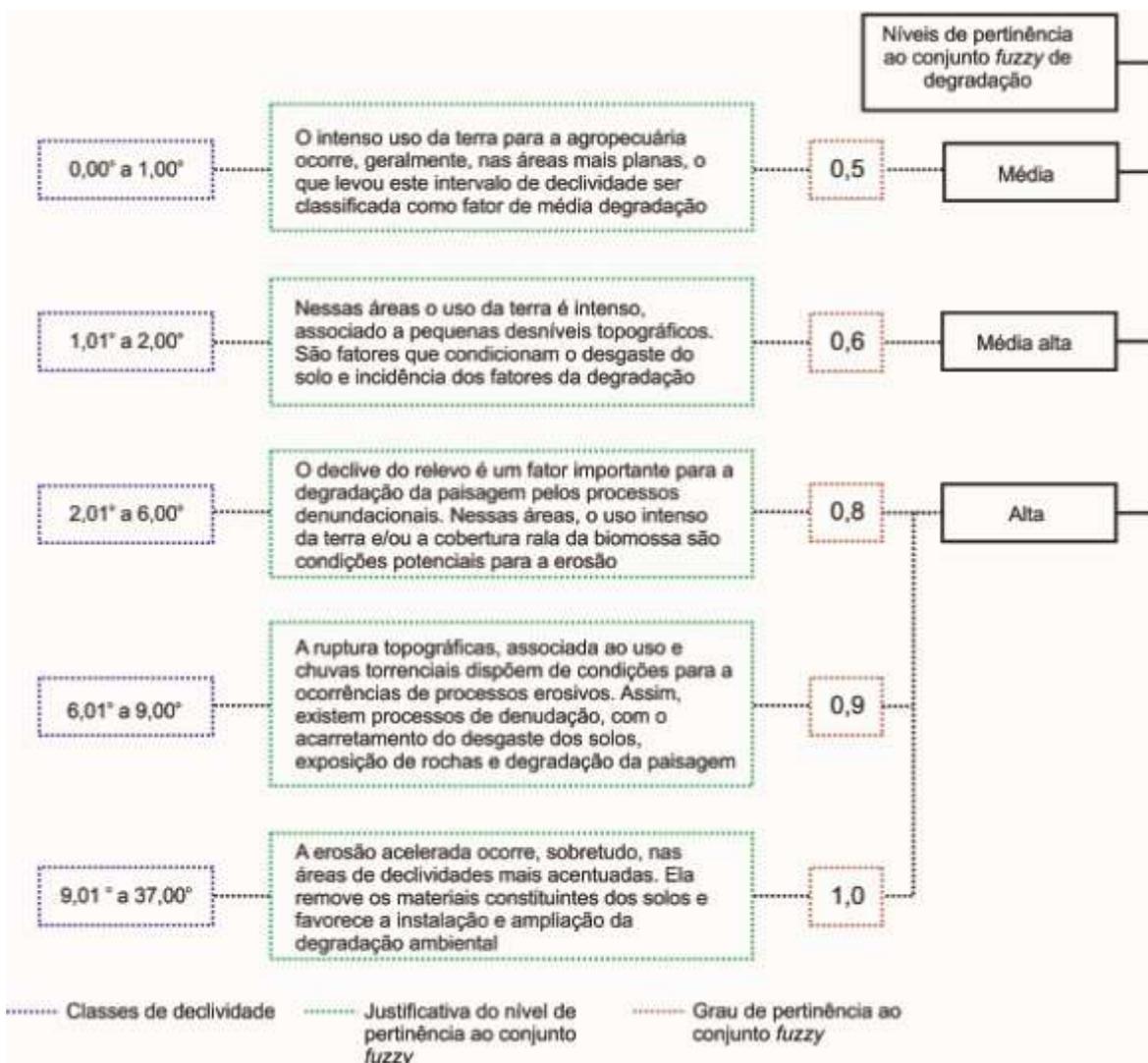
O índice de vegetação é de ampla aplicabilidade nos estudos ambientais, ao apontar as áreas recobertas por biomassa, monitorar o desmatamento, queimadas, produção agrícola, recomposição da vegetação, dentre outros. No estudo da desertificação, pode-se controlar, por ano, as áreas de solo expostos em diferentes períodos sazonais, sujeitos a processos erosivos e insolação constante. As classes do NDVI definidas quantificaram a densidade da biomassa – um importante indicador de desertificação – e atribuiu-se a elas níveis de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de degradação entre 0,3 e 1,0 (Figura 32).

Quadro 26 – Características e critérios dos planos de informações utilizados na modelagem de degradação ambiental do polo regional de Jeremoabo

Plano de informação	Fonte	Escala	Crítérios
Declividade	Israel de Oliveira Junior (2014) – com base em MDT (NASA, 2003)	1:1.250.000	Os processos erosivos encontram-se entre os principais impactos da degradação das terras secas, que, ainda, revertem-se para potencializar o estado da desertificação. A velocidade e intensidade do escoamento das águas superficiais tem relação direta com a declividade do relevo. As rupturas topográficas acentuadas são fatores importantes para o desencadeamento de processos erosivos acentuados, pelo fator gravidade. Na área de estudo, a precipitação pluviométrica é concentrada e torrencial (embora as chuvas sejam inconstantes), com energia potencial para a ocorrência de processos erosivos, sobretudo nas áreas de solos expostos e de uso intenso.
NDVI	Israel de Oliveira Junior (2014) – baseado em imagens MODIS (resolução espacial de 250 m)		A vegetação é um elemento-chave para estabelecer o desequilíbrio do ambiente, porque ela sintetiza informações sobre a paisagem. Ela reflete diretamente ações que perturbam o meio e que geram um estado de deterioração, como a perda da biodiversidade, dificuldade de recomposição, baixa densidade etc. Ademais, a densidade das feições vegetais desempenha um papel importante de resistência ao processo de desertificação, porque diminui a insolação sobre o solo, é estabilizadora das encostas e ameniza os processos erosivos. Assim, na avaliação do balanço entre a morfogênese e pedogênese a vegetação é um fator importante. A utilização da série de mapas NDVI dos períodos chuvoso e seco assegura mostrar os níveis de degradação, por indicar as áreas onde há, inexistente, ou ocorre a recomposição da vegetação em ambos os períodos sazonais.
Uso e cobertura da terra	Israel de Oliveira Junior (2014)	1:100.000	O mapa de uso e cobertura das terras tem informações importantíssimas no estudo da desertificação, porque classifica a vegetação acordada com a densidade, porte e constituição das espécies, por meio do qual evidencia cenários de conservação e/ou deterioração ambiental. Além disso, indicam estados ambientais onde se instalaram os impactos do desequilíbrio ambiental, como nas áreas de solo exposto e de superfícies erosivas. Reuni informações sobre os usos do ambiente, constituidores de pressão ambiental nos cenários em processo de degradação e/ou desertificação. O mapa de uso e cobertura inclui-se em uma informação de grande valia ao estudo do processo de desertificação, ao reconhecer que o uso inadequado do patrimônio ambiental das terras secas é o principal fator pressionador.

Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

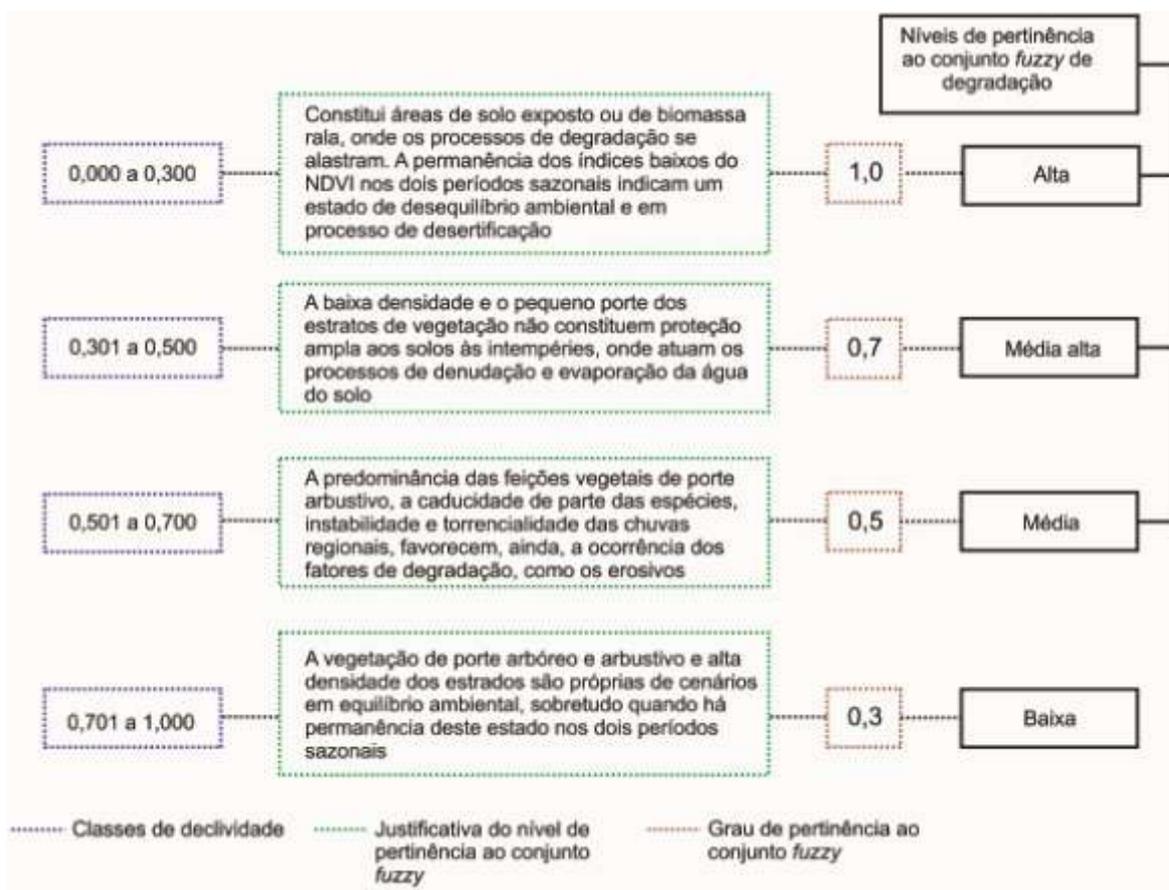
Figura 31 – Justificativa e graus de pertinência das classes de declividade ao conjunto *fuzzy* de degradação



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

O mapa de uso e cobertura da terra (Mapa 11) é constituído por classes de vegetação indicadoras de conservação ambiental. As feições vegetais da caatinga mantêm o equilíbrio do ambiente, mas há aquelas que constituem pequenas barreiras para os processos de degradação, como os erosivos. Para a modelagem, buscou-se avaliar a importância das feições vegetais na proteção dos solos aos processos de erosão e atribuiu-se às classes, inclusive àquelas indicadoras de interferências humanas, valores de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de degradação entre 0,2 e 0,8 (Figura 33).

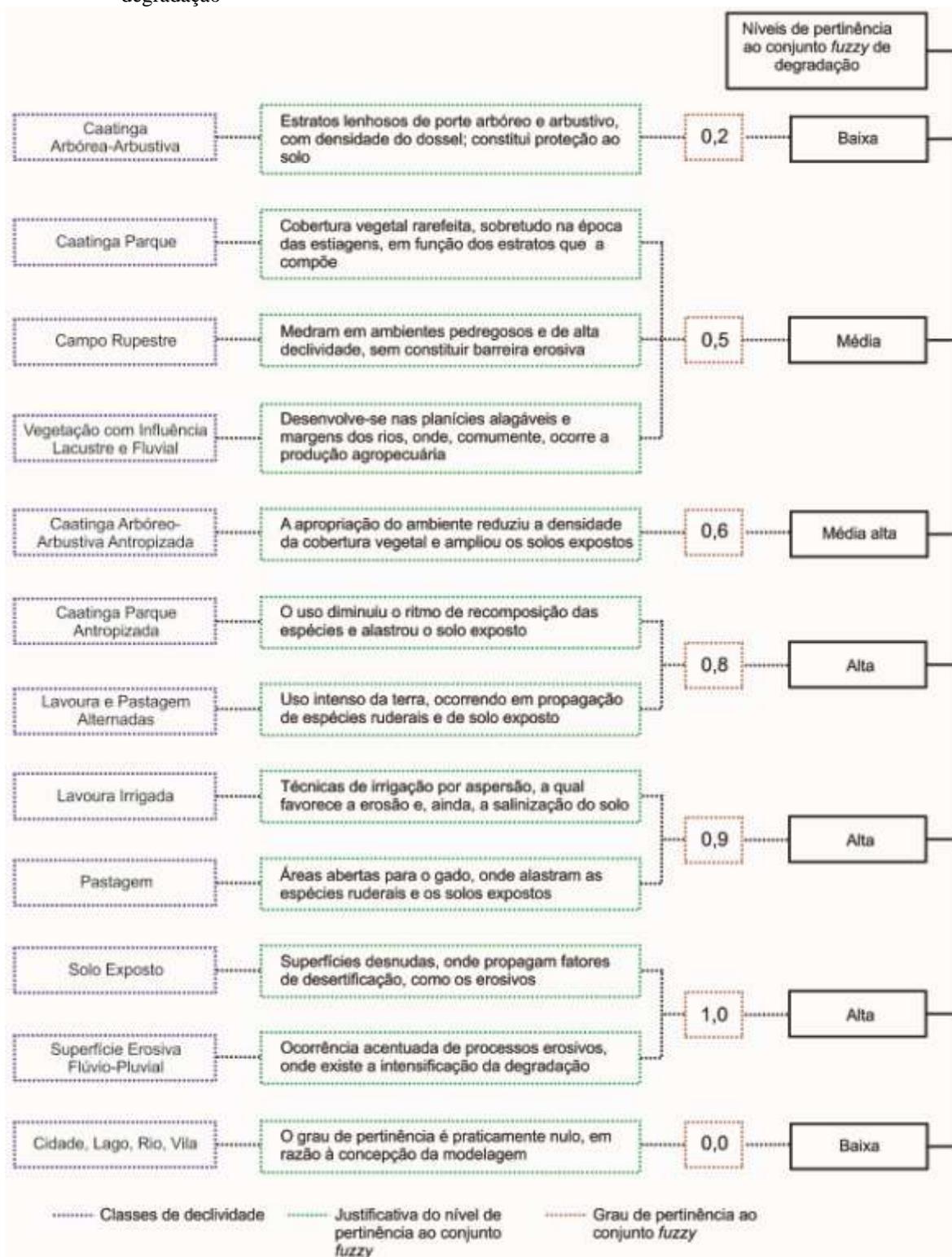
Figura 32 – Justificativa e graus de pertinência das classes de NDVI ao conjunto *fuzzy* de degradação



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

A desertificação ocorre em áreas de uso onde se empregam técnicas impróprias às condições ambientais. Nas terras antropizadas do polo regional de Jeremoabo, são comuns as evidências de processos de degradação acentuada, como grandes extensões de solos expostos, processos erosivos e de denudação. Por isso, distribuiu-se as classes concernentes à superfície antropizada agrícola em índices de pertencimento de 0,8 e 1,0 ao conjunto *fuzzy* de degradação (Figura 33). A cidade, o lago, o rio e a vila constituíram nível 0,0 de pertencimento ao conjunto *fuzzy* de degradação, devido à inexistência relacional direta entre as coberturas (classes) com os processos de desertificação, de acordo com a concepção adotada para a modelagem (Figura 33).

