UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

ALBERLENE RIBEIRO DE OLIVEIRA

A DESERTIFICAÇÃO DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos

São Cristóvão/SE

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

A DESERTIFICAÇÃO DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Sergipe – PPGEO/UFS, nível de Doutorado, área de concentração Organização e Dinâmica dos Espaços Agrário e Regional, na linha de Pesquisa Dinâmica Ambiental, como requisito para obtenção do título de Doutora, sob orientação da **Profª Dra. Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto.**

Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos

São Cristóvão/SE

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Oliveira, Alberlene Ribeiro de
O48d A desertificação do alto sertão de Sergipe no contexto geográfico / Alberlene Ribeiro de Oliveira ; orientadora Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto. – São Cristóvão, 2017.
231 f. : il.

Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Geografia ambiental. 2. Desertificação – Sergipe. 3. Natureza – Influência do homem. 4. Paisagens – Proteção. 5. Geologia ambiental. I. Pinto, Josefa Eliane Santana de Siqueira, orient. II. Título.

CDU 911.3:504.123(813.7)

ALBERLENE RIBEIRO DE OLIVEIRA

A DESERTIFICAÇÃO DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

Tese como requisito para obtenção do grau de Doutora em Geografia da Universidade Federal de Sergipe, pela seguinte banca examinadora:

_____

Profª Dra. Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto - Orientadora
Programa de Pós-Graduação em Geografia – UFS

_____

Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça
Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPR

_____

Profª Dra. Maria Augusta Mundim Vargas
Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFS

_____

Profª Dra. Márcia Eliane Silva Carvalho
Departamento de Geografia da UFS

_____

Profª Dra. Rosana de Oliveira Santos Batista
Departamento de Geografia da UFS

Cidade Universitária, Prof. José Aloísio de Campos.
São Cristóvão-SE, Abril de 2017.

Dedico a minha mãe, meu porto seguro que estar presente nos momentos difíceis e alegres de toda a minha existência. O teu incentivo me ajudou a voar no infinito em busca da realização dos sonhos.
Com carinho e amor.

AGRADECIMENTOS

A caminhada durante esses quatros anos de processo de doutoramento não foi fácil; desafios encontrei no decorrer do percurso, mas foi a partir deles que encontrei motivações para a realização do meu projeto pessoal de vida e profissional, com persistência, dedicação, disciplina e responsabilidade.

Primeiramente, quero agradecer a Deus e à Nossa Senhora, que me ajudaram nos momentos difíceis durante a trajetória acadêmica, por não me deixarem perder o entusiasmo do início e me manterem firme em meu propósito até o final.

À minha família, minha mãe, Elizabeth Ribeiro de Oliveira, que me ensinou a caminhar com ética, profissionalismo e responsabilidade. Aos meus irmãos, Márcio Aurélio Ribeiro de Oliveira, Josefa Andréa Ribeiro de Oliveira e Marcos André Ribeiro de Oliveira, que torceram e me apoiaram para a concretização desse sonho.

A meu pai, Abelardo Benevides de Oliveira, “in memoriam”, que, com toda a dificuldade que passou, teve a sensibilidade de não me negar o acesso à educação.

À minha orientadora, Profª. Drª. Josefa Eliane Santana de S. Pinto, pelo profissionalismo, pela competência e pela dedicação com a ciência geográfica que me inspira a cada dia. Obrigada pela confiança, pelos ensinamentos e discussões, pelo apoio e pelos incentivos em todas as etapas da pesquisa, que foram fundamentais para meu crescimento intelectual. Além disso, tornou-se uma amiga por quem tenho apreço, carinho e admiração.

Ao longo da minha formação na Universidade Federal de Sergipe, tive a oportunidade de cursar disciplinas com professores pesquisadores competentes e respeitados nas suas respectivas áreas, logo o meu respeito e profundo agradecimento a Josefa Eliane, minha orientadora; a Maria Augusta, Alexandrina Luz, Rosemeri Melo, Vera Lúcia, Hélio Mário, Aracy Losano, Josefa Lisboa, José Eloízio da Costa e Dean. Creio que ter sido aluna de tais professores me propiciou além do contato com pesquisas avançadas em variados temas, uma formação sólida e abrangente em Geografia.

Ao Prof. Dr. Francisco de Assis Mendonça, meu co-orientador durante o estágio doutoral, que contribuiu com suas valiosas reflexões acerca da temática. Obrigada pelos ensinamentos e pelo acolhimento na Universidade Federal de Paraná- UFPR.

À Profª. Drª. Vanda Maria S. Kramer, da Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR), pelo aprendizado no trabalho de campo durante o estágio doutoral na sub-bacia do Ribeirão do Suruquá.

À Profª. Drª. Rosana pelo incentivo e acolhimento e pelas discussões acerca da Tese, a quem serei eternamente grata.

Ao grupo de pesquisa Geoecologia e Planejamento Territorial - GEOPLAN-UFS pelo acolhimento e pelas trocas de conhecimentos. E ao grupo de pesquisa do Laboratório de Climatologia - LABOCLIMA-UFPR, com o qual pude interagir e compartilhar, durante o estágio doutoral, sobre o objeto de estudo ora desenvolvido e adquirir também experiências das pesquisas realizadas no LABOCLIMA. A ambiência nos laboratórios com os pesquisadores foi significativa para o meu aprendizado.

À Universidade Federal de Sergipe pela qualidade de ensino. E ao Programa de Pós-Graduação em Geografia e seus coordenadores, o Professor José Eloízio da Costa e as professoras Josefa Eliane Santana de S. Pinto e Josefa Lisboa, que deram apoio e incentivo à pesquisa. Aos secretários Everton, France Robertson e Mateus, que sempre atenderam com eficiência e alegria às solicitações acadêmicas.

A Cineide pelo acolhimento em Curitiba, mesmo sem me conhecer, tendo me recebido em sua residência com entusiasmo e confiança, tornando-se uma amiga. Obrigada pelo carinho.

Pelos momentos de desconcentração, conversas, ideias, meu agradecimento a Edilma, Vanilza, Paulinha, Rosana, Shiziele, Mariana, Lidja, Vanessa, Eline, Cleane, Anézia, Douglas Paula e Márcia Eliane.

Aos companheiros de campo que se dispuseram a me acompanhar nas andanças pelas comunidades rurais: Betinho (Poço Redondo), Roberto e Cisão (Monte Alegre de Sergipe), Zé Ires, Edimilson e Rosângela (Canindé de São Francisco), Gorete (Porto da Folha), Valdério e Drielly (Nossa Senhora de Lourdes), Zé Ailton (Gararu), José Borges (Nossa Senhora da Glória), Tamires (Lagarto) e dois colegas do grupo de pesquisa, Douglas e Anézia.

Aos entrevistados que, através de suas experiências, contribuíram de forma significativa com os resultados apresentados na pesquisa. E aos representantes dos órgãos SEMARH, IBGE, EMDAGRO e EMBRAPA pela disponibilidade e pelas informações fornecidas, as quais foram relevantes para a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à pesquisa científica.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a concretização desse sonho. Obrigada!

O principal aprendizado dessa caminhada, que se revelou nesse processo, é que na construção do conhecimento não há erro ou verdade absoluta; há diferentes olhares, diferentes perspectivas e diferentes construções metodológicas. Teorias são representações de mundo, no jogo científico (SUERTEGARAY, 2012).

RESUMO

A relação sociedade-natureza é conflituosa e pode desencadear processos de desertificação nos espaços, que por sua vez, é complexa e apresenta um dinamismo que desestabiliza o equilíbrio dos meios físico, biológico e socioeconômico. O Brasil, especificamente o nordeste brasileiro, se constitui de núcleos de desertificação, analisados em seus múltiplos e particulares aspectos, e, em Sergipe, o Alto Sertão Sergipano representa a área mais susceptível. As alterações na periodicidade da sazonalidade climática, associadas ao uso e ocupação das terras, evidenciaram significativas manifestações relacionadas à desertificação. Nesse sentido, esta Tese analisa as transformações na composição natural e antrópica que podem originar núcleos de desertificação. O método adotado para compreensão do objeto de estudo foi a abordagem sistêmica, visando a obter uma visão geográfica, integralizada e dinâmica. Para tanto, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica, documental e de campo. As alterações socioambientais que ocorreram nas paisagens do Alto Sertão de Sergipe nas décadas de 1980, 1990 e 2000 revelaram avanços da degradação e novas formas de apropriação do espaço. Desse modo, os resultados apresentados evidenciaram que no Alto Sertão de Sergipe ocorre desertificação ecológica, principalmente nos municípios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco e noroeste de Porto da Folha, que demonstraram expansão de solos expostos e pavimentos detríticos de afloramentos rochosos, aumento de sulcos e ravinas, redução da biodiversidade, salinidade, diminuição da vazão das fontes de água e déficit hídrico. Nos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Gararu, Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes, é menos intenso, mas a não utilização de técnicas adequadas pode avançar e tornar irreversível ao longo do tempo. Verificou-se também que o avanço da degradação ambiental surgiu a partir dos anos 90, com o desmatamento excessivo para a realização das atividades agropecuárias, originando manchas pontuais de desertificação que foram evoluindo. A conjunção dos processos socioambientais citados contribuíram para identificar a diminuição da produção agrícola ao longo dos anos, tendo como consequências diretas observáveis: solo infértil; redução de terras cultiváveis; migração da população para a zona urbana, principalmente os mais jovens, devido à falta de perspectiva de qualidade de vida no campo e ao desemprego.

Palavras-chave: Natureza-Sociedade; Desertificação; Dinâmica socioambiental; Degradação ambiental.

ABSTRACT

The relationship among nature and society is confrontational and can cause process of desertification in areas that, on the other hand, is complex and shows a dynamism that destabilize the balance of physical, biological, social and economic ways. Brazil, specifically brazilian northeast is formed by desertification nucleus, analyzed in their multiples and particular aspects, and, in Sergipe, the high backwoods from Sergipe represents the most susceptible area. The changes in the periodicity of climate seasonality, associated with the use and occupation of land, demonstrated the important manifestation related to desertification. In this sense, this thesis analyze the transformation in natural and anthropic that can originate nucleus of desertification. The method adopted to understand the object of the study was the systemic approach, aiming to obtain a geographic, integrated and dynamic view. Therefore, the following methodological procedures were used: bibliographic, documentary and field research. The social environmental changes that happened in the landscapes of high backwood of Sergipe in the decades of 1980, 1990 and 2000 showed advances of degradation and new ways of area appropriation. Thus, the results presented demonstrated that in the High backwoods of Sergipe happens the ecological desertification, mainly in the districts of Poço Redondo, Canindé de São Francisco and northwest of Porto da Folha, that demonstrated the expansion of exposed soils and detrital pavements of rock outcrops, increased furrows and ravines, biodiversity reduction, salinity, decrease in the flow of water sources and water deficit. In the districts of Monte Alegre Sergipe, Gararu, Nossa Senhora da Glória and Nossa Senhora de Lourdes, is less intense, but the non-use of suitable techniques can advance and become irreversible over time. There also that the advance of environmental degradation emerged since de 90's, with the excessive to carry out agricultural actitivities, causing occasional spots of desertification that were evolving. The conjunction of the socio-environmental processes mentioned helped to identify the decline in agricultural production over time, having as direct noticed consequences in this thesis were: infertile soil, reduction of cultivable land, migration to urban areas, mainly the youngest, due to the lack of perspective of quality of life in the field and unemployment.

Key words: Nature- society; Desertification; social environmental dynamic ; environmental degradation.

RESUMEN

La relación sociedad-naturaleza es conflictiva y puede desencadenar procesos de desertificación en los espacios que, a su vez, son complejos e presentan una dinámica que desestabiliza el equilibrio de los medios físico, biológico y socioeconómico. Brasil, específicamente el Nordeste brasileño, se constituye de núcleos de desertificación, analizados en sus múltiples y particulares aspectos y, en Sergipe, el Alto Sertón Sergipano representa el área más susceptible. Las alteraciones en la periodicidad de la estacionalidad climática, asociadas al uso y ocupación de las tierras, han evidenciado significativas manifestaciones relacionadas con la desertificación. En este sentido, esta Tesis analiza las transformaciones en la composición natural y antrópica que pueden originar núcleos de desertificación. La metodología adoptada para la comprensión del objeto de estudio fue el enfoque sistémico, con el fin de obtener una visión geográfica, completa y dinámica. Para eso, se utilizó los siguientes procedimientos metodológicos: investigación bibliográfica, documental y de campo. Las alteraciones socioambientales que han ocurrido en los paisajes del Alto Sertón de Sergipe en las décadas de 1980, 1990 y 2000 revelaron avances en la degradación y nuevas formas de apropiación del espacio. De ese modo, los resultados presentados revelaron que en el Alto Sertón de Sergipe ocurre la desertificación ecológica, principalmente en los municipios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco y el Noroeste de Porto da Folha, que demostraron una expansión de suelos expuestos y pavimentos detríticos de afloramientos rocosos, aumento de surcos y barrancos, reducción de la biodiversidad, salinidad, disminución del flujo de las fuentes de agua y el déficit hídrico. En los municipios de Monte Alegre de Sergipe, Gararu, Nossa Senhora da Glória y Nossa Senhora de Lourdes eso se presenta menos intenso, pero la no utilización de técnicas adecuadas puede avanzar y volverse irreversible con el paso del tiempo. También fue verificado que el avance de la degradación ambiental surgió a partir de los años 90, con la deforestación excesiva para la realización de las actividades agropecuarias, originando manchas puntuales de desertificación que han ido evolucionando. La conjunción de los procesos socioambientales mencionados contribuyeron para la identificación de la reducción de la producción agrícola a lo largo de los años, presentando como consecuencias directas observables: suelo estéril, reducción de tierras cultivables, migración de la población a las zonas urbanas, especialmente los más jóvenes, debido a la falta de perspectiva de la calidad de vida en el campo y al desempleo.

Palabras clave: Naturaleza-Sociedad; Desertificación; Dinámica socioambiental; Degradación ambiental.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Alto Sertão de Sergipe.....23

Figura 2: Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S).....34

Figura 3: Pontos coletados em trabalho de campo com imagens susceptíveis a desertificação no Alto Sertão de Sergipe (2014-2015).....48

Figura 4: Esboço teórico-metodológico da tese.....50

Figura 5: Síntese da construção cientifica do sistema socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S).....51

Figura 6: Abordagem socioambiental no âmbito da Geografia.....56

Figura 7: Evolução da pecuária dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (1980-2015).....72

Figura 8: Paisagem semiárida no A.S.S.....75

Figura 9: Função dos agricultores entrevistados do A.S.S.....77

Figura 10: Variabilidade da pluviosidade anual dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR (1963-2013).....120

Figura 11: Distribuição espacial mensal da precipitação e temperatura média dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (A.S.S).....126

Figura 12: Isoietas das estações seca e chuvosa das décadas de 80, 90 e 2000 dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (A.S.S).....128

Figura 13: Balanço Hídrico mensal médio dos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha (1963-2013).....131

Figura 14: Balanço Hídrico mensal médio dos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes (1963-2013).....132

Figura 15: Pedologia do Alto Sertão de Sergipe (A.S.S).....141

Figura 16: Neossolos litólicos em Nossa Senhora de Lourdes/SE 142

Figura 17: Neossolos litólicos na localidade Pedra Furada, no município de Nossa Senhora de Lourdes.....143

Figura 18: Mineração de agregados de construção civil nos municípios de Nossa Senhora de Lourdes e Canindé de São Francisco.....144

Figura 19: Extração de minérios de construção civil nos municípios de Porto da Folha/SE.....145

Figura 20: Queimadas no neossolo litólico no município de Nossa Senhora de Lourdes/SE.....147

Figura 21: Planossolos no município de Poço Redondo/SE.....148

Figura 22: Luvissolos crômicos no município de Canindé de São Francisco/SE..... 149

Figura 23: Salinidade do solo no riacho da Capivara, no município de Monte Alegre de Sergipe e no riacho do Cachorro, no município de Poço Redondo/SE.....152

Figura 24: Tanque seco com aspecto de salinidade no solo do município de Poço Redondo/SE.....153

Figura 25: A- Solos salinos no perímetro irrigado do projeto Califórnia, em Canindé de São Francisco/SE; B- Plantio sequeiro no Jacaré-Curituba, no município de Canindé de São Francisco/SE; C- Solos salinos na estrada e dentro do terreno em Canindé de São Francisco/SE.....154

Figura 26: Caatinga hiperxerófila no município de Poço Redondo.....161

Figura 27: Reflexo da seca no semiárido do A.S.S.....163

Figura 28: Índice de vegetação por diferença Normalizada (NDVI) do Alto Sertão de Sergipe (1987-2013).....165

Figura 29: Uso e ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR (1980).....173

Figura 30: Uso e ocupação do solo dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR.....174

Figura 31: Distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe/BR (1987).....175

Figura 32: Uso e ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR (1990).....177

Figura 33: Uso e ocupação do solo dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR (1990).....178

Figura 34: Distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe/BR (1992).....180

Figura 35: Uso e ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR (2000).....182

Figura 36: Uso e ocupação do solo dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR (1980; 1990; 2000).....184

Figura 37: Distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe/BR (2006).....185

Figura 38: Cenário de vulnerabilidade socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (A.S.S.).....191

Figura 39: Dinâmica populacional do Alto Sertão de Sergipe (1980-2016).....195

Figura 40: I Mosaico de feição paisagística dos processos de degradação ambiental no A.S.S.....197

Figura 41: II Mosaico de feição paisagística dos processos de degradação ambiental no A.S.S.....198

Figura 42: Medidas mitigadoras de combate à desertificação no A.S.S.....200

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Concepção sistêmica na visão metafísica e dialética.....30

Quadro 2: Classificação dos Índices de NDVI.....40

Quadro 3: Proposta de classificação de anos-padrão.....41

Quadro 4: categorias e sub-categorias no cenário de vulnerabilidade dos Sistemas Socioambientais do Alto Sertão de Sergipe.....46

Quadro 5: Mudanças tecnológicas/avanços estratégicos.....59

Quadro 6: Tipos de desertos segundo os domínios morfoclimáticos.....89

Quadro 7: Conceitos da desertificação de acordo com autores nacionais e internacionais.....92

Quadro 8: Modalidades de desertificação climática e ecológica.....95

Quadro 9: Núcleos de desertificação no Nordeste do Brasil.....101

Quadro 10: Articulação das escalas geográficas do clima.....116

Quadro 11: Síntese dos anos secos, habituais e chuvosos.....122

Quadro 12: Anos de El Niño e suas intensidades (1963 – 2010).....124

Tabela 13: Classificação do Índice de Aridez (IA) dos municípios do A.S.S (1963-2013)..136

Tabela 14: Classificação do Índice de Aridez (IA) por décadas dos municípios do A.S.S (1963-2013).....137

Quadro 15: Feições geofísicas e antrópicas dos municípios do A.S.S.....155

Quadro 16: Classes de Vulnerabilidade Socioambientais dos municípios do A.S.S.....192

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Datas de aquisição de cenas selecionadas de Landsat 5.....38

Tabela 2: Índice de Gini da distribuição de pose de Terra dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (1985 – 2012).....76

Tabela 3: Sergipe – números de assentamentos rurais, famílias e áreas por municípios e território (1982 – 2013).....78

Tabela 4: Áreas afetadas por desertificação no mundo.....97

Tabela 5: Áreas susceptíveis a desertificação (ASD'S) por estado brasileiro.....98

Tabela 6: Representação dos valores médios da precipitação climática, evapotranspiração, temperatura, deficiência e excedência hídrica.....130

Tabela 7: Tipos de clima, segundo a amplitude de variação no Índice de Aridez (P/ETP)...136

Tabela 8: Classes de solo em Km e porcentagem dos municípios do A.S.S.....151

Tabela 9: Participação dos biomas nos estados da Região do Nordeste.....158

Tabela 10: Valores em porcentagem de NDVI do A.S.S. da estação seca e chuvosa de 1987 – 2013, com as respectivas classes de proteção.....167

Tabela 11: Variação de áreas plantadas de feijão e milho entre os de 1987 e 2013 no A.S.S.....168

Tabela 12: Variação de rebanhos (bovino, caprino e ovino) entre os anos de 1987 e 2013 no A.S.S.....170

Tabela 13: Dados estatísticos de albedo (1987).....176

Tabela 14: Dados estatísticos de albedo (1992).....181

Tabela 15: Dados estatísticos de albedo (2006).....185

LISTA DE SIGLAS

ASD - Áreas Susceptíveis à Desertificação

A.S.S. - Alto Sertão de Sergipe

BH - Balanço Hídrico

BICEN - Biblioteca Central da Universidade Federal de Sergipe

BR - Brasil

CAD - Capacidade de Água Disponível

CMRH - Centro Meteorológico de Recursos Hídricos

CPTEC- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

DATALUTA - Banco de Dados da Luta pela Terra

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe

ENOS - El Niño Oscilação Sul

ESRI - United States Department of Agriculture

ETP - Evapotranspiração Potencial

ETR - Evapotranspiração Real

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FPA - Frente Polar Atlântica

GPS - Sistema de Posicionamento Global

GTDN - Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Nordeste

IA- Índice de aridez

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INSA - Instituto Nacional do Semiárido

IVN - Indicadores de Vulnerabilidade Natural

IVS - Indicadores de Vulnerabilidade social

LABERUR - Laboratório de Estudos Rurais e Urbanos

MEA - Massas de ar Equatorial Atlântica

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MST - Movimento dos Trabalhadores Rurais sem-terra

MTA - Massas de ar Tropical Atlântica

NDVI - Índice de vegetação por diferença normalizada

NEB - Nordeste brasileiro

NERA - Núcleo de Estudos, Pesquisas e Projetos de Reforma Agrária

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONU - Organização das Nações Unidas

PAE-SE - Programa Estadual de Combate à Desertificação

PAN- Brasil - Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca

PPGEO - Programa de Pós-Graduação em Geografia

PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

PROTERRA - Programa de Redistribuição de Terra e de Estímulos à Agroindústria do Norte e Nordeste

RBCAA - Reserva da Biosfera da Caatinga

S.A.U. - Sistema Ambiental Urbano

S.C.U. - Sistema Clima Urbano

SE - Sergipe

SEMARH- Secretaria do Meio Ambiente e de Recursos Hídricos de Sergipe

SEPLANTEC - Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia

SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos

SIBI/UFPR - Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Paraná

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SIRGAS - Sistema de referência Geocêntrico para as Américas

SRH - Secretaria de Recursos Hídricos

S.S.A.S. - Sistema socioambiental do alto sertão de Sergipe

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

T.A.S.S. - Território do Alto Sertão de Sergipe

TGS - Teoria Geral do Sistema

TM - Thematic Mapper

UCs - Unidades de Conservação

UNCCD - Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação

UTM (Universal Transversor de Mercator)

VCAS - Vórtices Ciclônicos de ar Superior

ZCIT - Zona de convergência Intertropical

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....21

1 OS CAMINHOS DA PESQUISA.....27

1.1 Sistema na análise integrada da paisagem em Geografia: O Pensamento sistêmico na Geografia.....27

1.2 Sistema socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S.): a problemática da degradação/desertificação.....33

1.3 Processos metodológicos.....36

2 O DESVELAR DA INTERFACE NATUREZA-SOCIEDADE.....52

2.1 A Trajetória da natureza: da mitologia a cientificidade.....52

2.2 Apropriação da natureza na produção do espaço.....57

2.3 Repercussões na paisagem: ocupação da Caatinga.....66

2.3.1 Processo de ocupação da agropecuária no Alto Sertão de Sergipe (A.S.S.).....71

3 DESERTO E DESERTIFICAÇÃO NA CONJUNTURA GLOBAL.....83

3.1 A gênese das discussões acerca da relação: Deserto-desertificação.....83

3.2 A desertificação em diferentes espaços geográficos.....96

3.3 Degradação, seca e desertificação no contexto das relações socioespaciais.....105

3.3.1 A face oculta da desertificação.....111

4 DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL DO ALTO SERTÃO SERGIPANO.....115

4.1 A Variabilidade climática na associação do fenômeno da desertificação.....115

4.1.1 Climatologia e alterações na paisagem.....119

4.2 Interações do Sistema socioambiental no semiárido do A.S.S.....138

5 PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO NA PAISAGEM DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE.....157

5.1 Degradação do bioma Caatinga e novas formas de apropriação do espaço.....157

5.2 Transformações socioambientais no uso e ocupação do solo do A.S.S.....172

5.3 Cenário de vulnerabilidade socioambiental e processo de desertificação.....188

CONCLUSÃO.....201

REFERÊNCIAS.....207

APÊNDICES.....226

INTRODUÇÃO

A relação sociedade-natureza é resultado da construção histórica. No período primitivo, o homem retirava da natureza aquilo que era necessário para sua sobrevivência, e, portanto, as interferências na capacidade de produção e reprodução de plantas e animais eram sentidas, mas de forma reduzida. Com o rápido crescimento dos processos de industrialização e urbanização e com o avanço da agricultura, a exploração da natureza tornou-se mais intensa, pois, ao mesmo tempo em que promovem o progresso tecnológico/científico, refletem nas relações do homem e nas relações deste com a natureza.

Essas transformações socioambientais repercutem em todo o sistema natural e socioeconômico e alteram a dinâmica do meio ambiente, incluindo as mudanças de organização e de produção espacial pelas atividades humanas. Nesse contexto, ao mesmo tempo em que transformam a natureza, modificam também, a natureza humana. A natureza é uma totalidade e não apenas a soma das partes que a compõem, por isso deve ser compreendida a partir de sua própria dinâmica (CONTI, 2002).

Nesse sentido, surgem os problemas ambientais, especificamente a desertificação. Esse fenômeno repercute em todo o sistema socioespacial e em diversas partes do mundo, como em países da América Latina, Europa, Ásia, África e Oceania, conquanto os principais países afetados por esse problema sejam Portugal, Namíbia, China e Brasil. Adeel *et al.* (2005) corroboram com essa ideia e ratificam que a desertificação é observada em todos os continentes, exceto na Antártida. É possível observar que esse fenômeno ocorre nas terras secas do mundo todo e que seus efeitos são experimentados em nível local, regional, nacional e mundial.

A desertificação é, assim, um dos mais alarmantes processos de degradação ambiental, uma vez que afeta a estrutura e o funcionamento das terras e é resultante do intemperismo e da lixiviação dos solos, bem como das variações no clima e das atividades econômicas através das práticas inadequadas na pecuária, na agricultura e nos minérios que desestabilizam o equilíbrio da natureza-sociedade.

A intensa exploração dos recursos naturais, o desmatamento indiscriminado, o extrativismo de minérios e a agropecuária extensiva vêm ultrapassando o limite de utilização desses recursos e promovendo a degradação física, química e biológica do solo, além da perda da cobertura vegetal nativa e da redução da disponibilidade de água. Com isso, os solos desnudos de vegetação ficam relativamente mais susceptíveis aos processos de escoamento

superficial concentrado, processos estes que refletem as condições de uso insustentável dos solos, da vegetação, dos recursos hídricos e da biodiversidade. Por sua vez, essas atividades, associadas às alterações na periodicidade da sazonalidade climática, atuam como indicadores significativos para potencializar a manifestação do processo de desertificação.

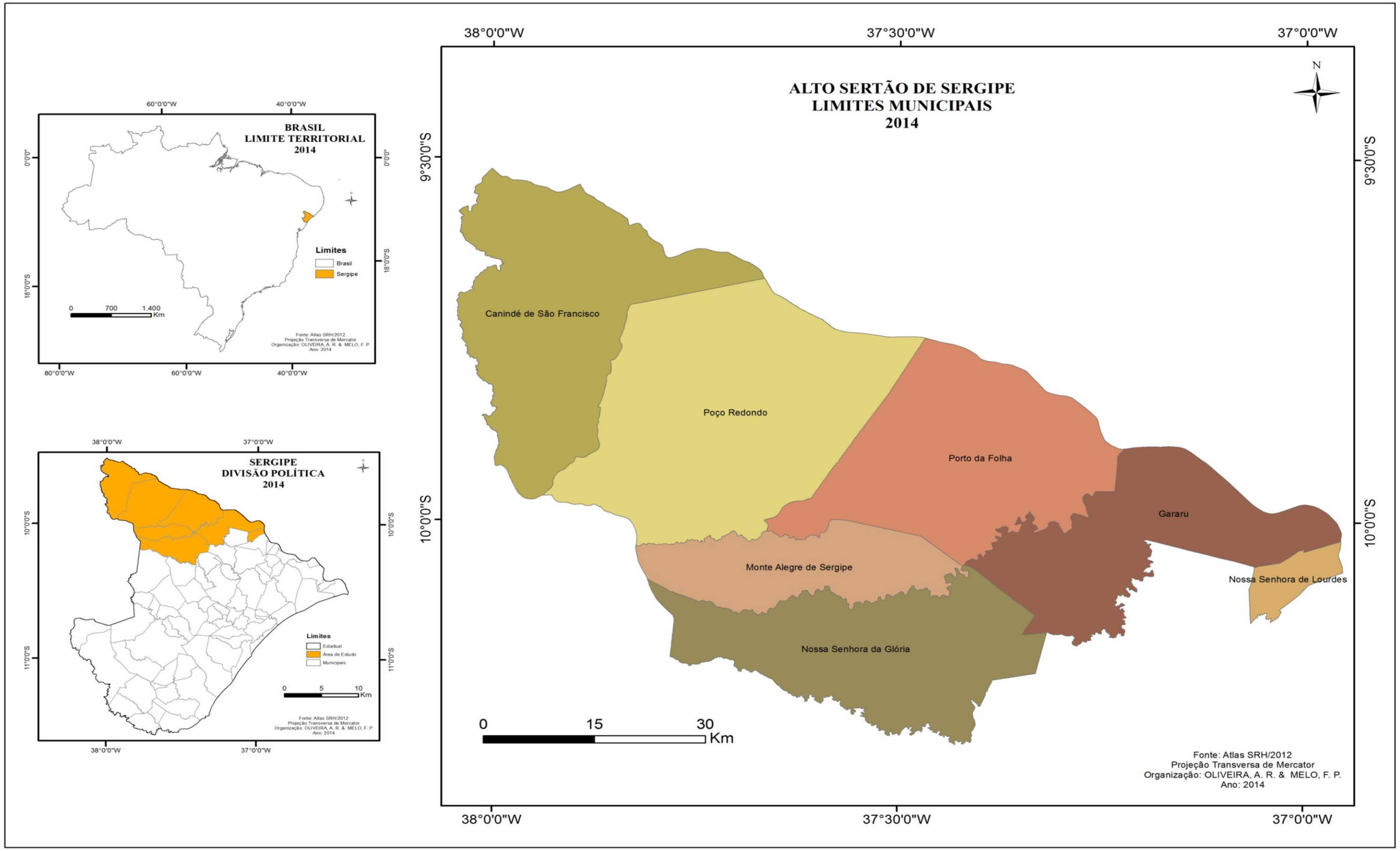
Desse modo, os processos que desencadeiam a desertificação têm repercussões negativas e interferem em todo o sistema natural e socioeconômico, haja vista que a desertificação não está somente relacionada ao clima local. Há, sobretudo, uma interferência do homem, pois, através do processo de organização socioespacial dos sistemas produtivos e das relações de produção existentes, historicamente vêm se delineando a intensa e contínua degradação do espaço.

O estudo proposto na Tese, embasou-se na delimitação cartográfica do Alto Sertão Sergipano (ver Figura 1) que está localizado à noroeste do Estado de Sergipe, abrangendo uma área de 4.908,20 km² e é composta por sete municípios, quais sejam: Canindé de São Francisco, Monte Alegre de Sergipe, Poço Redondo, Porto da Folha, Nossa Senhora da Glória, Nossa Senhora de Lourdes e Gararu. A região contém uma população estimada em 146.529 habitantes, sendo que 78.198 vivem na área rural (Sistema de Informações Territoriais - SIT, 2013).

Esses municípios estão inseridos nas Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) do Semiárido Brasileiro. A delimitação foi publicada em 2004 pelo Ministério do Meio Ambiente, juntamente com a Secretaria de Recursos Hídricos, no Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil). Consta, na referida publicação, a relação de municípios, por estados da Federação, participantes das ASD (BRASIL, 2005).

Quanto ao recorte temporal da presente pesquisa, optou-se por trabalhar com três décadas, a saber: 1980, 1990 e 2000. Isso se deve à disponibilidade dos dados secundários para serem correlacionados com o trabalho de campo de 2014 e 2015. Essa escala temporal pode ser considerada válida para discutir a realidade da problemática da desertificação no Alto Sertão Sergipano.

Figura 1: Localização do Alto Sertão de Sergipe



Fonte: ATLAS, SRH, 2012.
Elaboração: OLIVEIRA, A. R.; MELO, F. P. (2014)

As reflexões que levaram à construção da presente Tese surgiram do aprofundamento de estudos realizados pela autora, em especial a Dissertação de Mestrado intitulada “Influência climática no uso e ocupação do solo do município de Poço Verde/SE”, na qual se discutiu sobre a degradação ambiental a partir da relação sociedade-natureza. Nesse contexto, o intento nesta Tese foi analisar como se dá a citada relação no semiárido do Alto Sertão de Sergipe, por possuir um sistema geoambiental vulnerável ao processo de desertificação, ampliando, pois, o interesse na pesquisa geográfica.