Figura 33 – Justificativa e graus de pertinência das classes de uso e cobertura da terra ao conjunto *fuzzy* de degradação



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

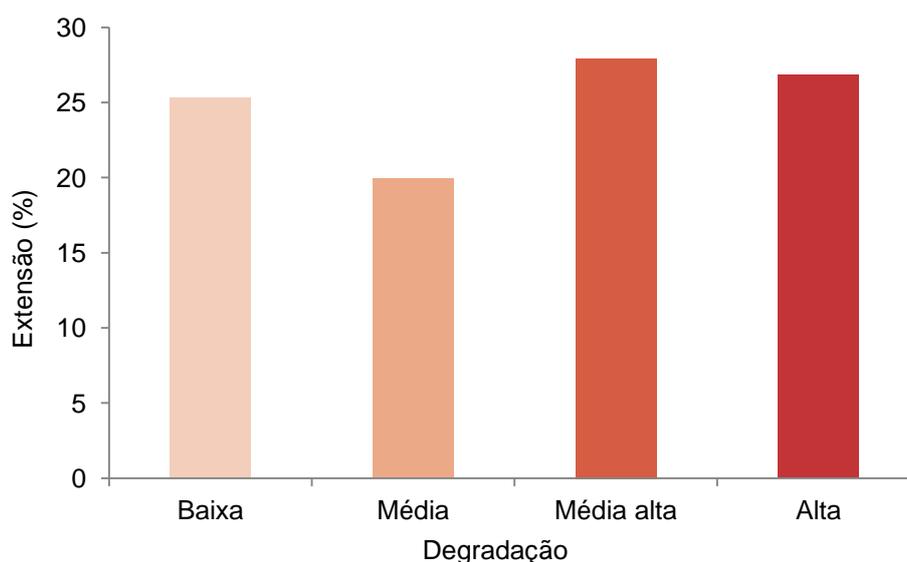
Com o propósito de avaliar a degradação ambiental, a modelagem integrou elementos ambientais, antes analisados individualmente, para construir informações, a

partir de situações relacionais entre a declividade, NDVI (períodos chuvoso e seco) e o mapa de uso e cobertura da terra. Nas áreas de declividade acentuada, com vegetação da Caatinga Arbóreo-Arbustiva densa, os índices de degradação serão baixos; ao contrário dos ambientes de baixa declividade, com uso contínuo insustentável e solos expostos, onde a degradação será intensa. Isso quer dizer que apenas um elemento, como a declividade, não determina a degradação, mas a teia de relações entre os diferentes componentes ambientais.

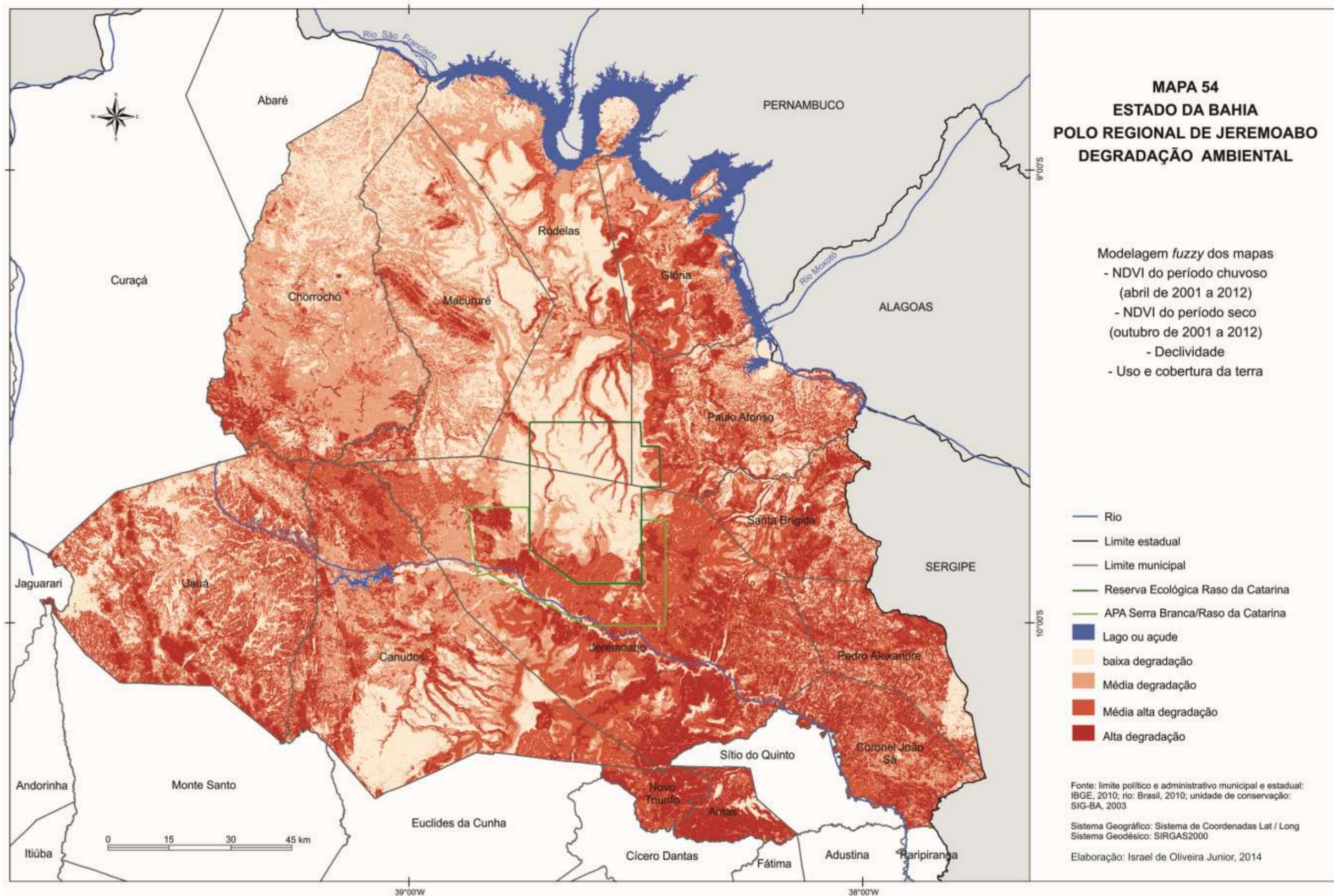
Na modelagem ambiental, os níveis de degradação distribuíram-se quase na mesma proporção no polo regional (Mapa 54 e Gráfico 18). As áreas de baixa degradação ocorreram onde os índices de NDVI são altos e as feições vegetais encontraram-se conservadas, perceptíveis na unidade de conservação federal e estadual do Raso da Catarina, no centro-sul, no norte e no nordeste da área de estudo (Mapa 54).

Os níveis de degradação começaram a acentuar visivelmente no leste, no sudeste e no sudoeste do polo regional de Jeremoabo (Mapa 54). A classe de degradação média alta dispôs-se em 6.955,3 km² e a de alta degradação em 4.368,4 km², correspondendo, respectivamente, a 27,9% e 26,8% das terras regionais.

Gráfico 18 – Distribuição percentual das classes de degradação do polo regional de Jeremoabo – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas de declividade, NDVI (períodos chuvoso e seco, dos anos de 2001 a 2012) e de uso e cobertura da terra



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014



Os municípios de Canudos, Chorrochó, Jeremoabo, Macururé, Rodelas e Uauá possuíram as maiores extensões de terras inclusas na classe de baixa degradação, entre 840 km² e 1.436 km² (Mapa 54 e Gráfico 19). Nestes, evidenciou-se as maiores dimensões de áreas com vegetação preservada e com valores superiores do NDVI no período chuvoso. Em uma situação oposta encontraram-se Antas e Novo Triunfo, ao distribuir-se em menos de 39 km² a referida classe (Mapa 54 e Gráfico 19), devido à pequena superfície de feições vegetais da Caatinga e menor abrangência de alta densidade da biomassa na época das precipitações pluviométricas.

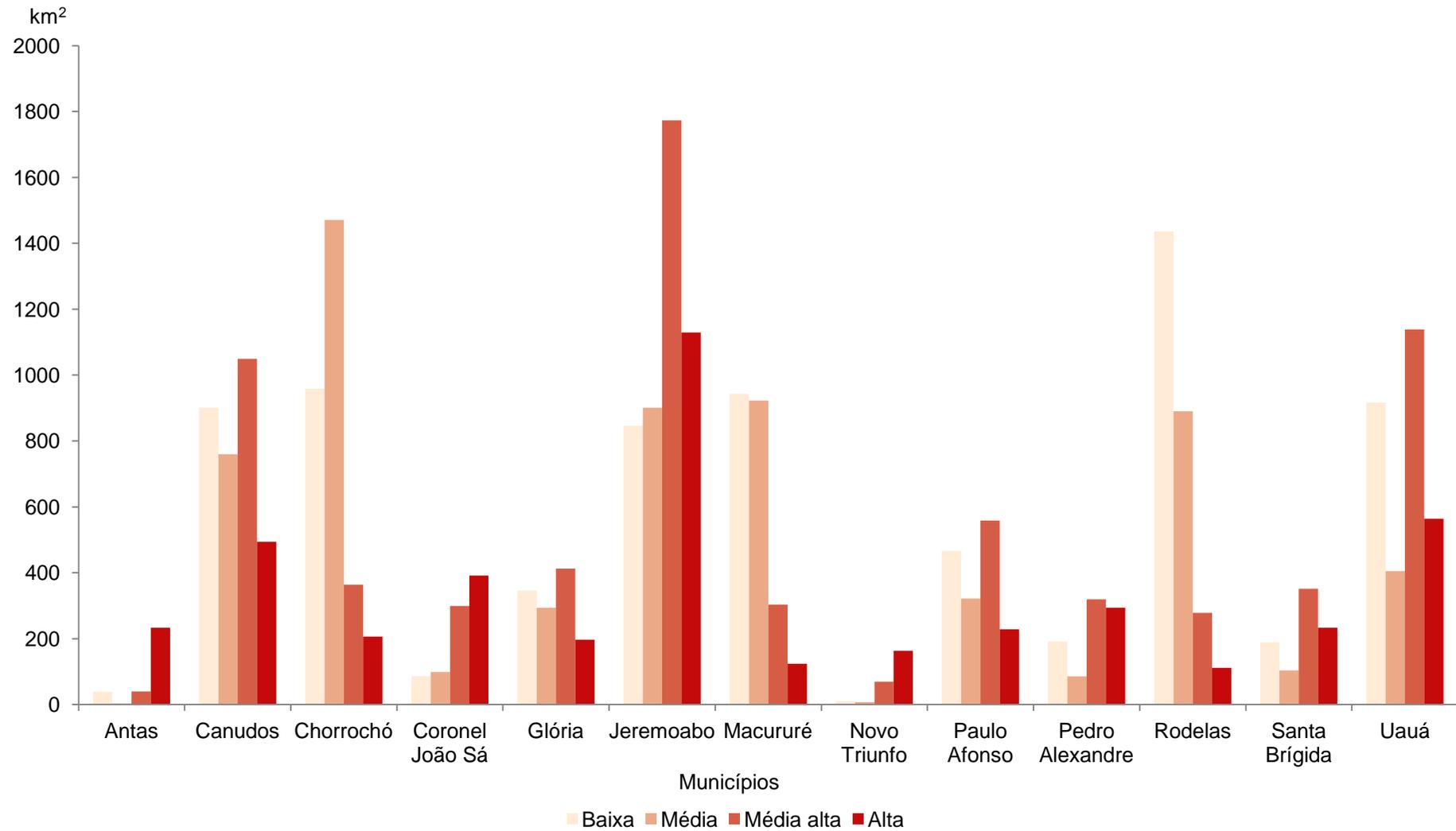
As situações, em área, de índices elevados de degradação localizaram-se em Canudos, Coronel João Sá, Jeremoabo e Uauá, onde a classe de alta degradação assumiu extensões superiores em relação aos demais municípios (Mapa 54 e Gráfico 19). Juntos eles somaram 2.579,5 km² de terras na classe aludida (Gráfico 19). Esse dado, entretanto, não minimizou a importância da distribuição da classe de alta degradação nas demais unidades municipais, já que ela correspondeu, em cada uma delas, a um valor acima de 111 km² (Gráfico 19).

Em relação à proporção das extensões de terras municipais, Chorrochó, Macururé e Rodelas obtiveram os menores percentuais de áreas do município na classe de alta degradação (Mapa 55). Ao contrário da posição de Novo Triunfo e Antas, onde mais de 70% das terras encontram-se degradadas, significando valores acentuados (Mapa 55).

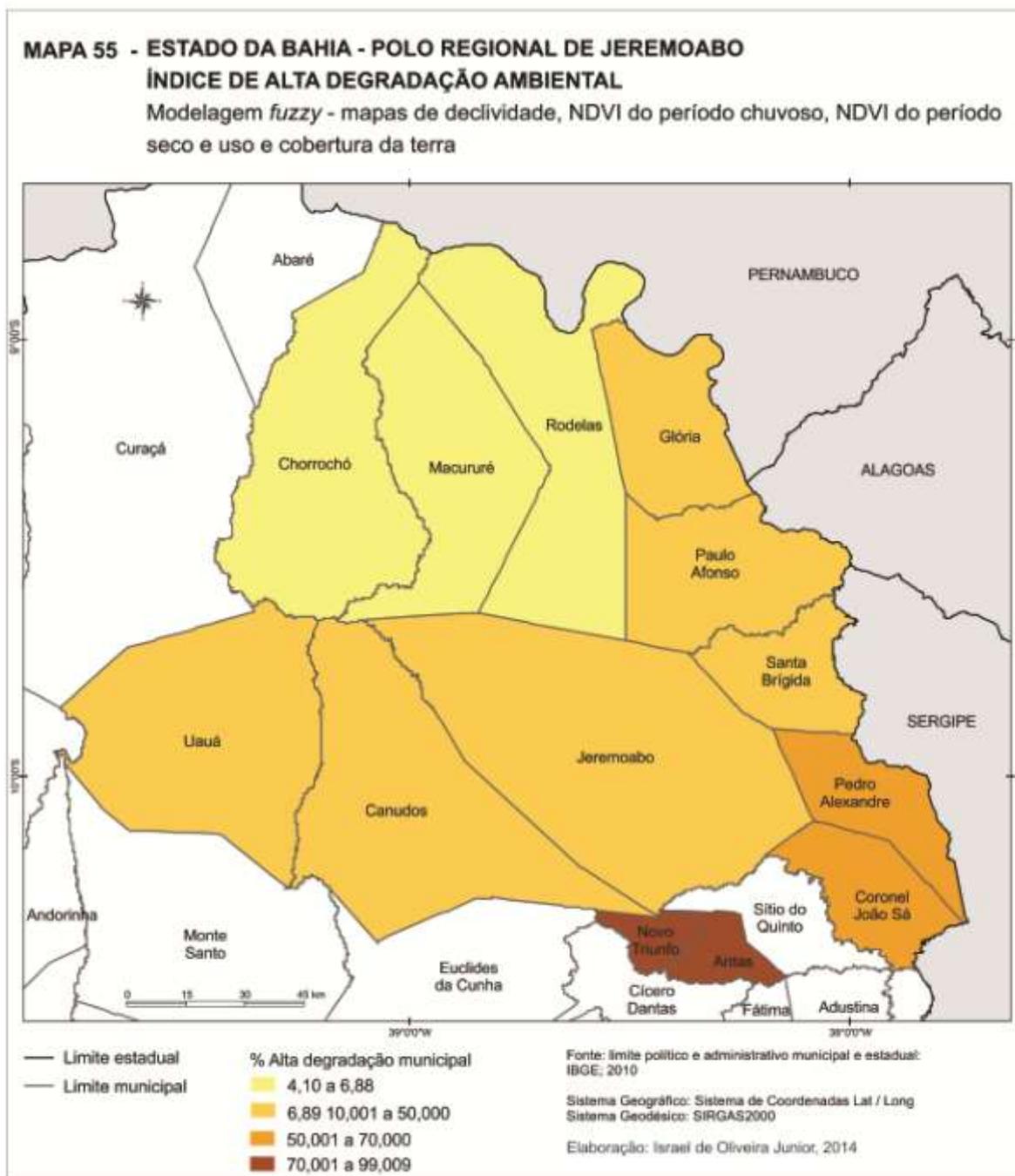
Uma teia de relações envolveu-se na degradação do ambiente, muitas vezes com diferentes conteúdos no espaço e no tempo do ambiente regional. Ou seja, as forças motrizes e pressão, ora ocorrendo em diferentes graus, ora de formas distintas, convergiram para a ruptura do equilíbrio ambiental e configuraram estados de degradação, traduzidos em impactos, que, em alguns casos, mostraram-se intensos e semelhantes a situações em processo de desertificação.

As áreas mais no sul do polo regional de Jeremoabo possuem um clima mais úmido, enquanto que no norte, a quantidade anual das precipitações pluviométricas diminui. Isso proporcionou a ocorrência mais generalizada da agropecuária nos municípios no sudeste da área de estudo e a ampliação do desmatamento e queimadas.

Gráfico 19 – Distribuição municipal, em km², das classes de degradação ambiental – modelagem *fuzzy* a partir da integração dos mapas de declividade, NDVI (períodos chuvoso e seco, dos anos de 2001 a 2012) e de uso e cobertura da terra



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014



Em Antas, por exemplo, a sucessão das atividades agropastoris pressionou o ambiente com o desmatamento, queimadas, pisoteio do gado bovino para ampliação do estado de desequilíbrio ambiental, configurado nas expressivas áreas de solo exposto (Figura 34). Estes fatores, conjuntamente com as características ambientais (como neossolos, relevo acidentado e chuvas torrenciais), conduziram à erosão dos solos – verificados nas formações de sulcos e ravinas – e ampliação da vulnerabilidade ambiental à desertificação (Figura 34). Essa realidade se repetiu nos municípios em torno de Antas

(Coronel João Sá, Novo Triunfo e Pedro Alexandre), onde as práticas da criação do gado e das lavouras temporárias são constantes e a classe de alta vulnerabilidade se alastrou fortemente nas terras municipais.

Figura 34 – Solo exposto, centro de Antas – Bahia. A generalização do desmatamento, queimadas e pisoteio do gado em um relevo acidentado, ampliam as superfícies desnudas e a erosão, configurando um estado de degradação ambiental



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

As queimadas intensas são pressões ambientais configuradoras de estados de degradação ambiental. Além de tornarem os solos desnudos, expostos à insolação excessiva e a ação erosiva das chuvas torrenciais, o fogo diminui a biodiversidade das paisagens, ao afetar negativamente na fertilidade dos solos, causar a morte generalizada de espécies vegetais e diminuir as condições de recomposição da biomassa (BRASIL, 2005; VASCONCELOS SOBRINHO, 1982; WARREN; MAISELS, 1992)

Ab'Saber (1977) apontou a existência de ambientes em processo de desertificação no vale do Vaza-Barris, nos limites do município de Canudos. Na área, denominada de Altos Pelados, a localização de interflúvios, com pequenas colinas desprovidas de vegetação, a remoção generalizada das feições vegetais, pisoteio caprino e os processos

morfogenéticos convergiram para acentuar a degradação (AB'SABER, 1977). Na modelagem, extensas áreas do vale do rio Vaza-Barris, nos territórios municipais de Canudos, Jeremoabo e Uauá possuíram altos índices de degradação.

No município de Jeremoabo, o desencadeamento de atividades agropecuárias, as práticas do desmatamento para a plantação de lavouras temporárias e permanentes e para a criação de gado bovino e caprino ampliaram as áreas de solo exposto e a propagação de espécies pioneiras, como a *Sida galheirensis* Ulbr., conhecida popularmente como velame. São indícios de um estado de desequilíbrio ambiental, corroborados nas modelagens de vulnerabilidade ambiental (Mapas 37 e 39) e dados de campo.

Em Canudos e em Uauá, os altos índices de degradação ultrapassaram o vale do rio Vaza-Barris para se distribuírem em diferentes pontos dos municípios. São resultados do desmatamento da vegetação que recobria os neossolos, para as práticas da agricultura temporária e da pecuária extensiva bovina e caprina. O estado de desequilíbrio ambiental é visto nas amplas áreas de solo exposto delimitadas no mapa de uso e cobertura da terra (Mapa 11), nos baixos índices do NDVI dos períodos chuvoso (Mapas 13 ao 24) e seco (Mapas 25 ao 36) e nas modelagens de vulnerabilidade ambiental (Mapas 37 e 39).

As atividades agropastoris configuraram forças motrizes que, também, conduziram a degradação ambiental nos municípios de Rodelas e Chorrochó. São estados preocupantes, em razão da ampliação do desmatamento da vegetação e ocorrência da erosão laminar, com a remoção generalizada dos horizontes superficiais dos solos e o espalhamento de fragmentos de rochas (Figura 35). Em alguns pontos, a vegetação constituída de estratos arbustivos e de baixa densidade, os solos com horizontes superficiais pedregosos (Figura 35), a estratificação vegetal e a proliferação de espécies ruderais, como a do capim agulha (*Aristida adscensionis*), e os processos erosivos acelerados (Figura 35) denotam um estado de desequilíbrio ambiental, com aspectos próximos aos ambientes em desertificação.

Figura 35 – Degradação ambiental, centro do município de Macururé – Bahia. O uso inapropriado da terra pressiona o ambiente para a configuração de um estado de desequilíbrio ambiental, verificado nos processos erosivos acelerados



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

Nas margens do lago de Itaparica, em Rodelas, o uso da terra acentuou a degradação, em um ambiente de baixo índice pluviométrico, alta incidência de secas, neossolo quartzarênico, com materiais altamente arenosos e sem coesão, vegetação arbustiva, de baixa densidade e hiperxerófila. A área possui uma alta vulnerabilidade ambiental à desertificação, ampliada após a construção do lago de Itaparica, ao potencializar os processos erosivos de gênese eólica e pluvial. No deserto de Surubabel, por exemplo, o desmatamento para a formação de pastagem para o pastoreio caprino e a extração de lenhas para o atendimento das necessidades populacionais tornaram os solos desnudos e intensificaram a erosão eólica, resultando em formação de dunas com mais de cinco metros de altura (PAIVA et al, 2007), observáveis na figura 36. A área é utilizada, ainda, para a pastagem caprina e agricultura irrigada, onde se planta frutíferas, como a melancia e o coco.

Figura 36 – Deserto de Surubabel, margem do lago de Itaparica, no município de Rodelas – Bahia. O uso intenso das terras para o desencadeamento da pecuária generalizaram o desmatamento e as manchas de solo exposto, onde ocorrem os processos erosivos pluviais e eólicos, com a formação de dunas



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

O problema da irrigação dos ambientes semiáridos é preocupante, por causa da inadequação das técnicas utilizadas. No polo regional de Jeremoabo, utilizam-se, comumente, as técnicas de aspersão, que favorecem a erosão e tornam os solos vulneráveis à salinização, em consequência dos sais que compõem as águas utilizadas na irrigação, a alta taxa de evaporação e a deficiência da infiltração da água no solo (PRIMAVESI, 1986). A salinização do solo concentra um número expressivo de sais solúveis e acarreta na queda da produtividade agrícola, na diminuição da densidade das culturas e na infertilidade dos solos e, quando o processo é avançado, ocasiona a morte generalizada das culturas, o abandono da terra pelo agricultor e a desertificação (BRASIL, 2005; LANNETTA; COLONNA, 2010).

Nos municípios de Glória, Paulo Afonso e Santa Brígida, o desmatamento da vegetação sobre o neossolo quartzarênico para a ocorrência da pecuária extensiva e da agricultura temporária, ampliou as áreas de solo exposto e o desencadeamento de

processos erosivos. Como consequência, houve uma remoção acentuada dos horizontes superficiais do solo, a degradação ambiental se alastrou pelos municípios e, em algumas áreas, enxergou-se uma paisagem rústica e com aspectos de ambientes em desertificação (Figura 37).