Diante do exposto, buscou-se, na pesquisa em questão sobre a desertificação, responder aos seguintes questionamentos: Quais as causas do avanço da desertificação? Os processos antropogênicos intensificam o nível de degradação ambiental, suscitando núcleos de desertificação no Alto Sertão de Sergipe? De que forma os processos de degradação ambiental interferem na vida em sociedade? Até que ponto a dinâmica climática atua na organização espaço-temporal das áreas desertificadas ou em processo de desertificação?

A partir desse contexto, vislumbra-se a tese de que o Alto Sertão de Sergipe apresenta mudanças na composição natural e social que originam núcleos de desertificação. A relação sociedade-natureza na geografia apresenta-se com relevância para o entendimento dos processos de desertificação. Diante disso, o objetivo geral desta tese foi analisar as transformações socioambientais no Alto Sertão de Sergipe, desvendando o desencadeamento da desertificação, em face aos processos de formação natural e antrópica que interferem na composição do sistema.

Com base nesse entendimento, estabeleceram-se os objetivos específicos que conduziram a Tese:

- ✓ Traçar aspectos históricos e epistemológicos do pensamento sistêmico, bem como do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe;
- ✓ Compreender a relação sociedade-natureza na trajetória histórica, relacionando-a ao processo de uso e ocupação do solo;
- ✓ Discutir questões teórico-conceituais e processos de gênese que desencadeiam a problemática da desertificação;
- ✓ Identificar as alterações da dinâmica dos sistemas naturais e sociais que ocorreram no semiárido do Alto Sertão Sergipano que podem desencadear a desertificação;

- ✓ Avaliar os processos da desertificação, mediante a apropriação da natureza no semiárido do Alto Sertão de Sergipe.

No que diz respeito à forma de apresentação, a Tese foi estruturada em cincos seções, além da introdução, na qual foram abordadas as questões pertinentes ao objeto de estudo, assim como a justificativa; ademais, o objetivo geral e os específicos e o recorte espacial da pesquisa também foram contemplados nesta parte.

Na primeira seção, foram explicitados os caminhos da Tese e se discutiu sobre concepções do pensamento sistêmico, tendo como fundamentação teórico-metodológica a Teoria Geral de Sistemas, que permeia a pesquisa, bem como foi avaliado o espaço geográfico na perspectiva do modelo do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S.), a que se seguiu a descrição dos procedimentos metodológicos, base para alcançar os objetivos propostos na Tese.

Na segunda seção, por seu turno, buscou-se o entendimento sobre a interface sociedade-natureza**,** uma relação indissociável que vem sendo alterada com o avanço do sistema capitalista, transformando a primeira natureza em artificializada/tecnificada, num espaço socialmente produzido. Com isso, promove-se uma crise ambiental por meio da exploração acelerada da natureza e de formas de apropriação, desencadeando, assim, o processo de desertificação nos espaços.

Na terceira seção, intitulada “Deserto e Desertificação na Conjuntura Global”, foram discutidos os conceitos teóricos no decorrer da história, em diferentes escalas de tempo e espaço no contexto local/mundial, e foram desvendadas as interpretações referentes ao deserto/à seca como processos que suscitam a desertificação. Buscou-se também a compreensão dos processos que os originam, além das faces ocultas e das dinâmicas de transformações socioespaciais.

A quarta seção versou sobre a Dinâmica Socioambiental no Alto Sertão de Sergipe, em que foram abordados os processos naturais (climatologia, pedologia, vegetação) e antropogênicos (pecuária, agricultura e mineração) envolvidos no processo de desencadeamento da desertificação.

Na quinta seção, analisaram-se de forma integrada os avanços da desertificação da paisagem do Alto Sertão de Sergipe a partir do uso do solo, e ainda a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, as quais se associaram aos processos de desertificação, englobando tanto os sistemas naturais quanto os sociais.

Nas conclusões, por fim, retomaram-se as questões reflexivas discutidas na Tese, assim como o apreendido e o desvendado no estudo e os processos que originaram a desertificação e a vulnerabilidade socioambiental.

Face ao exposto, o estudo tem como base os aspectos físico-socioeconômicos do Alto Sertão de Sergipe (A.S.S.), por representarem o extremo de aridez e o *locus* de estudos e pesquisas de ordem natural e política. Dessa forma, a Tese deverá contribuir para uma maior difusão acerca do conhecimento das condições geoambientais e socioeconômicas para a adequação socioespacial e a conservação da natureza ante a vulnerabilidade e o desencadeamento da Desertificação no Alto Sertão de Sergipe. E, ao mesmo tempo, espera-se subsidiar o processo de planejamento e gestão socioambiental, com o aporte sobre a realidade local, na perspectiva de reduzir a degradação ambiental e seu estágio mais avançado, a desertificação.

1 OS CAMINHOS DA PESQUISA

Esta seção apresenta três momentos relevantes da pesquisa. O primeiro está pautado nos aspectos históricos e epistemológicos do pensamento sistêmico referenciado por autores internacionais e nacionais, a partir de duas interpretações científico-filosóficas: a visão metafísica e a dialética.

O segundo momento parte do modelo do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S.), por se ter uma visão geográfica, dinâmica e integrativa, na qual o natural e o social são concebidos como elementos do mesmo processo. Já o terceiro momento, por sua vez, apresenta os procedimentos metodológicos que foram realizados para atingir os objetivos da pesquisa.

1.1 Sistema na análise integrada da paisagem: o pensamento sistêmico na Geografia

O pensamento sistêmico se constitui como uma base conceitual que concerne a ver as coisas como um todo e surge das relações e das interações das partes, o que representa uma seara de complexidade. É o pensar em termos de conexidade, de relações, de contexto (CAPRA, 1996). Esta concepção é oposta à abordagem cartesiana, que divide o todo em partes e as examina de forma separado.

Neste interim, no cartesianismo, a complexidade de um sistema pode ser entendida a partir das propriedades de suas partes, isto é, através do pensamento analítico ou reducionista (CANALI, 2002). No entanto, o pensamento sistêmico do século XX apresenta uma nova configuração mediante a organização do todo em perpétuo movimento, integrado a uma totalidade.

O conceito de totalidade nos séculos XVI e XVII era constituído pelo simples somatório de suas partes, baseando-se na ideia do pensamento cartesiano-newtoniano[1] de um sistema estável e previsível, igual em todos os lugares: o chamado espaço absoluto, em que os objetos eram isolados e não sofriam interferência externa.

Essa forma de pensar acabou originando percepções distorcidas da realidade, uma vez que a natureza e a sociedade foram analisadas linearmente, fragmentadas e nada sistêmicas,

[1] A herança cartesiano-newtoniana em nosso imaginário se materializa quando vemos o universo como um sistema previsível e estável, no qual os objetos descrevem trajetórias lineares e coerentes com o esperado (CAMARGO, 2012).

similares a uma máquina composta de várias partes. Camargo (2012, p. 29) expõe que “cada parte isolada possuía função própria, e, se um elemento específico apresentasse defeito, poderia ser substituído, recuperando o funcionamento da máquina (totalidade), numa coerência de pensar o todo como simples somatório das partes”. Para Bohn (1980), os princípios que o estruturam compõem a lógica do movimento, e, ao se alterar qualquer parte interna de uma máquina, altera-se também o seu desempenho. Assim, a totalidade deve ser sempre superior às partes, pelo fato de que o espaço está em constante movimento e, portanto, conectado conjuntamente com os elementos da paisagem.

A partir do final do século XX, novas concepções surgiram sobre o sistema. A totalidade, enquanto superior à soma das partes e desmembrada da visão mecânica e linear, apresenta-se como uma constante construção sistêmica em que tudo e todos estão interconectados, recebendo influências dos elementos tanto internos quanto externos.

Os geógrafos passaram a estudar o enfoque sistêmico, a partir do biólogo Ludwing Von Bertanlanffy, que criou a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) na década de 1930 e evidenciou como os subsistemas constantemente trocam entre si matéria e energia, impulsionando sua evolução.

Para Bertalanffy (1973), o sistema é como um complexo de elementos em interação ou um conjunto de componentes em estado de interação, usando também como sinônimos os termos sistema, totalidade e organização. Esse conceito é uma das características definidoras da chamada Teoria Geral dos Sistemas. No entanto, o autor não concordava com a visão cartesiana do universo, pois trabalhou com a abordagem orgânica da Biologia baseada na ideia de que o organismo é um todo maior que a soma de suas partes, sendo que, em havendo qualquer desequilíbrio em uma das partes, todo o desempenho no sistema é alterado, pois sua totalidade é indivisível. Nesse sentido, para compreender um sistema é relevante observar como se concretizam suas inter-relações interna e externa com outros sistemas, possibilitando o surgimento de fenômenos não lineares e, portanto, descontínuos.

A Teoria Geral dos Sistemas – TGS, desenvolvida por Von Bertanlanffy, é a base metodológica para o pensamento sistêmico. Os conceitos básicos relevantes para o entendimento dos organismos vivos ou dos grupos sociais são totalidade, organização, teleologia, direção e diferenciação. Assim, Bertalanffy (1973, p. 62) indica os principais propósitos da Teoria Geral dos Sistemas, a saber:

1) Há uma tendência geral no sentido da integração nas várias ciências, naturais e sociais.

2) Esta integração parece centralizar-se em uma teoria geral dos sistemas.

3) Esta teoria pode ser um importante meio para alcançar uma teoria exata nos campos não físicos da ciência.

4) Desenvolvendo princípios unificadores que atravessam "verticalmente" o universo das ciências individuais, esta teoria aproxima-nos da meta da unidade da ciência.

5) Isto pode conduzir à integração muito necessária na educação científica.

As finalidades da TGS fundamentam-se na ideia da totalidade, envolvendo todas as interdependências de suas partes, integrando as ciências naturais e sociais e tendo como objetivo a unidade da ciência. Além disso, avalia a organização como um todo e, por possuir diferentes variáveis, gera combinações e resultados desiguais. Outro fator importante é o *feedback* através da inter-relação dos processos envolvidos na construção do espaço geográfico enquanto ciência da relação natureza e sociedade.

Sotchava (1977) aplicou a Teoria Geral dos Sistemas e envolveu a dinâmica dos fluxos de matéria e energia entre os elementos bióticos e abióticos, embora os fatores econômicos e sociais influenciem na sua estrutura e peculiaridade. Para Capra (1996) entender sistematicamente é colocar as coisas dentro do contexto e estabelecer a natureza de suas relações.

No decorrer da história, portanto, a concepção acerca de sistema apresentou dois níveis de reflexão, a saber: a ideia de dinamicidade funcional e ahistórica e a dinamicidade processual e histórica. Nessa mesma direção, Miranda (1997) destaca duas interpretações científico-filosóficas sobre a concepção sistêmica: a visão metafísica e a visão dialética[2]. A primeira avalia de forma mecânica e ahistórica os sistemas socioambientais; o concreto é reduzido a dados, obviamente manipulados, constituindo mais de uma totalidade fragmentada (LEFF, 2001). Por outro lado, nas palavras de Bertalanffy, "Em contraste com essa concepção mecanicista, no entanto, apareceram em vários ramos da física moderna problemas da totalidade, interação dinâmica e organização" (1973, p. 53). Por isso, diz-se que a segunda concepção sistêmica funciona de maneira dinâmica, histórica e integrativa, como uma totalidade dialética.

[2] Ver Quadro 1.

Quadro 1: Concepção sistêmica na visão metafísica e dialética.

Concepção sistêmica					
Visão	**Conceito**	**Relações entre objeto e sujeito**	**Movimento**	**Desenvolvimento**	**Dimensão temporal**
Metafísica	Enfoque compartimentado, mecanicista e unilateral do conhecimento, reduzindo o estudo do sistema a uma das partes que o integram. O importante da análise está nas partes e não nas relações entre elas.	As relações entre os objetos e fenômenos da realidade são invariáveis, não se modificam. A natureza e a sociedade são vistas como objetos separados. A absolutização das leis biológicas acima das sociais ou das sociais acima das naturais.	O movimento como algo criado e localizado, constitui-se como alteração do equilíbrio. O movimento concebe-se como equilíbrio, não se visualizando a historicidade da totalidade. A visão de desenvolvimento enfaixa a busca do equilíbrio homeostático que conduz a tendência de priorizar a conservação. As leis do movimento são invariáveis.	O desenvolvimento como evolução, como transformação paulatina de modificações quantitativas e, portanto, como crescimento. O desenvolvimento em uma linha reta, e como uma questão subjetiva que depende da capacidade consciente dos homens.	Compreensão ahistórica da realidade ao estabelecer um recorte temporal para análise de fenômenos que são históricos e variáveis no tempo.
Dialética	O sistema não é um simples agregado ou uma simples soma das partes componentes, e sim um tipo de totalidade complexa e integral. A totalidade concebe-se como uma articulação e interconexão de elementos contraditórios.	O ambiental define-se como um sistema complexo no qual interatuam formas diversas de organização do material. Sociedade e natureza são contrários dialéticos, em uma relação complexa com caráter contraditório, que condiciona o processo de automovimento e desenvolvimento da totalidade.	O movimento como forma de existência de matéria. Existem diversas formas de movimento da matéria, que se direcionam pelo movimento social. A relação sociedade-natureza tem caráter material. As formas de organização são inerentes formas de relações concretas de movimento da matéria que transita de níveis de organização de menor à maior complexidade.	O desenvolvimento como processo objetivo, que supõe uma tendência nas mudanças dos processos naturais, através do qual a matéria em níveis de organização de menor à maior nível de complexidade. O ambiental como totalidade em desenvolvimento, resultado do desenvolvimento social e produto do desenvolvimento histórico do mundo material.	A totalidade ambiental é histórica e concreta, é expressão material da existência humana condicionada historicamente e surge a partir do surgimento da sociedade humana como forma de organização do material.

Fonte: MIRANDA, V. C. E. (1997).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2014).

Diante da complexidade dos sistemas, seu desvelamento ultrapassa a abordagem metafísica, considerando-se, para tanto, o simples somatório das partes. Os seus fluxos são lineares, pois nessa concepção a noção de sistemas é interpretada de forma mecanicista e o espaço é tridimensional; e, pela abordagem dialética, o todo é visto como superior ao seu somatório, sendo que este está em movimento e conexo a uma totalidade.

Camargo (2003) destaca que o ambiente não representa um fragmento mecânico, e sim um grande sistema interconectado em rede e dinâmica. Assim, os sistemas são dinamicamente variáveis e estão inter-relacionados, formando uma determinada unidade e integridade. Desse modo, Christofoletti (1990, p.22) afirma que a teoria dos sistemas constitui o amplo campo teorético tratando dos sistemas, com seus conceitos e noções, levando a uma visão de mundo integradora, a respeito da estrutura, organização, funcionamento e desenvolvimento dos sistemas.

A interpretação dialética da concepção sistêmica foi escolhida para ser trabalhada na Tese por se ter, aqui, a ideia de totalidade dinâmica, complexa e integralizada, buscando-se a essência dos fenômenos. Assim sendo, é relevante, no bojo da ciência geográfica, aferir o sistema por meio de uma abordagem dinâmica e integrada da paisagem, de maneira a evitar a visão reducionista e acrítica nas análises empreendidas.

Mendonça (2009) destaca autores que contribuíram com os estudos sobre os problemas ambientais na perspectiva da Teoria Geral dos Sistemas, a saber: Sotchava (geossistema) – melhorada por Georges Bertrand, e Jean Tricart (ecodinâmica e ecogeografia), dentre outros (MENDONÇA, 1989; 1993; 1998; CHRISTOFOLLETI, 1999).

Na década de 70 do século XX, os geógrafos brasileiros basearam-se sobretudo nos pressupostos bertrandianos para analisar os sistemas, buscando construir um conhecimento mais conjuntivo a partir da abordagem sistêmica, como Christofoletti (1979; 1999); Monteiro (1982; 1987; 2000); Mendonça (2001); Troppmair (1983; 2000; 2004); Passos (2003; 2006) e Ross (2006).

A abordagem sistêmica permite identificar e desvendar as variáveis ambientais, evidenciando os processos morfodinâmicos da paisagem de origem natural (clima, solo, vegetação, hidrografia) e antrópica, uma vez que são baseados nas atividades desenvolvidas ao longo da história (agricultura, pecuária, urbanização) e que têm por base a devastação e a exploração dos recursos naturais, os quais se materializam em distintas configurações de paisagens.

A paisagem se manifesta e se materializa no espaço, ao mesmo tempo em que também lhe confere vida/dinamismo, por isso o fenômeno se torna objeto de nossa percepção, uma vez que houve o despertar da curiosidade e das tentativas de compreensão. À medida que avançam a técnica e a informatização, o homem transforma o espaço e, por conseguinte, a paisagem. Assim, a paisagem não é estática, porquanto se encontra em movimento, num processo interativo entre os elementos naturais e humanos. Conforme Mendonça:

> Com o advento da Teoria do Sistema a abordagem ambiental na Geografia supera a desgastada discussão da dicotomia geografia física versus geografia humana, pois concebe a unidade do conhecimento geográfico como resultante da interação entre os diferentes elementos e fatores que compõem seu objeto de estudo (2004, p. 123).