Figura 37 – Aspecto da degradação ambiental, sudoeste de Glória – Bahia. O desmatamento da vegetação sobre o neossolo quartzarênico para o desencadeamento de atividades agropecuárias conduziram a um estado de desequilíbrio ambiental, observado nas amplas superfícies de solo exposto e erosão

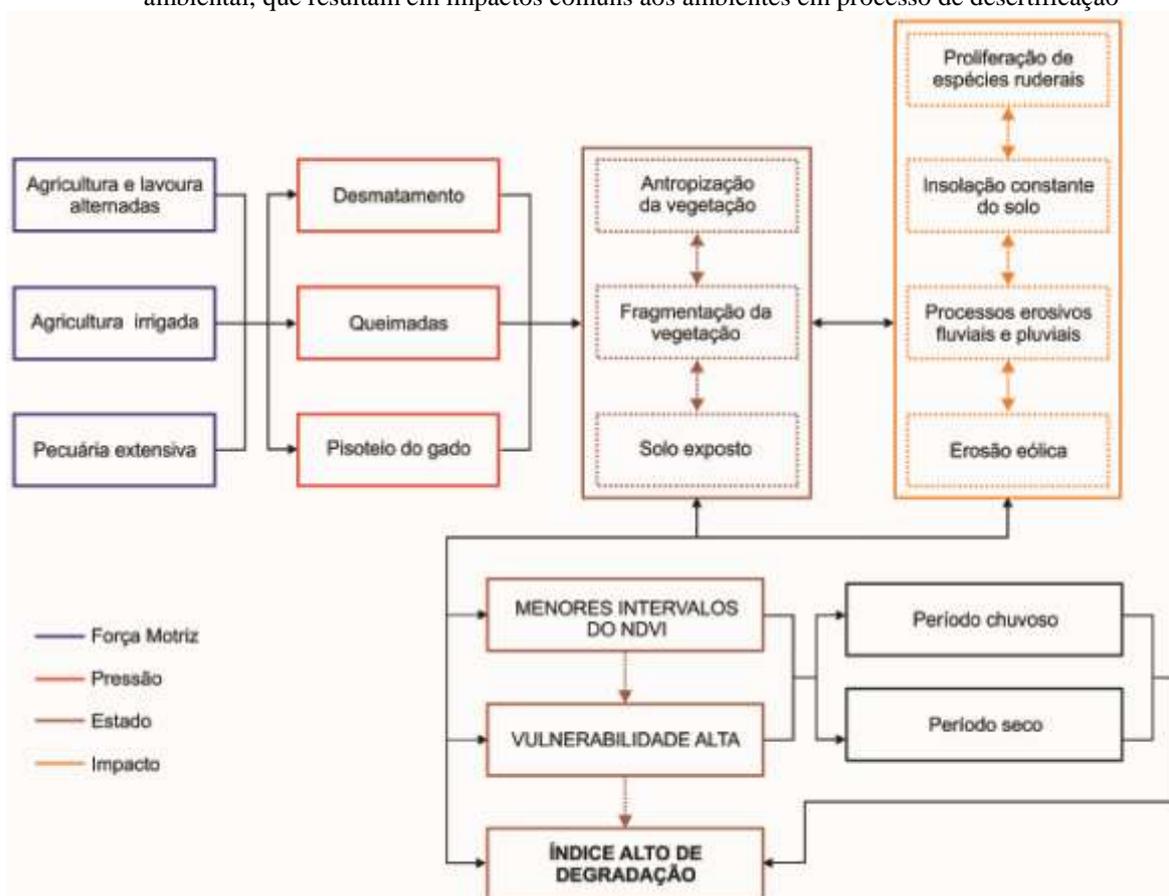


Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

Nos estudos de campo, constatou-se que a pressão ambiental no polo está associada diretamente à degradação da vegetação, com a redução da biodiversidade vegetal e da biomassa (Figura 38). Iniciou-se, assim, a alteração dos solos, ocorrendo na denudação dos horizontes superficiais, na dificuldade de germinação e desenvolvimento de novas plantas. A continuação das forças motrizes mantém o ciclo constante de pressão, estados e impactos, que potencializam os processos de degradação e podem evoluir para as condições irreversíveis da desertificação, caso as medidas de combate não sejam eficazes e imediatas (Figura 38). A ocorrência da agricultura (temporária ou permanente) e pecuária

(extensiva), de modo alternado ou contínuo, no polo regional de Jeremoabo originou-se no período colonial brasileiro e até a contemporaneidade configuraram como as principais forças motrizes que, em algumas áreas, romperam e ameaçam, constantemente, o equilíbrio ambiental. São estados evidentes de degradação, visualizados em diferentes municípios regionais, pela distribuição das manchas de solos expostos, erosão, proliferação de espécies ruderais, baixa densidade vegetal, comuns às áreas desertificadas (Figura 38).

Figura 38 – Relações ambientais no polo regional de Jeremoabo, constituídas por forças motrizes e pressões ambientais, configuradoras do estado de vulnerabilidade á desertificação e de degradação ambiental, que resultam em impactos comuns aos ambientes em processo de desertificação

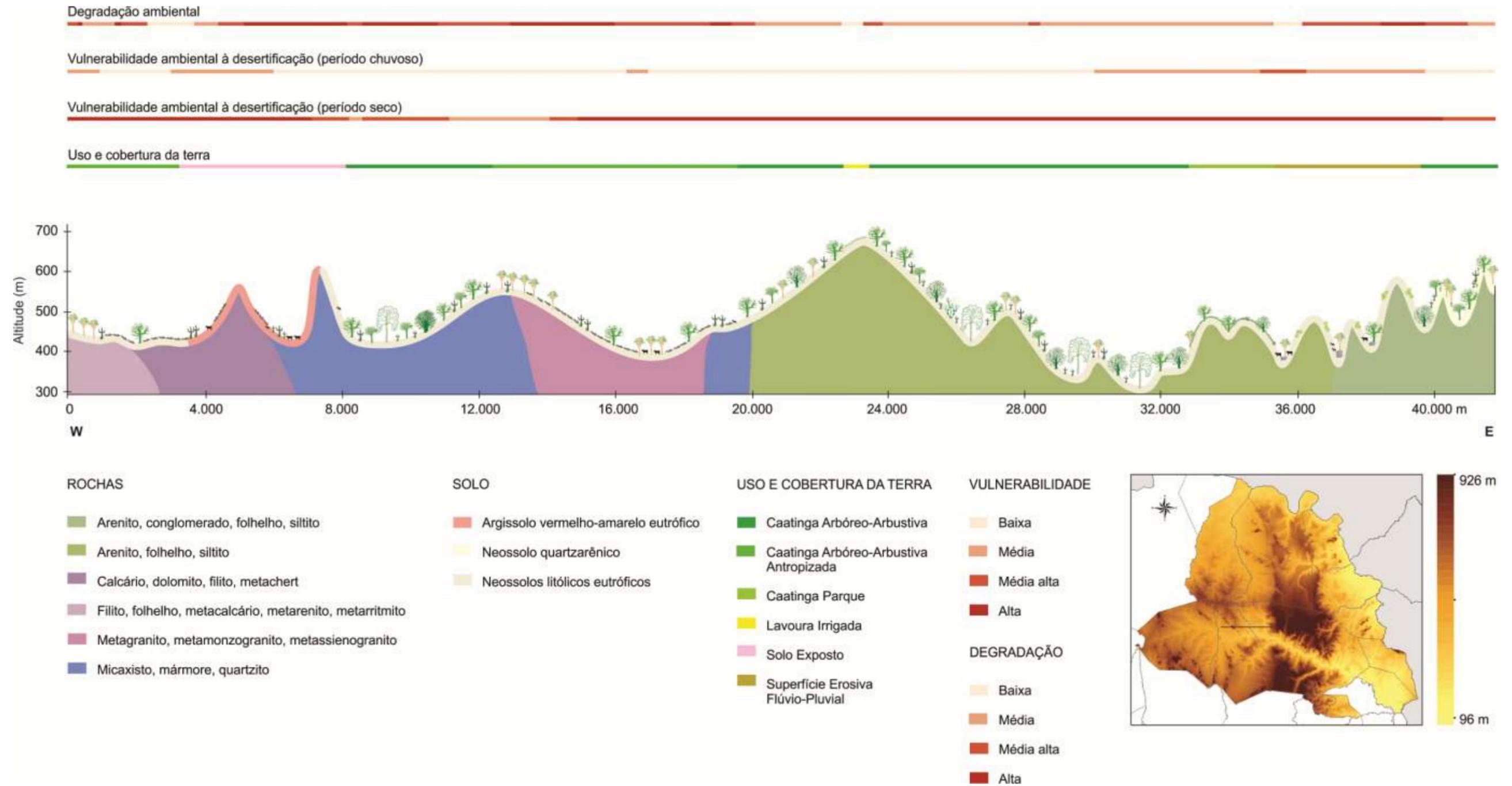


Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

A modelagem indicou que os cenários de degradação ambiental no polo regional de Jeremoabo configuram-se pela conjugação entre a vulnerabilidade ambiental nos períodos chuvosos e seco, com a baixa densidade da vegetação, solo exposto, superfícies erodidas e a declividade. A falta de um ou mais desses fatores, diminuiu o índice de degradação, e a paisagem denotou cenários de baixa ou inexistente degradação, verificados no perfil

esquemático, de sentido leste – oeste entre os municípios de Jeremoabo e Canudos (Figura 39).

Figura 39 – Perfil esquemático, de direção leste – oeste nos municípios de Jeremoabo e Canudos, denotando a teia de relações indicadas na modelagem para configurar os estados de degradação ambiental



Fonte: Israel de Oliveira Junior, 2014

Três situações de alta degradação ambiental foram analisadas a partir do perfil esquemático (Figura 39), para exemplificar o jogo de relações elementares configuradoras do intenso nível de desequilíbrio ambiental. Em todas elas ocorreu a classe do solo neossolo (litólico eutrófico e quartzarênico), alta declividade do relevo, Caatinga Arbóreo-Arbustiva Antropizada ou Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial e a vulnerabilidade ambiental à desertificação foi alta na modelagem *fuzzy* do período seco (Figura 39). São fatores indicadores de que a ação humana está no cerne da degradação ambiental, ao concorrer para o rompimento do equilíbrio ambiental, por meio das atividades agropastoris, modificadoras das feições vegetais em solos sujeitos aos processos erosivos, pela estrutura friável e declividade do relevo. A modelagem condiz com os dados levantados em campo, onde os produtos elaborados pelas técnicas de geoprocessamento expressaram as paisagens regionais.

A criação de rebanhos de porte pequeno (caprinos e ovinos) é preocupante no polo regional de Jeremoabo, por inexistir um manejo generalizado. Nesta situação, os animais conduzem à morte das espécies utilizadas na dieta animal, que exercem proteção ao solo, e ao desencadeamento de processos de desertificação.

As evidências da pressão provocada pela inaptidão ambiental das técnicas utilizadas na bovinocultura foram evidentes na área de estudo e constituem-se entre as principais causas da desertificação em todo o mundo. O pisoteio do gado vitima a vegetação – inicialmente, as espécies mais sensíveis; compacta o solo, com efeito drástico sobre o balanço da água infiltrada e escoada dos solos das caatingas, sendo esse um dos efeitos de degradação mais potentes e duradouros nas terras secas; dificulta a germinação de sementes e o crescimento de novas plantas, ameaçando a capacidade produtiva do sistema (WARREN; MAIZELS, 1992).

Os impactos na vegetação das terras secas, portanto, é um fator que propicia o desencadeamento da desertificação, ao dificultar a recomposição totalmente das espécies, devido às características ambientais, como clima, solos, espécies vegetais e, principalmente, pelos usos insustentáveis, intensos e sistemáticos do patrimônio ambiental. A generalização das práticas e técnicas da agropecuária impróprias ao sistema ambiental do polo de Jeremoabo constituiu um grave problema da região. Hare e outros (1992) apontaram o erro na aplicação de técnicas e equipamentos indicados para os ambientes úmidos, pois muitas delas contribuem à desertificação das terras secas.

Os solos da região já possuem fragilidade natural, que corroboram para ampliar a vulnerabilidade ambiental devido às pressões exercidas pelo uso. A remoção da vegetação conduz à erosão hídrica e eólica, reduz a capacidade de recomposição das feições vegetais e, nos solos rasos, distribuídos pela região, limita, ainda mais, a capacidade de infiltração e retenção de água no solo. Estes fatores corroboram para construir um estado de degradação ambiental intensa e nos indica situações típicas das áreas desertificadas.

Em contrapartida, os resultados da modelagem ambiental demonstraram a inexistência ou baixa degradação ambiental nas áreas onde a vegetação é conservada, mesmo sendo constituídos por neossolos, baixos índices pluviométricos e por desníveis topográficos (Figura 40). Isso indicou a importância das feições vegetais da caatinga para a manutenção do equilíbrio ambiental. Sobre os solos recobertos por vegetação, a insolação é menor, os impactos da irregularidade e torrencialidade das chuvas são inferiores e o estabelecimento e crescimento vegetal é mais significativo (PEREIRA; ALMEIDA, 2010).

Figura 40 – Vegetação conservada, leste de Glória – Bahia. As feições vegetais da caatinga são importantes para a manutenção do equilíbrio ambiental das paisagens constituídas por relevos colinosos, neossolos, baixos índices pluviométricos e vulneráveis à desertificação



Fonte: Israel de Oliveira Junior, março de 2012

Essa situação foi encontrada na área da reserva ecológica do Raso da Catarina e da zona de amortecimento (PAES; DIAS, 2008), onde a alta densidade da biomassa expressos nos intervalos do NDVI (Mapas 13 a 36) e a preservação das feições vegetais da Caatinga (Mapa 11) indicaram o equilíbrio ambiental, refletidos nas modelagens de vulnerabilidade ambiental (Mapas 37 e 39) à desertificação e de degradação ambiental (Mapa 54).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos caminhos para o planejamento ambiental encontra-se na pesquisa sobre a relação sociedade e natureza, objeto de interesse geográfico, pois é nessa interface que há a materialização das formas e conteúdos espaciais. A investigação sobre esses assuntos possibilitou o estudo acerca da vulnerabilidade ambiental à desertificação e a degradação ambiental, por meio de uma abordagem integrada do meio ambiente, apoiada em uma concepção geossistêmica da paisagem. A pesquisa sobre o processo de desertificação ocorreu no contexto espacial do polo regional de Jeremoabo – Bahia, por onde se buscou, continuamente, aproximar os dados e informações da pesquisa com a realidade paisagística regional, para evidenciar a materialidade de uma crise ambiental planetária nos processos, nas formas e nos fenômenos investigados.