Assim sendo, a geografia socioambiental surge em decorrência da degradação ambiental proveniente da relação entre sociedade e natureza. Essa abordagem tem como ponto de partida a natureza e a sociedade, através de uma mesma perspectiva, e deixa de ser identificada como apenas ligada à geografia física e passa a ser geográfica (IBIDEM, 2004).

Logo, nessa perspectiva socioambiental, Mendonça propôs o Sistema Ambiental Urbano (S.A.U.), uma abordagem interdisciplinar que considera as relações sociedade/natureza nos estudos da cidade. Outras pesquisas também foram desenvolvidas, extrapolando os limites do urbano e englobando questões de ordem ambiental em suas interações sociais.

O enfoque desta Tese está relacionado à ciência geográfica, visando a inter-relação entre sociedade-natureza. Para tanto, foi elaborado o Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S.) a partir da realidade do objeto de estudo e da fundamentação teórica do (S.A.U.), por compor um sistema aberto e complexo e permitir relações de intercâmbio com o ambiente.

O estudo integrado da paisagem na visão da Teoria Geral dos Sistemas é relevante na proposição de medidas mitigadoras para a resolução dos problemas ambientais, visto que procura entendê-los num processo de interconexão e interação dos elementos naturais e sociais, isso porque o homem é um sujeito ativo que altera a organização do espaço produtivo social.

1.2 Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S.): a problemática da degradação/desertificação

Nesta Tese, o sistema socioambiental funciona como mecanismo de *feedback* que interfere nas interações e dinâmicas entre a sociedade e a natureza, como nós de conexão, configurando o espaço geográfico do presente. Desse modo, Camargo (2012) explicita que a relação entre os fatores internos e externos com outros sistemas permite a ocorrência de fenômenos não unidimensionais, por isso descontínuos. O autor ressalta que esse processo não é linear, visto que há uma interconectividade entre os sistemas.

Nesse sentido, esta pesquisa está fundamentada na Teoria Geral de Sistemas, sendo o modelo do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S.) um caminho a ser seguido na Tese, pela ideia de se ter uma visão geográfica, integralizada e dinâmica, contrapondo-se à análise descritiva, além de ser constituído de técnicas quantitativas e qualitativas e sem o dualismo de separação sociedade-natureza.

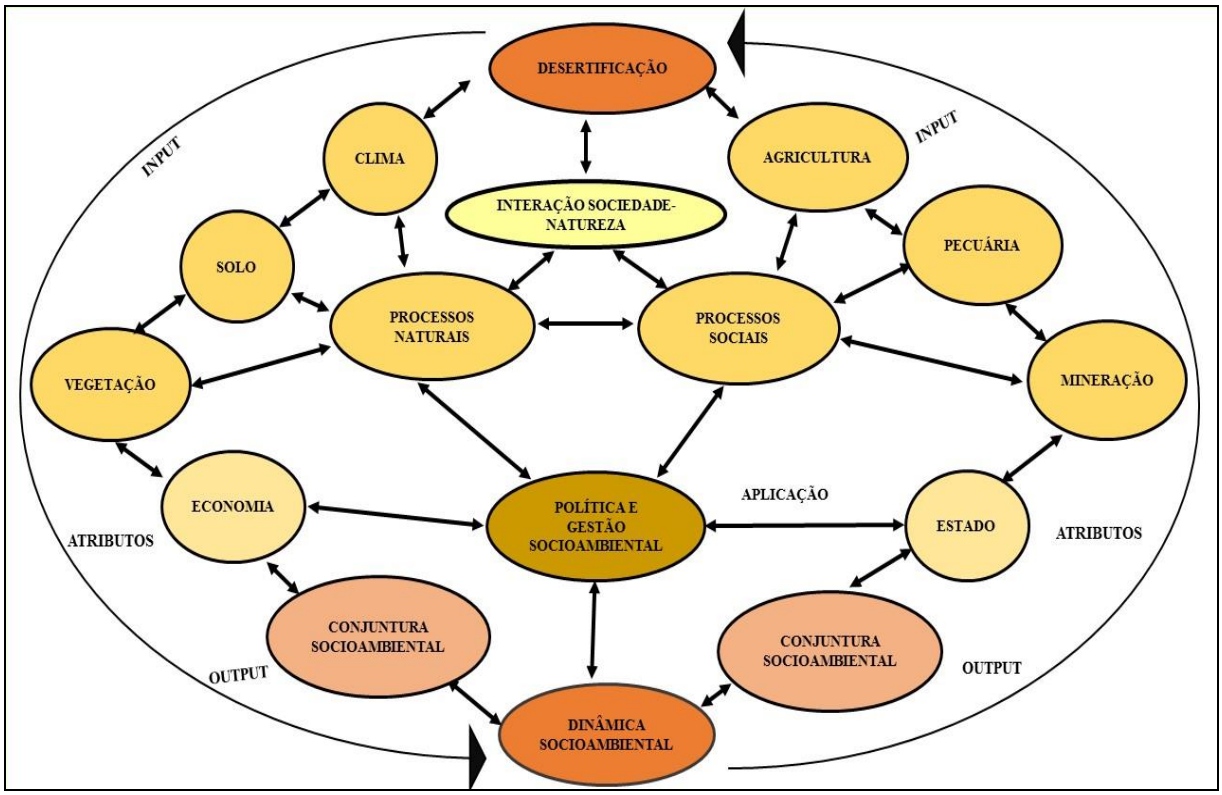
De acordo com Santos (1996), a questão do método é fundamental, pois se trata da construção de um sistema intelectual que permite, analiticamente, abordar uma realidade a partir de um ponto de vista. Nesse sentido, o método é, de fato, relevante em uma discussão geográfica e deve estar diretamente ligada à teoria que a fundamenta, respondendo aos objetivos ora determinados.

Estudos no âmbito nacional e internacional têm apresentado o uso da abordagem multi e interdisciplinar, embora utilizem técnicas diferentes, mas os pesquisadores defendem a relação conjuntiva entre sociedade e natureza (MENDONÇA, 2002; 2004; 2009; SUERTEGARAY, 2003; LEFF, 2001; VEYRET & RICHEMOND, 2007, dentre outros).

O sistema socioambiental é um conjunto de processos que estão relacionados à dinâmica da natureza e da sociedade. Portanto, é importante ter claro o sistema a ser estudado para definir os seus elementos e as suas relações, e, após delimitá-lo no espaço e no tempo, diferenciar suas unidades componentes interligadas pelas relações internas e externas. Parafraseando Mendonça (2004), é um sistema complexo e aberto que se divide em subsistemas naturais e sociais. Quando ambos estão conectados, surgem as conjunturas socioambientais que demandam ações sociais por meio do planejamento e da gestão socioambiental.

O modelo do S.S.A.S. (Figura 2) interage com a concepção de Monteiro (1976; 2006) e Mendonça (2004; 2009), numa visão de sistemas interconectada por fluxos de matéria e energia, funcionando como unidade/totalidade no espaço e no tempo, gerando, assim, uma nova dinâmica a cada dia.

Figura 2: Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S)



Fontes: Adaptado de MONTEIRO (1976; 2006); MENDONÇA (2004; 2009).
Elaboração e organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

O Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S) é composto de *input*, *output*, atributo e aplicações, que, interagindo dialeticamente uns sobre os outros, são constantemente alterados no espaço-tempo. Esse sistema associa aos processos de desertificação, demonstrando que os *inputs* são os fluxos de matéria e energia, formado pela dinâmica natural e social, subdividido em subsistemas:

- Subsistema natural: clima (precipitação, temperatura e evapotranspiração), solo (erosão) e vegetação (redução da biomassa).
- Subsistema social: agricultura, pecuária e minérios (uso e ocupação do solo com práticas insustentáveis).

Esses subsistemas fazem parte de um sistema maior, o rural, estando ligados à ideia de dinâmica entre os elementos de cada local e seus fluxos de energia e matéria, alterando os

mecanismos de organização. Os processos naturais sofrem alterações no contexto rural a partir da dinâmica do clima, do solo e da vegetação, interagindo e sendo influenciados pelas ações humanas. A superestrutura da sociedade (economia e política) faz parte dos atributos que movimenta o S.S.A.S.

As conjunturas socioambientais estão relacionadas no sistema a partir dos *outputs*, que são os resultados da interação entre os subsistemas do S.S.A.S. Entende-se que os principais problemas socioambientais poderão estar relacionados ao processo de desertificação, como Variabilidade climática regional no tocante à pluviosidade e à temperatura; Degradação do solo, redução da biomassa e da fertilização do solo; e perda de dinamismo das atividades ligadas ao setor primário da economia, resultantes da degradação do solo e, por conseguinte, da sua capacidade produtiva, promovendo fluxo migratório para áreas urbanas.

A desertificação é resultante das alterações significativas nos sistemas naturais e sociais. Sua origem é particular a cada situação, estando relacionada às variáveis sistêmicas e à história do uso da terra, além de sua ligação com as estruturas superficiais da paisagem e com as diferenças de fragilidade dos solos.

Estudos individualizados e soluções diferenciadas (aplicações) são necessários devido à diversidade dos ambientes naturais e dos fatores socioeconômicos de cada município para minimizar os riscos de desertificação e de vulnerabilidades socioambientais. O planejamento e a gestão socioambiental devem adquirir a função de ação integradora, bem como de solução de conflitos e de controle e regulação, respeitando a potencialidade, a fragilidade e a vulnerabilidade do território.

> O planejamento ambiental deve considerar o melhor ajustamento entre o aproveitamento dos recursos e as medidas de conservação das condições ecológicas locais sem que se comprometa a biodiversidade, o equilíbrio natural e a capacidade de resiliência dos ecossistemas afetados, tendo em vista que vigora a pressão gerada pelas necessidades do consumo, e não a preocupação com a capacidade de suporte do ambiente pelos impactos da atividade transformadora (OLIVEIRA & MELO E SOUZA, 2005, p. 69).

Nesse contexto, *inputs*, *outputs*, atributos e aplicações estão interconectados por mediação de entradas e saídas dos sistemas naturais e sociais, representando uma seara de complexidade. Esses processos são dinamizados pelo Estado, a partir da implementação de políticas de combate à desertificação.

São necessários o planejamento e a gestão de ações integradoras, envolvendo o ambiental-socioeconômico, que conduzam à reversão do processo instalado ou, o mais

apropriado, à sua prevenção e à recuperação de áreas em processo de desertificação, a fim de definir as vulnerabilidades e as potencialidades das paisagens no semiárido do Alto Sertão Sergipano.

No Alto Sertão de Sergipe, podem-se analisar os conflitos socioambientais e políticos que repercutem não somente no espaço rural, mas também no urbano, pois são evidenciados como um processo dinâmico e interativo entre os sistemas. Além disso, as mudanças atingem não apenas o local, mas também outras escalas geográficas, formando, com isso, novas paisagens, as quais ficam sob forte influência da ação da sociedade, por isso a ideia de totalidade espacial.

1.3 Processos metodológicos

Entende-se que esta pesquisa precisa do uso de múltiplos procedimentos de investigação para desvendar os problemas socioambientais de desertificação evidenciados tanto pelos processos da natureza quanto pela sociedade. Mendonça (2000, 2004) afirma que os problemas socioambientais ocorrem em virtude da interação natureza e sociedade no espaço. Assim, promoveu-se a sistematização em três fases fundamentais, a saber: pesquisa bibliográfica, documental e campo, por meio das quais foram analisados os problemas a partir da Teoria Geral do Sistema e do modelo do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe.

A base da literatura pertinente acerca do objeto de estudo visa à consolidação teórico-metodológica de autores nacionais e internacionais, de projeção na geografia e em ciências afins, assim como tem em vista práticas de investigação, teorias de abordagens, orientação de pesquisa, entre outros.

As concepções de Bertalanffy (1973), Bertrand (1971), Sotchava (1977), Tricart (1977), Monteiro (1988; 2000), Mendonça (1989; 1993; 1998; 2004), Ross (2006) e Troppmair (2004) são abordadas, aqui, para compreender como funciona o sistema integrado no estudo da paisagem de entradas e saídas no contexto da dinâmica ambiental.

Os conceitos de sociedade e natureza adotados na Tese partem da compreensão de unidade/totalidade, uma relação indissociável que vem sendo alterada com o avanço do sistema capitalista, por meio da exploração acelerada da natureza, como forma de apropriação e ocupação dos espaços, podendo desencadear a degradação ambiental e, por conseguinte, a desertificação. A natureza transfigurada/transmutação, por Suertegaray (2012), promove

derivações, como diria Monteiro (1988), e a natureza é uma totalidade e não a soma das partes, como observa Conti (2002).

Os autores Abreuville (1949), Le Houérou (1977), Aziz Ab'Saber (1977), Vasconcelos Sobrinho (1978; 1982), Edmon Nimer (1980; 1988), Duque (1980), Dregne (1987), Monteiro (1988), Mendonça (1990), Goudie (1990), Conti (1995; 2002), Sales (1997), Pinto (1999), Freire & Pacheco (2005), Andrade *et al*. (2007), Souza (2007), Pinto & Netto (2008) e Suertegaray (2012) contribuíram para o entendimento dos processos de desertificação, conforme desenvolvidos nesta pesquisa. E, para a base teórica acerca da vulnerabilidade socioambiental, foi fundamentada em Veyret (2013), Mendonça (2014), Marandola Jr. & Hogan (2006), Cutter (1996), entre outros, que foram de suma relevância para a construção da Tese. No entendimento de Marconi & Lakatos (2008), a pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema.

A pesquisa em sua parte documental gerou uma composição de dados a partir das seguintes fontes: Biblioteca do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), Biblioteca Central da Universidade Federal de Sergipe (BICEN), Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Paraná (SIBI/UFPR) e Bases de Dados da Capes (Periódicos).

Foram consultados, também, dados quantitativos sobre pluviosidade, temperatura, agricultura, pecuária em órgãos estaduais e federais, os quais contribuíram para o foco de estudo desta investigação científica, como no Ministério do Meio Ambiente (MMA); na Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH); no Centro Meteorológico de Recursos Hídricos (CMRH); na Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia (SEPLANTEC); na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e na Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário do Estado de Sergipe. Além disso, os sites do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e do Instituto Nacional do Semiárido (INSA) também foram consultados.

No levantamento cartográfico, utilizaram-se o Atlas Digital sobre Recursos Hídricos do Estado de Sergipe/SRH-2014, tanto para a elaboração do mapa de localização da área de estudo, pedologia, quanto para os mapas de uso e ocupação do solo, assim como o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, na versão do ArcGis 10.1 e suas extensões, para a geração do banco de dados digitais georreferenciados.

Esses *softwares* possuem ferramentas de armazenamento, recuperação e manipulação de dados digitais. Segundo Suertegaray & Guasselli (2004), concebendo a paisagem como a materialização de processos sociais e entendendo que o uso do sensoriamento remoto e do geoprocessamento dilatam o campo do observador no plano vertical, o uso dessas tecnologias acaba permitindo que esse conceito se torne operacional em escala regional. Logo, isso contribuiu para a observação virtual e, por conseguinte, para a identificação das diferentes classes de uso do solo e da degradação ambiental nas paisagens do Alto Sertão Sergipano.

Utilizou-se, ainda, um procedimento de classificação de imagem não-supervisionada, do método *Iso Data*, digitalizada no ArcGis 10.1 através da ferramenta *imagem classification.* Com isso, foi possível elaborar o mapeamento de classes (solos expostos e afloramentos rochosos, vegetação nativa, pastagem e cultivos) representado por meio dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo, para identificar as áreas mais degradadas e sua evolução espaço-temporal dos municípios do Alto Sertão de Sergipe.

Para tanto, foram utilizadas imagens via satélite das décadas de 1980, 1990 e 2000, baixadas gratuitamente pelo site do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, disponíveis on-line em htt://www.dgi.inpe.br/CDSR. Tais imagens foram coletadas através do sensor TM (Thematic Mapper) do sistema Landsat 5, respectivamente nas bandas espectrais 7, 4 e 2 e 30 metros de resolução espacial.

Ato contínuo, foram gerados mapas de uso e ocupação do solo que serviram de base para uma avaliação das características ambientais dominantes no local. A partir daí, foi possível obter uma real dimensão dos processos predominantes de degradação ambiental, bem como suas consequências.