Logo, inferiu-se sobre a importância das técnicas de geoprocessamento, porque disponibilizaram ferramentas potenciais para a integração de dados e informações ambientais. Por meio do geoprocessamento, organizou-se um banco de dados SIG, com conteúdos em formatos de vetores (pontos, linhas e polígonos) e *raster*, de origem secundária e primária. Os dados representaram as formas espaciais regionais, que, associados aos outros tipos de fontes, como as referências bibliográficas e estudos em campo, indicaram acerca dos processos de interesse para a pesquisa.

O geoprocessamento possibilitou representar as informações referentes à ocupação regional no período colonial brasileiro, abordados em literaturas sobre o assunto, destacando a importância das atividades agropastoris para tais fenômenos. O estudo histórico da região destacou, a princípio, a pecuária bovina como o fator de ocupação do polo regional de Jeremoabo, onde os vaqueiros e os gados circunscreviam os caminhos às margens de rios e iniciavam as primeiras pressões ambientais da referida atividade ao ambiente regional. Inicialmente, inexistiram planejamentos ambientais adequados nas paisagens, pelos quais se evitaria a deterioração ambiental. No período colonial brasileiro, os colonizadores interessavam-se pelos sertões, sobretudo, para o suprimento de carne e couro (gado) para a população litorânea, para o fornecimento de mão de obra indígena escrava às atividades concentradas no litoral, para a descoberta de minérios para o enriquecimento de poucos e da coroa portuguesa. Essas afirmações delineiam o papel preponderante atribuído à apropriação colonial da região estudada: uma porção espacial, fornecedora de produtos e de homens para o crescimento econômico litorâneo brasileiro.

As formas e conteúdos da degradação ambiental regional originaram-se das relações agropecuárias coloniais, que, contemporaneamente, são forças motrizes geradoras de pressão, estados e impactos ambientais comuns às áreas desertificadas mundiais.

No estudo referente ao processo de desertificação, a aplicação de indicadores ambientais foi importante para gerar dados e informação para a análise ambiental. O marco de análise adequou-se à avaliação sobre a temática, pois norteou a sistematização de procedimentos e abordagens intrínsecas à teia de relações ambientais nas circunstâncias do polo regional de Jeremoabo. Gerou-se dados elementares quantitativos e qualitativos e a configuração de cenários ambientais, com a identificação de forças motrizes, pressão, estados e impactos ambientais, importantes para a elaboração de respostas para enfrentar o processo de degradação. A importância do emprego do marco de análise para a síntese de fenômenos regionais permitiu inter-relacionar as informações amplas e complexas, com objetividade, norteadoras para o planejamento ambiental. Com isso, não sistematizou somente os dados sobre os estados e impactos ambientais, mas permitiu evidenciar algumas causas processuais da desertificação.

As evidências se principiaram na pressão sobre a biomassa que torna os solos friáveis e de horizontes superficiais arenosos e/ou pedregosos suscetíveis às intempéries e para o rompimento do equilíbrio dinâmico paisagístico. O mapeamento do uso e cobertura das terras denotou a agropecuária como fator da supressão das feições vegetais em favor da ampliação dos campos de agricultura e pecuária. Essas áreas se estenderam por diferentes espaços regionais, totalizando 12,4 mil km², e demonstram estados de deterioração da vegetação e do ambiente, que se manifestaram na (re)classificação das feições vegetais, com o qualitativo antropizada, no intuito de indicar as interferências humanas na biodiversidade dos conjuntos florestais.

A intensa exploração do ambiente configurou as superfícies de solo exposto, distribuídas em diferentes áreas, sobretudo, dos municípios de Chorrochó, Macururé, Paulo Afonso e Uauá. A Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial se prolongou em 1,2 mil km² do polo regional de Jeremoabo, nas margens de diferentes rios, onde os processos erosivos são atuantes e as feições vegetais são inexistentes. Ambas as áreas, de Solo Exposto e de Superfície Erosiva Flúvio-Pluvial, indicaram o rompimento do estado de equilíbrio climático entre o potencial ecológico, exploração biológica e as ações antrópicas.

Pelo mapeamento de uso e cobertura da terra, constatou-se, ainda, as extensas áreas desprovidas de cobertura vegetal nos municípios de Antas, Coronel João Sá, Novo Triunfo

e Pedro Alexandre; a supressão da vegetação natural em mais de 81% das terras municipais de Antas, Coronel João Sá, Pedro Alexandre e Uauá; e, em compensação, a existência em torno de 13,4 mil km² de terra recoberta por feições vegetais, que apontou para a conservação e preservação das paisagens, sobretudo, de áreas municipais de Canudos, Chorrochó, Jeremoabo, Macururé e Rodelas – pela extensão das classes vegetais.

As interferências climáticas na biomassa se evidenciaram na aplicação do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) em imagens MODIS dos períodos chuvoso e seco dos anos de 2001 e 2012. Foram 24 mapas indicativos da influência da sazonalidade climática à paisagem regional, onde se percebeu, sensivelmente, as alterações ambientais causadas pelas estiagens pluviométricas. No período seco, prevaleceram as classes de baixa densidade da biomassa, ao contrário do que ocorreu no período de umidade. São ciclos constantes entre solos recobertos por vegetação e desnudos. Nessa situação, os indícios de fragilidade ambiental são eminentes e o uso ininterrupto e incorreto da terra tornaram esses ambientes vulneráveis à desertificação e/ou degradados. A alteração ambiental decorrida de secas prolongadas visualizou-se, também, nos mapeamentos do índice de vegetação, pois, no período chuvoso dos anos de 2003 e 2012 (ano de seca), reduziu-se a extensão espacial das classes de maior biomassa.

O índice de vegetação foi um indicador importante de desertificação, pois norteou as discussões sobre os estados e impactos ambientais, associados aos fatores de pressão ambiental. No entanto, a consistência das informações espaciais atrelou-se aos dados MODIS temporais, pois os aspectos da paisagem se diferiram de acordo com a sazonalidade climática e com a existência, ou não, da seca. Destarte, se delimitasse apenas uma imagem MODIS para a aplicação do NDVI poder-se-ia gerar interpretações, extremamente, positivas ou negativas na configuração de cenários, a depender do período sazonal e/ou da quantidade de chuvas decorridas no ano. Constatou-se que, para a área de estudo, dominada pelo clima tropical semiárido, a coerência das interpretações atrelou-se a escala temporal, ainda, associada aos dados meteorológicos, como os pluviométricos.

Nas terras onde desencadearam as atividades agrícolas e pecuaristas (consorciadas ou não), a sensibilidade da cobertura vegetal é mais intensa e, dificilmente, no período seco predominou uma boa densidade da biomassa, explicitado na distribuição regional das classes de alto índice de vegetação dos mapas NDVI. Nos estudos ocorridos em campo, percebeu-se a pressão ambiental causada pela agropecuária, que contribuiu para a proliferação de espécies pioneiras de porte herbáceo, como a de velame (*Sida galheirensis*

Ulbr), e deixou as marcas da deterioração ambiental, a exemplo da estratificação vegetal e da ineficiente proteção aos solos às intempéries. Assim, potencializou os impactos da degradação ambiental, com a propagação dos processos erosivos no início das chuvas torrenciais regionais.

A associação dos indicadores ambientais de uso e cobertura da terra, do índice de vegetação e dos indicadores socioeconômicos apontaram os níveis de vulnerabilidade ambiental à desertificação do polo regional de Jeremoabo, em diferentes escalas espaciais. A região é demarcada por contradições socioeconômicas, expressas nos indicadores econômicos e sociais, como o PIB, produção agropecuária, pobreza e Programa Bolsa Família. Por exemplo, o PIB, em 2010, do município de Paulo Afonso foi superior 1.211,9% ao de Jeremoabo – município regional com o segundo maior PIB – e, nesse contexto, percebeu-se que as atividades econômicas industriais e de serviço se concentraram em Paulo Afonso.

As atividades agropecuárias são as predominantes em quase totalidade dos municípios regionais. Reproduz-se, constantemente, a pecuária extensiva e a agricultura temporária, ambas as atividades dependentes das condições climáticas para a ocorrência. Por isso, também, os dados analisados referentes à pecuária bovina, caprina e ovina denotaram a instabilidade da produção. No polo regional de Jeremoabo plantou-se, preponderantemente, o feijão e o milho, todavia a produtividade é irregular, com anos de extensas áreas plantadas e de baixa produção. Os resultados insatisfatórios da pecuária e agricultura, expressos nos dados analisados, visualizaram-se em determinados anos, coincidentes à existência de seca, o que afirmaram os impactos das estiagens pluviométricas nas relações ambientais regionais. Ratificou-se, com isso, a dependência das atividades agropastoris às ocorrências climáticas e a inexistência e/ou a ineficiência das políticas de convivência com o semiárido. Assim, em período de secas extensas, desestruturou-se a economia e os serviços sociais, que tenderam a reduzir a qualidade de vida populacional.

A dependência das atividades agropecuárias às precipitações pluviométricas afirmou, além disso, a história da incompetência das políticas governamentais, de aliar as técnicas de uso às condições ambientais regionais. Assim, é mais proveitoso para as propagandas políticas retirar da ineficiência dos planos de governo as causas da degradação ambiental e da pobreza regionais para acusar o clima. No entanto, as condições

climáticas são próprias do equilíbrio ambiental regional e, por isso, deve-se buscar técnicas sustentáveis.

A avaliação dos *Planos de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca* (PAEs) dos estados brasileiros indicou a participação popular, sobretudo quantitativa, inexpressiva e se desconheceu a sistematização de tal plano para o estado baiano, apesar dos inúmeros investimentos financeiros propagandeados em reportagens de um jornal *on line*. Com essa realidade baiana, houve uma demonstração da inoperância governamental para o planejamento de ações contra a desertificação, bem como a ausência de elementos institucionais para se criticar, fundamentais para o amadurecimento teórico sobre a temática e para a elaboração de conceitos e reavaliação de planos específicos para à desertificação.

As incoerências no trato sobre o processo de desertificação se refletiram nas informações veiculadas em meios de comunicação, como foi o exemplo do portal de notícias baianas do jornal A Tarde. Aparentou-se, pela quantidade de reportagens, a irrelevância da desertificação em meio às discussões internacionais e à orientação da elaboração do PAE de forma participativa. O jornal é um caminho de divulgação informacional importante para a sensibilização dos problemas ambientais enfrentados pela sociedade baiana. Além disso, a sensibilização se esbarra na qualidade dos textos publicados, com erros que dificultam o reconhecimento sobre as causas, as consequências, o estado da desertificação na Bahia e as políticas de enfrentamento.

O discurso a respeito da desertificação elevou o financiamento de projetos, sem a apresentação dos resultados. Aparentou-se que este termo é um bom elemento para a propaganda de ações governamentais e apoio institucional. Além de *financiamento*, mencionou-se, comumente, outros vocábulos em reportagens, como foi o caso de *combater*, dando uma ideia de enfrentamento às questões da degradação das terras secas da Bahia. No entanto, só se combate o que se conhece e, no caso da Bahia – em todo o território da ASD estadual – há mais dúvidas acerca da desertificação do que esclarecimentos.

As reportagens expressaram, continuamente, ideias depreciativas sobre o semiárido brasileiro e baiano, como a de bolsão da pobreza e da irreversibilidade dos problemas da região, ao associar a desertificação com as condições de desertos. O discurso intrínseco às reportagens retiraram da incapacidade governamental e da estrutura social as causas dos

problemas enfrentados pela população semiárida, pois muitas das ações políticas (re)cristalizaram a pobreza, a desigualdade social e a degradação ambiental regional.

A situação do PAE-Bahia e as reportagens expressaram, portanto, a inabilidade governamental de planejamento e de gestão dos ambientes semiáridos e, sobretudo, da ASD do estado. Nesse caso, denotaram, especificamente, a insuficiência de políticas de enfrentamento à desertificação, para a qual existe uma teia de relações que circunscreve na paisagem a insustentabilidade ambiental. Combater a desertificação, com isso, exige o rompimento com as causas da degradação da terra, que perpassa por ações de conhecimento sobre os elementos físicos e biológicos da paisagem, bem como das situações de desigualdades sociais, expressos nos índices sociais e econômicos regionais.

Por meio da pesquisa, evidenciou-se que no polo de Jeremoabo o jogo de relações entre a sociedade e o meio reconfiguraram a insustentabilidade das práticas humanas. Os conteúdos da crise ambiental regional se materializaram em diversas formas, evidenciadas nesta pesquisa. A alta vulnerabilidade à desertificação das paisagens regionais é visível em diferentes áreas, como, também, o é a degradação. A vulnerabilidade e a degradação, categorias de análise do ambiente, são resultantes da apropriação humana do patrimônio ambiental e, portanto, concretizaram-se pelas contradições socioespaciais, expressas nos dados e informações socioeconômicos e nos processos de desequilíbrio ambiental regionais.

Os procedimentos metodológicos aplicados nesta pesquisa possibilitaram analisar, qualitativa e quantitativamente, a vulnerabilidade ambiental à desertificação e a degradação. A lógica *fuzzy* adequou-se à integração e sistematização de dados ambientais do polo regional de Jeremoabo para a geração de novos dados, importantes para a discussão em torno do processo de desertificação, porque as modelagens ambientais resultaram em cenários que evidenciaram níveis de vulnerabilidade e de degradação. Ou seja, os diferentes graus de pertencimento atribuídos às classes dos planos de informações ao conjunto *fuzzy* foram potenciais para resultar em níveis diversos de vulnerabilidade e de degradação, importantes para classificar as diferentes áreas do ambiente regional, em meio às dúvidas, à complexidade e à revisão bibliográfica acerca da desertificação, bem como aos conhecimentos obtidos nos levantamentos de dados e informações em campo.