Na seleção de cenas, utilizou-se como critério o mínimo de cobertura de nuvem para melhor visibilidade e adequada qualidade radiométrica com alta precisão. Foram analisadas cenas de alguns anos e meses e, por fim, as imagens referentes aos meses de novembro e dezembro são as que apresentaram pequena incidência de nuvens com condições ótimas para interpretação do uso e ocupação do solo. As datas de aquisição das imagens de satélite por décadas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Datas de aquisição de cenas selecionadas de Landsat 5.

Cena de Landsat 5	Década de 80	Década de 90	Década de 2000
215-67	01/11/87	01/12/92	20/11/06

Fonte: INPE (2016).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

As imagens foram georreferenciadas pelo *software* ArcGis 10.1 para a obtenção das coordenadas geográficas, por meio da licença acadêmica disponibilizada pela ESRI[3], e foi utilizado o sistema UTM (Universal Transversor de Mercator) pelo datum SIRGAS 2000. O registro de uma imagem compreende uma transformação geométrica que relaciona as coordenadas de um sistema de referência (INPE, 2010). Após esse processo, foi realizada a seleção das composições das bandas 7, 4 e 2 para a geração de imagens com caráter multiespectral de uso e ocupação do solo.

Em seguida, foram estabelecidas dez amostras de assinaturas espectrais para cada uma das classes (vegetação nativa, cultivos e pastagens, solos expostos e afloramentos rochosos). Para a obtenção das assinaturas espectrais, a interpretação das imagens se fez necessária para a classificação dos elementos básicos, como a textura, a cor e a tonalidade, o padrão, a sombra e a associação para a diferenciação das classes de uso e ocupação do solo definidas no trabalho.

As cenas de Landsat 5 que foram utilizadas para a realização do mapa de uso e ocupação do solo foram adotadas também para o cálculo do albedo de superfície, com os respectivos intervalos temporais dos anos de 1987, 1992 e 2006. O procedimento de análise das imagens tem como base a proposta de Florenzano (2011), a saber: cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização.

Foi aplicada também a técnica de NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ou índice de vegetação por diferença normalizada para a identificação da presença de vegetação, sendo esta distribuída espacialmente nos municípios do A.S.S., nos anos de 1987, com a imagem de Landsat 5 e, em 2013, com a imagem de Landsat 8, no período sazonal da estação chuvosa e seca. Nesse sentido, foram considerados os meses de maio (09/05/1987) e abril (28/04/2013) para representarem a estação chuvosa com menor incidência de nuvens e chuva e os meses de novembro (01/11/1987) e dezembro (18/12/2013) para a estação seca.

No entanto, é preciso ter cuidado na escolha dos períodos das imagens de satélites para não afetar os resultados encontrados, como Souza (2006) explica que o comportamento natural das caatingas frente às estiagens pode ser confundido como um processo resultante da desertificação, uma vez que a menor quantidade de matéria verde exposta irá aumentar o nível de refletância dos olhos, fazendo com que, aparentemente, esteja desprovido de vegetação.

[3] United States Department of Agriculture (www.usda.gov).

Os valores do NDVI variam de 0 a 1, sendo que o valor próximo ou igual a 1 indica maior biomassa, enquanto o valor 0 indica ausência dela. A ausência ou a presença de cobertura vegetal podem aumentar ou diminuir a erosão dos solos. A equação expressa pelo NDVI para a área de estudo foi baseada na metodologia utilizada por Aquino, Almeida e Oliveira (2012), qual seja:

(1) NDVI = (NIR-R) / (NIR + R)

Em que:

· NDVI é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada;

· NIR é a refletância no comprimento de onda infravermelho próximo; e

· R é a refletância no comprimento de onda vermelho.

Os valores de NDVI estimados para a área de estudo representam os diferentes graus de proteção oferecidos pela cobertura vegetal ao solo e, mediante sua aplicação, foram construídas cinco classes: alta, moderadamente alta, moderadamente baixa, baixa, solo exposto e corpos d'água. As classes de proteção correspondentes aos intervalos de NDVI estão indicadas no quadro 2.

Quadro 2: Classificação dos Índices de NDVI.

Intervalos de NDVI	Classes de proteção
0,6 a 0,8	Alta
0,4 a 0,6	Moderadamente Alta
0,2 a 0,4	Moderadamente Baixa
>0 a 0,2	Baixa
-1 a 0	Solo Exposto e corpos d'água

Fonte: Adaptado de AQUINO, ALMEIDA e OLIVEIRA (2012).

O uso do NDVI é relevante para o monitoramento da degradação das regiões semiáridas propícias aos processos de desertificação. Em estudos no Nordeste brasileiro essa técnica foi aplicada, a exemplo do Núcleo de Irauçuba, de Gilbués, de Seridó, de Cabrobó e também de São Raimundo Nonato.

- No que tange à etapa dos dados climáticos, ela se dividiu em cinco momentos: 1) Levantamento dos dados de pluviometria e de temperatura do período de 1963 a 2013. Os dados de 2014 a 2016 não foram disponibilizados pelo Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH, por falta de organização dos dados. É importante relatar que a estação pluviométrica dos municípios de Nossa Senhora de Lourdes e Gararu foi instalada no ano de 1985 e desativada em 2005. Portanto, a título de análise, utilizaram-se os dados do município

de Porto da Folha pela proximidade da estação referente aos dois municípios supracitados, para efetuar a sistematização dos dados na mesma escala temporal.

Os dados foram fornecidos pelo Centro Meteorológico de Recursos Hídricos (CMRH) para associar as condições climáticas com as demais variáveis dos processos de desertificação.

2) Análise da série histórica dos anos-padrão dos últimos cinquenta anos a partir da metodologia aplicada, conforme Monteiro (1969, 2000) e Sant'ana Neto (1990), mediante a identificação do desvio padrão em milímetros (Equação 1) e das porcentagens anuais (Equação 2).

A pouca expressão do gradiente térmico.

DP(mm) = X1-M.....(Equação 1)

DP(%) = [DP(mm)/M)]*100.....(Equação 2)

Em que:

· DP (mm): desvio padrão em milímetros;

· DP (%): desvio padrão em porcentagem;

· X1: total pluvial anual; e

· M: média dos totais pluviais compreendendo a série histórica.

Com base nas equações 1 e 2, foram classificados os totais pluviais anuais em ano seco, habitual e chuvoso (Quadro 3).

Quadro 3: Proposta de classificação dos anos-padrão.

CLASSES	FÓRMULAS	FORMATAÇÃO CONDICIONAL	COR
Seco	T-DP(mm)	Valores menores/iguais a Seco	Amarelo
Habitual	-	-	Cinza
Chuvoso	T+DP(mm)	Valores maiores/iguais a Chuvoso	Azul escuro

Fonte: NASCIMENTO JUNIOR (2011).

Essa metodologia de Monteiro (1969; 2000) e Sant'Anna Neto (1990), que estabelecem o uso do coeficiente de variação como critério de escolha dos anos-padrão, foi aplicada numa área de clima úmido, e, portanto, foi reclassificada, sendo, então, trazida para a realidade semiárida do Alto Sertão de Sergipe. Os parâmetros adotados foram:

· **Ano Chuvoso**: ano com pluviosidade elevada, próxima à média normal, com índices superiores a 12,5%;

· **Ano Habitual**: ano com pluviosidade normal, cujo total pluvial situa-se dentro dos desvios médios padrão, com variação de -12,5% a +12,5%;

· **Ano Seco**: ano com pluviosidade reduzida, próxima à média normal, com desvio entre -12,5 a -25%.

Nesta Tese, foi empregado o critério convencional para os procedimentos de escolha de períodos padrão em escala anual, por meio do tratamento quantitativo e/ou qualitativo da pluviosidade (cálculo dos totais anuais e análise da variabilidade anual da precipitação pela verificação da dispersão; desvio padrão e coeficiente de variação). No Brasil, estudiosos do ritmo do clima utilizaram esse critério, como é o caso de Monteiro (1969; 2000), Sant'Anna Neto (1990), Barros (2003), Baldo (2006), Zavatini (2004) e Pinto (2008).

Na escala sazonal, por sua vez, foi aplicada a técnica de interpolação espacial de dados pluviométricos, a partir do processo inverso ponderado da distância. Segundo Miranda (2005), esse método estima um valor para um local não amostrado como uma média dos valores dos dados dentro de uma vizinhança. Os dados adquiridos foram formatados em planilhas estatísticas e processados, buscando-se, com isso, homogeneizar as informações que geraram os valores médios da precipitação. Após sua tabulação, os dados foram espacializados, tomando-se como base as coordenadas geográficas disponibilizadas no site da SEMARH referentes a cada município e, posteriormente, foi realizado o processo de interpolação no ArcGis 10.1.

Os dados da média mensal de precipitação e temperatura do período de 1963 a 2013 foram armazenados no *software* Excel 2010 e, em seguida, tabulados para posterior construção de gráficos e análise da área em estudo.

3) Classificação do Índice de Aridez dos municípios de acordo com a metodologia de Thornthwaite (1948), que tem como base a razão entre os valores de Precipitação e Evapotranspiração Potencial, considerando as áreas áridas quando o índice é entre 0,05 a 0,20,

de áreas semiáridas com índices entre 0,21 e 0,50, áreas subúmidas secas com índices entre 0,51 e 0,65, e, superior a 0,65, subúmidas úmidas.

O Índice de Aridez (*IA*) foi desenvolvido por Thornthwaite (1948) e complementado por Penman (1953), e pode ser calculado pela seguinte equação:

$$\mathbf{IA = {}^{PR}_{ET_0}}$$

Em que Pr é a precipitação média anual, dada em milímetros, e *ET0* é a evapotranspiração de referência média anual, calculada pelo método de PenmanMonteith/FAO descrito em Allen *et al.* (1998), também em milímetros. Os valores médios de precipitação foram calculados com base na pluviometria dos anos da série histórica estudada.

4) A construção do balanço hídrico com base na metodologia de Thornthwaite & Mather (1955), por intermédio do programa computacional Balanço Hídrico Normal, usando-se uma planilha eletrônica Excel elaborada e disponibilizada por Rolim e Sentelhas (1999) do Departamento de Física e Meteorologia da ESALQ-USP.

Para essa etapa, foram necessários os dados mensais de temperatura média do ar, média mensal de precipitação, coordenadas geográficas, altitude e CAD (Capacidade de Água Disponível), sendo que esta define o armazenamento máximo de água no solo e, em todos os cenários, foi adotado o valor de referência de 75 mm. Assim, o balanço hídrico permite deduzir a evapotranspiração real, a deficiência ou o excedente hídrico e o total de água armazenada no solo ao longo do ano.

A análise foi feita através de parâmetros estatísticos, evidenciando algumas dinâmicas atmosféricas atuantes no Alto Sertão Sergipano, bem como suas influências no desencadeamento dos processos de desertificação, pela ausência de pluviosidade, provocando, com efeito, estiagem e ressecamento do solo.

5) E para a erosividade de chuva utilizou-se a metodologia de BERTONI; LOMBARDI NETO (1990). Para os autores, o índice EI30 é considerado adequado para as condições brasileiras. Essa estimativa foi com uso da seguinte equação:

$$\mathbf{EI = 67{,}355(r^2/p)0{,}85}$$

onde, EI (Mj.mm/ha.h.ano) é a média mensal do índice de erosão;

r (mm) é a precipitação média mensal;

p (mm) é a precipitação média anual;

Os valores anuais da erosividade da chuva são o somatório dos valores mensais.

➢ Dados de vulnerabilidade socioambiental do Alto Sertão de Sergipe foram definidos com base na revisão da literatura e de realidade do objeto de estudo. A seleção de indicadores naturais e sociais e de variáveis de vulnerabilidade justifica-se pela necessidade de avaliar sistematicamente as áreas susceptíveis à desertificação de forma integrada, para evitar a infertilidade dos solos, assim como as perdas de reservas hídricas, da biodiversidade e da qualidade de vida da população, permitindo, portanto, uma leitura qualitativa e crítica da realidade para efetivação de intervenções transformadoras voltadas para os interesses da população.

Indicadores de Vulnerabilidade Natural (IVN) - Seleção de variáveis naturais: clima (precipitação, evapotranspiração); albedo; erosividade; solos expostos e cobertura vegetal (perda da biomassa).

Indicadores de Vulnerabilidade Social (IVS) - Seleção de variáveis sociais: demografia, sistema de produção agropecuária, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).

A realização dessa análise baseou-se em técnicas estatísticas, no Sistema de Informações Geográficas (SIG) e na cartografia de síntese de Martinelli (2003), através da álgebra de mapas e multicritérios. A elaboração da cartografia de sínteses requer cinco etapas, a saber: a normalização dos dados; a padronização dos valores; a eleição, a caracterização e o ajuste das variáveis; a ponderação; a síntese e as nomenclaturas associadas.

Os dados, em sua maioria, foram disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, pelo Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e adquiridos também em trabalho de campo. Após esse processo de construção do cenário de vulnerabilidade socioambiental, fez-se uso de *softwares*, como o Excel Microsoft e o ArcGIS 10.1, para a construção de mapa e quadro representativos das condições socioambientais do Alto Sertão de Sergipe.

A compreensão de vulnerabilidade socioambiental nesta pesquisa parte do pressuposto das complexas relações ambientais, sociais e econômicas frente aos processos de desertificação. Nesse contexto, avaliam-se a fragilidade do ambiente e os prejuízos sentidos pela população diante dos conflitos socioambientais.

A fundamentação teórico-metodológica para a seleção dos critérios utilizados foram baseadas nas propostas de Thornthwaite & Mather (1955), Matallo Júnior (2001, 2003), Bertoni; Lombardi Neto (1990), Conti (1995), Cunha e Guerra (2006) e Ross (2004, 2006).

A avaliação da vulnerabilidade dos sistemas do Alto Sertão de Sergipe ocorreu através de critérios relacionados à climatologia- índice de aridez, albedo e erosividade de chuva; pedologia, uso e ocupação do solo- redução da biomassa para realização das atividades agropecuárias; solos expostos e afloramentos rochosos. Demografia e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). O cruzamento dessas variáveis produziu o mapeamento de vulnerabilidade das áreas susceptíveis à desertificação no Alto Sertão de Sergipe.

O Quadro 4, na sequência, apresenta as categorias e subcategorias do cenário de vulnerabilidades dos sistemas socioambientais do A.S.S. Nele, foram definidos os pesos de cada indicador dos sistemas naturais e sociais de acordo com a realidade de cada município e da fundamentação teórica e metodológica citados acima, sendo distribuídos em quatro classes: baixa, média, alta e muito alta.

Quadro 4: Categorias e sub-categorias do cenário de vulnerabilidades dos Sistemas Socioambientais do Alto Sertão de Sergipe

Classes de Vulnerabilidades	**Notas**	**Cenário de vulnerabilidades nos Sistemas Socioambientais do A.S.S**							
		Índice de aridez		**Albedo**	**Erosividade de chuva (MJ/ha.mm)**	**Pedologia**	**Uso e ocupação do solo**	**Demografia (Rural)**	**IDH**
		Intervalos	**Zonas climáticas**			**Classes**			
Baixa	1	IA > 0,51	Subúmido Seco	3-11	R ≤ 3,164	Argissolos Vermelho- amarelo distrófico	Vegetação nativa	≤24	0,581-598
Média	2	0,41<IA≤ 0,51	Semiárido	12-18	3,164 <R ≤ 3,527	Planossolos	Pecuária extensiva e cultivos agrícolas	25-34%	0,564-0,581
Alta	3	0,31<IA≤ 0,41	Semiárido	19-26	3,527<R≤3,890	Luvissolos	Pecuária extensiva e cultivos agrícolas	35-50%	0,546>0,564
Muito Alta	4	0,21<IA≤ 0,31	Semiárido	27-43	R>3,890	Neossolos Litólicos	Solo exposto e afloramentos rochosos	>50%	0,529>IDHM 0,546

Fontes: IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA. Atlas Brasil 2013 Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. EMBRAPA; Centro de Meteorologia.
Elaboração: OLIVEIRA, A.R., 2016.