Os resultados do NDVI advieram da quantificação da biomassa verde presente na superfície terrestre e, por isso, demonstrou a importância das feições vegetais para a proteção dos solos às intempéries. As modelagens *fuzzy* de vulnerabilidade ambiental à

desertificação expressaram a quantificação da proteção desses elementos da paisagem ao solo e a função deles para a manutenção do clímax, nos períodos chuvoso e seco.

Na época das estiagens pluviométricas, em razão da caducidade das folhas das feições vegetais predominantes na região, a alta vulnerabilidade ambiental distribuiu-se por amplas áreas do polo regional de Jeremoabo. Alguns impactos podem resultar de tais estados ambientais, como a ocorrência de erosão pluvial no início do período chuvoso, pelo qual ocorrem as chuvas torrenciais e concentradas, com energia cinética para transportar os sedimentos que compõem os solos. No entanto, a vulnerabilidade à desertificação nesse período foi menor nas áreas mais úmidas da região, no sudeste, sobretudo nos municípios de Canudos e Jeremoabo.

As modificações ambientais em função da ocorrência das chuvas foram sensivelmente refletidas nos mapas NDVI e, assim, na modelagem *fuzzy* de vulnerabilidade ambiental no período chuvoso. Como nos mapas NDVI predominaram as classes de maior biomassa, no cenário ambiental de vulnerabilidade evidenciou-se, em área, os baixos índices. Todavia, em relação ao objetivo deste trabalho, enxergou-se as áreas de alta vulnerabilidade no período chuvoso (acima de 12% das terras são consideradas de média alta vulnerabilidade e alta vulnerabilidade ambiental à desertificação), atentando-se para essas áreas as piores condições de degradação, resultantes da apropriação humana dos elementos da paisagem para, principalmente, o desencadeamento das atividades agropastoris. O desmatamento e as queimadas intensas e repetidas impediram a recomposição, massiva, das espécies vegetais e a descontinuidade dos plantios no período chuvoso tendem a informar sobre a degradação ambiental regional.

A comunicação da degradação ambiental por meio da modelagem *fuzzy*, denotou a importância de alguns elementos da paisagem para a constituição de cenários ambientais das terras secas no estudo da desertificação. A integração dos mapas NDVI, uso e cobertura da terra e declividade, tendo como parâmetro a busca de balancear os processos de pedogênese e de morfogênese, ressaltaram as áreas onde a deterioração ambiental evoluiu para o rompimento do equilíbrio ambiental. A média e alta vulnerabilidade ocorreu em mais de 54% das terras, estendendo-se em cerca, respectivamente, de 6,9 mil km² e 4,3 mil km² do polo regional de Jeremoabo. Nos municípios de Novo Triunfo e Antas a proporção da área de terras degradadas é acentuada, de onde a vegetação foi retirada, em função da ocorrência de atividades agropastoris.

A modelagem, ainda, indicou as áreas do vale do rio Vaza-Barris, do deserto de Surubabel e outras com alto índice de degradação, corroborada pelos dados e informações de campo e as referências bibliográficas. Nas fontes de dados e informações e nos demais estudos realizados nesta pesquisa, averiguou-se que reprodução da agropecuária tornou-se uma força motriz para pressionar o ambiente com as queimadas, o desmatamento, o pisoteio do gado e convergiu para a ruptura do equilíbrio ambiental e configuração da degradação. Os estados ambientais de degradação traduziram-se em alguns impactos, como a proliferação de espécies ruderais, ampliação das áreas de solo exposto, intensificação dos processos erosivos etc.

Na reserva ecológica Raso da Catarina e na zona de amortecimento, bem como na APA Serra Branca/Raso da Catarina, a biomassa possuiu uma densidade alta, refletidas nos mapas NDVI dos períodos chuvoso e seco e nas modelagens ambientais de vulnerabilidade e de degradação. Em alguns anos, evidenciou-se que justamente nas referidas unidades de conservação, apesar da baixa pluviosidade, deteve a alta densidade da biomassa, o que indicou a importância ambiental de delimitar tal área. Como resultado de uma relação dialógica, pela qual se cria alternativas de mitigação e reversão da degradação ambiental oriundas na relação sociedade e natureza, a ampliação da unidade de conservação e da zona de amortecimento seria uma alternativa de resposta à preservação e conservação ambiental e ao combate à desertificação.

A partir dos resultados empreendidos na pesquisa, percebeu-se o valor dos produtos MODIS para as pesquisas ambientais, sobretudo para o monitoramento da degradação ambiental de regiões onde a sazonalidade climática e a ocorrência de secas condicionam alterações paisagísticas importantes de serem avaliadas. A resolução temporal dos dados MOD13 possibilitou um estudo multitemporal e sazonal do NDVI e resultou em modelagens *fuzzy* em que se buscou uma correspondência com a realidade ambiental regional. Os produtos não possuem uma alta resolução espacial, o que condicionou a produção de dados cartográficos em escala de 1:1.000.000. Contudo, tratando-se de um estudo em escala regional, os dados elaborados possuíram qualidades para a geração, análise e comunicação acerca dos indicadores ambientais, bem como para a configuração de cenários ambientais compatíveis com as características das paisagens regionais.

As imagens Landsat TM, embora de datas distintas, possibilitaram o estudo a respeito do uso e cobertura da terra, considerado um indicador importante no estudo da desertificação. A interpretação visual da imagem, como uma das etapas do processamento

de imagens, assegurou uma manipulação direta das classes dos mapas, correspondendo-as com os dados levantados em campo e, em razão da resolução espacial da imagem, resultou em um mapa com a escala cartográfica de 1:100.000, compatível com a escala geográfica do estudo.

A inexistência de imagens de sensoriamento com resolução espacial semelhantes condicionou a elaboração de modelagens ambientais com planos de informações desiguais em relação à escala cartográfica. Entretanto, os resultados assemelharam-se aos aspectos ambientais avaliados nos pontos de controle obtido em atividades de campo e, por isso, possibilitaram a análise para se discutir sobre o processo de desertificação no polo regional de Jeremoabo.

Essas informações atestam a dificuldade de realizar trabalhos de análise ambiental no país e, principalmente, na Bahia, pela inexistência de dados suficientes para obter informações. Assim, é demasiado o esforço na produção de dados primários, o que pode comprometer a qualidade dos estudos, devido ao tempo das pesquisas. Todavia, as experiências dos pesquisadores, a riqueza de um acervo literário temático e a socialização de produtos de sensoriamento remoto gratuito dão possibilidades de enfrentar tais deficiências. As evidências dessa situação – de escassez de dados – no semiárido da Bahia se estende pela história, o que ratifica as conclusões sobre as visões errôneas acerca desse espaço e como a política, em suas diversas materialidades, contribui para (re)cristalizar os problemas enfrentados na região.

Combater os problemas da região envolve o conhecimento acerca das causas, dos estados e das consequências deles, em suas múltiplas dimensões. Nessa asserção, também, inclui-se o estudo da desertificação, pois inúmeros elementos se entrelaçam para evidenciar, nas formas e nos processos, o rompimento do equilíbrio ambiental. A aplicação de indicadores ambientais é um caminho para a geração de informações ambientais, visando enfrentar a desertificação, pois tem o papel de fundamentar e comunicar as escolhas, ações e (re)avaliar as políticas ambientais para a região.

É nesse jogo cooperativo entre a ciência, a ação governamental, a população local e os demais interessados que se configuraram os planos democráticos de gestão ambiental para a ASD brasileira e, sobretudo, para o polo regional de Jeremoabo. Contudo, é importante a construção de modelos de participação, em número e em qualidade, mais expressivos, pelos quais se manifestem a complexidade da temática, os diferentes anseios populacionais e os consensos para um envolvimento a favor da configuração da

sustentabilidade. As evidências dos PAEs, das reportagens, das referências bibliográficas analisados apontaram para uma situação contrária, pela qual ainda permanecerão políticas verticalizadas, que tendem a (re)criar uma estrutura social desigual, sendo a degradação ambiental uma expressão dela.

Por isso, uma análise integrada da paisagem tende a favorecer o amadurecimento teórico e procedimental sobre a desertificação, com contribuições à ciência, à política, à sociedade em geral, ao buscar a abstração de uma realidade que no mundo ocorre na totalidade das relações e das formas. Disso decorre a formulação de conceitos, categorias de análise geográficas, a constituição de cenários ambientais, a avaliação de planos e de outros materiais, importantes à discussão sobre o processo de desertificação, nas suas variadas dimensões, sejam elas administrativas, biológicas, culturais, econômicas, educacionais, físicas, políticas e outras. Com essa visão, transcorreu-se as etapas desse estudo, tendo como a delimitação espacial de aplicação do conhecimento o polo regional de Jeremoabo.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Cotia: Ateliê, 2003.

_____. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 53, p. 1-19, 1977.

_____. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1977. (Geomorfologia, 53).

ABRAHAM, E. M. Metodología para el estudio integrado de los procesos de desertificación. Aporte para el conocimiento de sus causas y evolución. In: CURSO DE DESERTIFICACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 5, 1995, Montecillo. **Anais...** Montecillo: FAO, PNUMA, CPCA, 1996, p. 67-80.

ABRAHAM, E M.; MACCAGNO, P. Los resultados obtenidos por los países: Indicadores y puntos de referencia de la desertificación a nivel nacional y local en Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador y Perú. In: ABRAHAM, E. M.; BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. Mendoza: LaDyOT – IADIZA – CONICET, 2006. Cap. 7, p. 141-188.

ABRAHAM, E. M.; MONTAÑA, E.; TORRES, L. Procedimiento y marco metodológico para la obtención de indicadores en forma participativa. In: ABRAHAM, E. M.; BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. Mendoza: LaDyOT – IADIZA – CONICET, 2006. Cap. 2, p. 37-63.

AB'SABER, A. N. **Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical**. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1977. (Geomorfologia, 53).

ALAGOAS. **Plano de Ação Estadual de Alagoas para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE**. Maceió: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, 2011.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, D. M. **A invenção do Nordeste e outras artes**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

ALHEIROS, M. M. Avaliação econômica de perdas ambientais na análise de riscos geológicos. In: Encontro Nacional da ECOECO, 1., 1996, Campinas. **Anais Eletrônicos...** Campinas: EcoEco, 1996. Mesa Redonda. Disponível em: < http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/i_en/mesa4/3.pdf >. Acesso em 20 dez. 2009.

AMADO, J. **Estudos Históricos**. Rio de Janeiro, vol. 8, n. 15, p. 145-151, 1995.

ANDERSSON, L. O. et al. **Sensor MODIS: uma abordagem geral**. São José dos Campos, 1995.

ANDRADE, M. C. **A Problemática da seca**. Recife: Líber, 1999.

_____. **O desafio ecológico: utopia e realidade**. São Paulo: Hucitec, 1994.

ASPIAZÚ, C.; RIBEIRO, J. C. Possibilidade de uso das imagens Landsat na estimativa e inventário de áreas florestais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1. (SBSR), 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978. p. 211-222. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.23.14.02>>. Acesso em: 1 mar. 2010.

ARAÚJO, J. A. A. **Barragens no nordeste do Brasil**. Fortaleza: DNOCS, 1982.

A TARDE. Bahia vai receber US\$ 10 mi para preservação da Caatinga. **A Tarde On Line**. 06 mai. 2004. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=629849>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Bird investe na região da caatinga. **A Tarde On Line**. 25 ago. 2004. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=509769>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Desertificação ameaça 30 milhões de brasileiros. **A Tarde On Line**. 05 jun. 2006. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=657100>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Ministério lança cartilha sobre desertificação. **A Tarde On Line**. 18 jun. 2006. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=660021>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Especialistas pedem melhor gerenciamento e informação sobre desertificação. **A Tarde On Line**. 21 jun. 2006. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=660822>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. UEFS promove VI Feira do Semiárido. **A Tarde On Line**. 20 nov. 2006. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=703869>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. UEFS promove VI feira do semiárido. **A Tarde On Line**. 20 jul 2006. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=703709>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Sistema de alerta precoce de seca receberá R\$ 8 milhos este ano. **A Tarde On Line**. 09 fev. 2007. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=728603>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Desertificação pode criar "refugiados ambientais", alerta consultor. **A Tarde On Line**. 26 jul. 2007. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=732375>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Ministério contabiliza 1.488 municípios com processo de desertificação no Nordeste. **A Tarde On Line**. 26 fev. 2007. Disponível em: <atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=732428>. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. ONU pede que países ricos lutem contra a desertificação. **A Tarde On Line**. 12 mar. 2007. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=736015 >. Acesso em: 25 mai. 2012.

_____. Brasil apresenta candidato à presidência da Convenção da ONU de combate à desertificação. **A Tarde On Line**. 15 mar. 2007. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=737109 >. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Transposição de São Francisco depende do cumprimento de 51 condições. **A Tarde On Line**. 23 mar. 2007. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=739114 >. Acesso em: 25 mai. 2012.

_____. Bahia participa de encontro sobre desertificação na Espanha. **A Tarde On Line**. 06 set. 2007. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=787076 >. Acesso em: 25 mai. 2012.

_____. Lula: Brasil está determinado a obter acordo ambicioso. **A Tarde On Line**. 17 dez. 2009. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=1314415 >. Acesso em: 25 mai. 2012.