Na pesquisa de campo, foram adotados os seguintes procedimentos:

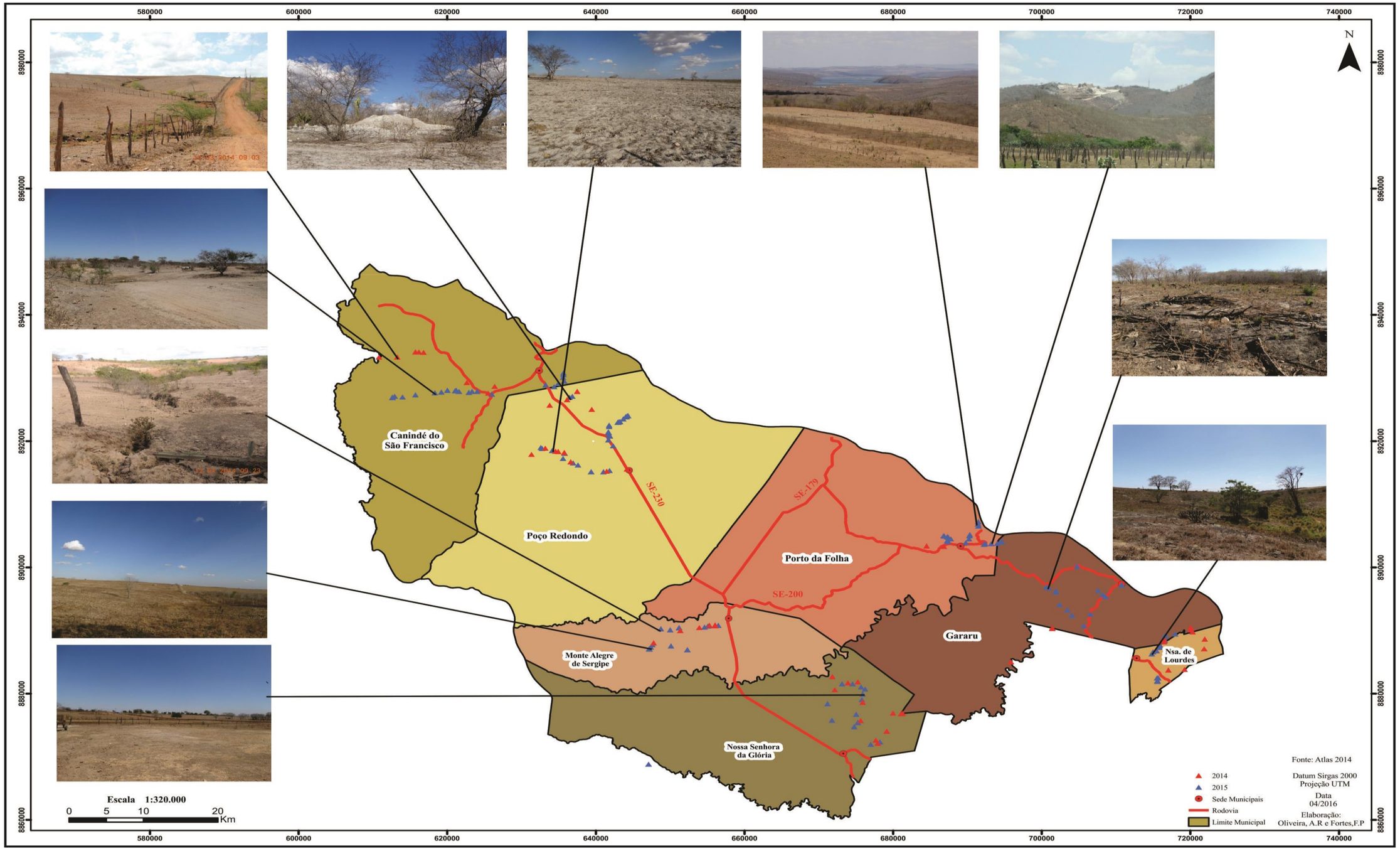
- Observações *in locus*, realizadas nos dias dez a quatorze do mês de março de 2014 e nos dias sete a onze de dezembro de 2015. Basearam-se nas degradações ambientais e nos conflitos socioespaciais, a partir do uso e ocupação do solo. As alterações nas paisagens foram observadas por meio de alguns aspectos, tais como: desmatamento, erosão (sulcos, ravinas e voçorocas), práticas inadequadas na agropecuária e no extrativismo de minérios e redução da biomassa.

Durante dez dias, foram coletados cento e noventa pontos georreferenciados pela tecnologia do receptor GPS (Global Positionning System) e registrados em fotografias, o que correspondeu a dois mil, novecentos e quarenta e oito fotos. Para o critério da seleção dos pontos coletados no campo, utilizaram-se imagens de satélite que auxiliaram na identificação das áreas de maior degradação ambiental (solos expostos, cultivos e pastagens) e das áreas com menor degradação com a presença da mata de caatinga, onde essas informações foram validadas de forma empírica. Além disso, foi obtido apoio de sujeitos sociais que tinham conhecimento sobre comunidades locais e áreas de maior degradação ambiental de cada município, contribuindo, assim, para a realização desta pesquisa.

Posteriormente, os pontos georrefenciados foram utilizados para a realização da análise espacial, visando a correlacionar as informações extraídas do Atlas digital e das fotointerpretações de imagens via satélite com os dados obtidos a partir do trabalho de campo. No armazenamento de dados, além do *software* ArcGis 10.1, foi utilizada outra ferramenta para o gerenciamento e a edição, a saber, o Excel 2010, permitindo, assim, a construção de gráficos e a materialização da análise.

A Figura 3 representa os pontos que foram georreferenciados em cada município do A.S.S. quanto às áreas susceptíveis à desertificação.

Figura 3: Pontos coletados em trabalho de campo com imagens susceptíveis a desertificação no Alto Sertão de Sergipe (2014- 2015)



Fontes: Atlas, SRH (2014); OLIVEIRA, A. R. (2014-2015)
Elaboração: OLIVEIRA, A. R.; FORTES, F. P., 2016.

- A entrevista também é um instrumento imprescindível na pesquisa científica, por propiciar o contato direto com os sujeitos sociais representados pelos agricultores e pecuaristas envolvidos nesse processo. Segundo Richardson (2007), a entrevista é uma técnica relevante que possibilita o desenvolvimento de uma estreita relação entre as pessoas. É um modo de comunicação em que determinada informação é transmitida de uma pessoa A para uma pessoa B. Portanto, foram coletadas, nessa etapa, informações sobre os aspectos socioeconômicos e naturais do Alto Sertão Sergipano.

Nesta investigação, as perguntas direcionadas aos entrevistados estavam relacionadas ao sistema produtivo, assim como a processos naturais, a experiências com a terra – que representa trabalho –, à subsistência, à luta e à lucratividade, sendo assim relatados pelos sujeitos sociais envolvidos nesse processo (Apêndice 1).

O procedimento adotado para a aplicabilidade da entrevista foi aberto e semiestruturado. Gil (1999) explica que o entrevistador permite ao entrevistado falar livremente sobre o assunto, mas, quando este se desvia do tema original, esforça-se para a sua retomada e, dessa forma, não se perderia o universo das situações vivenciadas por essas comunidades.

As entrevistas foram realizadas nos meses de março de 2014 e dezembro de 2015 com os sujeitos sociais que são os agricultores e pecuaristas, num total de 140 entrevistados. Utilizou-se, para tanto, o gravador como forma de garantir a honestidade das respostas e o comprometimento das interpretações. A arte do entrevistador consiste em criar uma situação em que as respostas do informante sejam fidedignas e válidas (SELLTIZ et. al., 1987).

O estudo se deu pelo processo de saturação, ou seja, quando o pesquisador constata que as informações colhidas estão representando repetições em seu conteúdo, ele fecha o grupo de entrevistados, pois os dados coletados já são suficientes para relacionar a teoria e a prática.

Os resultados das entrevistas foram analisados à luz das categorias geográficas espaço e paisagem, por meio das seguintes etapas: classificação e organização dos dados coletados, relações existentes entre as informações e tratamento estatístico. Na sequência, foram organizados e sistematizados em gráficos.

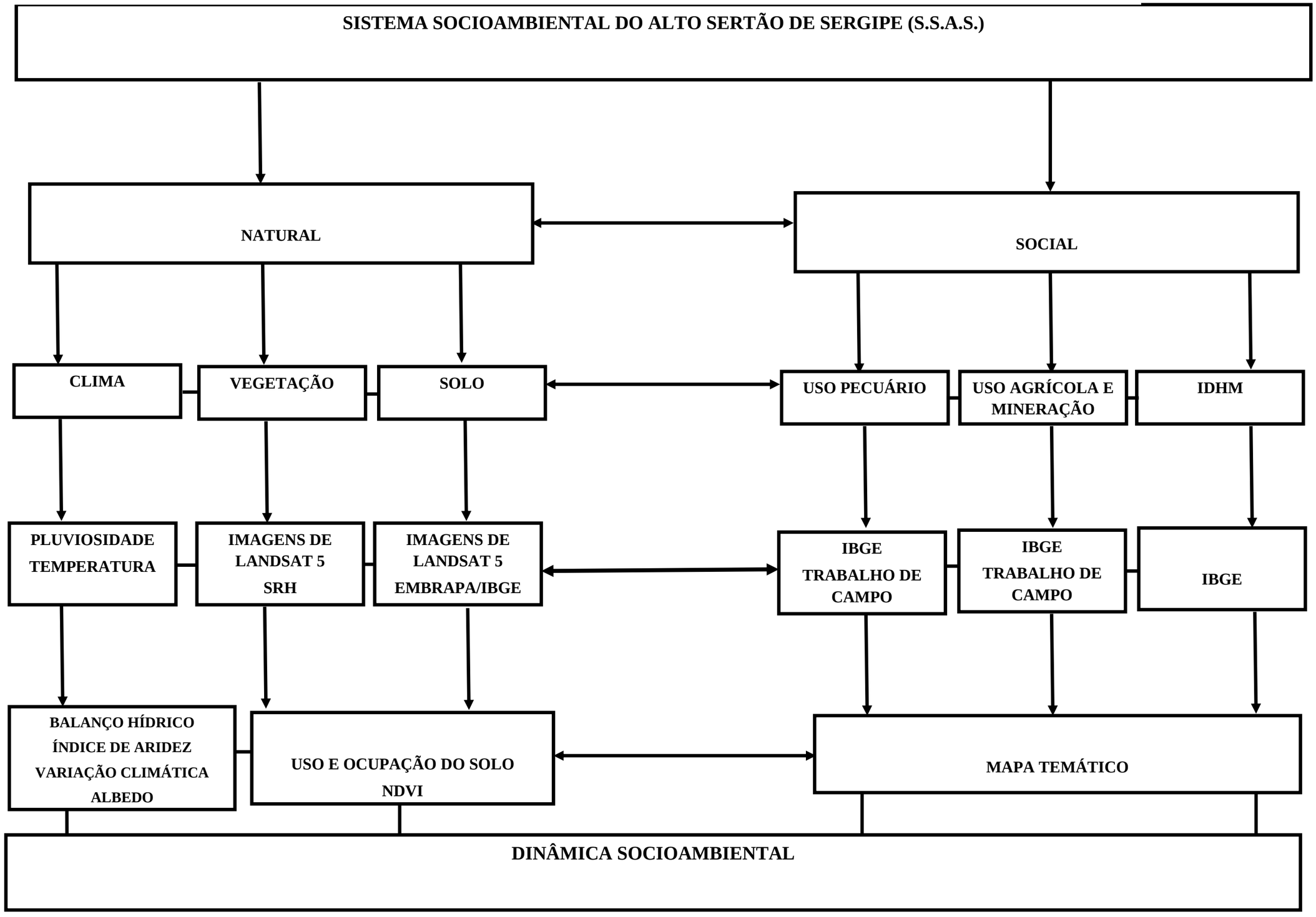
A Figura 4 mostra o esboço teórico-metodológico do trabalho e a Figura 5 traz a síntese dos procedimentos para a construção científica.

Figura 4: Esboço teórico-metodológico da Tese



Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

Figura 5: Síntese da construção científica do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (S.S.A.S).



Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2015)

2 O DESVELAR DA INTERFACE NATUREZA-SOCIEDADE

A relação natureza-sociedade é discutida por diversos teóricos e autores do pensamento geográfico e está relacionada a cada período histórico, sendo compreendida de forma heterogênea nos espaços. À medida que a técnica torna-se mais complexa e avançada, surgem novos valores que vão sendo agregados a essa realidade, e o homem passa a transformar a natureza com mais intensidade, ocasionando conflitos socioambientais que intervêm na qualidade de vida e são materializados no tempo e no espaço.

Nesta seção, discutiu-se sobre a relação entre sociedade e natureza no decorrer da história, bem como as formas de apropriação e ocupação dos espaços que desencadeiam o processo de degradação e, consequentemente, a desertificação. Portanto, a abordagem em diferentes fases dessa relação remete a pesquisa ao passado, para a compreensão das alterações que ocorreram no modo de a sociedade pensar, agir e produzir a natureza e que se reflete nos dias atuais.

2.1 A trajetória da natureza: da mitologia à cientificidade

A concepção de natureza caracterizou-se por fatos históricos, saber filosófico e científico ao longo do tempo. Para tanto, retomam-se as matrizes teórico-epistemológicas das perspectivas da ciência geográfica enquanto possibilidade analítica para se pensar a relação natureza e sociedade.

Na pré-história, individualizada pelo não-científico, a natureza apresentava uma concepção mágica e deificada. Tal concepção levou ao antropomorfismo da natureza, através da religião, e ao fisiomorfismo do homem pela magia (CASSETTI, 1991). Essa visão reforçava a ideia de uma natureza mitológica, evidenciando que a relação homem/natureza ocorria através de revelações divinas sobre as origens do mundo e dos homens. A ideia em questão é que o primeiro conceito de natureza é o das culturas arcaicas, nas quais o homem é, antes de tudo, parte do grande organismo da natureza, concebido como totalidade divina (SPRINGER, 2010).

Sant’Anna Neto (2001) acrescenta que a natureza, nas civilizações mais primitivas, estava atrelada ao conhecimento mítico marcado por entidades que controlavam o nascer e o

pôr do Sol, as chuvas, o vento e os demais fenômenos atmosféricos, além de seu próprio destino.

Na Grécia Antiga, são obras representativas da divulgação dessa visão de mundo as legadas por Homero, com *Ilíada* e *Odisseia*, e por Hesíodo[4]. Esses pensadores objetivavam aproximar os deuses dos homens, criando um forte laço entre eles, procurando tornar a vida terrena mais racional e compreensível (ANDERY *et al.*, 2001). No entendimento da *physis*[5], os pré-socráticos não faziam distinção do que hoje entendemos por Natureza e por homem. Assim, a *physis* era compreendida como um princípio único que originava e ligava todas as coisas (CIDADE, 2001). O conceito de "*Physis*", que compreendia todo o existente, incluía desde os fenômenos hoje considerados como natureza, estendendo-se ao homem, até os deuses; e incluía, também, o processo de gênese e do devir de todo o existente (BORNHEIM, 1984).

No período Medieval, os preceitos de Santo Agostinho sobre a ideia de natureza eram de que se constituía em obra divina, separada do mundo dos homens. Com Aquino (1998), essa dissociação entre o que é divino e o homem reside no fato de este ter uma dupla Natureza: por sua alma, pertence à série dos seres imateriais, mas não é uma inteligência pura, pois se encontra essencialmente ligado a um corpo. Assim, nesse período, a natureza era comunal e meio de reprodução vital, não existindo separação entre o mundo natural e o social.

A visão de natureza mitológica, divina e orgânica foi sendo substituída gradativamente pela ideia de natureza como uma máquina a ser explorada pelo homem, haja vista que a sociedade já não via como uma riqueza natural, mas como recurso, fonte inesgotável de lucro. Nesse contexto, surge a concepção de domínio sobre a natureza como algo inconstante, imprevisível e instintivo (CARVALHO, 1991).

É no período renascentista[6] que a natureza foi considerada mecânica e racional, passando a atender aos interesses da produção capitalista, na medida em que se davam

[4] Dentre as obras de Hesíodo, destaca-se a *Teogonia*, que ressalta a origem do mundo através da materialização da força advinda da natureza em figuras divinas; assim, Gaia era a Terra, Urano era o Céu e Cronos, o tempo (ANDERY *et al.*, 2001).

[5] No desenvolvimento das cosmologias, destacam-se os filósofos da Escola de Mileto (Tales, Anaxímenes e Anaximandro), que se preocupavam com a definição de um princípio originário, essencial, do mundo e definem a natureza (*Physis*) como a matéria-prima das coisas, possuidora de movimento e capaz de se transformar em qualquer objeto ou fenômeno da realidade (ELY, 2006).

[6] Os pensadores da Renascença, tal como os gregos, viam na ordenação do mundo natural uma manifestação da inteligência; porém, para os gregos, essa inteligência era da própria natureza, ao passo que, para os pensadores renascentistas, era a inteligência de algo para além da natureza: o criador divino e o senhor da natureza (COLLINGWOOD, R. G., p. 14).

acontecimentos que mudaram a forma de o homem pensar a natureza, como o renascimento cultural, as grandes navegações, os descobrimentos e a consolidação do capitalismo. Acerca disso, Gonçalves (2008, p. 175) destaca que:

> A ciência, munida de técnicas mais avançadas de observação e questionamento do mundo, como o método científico inspirado na filosofia de Bacon e de Descartes, na matemática e física de Galileu e Kepler (e depois, de Newton), passa a considerar a natureza sem alma, sem vida, mecânica, geométrica. O homem perdeu o conceito divino de integração com a natureza.

A natureza em Descartes era vista como uma máquina perfeita que funciona sob leis mecânicas e matemáticas, enquanto o objetivo da ciência era o domínio e o controle da natureza (CAPRA, 1987). A ideia desse autor era de separação entre natureza e homem, modificando-a em objeto e o homem em sujeito, com o poder de dominá-la.

Adepto a essa acepção, Newton afirma que "a natureza era absoluta, imutável, sem criatividade, e composta por partículas indivisíveis que seguia as leis do movimento mecânico" (SPRINGER, 2010, p. 163). Para o estudioso, a linguagem matemática era fundamental para a compreensão da natureza, pois que ela permitiria ao homem o conhecimento. Vesentini (1989) salienta que o universo vai sendo concebido à imagem de uma máquina e de uma Natureza instrumental: as partes são vistas separadamente, de forma analítica, o que importa é a funcionalidade de cada uma delas em relação ao maquinismo geral.

Com a revolução mecanicista, a visão orgânica de natureza dá lugar à matematização do conhecimento científico. Duarte (2006) afirma que ocorre, com isso, a perda da concepção orgânica da natureza, que passa a ser compreendida por meio da mutação radical que mantém correlação com as grandes mudanças na concepção do conhecimento.

No entendimento de Francis Bacon (1979), a ciência deveria aprofundar os mistérios da natureza, uma vez que esta era concebida como algo exterior à sociedade humana, pressupondo aí uma separação entre natureza e sociedade, haja vista a relação entre ambas ser concebida como mecânica. Para o autor, o conhecimento é poder, logo era preciso conhecer a natureza para dominá-la, à proporção que incentivava a necessidade do desenvolvimento tecnocientífico à custa da natureza. No entendimento de Japiassú (1995), o sentido do conhecer se converte em ação, em ato de apossar-se, em dominação e apropriação.

Para Cassetti (1991), a concepção de natureza externalizada passa a se desenvolver nas mais variadas nuanças, chegando a ser evidenciada de forma dualística por Kant: a natureza interior dos seres humanos e a natureza exterior a eles, esta entendida como ambiente social e físico. O filósofo Moderno I. Kant distingue dois grupos de ciências: "as ciências a *priori* especulativas apoiadas na razão, e as ciências a *posteriori* (empíricas) que são feitas a partir do entendimento e têm origem na experiência" (PEREIRA, 1988, p. 47). Nesse sentido, o conceito de natureza externalizada propõe a separação do homem em relação à natureza, reforçando a reprodução ideológica em prol do desenvolvimento econômico do capitalismo.

O movimento filosófico iluminista do século XVIII defende o uso da razão ancorada na ideia de progresso e como único caminho para alcançar o conhecimento científico. Segundo Batista (2013), o filósofo Rousseau explicitava que o avanço das técnicas, das ciências e das artes não acrescentou muito à felicidade dos homens, ao contrário: contribuiu para corromper seus costumes naturais, como a liberdade. O autor defendia a razão com vistas à liberdade e à capacidade de julgar.

Segundo Fontenelle (2013), no iluminismo, a crítica à metafísica passou a ser feita em favor da física e a natureza passou a ser concebida como algo palpável. O mundo agora era compreendido a partir do real, do concreto, e não mais por dogmas religiosos. Com o desenvolvimento do capitalismo, e, mais precisamente, com o surgimento da revolução industrial, essas ideias acabaram se fortalecendo (SMITH, 1984). O racionalismo e o empirismo seriam as principais fontes do iluminismo.

O pensamento romântico entre os enciclopedistas foi desenvolvido por Jean Jacques Rousseau (1712-1778), que teria superado o iluminismo rumo ao romantismo (PADOVANI & CASTAGNOLA, 1995, p. 342). Para esses autores, Rousseau defendia que era preciso voltar à natureza primitiva e também espiritual, pois ela seria boa.

Segundo Batista (2013, p. 127-128), "a natureza no olhar filosófico de Rousseau existe como uma totalidade de relações quer seja sociais, quer sejam naturais". A autora ainda enfatiza que existem influências que atuam, sobretudo, nos seres humanos, levando-os a várias transformações no tempo histórico. Nesse caminho, observa-se que, desde o século XVIII, já havia uma preocupação com a problemática da degradação ambiental, na especificidade da natureza, o que nos séculos posteriores passou a ser discutido como questão ambiental.

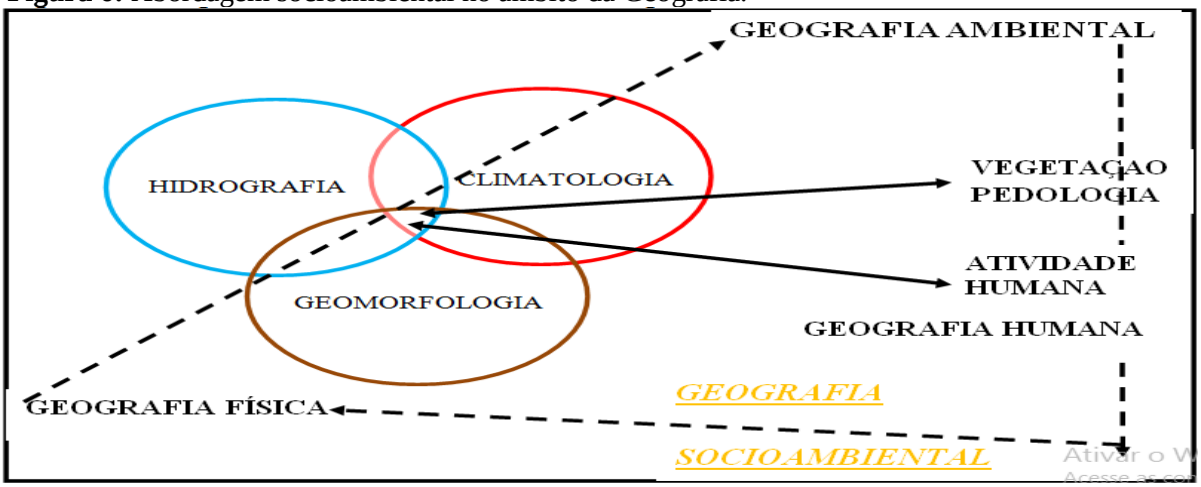
A natureza não pode ser compreendida como algo dado, estático e objetivo. É dinâmica e passível de transformações, e nela é possível buscar articulações de forma conjunta dos processos naturais e sociais para avançar na compreensão dos problemas ambientais. Como diz Suertegaray (2000), não é permitido, nesse momento histórico, pensar a natureza como propriamente natural, ou melhor, como decorrente de processos que advêm exclusivamente de sua auto-organização.

A natureza deve ser compreendida a partir de sua própria dinâmica. Sendo o espaço geográfico fruto das relações que se estabelecem na sociedade ao longo de um processo histórico, ele contém a natureza, na medida em que o homem a utiliza e dela se apropria (CONTI, 2002).

Assim pensando, a questão ambiental deve ser analisada mediante a integração natureza-sociedade para desvendar a essência dos problemas ambientais, rompendo com a visão dicotômica e permitindo a aproximação do homem com a natureza. Para Mendonça (1993), a abordagem ambiental é concebida através de dois momentos. O primeiro, o ambiente é caracterizado como sinônimo de natureza que prevaleceu até meados do século XX. O segundo, apresenta-se na perspectiva da interação sociedade-natureza.

Nessa nova forma de pensar a natureza e a sociedade, surge a Geografia Socioambiental defendida por Mendonça (2002; 2004), na medida em que, conforme pensa o estudioso, essa perspectiva concebe a unidade do conhecimento Geográfico e transcende a desgastada discussão da dicotomia da geografia física *versus* a geografia humana. A Figura 6, na sequência, mostra essa perspectiva de análise na dimensão de uma Geografia Socioambiental.

Figura 6: Abordagem socioambiental no âmbito da Geografia.



Fonte: Adaptado de Mendonça (2009).
Organização: OLIVEIRA, A.R. (2016).

Para Mendonça (2004, p. 133), a perspectiva da geografia socioambiental tem como escopo:

> A dimensão socioambiental da geografia - ou geografia socioambiental, parte de uma perspectiva de que os problemas ambientais são em sua essência sociais, que emanam e evocam princípios humanos, que eles são resultantes da apropriação diferenciada da natureza pelos diferentes sistemas sociais; que, por estas condições, são inerentes aos homens e que, para sua análise, devem envolver essencialmente estes organizados socialmente. No âmbito da própria ciência, esta dimensão condiz com uma reaproximação com a geografia humana, donde a possibilidade de uma (re)unificação do pensamento geográfico moderno.

As abordagens teórico-metodológicas apresentaram ao longo do tempo perspectivas diferentes sobre a concepção de natureza-sociedade. De uma natureza mitológica e divina para uma natureza mecânica e racional; de uma natureza externa ao homem, dissociada e fragmentada, para uma natureza integrada e conjuntiva. A forma de ver a natureza hoje tem origens históricas que influenciam a maneira de pensar e agir de cada sujeito na sociedade.

Valem ser destacados três momentos distintos ao longo do tempo sobre a visão de natureza. O primeiro momento contempla a visão de natureza pelas culturas primitivas, nas quais não havia dissociação entre natureza e sociedade; o segundo trata da concepção de natureza pelos renascentistas, com a noção de natureza exterior ao homem; e o terceiro, por sua vez, corresponde à moderna visão de natureza, que teve início no final do século XVIII e vem se consolidando até os dias de hoje.

A busca pela articulação entre natureza-sociedade não foi tarefa fácil para os geógrafos, na medida em que as transformações, as rupturas e os desdobramentos refletem, nos dias atuais, sob distintas linhas de pensamento. Esse pensar requer uma análise integrada dos problemas ambientais, pois a natureza-sociedade faz parte do mesmo processo.

Nesse interim, os problemas ambientais manifestados por meio da relação entre a natureza e a sociedade têm provocado mudanças no espaço tanto na relação organizacional quanto nas relações sociais de trabalho, de produção e de apropriação da natureza.

2.2 Apropriação da natureza na produção do espaço

A relação natureza-sociedade é resultado de uma produção histórica, pois, à medida que se torna complexa, surgem desde uma nova configuração socioespacial e novas relações

de produção até mesmo (ir)racionalidade na apropriação da natureza, ou seja, mudam as modalidades do seu arranjo, provocando crise ambiental.

Na pré-história, a apropriação da natureza pelo homem visava a sanar suas necessidades físicas e biológicas e, por essa razão, pouco modificava, já que ele desenvolvia atividades relacionadas à sua subsistência, tais como, a coleta, a caça e a pesca. Havia uma relação de subordinação entre as condições naturais e a procura dos meios para garantir a sobrevivência. Nessas condições, o trabalho era encarado com absoluta naturalidade, nada exaustivo e muitas vezes prazeroso.

Segundo Monteiro (1991), no começo da história, a natureza era unificada através de forças telúricas, como, por exemplo, o clima, que não pode ser entendido sem sua base mundial. Ely (2006) ressalta que o homem primitivo espontaneamente imaginava as causas ocultas e as forças invisíveis que controlavam a vida através de uma analogia com o comportamento humano.

Com a Revolução Neolítica, surgiram as técnicas agrícolas, e então os grupos humanos passaram a ter condições de armazenar alimentos, deixando de ser nômades, fixando-se na terra e se tornando sedentários. Para Gonçalves (1998), a agricultura, foi um marco da história da Revolução Neolítica, posto que, com ela, o homem passou da coleta natural para a coleta daquilo que se planta e se cultiva.

Na Idade Média, a natureza era também um meio de vida para atender às necessidades da população, uma vez que havia aí pouca mediação entre natureza/trabalho, técnicas rudimentares e pequena divisão de trabalho. A ciência se fez presente através das explicações pautadas nas Sagradas Escrituras, pois o único princípio aceito pela igreja era geocêntrico, tinha como propósito alcançar a verdade suprema, incontestável e definitiva, a partir dos preceitos divinos.

A relação sociedade e natureza é alterada no decorrer da história. O homem passa a observar não só os elementos naturais, como as montanhas, os rios e seus regimes, as estações do ano e a distribuição das chuvas, mas também a relação dos sistemas agrícolas e das técnicas de uso do solo, as relações campo-cidade e as relações de trabalho numa conexão dialética. A natureza surge agora não somente como objeto de trabalho, mas sobretudo como meio de trabalho cuja expressão maior é o solo agricultável (MORAES, 1999).

A Modernidade, com o advento da Revolução Industrial, marcou o desenvolvimento das técnicas na produção da história mundial e acarretou significativas transformações na

dinâmica da natureza e na construção social, colaborando para o aumento da crise ambiental. Desde o nascimento da macroeconomia, com a Revolução Industrial, no século XIX, foi inaugurada uma nova relação entre o homem e a natureza, dilapidando muito mais do que preservando (CONTI, 2002).

A crise ambiental é decorrente, portanto, de um processo intenso de degradação da natureza, nascida através do processo histórico da produção humana, na qual a busca de matéria-prima para transformação em produtos industrializados estabelece uma relação de apropriação desigual do homem sobre a natureza. Acerca disso, Milton Santos (1996) ressaltou o papel do capitalismo tecnológico e seu impacto no meio natural, expondo que a natureza sofre, antes de tudo, um processo de instrumentalização, tornando-se um processo social, e, com isso, ficando "desnaturalizada".

Cada período histórico é marcado pelo sistema natural, técnico, técnico-científico ou técnico-científico-informacional, pois, à medida que a ciência avança, o homem realiza intervenções no espaço e materializa sua relação com a sociedade-natureza.

Milton Santos (1996) expõe ainda que as técnicas são parte das relações dos homens entre si e com a natureza. Todo sistema técnico tem uma intencionalidade, toda técnica possui um uso. O problema não está na técnica em si, mas no uso que se dá a ela. O Quadro 5 apresenta a evolução das alterações tecnológicas em períodos históricos distintos.

Quadro 5: Mudanças Tecnológicas/avanços estratégicos

PERÍODO	INFORMAÇÃO	ENERGIA	MEIOS (MASS.)
Pré-agrícola	Linguagem	Fogo Animais	Instrumentos primitivos
Agrícola	Escrita Imprensa	Pólvora	Charrua Ferro
Industrial	Telégrafo Telefone Fonógrafo Rádio Cinema	Carvão Petróleo Eletricidade	Aço Máquinas avançadas Estradas de ferro
Atual	Televisão Satélites Computadores Sistemas de controle	Fissão nuclear Baterias elétricas Lasers	Transporte supersônico e interplanetário Novos materiais sintéticos Próteses

Fonte: GROSS, B. M. (1971, p. 272-273).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2015).

A evolução das técnicas revela a relação entre o homem, a ciência e a tecnologia na produção da história mundial, e as formas de fazer estão relacionadas com cada época, aliadas à relação entre os interesses políticos e econômicos de uma sociedade e de apropriação da natureza. Para Santos (2014), o sistema atual das técnicas acaba impondo-se, direta ou indiretamente, pelo seu papel unificador[7] dos processos globais. As novas invenções e difusões impulsionam cada vez mais os motores da economia mundial, apresentando-se de maneira desigual nos espaços.

Trata-se, pois, de um desenvolvimento técnico-científico capaz de transformar as condições de produção, de transformar o mundo do trabalho e ainda de adensar e, portanto, artificializar/transfigurar[8] a natureza (SUERTEGARAY, 2009). A fase atual, denominada por Santos (1996) de técnico-científico-informacional, traz profundas mudanças para o espaço a partir dos sistemas técnicos mais avançados, a saber: presença da cibernética, biotecnologias, novas químicas, eletrônica e informática. Três elementos essenciais caracterizam esse momento histórico de construção e (re)construção do espaço, quais sejam: ciência, tecnologia e informação. No pensamento de Carlos (2007, p. 174),

> A produção se amplia à medida que as barreiras nacionais implodem. Essas mudanças invadem de modo inexorável a vida das pessoas. Para o homem comum significa a imposição de novos padrões de comportamento, novos valores, uma nova estética. [...] As mercadorias e os objetos mudaram de sentido, posto que, em vez de designar uma coisa simples, articulada com o universo da necessidade imediata, criam-se cada vez mais mercadorias que são estratégicas e políticas, como no caso específico do espaço.

A natureza torna-se mercadoria, fruto do sistema capitalista em prol da lucratividade. Essa intervenção do homem na natureza é imprescindível para a sequência do funcionamento da sociedade, mas, por outro lado, é preciso compreender que a natureza e seus recursos são esgotáveis. Mendonça (2009) corrobora com a discussão ao explicitar que a natureza possui dinâmica própria e independe da apropriação social, portanto os elementos naturais não podem ser apenas exíguos a recursos. Já no contexto da exploração da natureza, Verdun

[7] Unicidade técnica não significa presença única de uma técnica única. Na realidade, em nenhum momento da história, exceto em sua fase inicial, os grupos humanos utilizaram uma só geração de técnicas da vida material ou uma só geração de técnicas imateriais. Cada nova família de técnicas não expulsa completamente as famílias precedentes, convivendo juntas segundo uma ordem estabelecida por cada sociedade em suas relações com outras sociedades (SANTOS, 2014, p. 193).