_____. China alerta população sobre tempestade de areia. **A Tarde On Line**. 22 mar. 2010. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=2158392 >. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Fundo nacional para mudanças climáticas é regulamentado. **A Tarde On Line**. 27 out. 2010. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=5641841 >. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. Desafio do Código Florestal é evitar conflito, diz Jobim. **A Tarde On Line**. 13 set. 2011. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=5765796 >. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. CMN aprova regulamentação de fundo para o clima. **A Tarde On Line**. 14 set. 2011. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=5766292 >. Acesso em: 24 mai. 2012.

_____. IBGE: racionamento de água afetou 23% dos municípios. **A Tarde On Line**. 19 out. 2011. Disponível em: < atarde.uol.com.br/noticias.jsf?id=5777092 >. Acesso em: 24 mai. 2012.

AUGUSTO FILHO, O. 2001. In: CASTRO, C. M. de; PEIXOTO, M. N. de O.; RIO, G. A. P. do. Riscos Ambientais e Geografia: Conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**. Rio de Janeiro: v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

BAHIA, Instituto de Gestão das Águas e Clima. 2009. Programa estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca. Disponível em: < <http://www.inga.ba.gov.br/modules/wfdownloads/singlefile.php?cid=1&lid=91> >. Acesso em: 3 fev. 2010.

BEEKMAM, G. B. El Programa Combate a la Desertificación y Mitigación de los efectos de la sequía en América del Sur, BID-IICA. In: ABRAHAM, E. M.; BEEKMAN, G. B. **Indicadores de la Desertificación para América del Sur**. Mendoza: LaDyOT – IADIZA – CONICET, 2006. Cap. 1, p. 21-35.

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

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**. São Paulo, n. 13, p. 1-27, 1971.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboços metodológicos. In: BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2009.

BERTRAND, C.; BERTRAND, G. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades**. Maringá: Massoni, 2009.

BOLOS i CAPDEVILA, M. et al. **Manual de ciencia del paisaje: teoria, metodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992.

BOMBINHO, Manuel Pedro das Dores. **Canudos: história em versos**. São Paulo: Hedra, Edufscar, Imprensa Oficial de São Paulo, 2002.

BONHAM-CARTER, G. F. **Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS**. New York: Pergamon, 1994.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira: ações prioritárias**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

_____. Lei nº 1.649, de 19 de julho de 1952. Cria o Banco do Nordeste do Brasil e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/11649.htm >. Acesso em: 6 mai. 2013.

_____. Lei nº 3.692, de 15 de dezembro de 1959. Institui a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L3692.htm >. Acesso em: 6 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Caprinocultura na Bahia**. Brasília (DF): Conab, 2006. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/BA/caprinocultura_na_bahia.pdf >. Acesso em: 18 ago. 2013.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS). **Cadastro único 2010**. Disponível em: < <http://www.mds.gov.br/adesao/mib/matrizview.asp?IBGE=2924207> >. Acesso em: 25 set. 2013.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**: Folha SD.23 Brasília; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1982.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. **Programa Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, 2005.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Monitoramento do Bioma Caatinga 2002 a 2008**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Centro de Informação, Documentação Ambiental e Editoração Luís Eduardo Magalhães, 2010a

CALASANS, J. A Guerra de Canudos na poesia popular: Bahia. **Publicação do Centro de Estudos Baianos**, n. 14, 1952.

CAMARA, G. et al. Análise espacial e geoprocessamento. In: DRUCK, S. et al. Análise especial de dados geográficos. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004.

CAMARGO, L. H. R. **A ruptura do meio ambiente**: conhecendo as mudanças ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência: a Geografia da complexidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

CAPRA, F. **A teia da vida**: uma nova concepção científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARDONA, O. D. A. **La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo**: una crítica y una revisión necesaria para la gestión. Bogotá, DC: Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina, 2003. Disponível em: <<http://www.desenredando.org/public/articulos/2003/rmhcvr/>>. Acesso em: 11 jan. 2012.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHO, M. de C. **Avaliação da desertificação no sudoeste do estado do Piauí, através de técnicas de Sensoriamento Remoto**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)– Programa de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2007.

CASTRO, I. E. **O mito da necessidade**: discurso e prática do regionalismo nordestino. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

CASTRO, S. D. A. de. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. **Scripta Nova: Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona: n. 60, p. 1-16, 2000. Disponível em: < <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm> >. Acesso em: 19 nov. 2009.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia**: introdução. São Paulo, SP: Hucitec, 1979.

_____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1992, Rio de Janeiro. **Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: agenda 21**. Brasília, DF: Subsecretaria de Edições Técnicas, 1996.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2012, Rio de Janeiro. **Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável: o futuro que queremos**. Rio de Janeiro: Nações Unidas, 2012.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA CAATINGA. **Cenários para o bioma caatinga**. Recife: Secretaria da Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, 2004.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos** – proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste Brasileiro. São Paulo, USP, FFLCH – Departamento de Geografia, 1995. Tese de Livre Docência.

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

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

CUNHA, E. **Canudos: diário de uma expedição**. São Paulo: M. Claret, 2004.

_____. **Os sertões**. 3. ed. São Paulo: Ediouro, 2009.

DALY, H. E. Crescimento Sustentável? Não, obrigado. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, vol. 7, n. 2, p. 197-201, jul/dez, 2004.

DANTAS, M. D. Povoamento e ocupação do sertão de dentro baiano. **Penélope**, Oeiras, v. 23, p. 9-30, 2000.

_____. **Fronteira Movediças: a comarca de Itapicuru e a formação do arraial de Canudos**. São Paulo: Hucitec, 2007.

DIAS, G. F. Os 15 anos da educação ambiental no Brasil: um depoimento. **Revista Em Aberto**, Brasília (DF), v. 10, n. 49, p. 3-14, 1991.

DIEGUES, A. C. S. **O Mito moderno da natureza intocada**. 6. ed. São Paulo, Ed. Hucitec: Nupaub-USP/CEC, 2008.

DOURADO, L. F. et al. A qualidade da educação: conceitos e definições. **Série Documental**: Textos para Discussão, Brasília, DF, v. 24, n. 22, p. 5-34, 2007.

DOURADO, L. F.; OLIVEIRA, J. F. **Cad. Cedes**. Campinas, vol. 29, n. 78, p. 201-215, maio/ago. 2009

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente, Secretaria General para la prevención de la contaminación y del cambio climático. **Guia para la elaboración de estudios del medio físico**: contenido y metodología. 5. ed. Madrid: Centro de publicaciones – Secretaria General Técnica – Ministerio de Medio Ambiente, 2004.

ERHART, H. Biostasie et rhexistasie: esquisse d'une théorie sur le rôle de pedogenése en tant que phénomène géologique. **C. R. Séanc. Acad. Sci.**, v. 241, p. 1218-20, 1955.

FERNANDES, R. **Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB)**. Brasília (DF): Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2007.

FERREIRA, V. O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. **Geotexto**. Salvador, vol. 6, n. 2, p. 187-208, 2010.

FIORIN, J. L. **Linguagem e ideologia**. São Paulo: Ática, 2007.

FLORENZANO, T. G. Sensoriamento Remoto para Geomorfologia. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia**: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRANKE, R.; TREVISO, M. G. Mídia e democracia: as transformações da esfera pública na era da visibilidade midiática. **Unoesc & Ciência**. Joaçaba, v. 1, n. 2, p. 159-168, 2010. Disponível em: < <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/achs/article/view/596> >. Acesso em: 13 jul. 2013.

GARCIA, I. S.; BRAVO, Y. M.; TEIXEIRA, M. B. Vegetação atual da Região Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1. (SBSR), 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978. p. 135-139. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.23.13.23>>. Acesso em: 1 mar. 2010.

GASTELOIS, B. Levantamento do uso da terra no Vale do Rio São Francisco, interpretação comparada de fotos aéreas e de imagens Landsat 1965/1976. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1. (SBSR), 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978. p. 257-271. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.23.16.16>>. Acesso em: 1 mar. 2010.

GUARESCHI, P. A.; BIZ, O. **Mídia e democracia**. Porto Alegre: Evangraf, 2005.

HAGGETT, P.; CHORLEY, R. J. Modelos, paradigmas e a nova Geografia. In: 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.

HARE, F. K et al. **Desertificação: causas e consequências**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

HEINE, P. **Tramas e temas em análise de discurso**. Curitiba: CRV, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992.

_____. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

_____. **Malha municipal 2010**. 2010b. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/> >. Acesso em: 9 dez. 2012.

_____. **Vocabulário básico de recursos naturais e meio ambiente**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.

IBGE. **Contas regionais do Brasil: 2005-2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

_____. **Produto interno bruto dos municípios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/srmpibmunicipios.pdf> >. Acesso em: 15 jul. 2013.

IBGE. SIDRA. **Alfabetização, 2000, 2010**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/popul/default.asp?t=4&z=t&o=25&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1> >. Acesso em: 15 jul. 2013.

_____. **Censo demográfico, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=cd&o=5&i=P&c=608> >. Acesso em: 15 jul. 2013.

_____. **Pesquisa agrícola municipal, 2001 a 2011**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=11&i=P&c=1612> >. Acesso em: 15 jul. 2013.

_____. **Pesquisa pecuária municipal, 2001 a 2011**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=5&z=t&o=24&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1> >. Acesso em: 15 jul. 2013.

_____. **Produto interno bruto, 2001 a 2010**. Disponível em: < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=p&o=28&i=P&c=21> >. Acesso em: 15 jul. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Programa de Monitoramento Climático em Tempo Real da Região Nordeste (PROCLIMA)**. 2013. < Disponível em: <http://www6.cptec.inpe.br/proclima/index.shtml> >. Acesso em: 15 jun. 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB)**. 2005,2007, 2009, 2011. Disponível em: < <http://ideb.inep.gov.br/resultado/> >. Acesso em: 10 jan. 2013.

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

KAUFMANN, A.; GUPTA, M. M. **Fuzzy mathematical models in engineering and management science**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B, 1988.

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

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LANNETTA, M.; COLONNA, N. Salinização. In: LUCINDA. **Land Care in Desertification Affected Areas**. Fascículo B, n. 3, 2010. Disponível em: < http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/ei/unccd-PT/ond/lucinda/b3_booklet_final_pt_rev3 >. Acesso em: 19 jun. 2013.

LATORRE, M. L.; SHIMABUKURO, Y. E.; ANDERSON, L. O. Produtos para ecossistemas terrestres (MODLAND). In: RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: Parênteses, 2007.

LEFF, E. Decrecimiento o desconstrucción de la economía: Hacia un mundo sustentable. **Revista Polis**. Santiago, vol. 7, n. 21, p. 81-90, 2008.

LIMA, K. C. **Caprinocultura e agricultura familiar no Semiárido baiano: um olhar sobre o Programa Cabra Forte**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, da Universidade de Brasília, Brasília (DF), 2008. Disponível em: < http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/1306/1/DISSERTACAO_2008_KatiaCorreiaLima.pdf >. Acesso em: 18 ago. 2013.

_____. **Epistemologia Ambiental**. 4ª Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

_____. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2009.

LINS, W. **O Médio São Francisco: uma sociedade de pastores guerreiros**. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1983.

LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006.

LOBÃO, J. S. B.; SILVA, B. C. N. **Análise socioambiental na região semiárida da Bahia**: geoprocessamento como subsídio ao ordenamento territorial. Feira de Santana: UEFS Editora, 2013.

LOPES, R. F. **Nos currais do matadouro público**: o abastecimento de carne verde em Salvador no século XIX (1830-1873). Dissertação (Mestrado em História) – Programa de Pós-graduação em História, da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

LUCHIARI, A. Os produtos do Sensoriamento Remoto nos Mapeamentos de Uso e Cobertura das Terras. In: SILVA, J. B. da; LIMA, L. C.; DANTAS, E. W. C. (Orgs.). **Panorama da Geografia brasileira II**. São Paulo: Annablume, 2006.

_____. Algumas considerações sobre as aplicações dos produtos do Sensoriamento Remoto para levantamento do Uso e Revestimento da Terra. In: LEMOS, A. I. G. de; ROSS, J. L. S.; LUCHIARI, A. (Orgs.). **América Latina**: sociedade e meio ambiente. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

MACEDO, N. **Antonio Conselheiro**: a morte em vida do beato de Canudos. 2. ed Rio de Janeiro: Renes, 1978.

MARUYAMA, S. **Aquecimento global?** São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de desertificação**: histórico e perspectiva. Brasília, DF: UNESCO, 2001.

MATOS, J. Fundamentos de informação geográfica. 5. ed. Lisboa, PT: LIDEL, 2008.

MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. A. Técnicas de inferência espacial. In.: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. A. **geomática**: modelos e aplicações ambientais. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2007.

MENDONÇA, F. **Geografia e meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

_____. Geografia Física: complexidade, multiescalaridade e oportunidades em tempos de mudanças globais. **REVISTA GEONORTE**, Manaus, v.4, n.4, p.239-248, 2012.

MILTON, A. A. **A campanha de canudos**. Brasília, DF: Senado Federal, Conselho Editorial, 2003.

MINAS GERAIS. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais – PAE-MG**. Belo Horizonte: SEDVAN/IDENE, 2010.

MIRANDA, E. E. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: < <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br> >. Acesso em: 15 jan. 2013.

MIRANDA, J. D.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. **Ecosistemas**, Madrid, vol. 13, n. 1, p. 55-58, 2004. Disponível em <

www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/217/214+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br >. Acesso em: 15 jun. 2013.

NIMER, E. Subsídio ao plano de ação mundial para combater a desertificação –Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.42, n.3, p. 612-637, 1980.

_____. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n.1, p.7-39, 1988.

MODESTO, Alcides. **Canudos não se rendeu**: o sonho continua. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Centro de Documentação e Informação, 1998.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistema**: a história de uma procura. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2001a.

_____. Sobre a Desertificação no Nordeste Brasileiro e a Participação do Homem Nesse Processo. **Intergeo**, Rondonópolis, ano 1, v. 1, n. 1, 2001b.

MOREIRA, F. R.; CAMARA, G.; ALMEIDA FILHO, R. **Técnicas de suporte a decisão para modelagem geográfica por álgebra de mapas**. Brasília, DF: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2001 (Relatório Técnico). Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/modelagem/relatorio_suporte_decisao.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2013.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 15. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

NASCIMENTO, J. M. **Terra, laço e moirão**: relações de trabalho e cultura política na pecuária (Geremoabo, 1880-1900). Dissertação (Mestrado em História) – Programa de Pós-graduação em História, da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro**: o contexto da bacia do rio Acaraú – Ceará. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006. Disponível em: <http://www.btd.ndc.uff.br/tde_arquivos/26/TDE-2009-04-28T121823Z-1919/Publico/2003%20D%20Flavio%20Rodrigues%20do%20Nascimento.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2011.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. **Geografia Física, geossistemas e estudos integrados da paisagem**. Revista da Casa da Geografia de Sobral. Sobral, v. 6 e 7, n. 1, p. 167-179, 2004-2005. Disponível em: <<http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/130>>. Acesso em: 10 de out. 2012.

NAVONE, S. M. et al. Indicadores biofísicos de desertificación en el noroeste argentino: desarrollo metodológico. In: ABRAHAM, Elena Maria; BEEKMAN, Gertjan B. **Indicadores de la desertificación para América del Sur**. Mendoza: LaDyOT – IADIZA – CONICET, 2006. Cap. 5, p. 103-111.

NEVES. E. F. Curraleiro, crioulo, peduro: a pecuária como fator da formação socioeconômica do semiárido. **Revista do Instituto Geográfico e Histórico da Bahia**, Salvador, v. 104, p. 91-125, 2009.

NEVES. E. F.; MIGUEL, A. (Org.). **Caminhos do sertão: ocupação territorial, sistema viário e intercâmbios coloniais dos sertões da Bahia**. Salvador: Arcadia, 2007.

NIERO, M.; LOMBARDO, M. A. Uso de técnicas de interpretação automática na determinação de classes funcionais de uso da terra no Vale do Paraíba. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1. (SBSR), 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978. p. 272-286. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.23.16.23>>. Acesso em: 1 mar. 2010.

NIMER. E. Subsídio ao plano de ação mundial para combater a desertificação –Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.42, n.3, p. 612-637, 1980.

_____. Desertificação: realidade ou mito? **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n.1, p.7-39, 1988.

NOVO, E. M. L. M. Análise comparativa entre fotografias aéreas convencionais e imagens do Landsat, para fins de levantamento do uso da terra. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1. (SBSR), 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978. p. 287-295. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.23.16.28>>. Acesso em: 1 mar. 2010.

OLIVIERI, A. C. **Canudos**. São Paulo, SP: Ática, 1994.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: de acordo com a resolução n. 44/228 da Assembléia Geral da ONU, de 22-12-89**. São Paulo: Secretaria do Estado do Meio Ambiente, 1995.

_____. **Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1997.

_____. **1994 em retrospectiva**. Ginebra: DHA News, 1995.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Década das Nações Unidas da educação para o desenvolvimento sustentável: 2005 a 2014**. Brasília, DF: UNESCO, 2005.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso: princípios e procedimentos**. 10. ed. Campinas: Pontes Editores, 2012.

PACHÊCO, A. da P.; FREIRE, N. C. F.; BORGES, U. da N. A Transdisciplinaridade da Desertificação. **Geografia**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 5-34, jan/jun. 2006.

PAES, M. L. N; DIAS, I. F. O. Plano de manejo: Estação Ecológica Raso da Catarina. Brasília (DF): IBAMA, 2008.

PAIVA, A. Q. et al. O deserto de Surubabel na Bahia. **Bahia Agrícola**. Salvador, v.8, n. 1, p. 21-23, nov. 2007.

PAIVA, M. P. **Nordeste do Brasil**: terra, mar e gente. São Paulo: Ôte, 2010.

PARAIBA. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba – PAE-PB**. João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia; Superintendência de Administração do Meio Ambiente, 2011.

PECHEUX, Michel. **Semântica e discurso**: uma crítica a afirmação do óbvio. 3. ed. Campinas: UNICAMP, 1997.

PEREIRA, J. B. S.; ALMEIDA, J. R. Biogeografia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

PEREZ-MARIN, A. M et al. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parcerias Estratégicas**. Brasília, DF, v. 17, n. 34, p. 87-106, jan-jun 2012.

PESSOA, A. E. S. **As ruínas da tradição**: a casa da Torre de Garcia D'Ávila – família e propriedade no nordeste colonial. Tese (Doutorado em História Social) – Programa de Pós-graduação em História Social, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PONZONI, F. J. **Sensoriamento Remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

_____. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2011.

PIAUI. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-PI**. Teresina: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, 2010.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo**: A Agricultura em Regiões Tropicais. 9. Ed. São Paulo: Nobel, 1986.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). **Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil**: com dados dos censos 1991, 2000 e 2010. 2013. Disponível em: < <http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/Ranking-IDHM-Municipios-2010.aspx> >. Acesso em: 11 jan. 2013.

REGO, W. D L. Aspectos teóricos das políticas de cidadania: uma aproximação ao bolsa família. **Lua Nova**. São Paulo, n. 73, p. 147-185, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-64452008000100007&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 28 jul. 2013.

REGO, W. D. L.; PINZANI, A. **Vozes do bolsa família**: autonomia, dinheiro e cidadania. São Paulo: Ed. Da Unesp, 2013.

REIS, S. L. S. ; Vale, R. M. C. Mapeamento geomorfológico do Nordeste baiano como subsídio à identificação de áreas com degradação ambiental. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 8, 2010, Recife. **Anais...** Recife: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2010, p. 1-13.

RIBEIRO, R. W. Seca e determinismo: a gênese do discurso. **Anuário do Instituto de Geociências do semiárido nordestino**, Rio de Janeiro, v. 22, p. 60-91, 1999.

ROCHA, R. G. Ecoideologias associadas aos movimentos ambientais: contribuições para o campo da educação ambiental. **Educar**, Curitiba, n. 27, p. 55-73, 2006.

ROCHA, W. J. S. F.; VALE, R. M. C. **Mandacaru quando fulora na seca...**: estudo multidisciplinar sobre processos de desertificação, estratégias adaptativas e empoderamento de comunidades que habitam nos sertões do estado da Bahia. Feira de Santana: UEFS, 2011 (Relatório de pesquisa).

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. La geoecologia del paisaje, como fundamento para el analisis ambiental. **REDE**. Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 77-98, 2007.

RODRIGUES, V. et al. **Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste**: diagnóstico e perspectivas. Fortaleza: ICID, 1992.

ROSA, R. Cartografia básica. 2004. Disponível em: <www.uff.br/cartografiabasica/cartografia%20texto%20bom.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2009.

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

RUDORFF, B. F. T.; SHIMABUKURO, Y. E.; CEBALLOS, J. C. **O sensor MODIS e suas aplicações ambientais no Brasil**. São José dos Campos: Parênteses, 2007.

SALES, M. C. L. **Estudo da degradação ambiental em Gilbués – PI**: reavaliando o núcleo de desertificação. Dissertação (Mestrado em Geografia Física)– Programa de Pós Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

_____. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 14, p. 9-19, 2003a.

_____. Degradação Ambiental em Gilbués, Piauí. **Mercator**, Ceará, ano 2, n. 4, p. 115-124, 2003b.

SALGUEIRO, T. B. Paisagem Geografia. **Finisterra**. Lisboa, vol. 36, n. 72, p. 37-53, 2001.

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

SAUER, C. O. Mapping the utilization of the land. **Geographical Review**, v. 8, n. 1, p. 57-54, jul. 1919.

SCHENKEL, C.; MATALLO JUNIOR, H. **Desertificação**. Brasília, DF: UNESCO, 1999.

SERGIPE. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-SE**. Aracaju: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Sergipe, 2011

SILVA, B. C. N.; SILVA, M. P. Crescimento demográfico no estado da Bahia, 2000 a 2010: uma contribuição estatístico-cartográfica. **GeoTextos**. Salvador, vol. 7, n. 2, p. 179-208, dez. 2011. Disponível em: < <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/geotextos/article/viewArticle/5650> >. Acesso em: 15 fev. 2013.

SILVA, J. C. **Arqueologia no médio São Francisco: Indígenas, vaqueiros e missionários**. Tese (Doutorado em História) – Programa de Pós-graduação em História, da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

SILVA, J. C. B. Canudos – Origem e desenvolvimento de um arraial messiânico. In: Simpósio Nacional dos Professores Universitários de História, 7., 1973, Belo Horizonte. **Anais...** São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (USP), 1974. v. 1, p. 479-481. Disponível em: < <http://anpuh.org/anais/wp-content/uploads/mp/pdf/ANPUH.S07.27.pdf> > Acesso em: 2 mai. 2013.

SILVA, R. M. A. Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília (DF), v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./dez., 2003.

_____. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, n. 3, p. 466-485, jul./set., 2007.

SILVA, S. F. **Zoneamento geoambiental com auxílio de lógica fuzzy e proposta de um geoindicador para caracterização do meio físico da bacia do Rio do Peixe**. Tese (Doutorado em Geotecnia) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2005.

SILVA, X. J. Geoprocessamento em estudos ambientais: uma perspectiva sistêmica. In: MEIRELLES, M. S. P.; CAMARA, G.; ALMEIDA, C. M. **Geomática: modelos e aplicações ambientais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

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

SOARES, D. B. **Degradação ambiental no semiárido pernambucano**: contribuição ao estudo da desertificação. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SOUZA, B. I de. **Cariri Paraibano**: do silêncio do lugar à desertificação. Tese. (Doutorado em Geografia)– Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2008.

SOUZA, M. L. S. **A prisão e a ágora**: reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão das cidades. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável. In: GUERRA, J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA (SEI). **Balanco hídrico do estado da Bahia**. Salvador: SEI, 1999.

_____. **Evolução territorial e administrativa do Estado Bahia**: um breve histórico. Salvador: SEI, 2001.

SZILAGYI, G. **Diagnóstico ambiental do processo de desertificação no município de Lajes – RN**. Dissertação (Mestrado em Geografia)– Programa de Pós Graduação e Pesquisa em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2007.

TOMASONI, M. A. **Análise das transformações socioambientais com base em indicadores para recursos hídricos no cerrado baiano**: o caso da bacia hidrográfica do Rio de Ondas / BA. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, 2008.

TORRES, L. M. et. al. Las dimensiones socioeconómicas de la desertificación: avances en la utilización de indicadores. Un ejercicio en el caso de Mendoza, Argentina. In: MORALES, C. PARADAS, S. **Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales**. Santiago del Chile: Naciones Unidas, 2005.

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

UNESCO. **Educação**: um tesouro a descobrir – relatório da UNESCO para a comissão internacional sobre a educação para o século XXI. Brasília, DF: UNESCO, 2010.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA. CENTRO DE ESTUDOS EUCLYDES DA CUNHA. **Arqueologia e reconstituição monumental do Parque Estadual de canudos**. Salvador: UNEB, 2002.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Núcleos de desertificação no polígono das secas. In: ICB, 1. 1971, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 1971.

_____. **O deserto brasileiro**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1974.

_____. **Identificação de processos de desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro**. Recife: SUDENE, 1978a.

_____. **Metodologia para identificação de Processos de Desertificação**: manual de indicadores. Recife: SUDENE, 1978b.

_____. **Processos de desertificação ocorrentes no nordeste do Brasil**: sua gênese e sua contenção. Recife: SEMA/SUDENE, 1982.

_____. **Desertificação no Nordeste brasileiro**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, s/d.

VASCONCELOS SOBRINHO, João. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: Fundação Apolônio Salles de Desenvolvimento Educacional-Fadurpe. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.

VELLOSO, T. R. **A gestão dos recursos hídricos em um contexto regional**: a trajetória do departamento nacional de obras contra as secas (DNOCS). Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

VERDUM, R. et al. Desertificação: Questionando as Bases Conceituais, Escalas de Análise e Conseqüências. **Revista Geographia**, Niterói, v. 3, n. 6, 2001.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VITTE, A. C. Desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na Geografia Física. **Mercator**. Fortaleza, ano 6, n. 11, p. 71-78.

VON ALTROCK, C. **Fuzzy logic and neuroFuzzy applications in busines and finance**. New Jersey: Prentice Hall PTR, 1996.

WARREN, A.; MAIZELS, J. K. Mudança ecológica e desertificação. In: HARE, F. K et al. **Desertificação**: causas e conseqüências. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

WEISSHEIMER, M. A. **Bolsa família**: avanços, limites e possibilidades do programa que está transformando a vida de milhões de famílias no Brasil. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2006.

WILCHES-CHAUX, G., 1989, La vulnerabilidad global. In: WILCHES-CHAUX, G. **Desastres, Ecologismo y Formación Profesional**. Colombia: SENA, 1989.

WOLFENBERG JR., A. Utilização de imagens MSS do Landsat-2 em estudos do uso do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 1. (SBSR), 1978, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1978. p. 296-306. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/marte@80/2008/09.23.16.32>>. Acesso em: 1 mar. 2010.