[8] Transfiguração significa dizer que o homem, por meio de seu desenvolvimento técnico, é capaz de não só intensificar processos naturais, como também de produzir novos. A transfiguração da natureza é a passagem de uma figura para outra, que poderá conter a figura de origem, mas não será mais a mesma (SUERTEGARAY, 2009, p. 119).

(2013) acrescenta que depende da intensidade e extensão de sua exploração, principalmente da técnica e dos tipos de usos executados sobre o espaço geográfico.

Os avanços da ciência e da tecnologia têm se expressado não apenas em mudanças nos sistemas produtivos, mas também em formas organizacionais, na constituição do que tem sido chamado de sociedade da informação (CASTELLS, 1999). Desse modo, a busca pela lucratividade, aliada aos interesses políticos e econômicos, impulsiona a exploração e a apropriação da natureza, fazendo surgir, assim, os conflitos socioambientais.

Segundo Santos (2014, p. 176), "o conjunto de técnicas aparece em um dado momento, mantém-se como hegemônico durante um período, constituindo a base material da vida da sociedade, até que outro sistema de técnicas tome o lugar". A substituição dessas técnicas ocorre num curto intervalo de tempo, levando a novas disfunções, além da urgência de novas invenções, fazendo com que a produção seja mais intensificada e a natureza seja cada vez mais explorada e apropriada como recurso, fonte inesgotável de lucro.

Dessa forma, o consumo é o motor que impulsiona a economia por meio da obsolescência planejada e perceptiva, induzindo a população ao aumento excessivo dos padrões de consumo e da troca de objetos mais tecnológicos e com durabilidade cada vez menor. Com isso, acelera-se o ritmo de degradação ambiental em todo o planeta e são alocadas a dissociação e a contradição da vida social, num movimento que vai do espaço do consumo ao consumo do espaço.

O avanço da técnica provoca extrusões de formas de produção, de relações sociais, de relações entre sociedade e natureza e de formas de exploração dos territórios. As rupturas e fissuras também aparecem nas relações societárias (RODRIGUES, 2009). Essas inovações técnicas são inseridas, além disso, no espaço rural e, com elas, vão surgindo novas formas de pensar, por causa de novos processos que são estabelecidos na relação campo/cidade.

A transformação no campo está relacionada à redução da biodiversidade, à expropriação de propriedade, ao êxodo rural, à agricultura irrigada e à presença de fertilizantes, pesticidas, máquinas, sementes selecionadas e transgênicos, que, por um lado, aumentam a produtividade, e, por outro, geram desequilíbrio na dinâmica socioambiental.

A obra *Primavera Silenciosa*, de Rachel Carson, publicada em 1962, um clássico do movimento ambientalista, denunciou os perigos dos inseticidas e pesticidas nos Estados Unidos e teve uma importante contribuição que abriu os olhos da humanidade para os riscos ambientais de atividades humanas ligadas ao uso indiscriminado de produtos químicos.

A utilização de agrotóxicos na agricultura foi iniciada na década de 1920, mas somente depois da Segunda Guerra Mundial tais produtos passaram a desempenhar papel importante na agricultura, com o advento da Revolução Verde. Inicia-se, assim, o processo de incorporação tecnológica e expansão da quimificação do campo, através das multinacionais por todo o mundo.

O uso excessivo de inseticidas e pesticidas na produção agrícola incide na contaminação dos alimentos, dos rios e dos lençóis freáticos e na redução das espécies, além dos diversos danos causados à saúde dos trabalhadores agrícolas, provocando desequilíbrios no ambiente. Antigamente, eram apenas as grandes cidades que se apresentavam como o império da técnica e o objeto de modificações, hoje, porém, esse mundo artificial inclui o rural (SANTOS, 1996).

Oliveira (2013) explicita que, com o desenvolvimento do capitalismo, as transformações ocorridas no campo brasileiro provocaram mudanças na produção, na organização do espaço geográfico e nas relações sociais de trabalho, ampliando a desigualdade social, por meio da exclusão, da desapropriação territorial e do domínio social da maior parte da população rural. Nessa perspectiva, a relação homem-natureza no sistema capitalista é conflituosa, pois provoca crises socioespaciais motivadas pelo uso exacerbado dos recursos disponíveis e das técnicas poluentes que prejudicam a natureza.

Monteiro (1998, p. 134) ressalta que um dos aspectos mais destacáveis na presente crise histórica “é aquele advindo do estado de carência em que o desenvolvimento industrial tecnológico, guiado pelo direito de veto que o homem se arrogou sobre a natureza, produziu na qualidade ambiental e nos recursos naturais”.

Ademais, a globalização tem atendido ao processo do capitalismo e gerado devastação ambiental e desigualdades sociais no planeta em toda a história da humanidade, ao mesmo tempo em que tem beneficiado um pequeno grupo de empresas. Porto-Gonçalves (2006, p. 25) chama a atenção para o fato de que o processo de globalização

> traz em si mesmo a globalização da exploração da natureza com proveitos e rejeitos distribuídos desigualmente. Neste processo há ao mesmo tempo, a dominação da natureza e a dominação de alguns homens sobre os outros, da cultura europeia sobre outras culturas [...].

Nessa nova configuração do espaço, ocorreu uma maior apropriação da natureza, ao passo que os problemas ambientais foram se alastrando cada vez mais, principalmente nos

países em desenvolvimento. Nesse sentido, a exploração do uso da natureza tem provocado problemas ambientais, como a desertificação, a seca, as inundações, o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio, a poluição tóxica do ar e das águas, o lixo, a extinção de espécies, a diminuição de fornecimento de água potável e a redução da biodiversidade. Eis a realidade do mundo atual que reflete na vida dos seres vivos e na qualidade ambiental.

As práticas inadequadas nas atividades agrícolas, pecuárias e industriais têm provocado também a perda do solo pela erosão acelerada e o desequilíbrio no ecossistema. Desse modo, o sistema capitalista, na busca do lucro, se expande em todos os setores e modifica o modelo terrestre para desenvolver as atividades econômicas. No entanto, é necessário compreender que o solo é um corpo vivo, complexo e dinâmico e que as alterações podem provocar degradação no meio ambiente, escassez dos recursos e catástrofes ambientais em diferentes escalas geográficas.

Nesse processo do avanço do sistema capitalista e de contínuo aumento da exploração da natureza, perde-se o valor dos elementos naturais, como a água, a terra, as matas, o ambiente, haja vista que passam a ser chamados de recursos naturais. Assim, Suertegaray (2006) afirma que a intensificação do uso da Natureza promove sua subordinação, num duplo sentido: de um lado, a subordinação que degrada e aniquila; de outro, a subordinação que recria e reinventa a Natureza.

As problemáticas ambientais resultantes desse modelo de desenvolvimento da sociedade auferida da apropriação e transformação da natureza do planeta levaram ao surgimento de movimentos sociais. Segundo Mendonça (2009), os movimentos surgem tanto para conter o processo de degradação da natureza quanto para a procura de resolução dos problemas socioambientais que caracterizam o hodierno momento.

Discussões sobre meio ambiente e desenvolvimento começaram a ganhar espaço em meados do século passado, ao se perceber que o desequilíbrio ambiental era capaz de comprometer diretamente a qualidade de vida, pois, até então, acreditava-se que o crescimento econômico não tinha limites e que se poderia explorar a natureza sem esgotá-la e sem comprometer gerações futuras.

A preocupação sobre a degradação ambiental foi surgindo com o advento da Revolução Industrial, nos séculos XVIII e XIX, e no final da Segunda Guerra Mundial, no século XX, quando o mundo foi surpreendido com o lançamento da bomba atômica em Hiroshima e Nagasaki. No entanto, o processo de consciência ecológica começou quando se

ouviu falar do que estava acontecendo com os pescadores do sul do Japão, na Baía de Minamata, no final da década de 1950, quando as pessoas estavam apresentando problemas de saúde ligados à poluição.

Nesse interim, na segunda metade do século XX, entre as décadas de 1960 e 1970, surgiram debates sobre a grave crise ambiental instalada no planeta, haja vista que, no bojo das discussões, foram levantadas propostas de uma exploração mais racional dos recursos naturais. Nessa perspectiva, o Clube de Roma, um grupo de cientistas de diferentes áreas do conhecimento, reuniu-se, em 1968, para discutir os problemas ambientais que geraram o relatório "The Limits to Growth". Publicado em 1972, esse relatório centrou-se na tese de que se o crescimento populacional e a exploração dos recursos naturais não fossem controlados, o colapso ecológico seria inevitável, sendo, portanto, necessário se buscar um novo modelo de desenvolvimento (MORADILLO & MARINHO, 2004; McCORMICK, 1992).

Outro momento relevante ocorreu em 1972, quando a ONU (Organização das Nações Unidas) realizou em Estocolmo, na Suécia, a Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente Humano. No encontro, discutiu-se sobre a proteção de riquezas com base na elaboração do relatório zero pelo Clube de Roma. Essa conferência marcou o início da busca por soluções para os problemas ambientais a nível global e advertiu sobre a alta emissão de poluentes na biosfera (MENDONÇA, 2010).

Para Camargo (2003), as discussões a respeito das relações existentes entre meio ambiente e desenvolvimento seguiram-se por toda a década de 1970 e foram marcadas por movimentos e eventos bastante significativos do ponto de vista socioambiental.

Em contrapartida, Cassetti (1991) explica que o despertar ambiental, assistido a partir da década de setenta do século passado, implica mudanças de paradigma do capitalismo, o qual responde investindo na base orgânica renovável, como estratégia para a manutenção do sistema vigente: utiliza o argumento produtivista como forma de superação da crise ambiental.

Surgiram outras conferências acerca do Meio Ambiente, como Conferência das Nações Unidas Para o Desenvolvimento e Meio Ambiente e a também denominada Rio-ECO/92 (Cúpula do Planeta). Além dessa, houve também a Convenção do Clima e da Biodiversidade, a Conferência Internacional sobre a Desertificação em Nairóbi, no Quênia, a Cúpula de Johanesburgo, a Rio +10, a Rio +20, o Protocolo de Kyoto, entre outras.

As grandes convenções sobre mudanças climáticas, biodiversidade e desertificação estão caminhando de forma lenta, em retrocesso ou praticamente parados (CAMARGO, 2008). Essas conferências, embora tivessem a preocupação com a questão ambiental, não surtiram muito efeito, pois visavam a ações que atingiam de forma negativa os países periféricos, barrando o seu crescimento, porém não atacavam o problema principal, que é o sistema de produção capitalista, que, para existir, necessita da degradação do meio ambiente.

Segundo Rodrigues (2009), modificam-se as matrizes discursivas e, após a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, tornou-se senso comum afirmar que os recursos naturais são bens da humanidade, mas o que se pretende é gerar riquezas, permitindo o desenvolvimento sustentável do sistema capitalista.

Nos anos 90, um novo discurso foi apresentado como alternativa, colocando como eixo de discussão não mais a questão ecológica, mas os limites da racionalidade econômica contra a degradação ambiental (CONCEIÇÃO, 2004). Desse modo, os discursos hegemônicos dominantes colocavam uma cortina de fumaça como forma de camuflar a realidade dos problemas ambientais.

Esses debates tornaram-se alvos também de pesquisas científicas, as quais tinham como pano de fundo explicar o que está acontecendo com o meio ambiente. Entretanto, a extensão dos problemas socioambientais levou a refletir a respeito de uma crise que se manifesta como expressão da interação entre o homem e a natureza (BATISTA e CONCEIÇÃO, 2012).

A disseminação das discussões sobre as questões ambientais pode ser considerada um avanço na busca por um maior equilíbrio entre o desenvolvimento socioeconômico e a conservação do meio ambiente, mas, por outro lado, muitos dos objetivos definidos nesses encontros não foram cumpridos, ficaram apenas na teoria.

Capra (2006) argumenta que os problemas das sociedades contemporâneas, sejam eles ambientais ou de outra natureza, são sistêmicos, o que significa que estão coesos e são interdependentes. Lovelock (2006) ressalta também que a sociedade já chegou à desordem atual por meio da inteligência e da inventividade, daí ser tarde demais para o desenvolvimento sustentável; seria preciso, pois, uma retirada sustentável.

Os autores supracitados demonstram que os problemas ambientais estão integrados entre si e relacionados à forma de produção vigente, que explora os elementos naturais. Parafraseando Lovelock (2006), o insustentável não pode ser resolvido apenas com o discurso

da sustentabilidade. Ademais, não é possível analisar essa crise apenas a partir do somatório das partes, mas através da sua totalidade, pois há, por trás disso, interesses econômicos e políticos que alteram a conjuntura socioespacial.

O rápido crescimento dos processos de industrialização e de urbanização e o avanço da agricultura promoveram o progresso tecnológico/científico, no entanto provocaram alterações no espaço que refletiram nas relações do homem e nas relações dele com a natureza.

2.3 Repercussões na paisagem: ocupação da caatinga

As diversidades paisagísticas brasileiras são reflexo de heranças associadas ao uso dos elementos naturais ao longo da história. Ab'Saber (2003) corrobora com a discussão e relata que as paisagens têm sempre o caráter de herança de processos de atuação antiga, remodelados e modificados por processos de atuação recente.

Nesse contexto, a paisagem atual revela que ocorreram alterações de intervenções sociais no decorrer da história e que isso provocou cenários preocupantes na paisagem do semiárido brasileiro. Por sua vez, o desmatamento do bioma caatinga[9] tem sua origem na expansão das atividades econômicas e, com sua rápida degradação ambiental, podem-se ocasionar processos de desertificação, alterando diretamente a biota, o microclima e os solos.

O processo histórico de ocupação da caatinga teve como principais atividades produtivas a pecuária e a agricultura e remonta ao período da colonização portuguesa no século XVI, com a inserção das Capitanias Hereditárias, marcando a fase inicial de concentração de terras nas mãos de poucas pessoas, isto é, de latifundiários.

A análise das bases históricas de ocupação regional e local foi de suma relevância para a compreensão das repercussões da paisagem. Buscou-se apoio teórico em autores como Manuel Correa de Andrade (1995; 2005), em sua obra *A terra e o homem no Nordeste*, na qual se analisou o processo de ocupação regional com base na história das relações dos

[9] "Caatinga não é palavra que exprima uma associação vegetal uniforme, mas uma gama enorme de associações, ora mais, ora menos densas, umas de maior e outras de menor porte. Nas zonas mais favoráveis e onde a densidade demográfica é mais elevada, domina a agricultura. Naquelas em que o manto de decomposição das rochas é pouco espesso e a agricultura não pode desenvolver-se, domina a pecuária e é mais baixa a densidade demográfica. Interessante é que na porção semiárida, as áreas de solos arenosos constituem verdadeiros condensadores de população e são intensamente ocupadas pela agricultura" (ANDRADE, 2004, p. 47).

homens com o seu ambiente natural, no processo produtivo, no uso dos recursos naturais e na busca de sua subsistência.

Ab'Saber (2003) também foi um importante material de consulta, uma vez que abordou a rusticidade e o cenário dos trechos dos sertões mais desalentadores e a vida dos sertanejos nas caatingas. Destacam-se, ainda, os pensamentos de Furtado (1959) e Freire (1977) sobre o semiárido do Nordeste.

O processo de ocupação do Nordeste brasileiro inicia-se na época do Brasil colonial, pelos portugueses, no litoral de Pernambuco até a Bahia, com a produção canavieira. As boas condições do clima úmido e subúmido, ao lado do solo argiloso de massapé, foram propícias ao cultivo da cana-de-açúcar e à exploração agrícola.

No semiárido nordestino, o processo de ocupação se deu a partir da exploração da pecuária extensiva, com a criação de bovinocultura para atender à demanda dos senhores de engenhos (FURTADO, 1959; ANDRADE, 2005). Conforme declara Andrade (1998, p. 63):

> Nos locais onde as condições climáticas e edáficas não permitiram a cultura da cana-de-açúcar, como os tabuleiros ao norte de Olinda que se estendem até o Rio Grande do Norte, ou nas caatingas a oeste e norte da Borborema, foi organizada a pecuária para suprir alimentos e força de trabalho aos engenhos de Olinda.

O sertão era considerado pelos colonizadores como um espaço com limitada produtividade, não apropriado para atividades lucrativas e, se não era rentável, não iria gerar riqueza para a metrópole. Portanto, enraizou-se como primeira atividade econômica a pecuária.

Felisbelo Freire (1977) enfatizou que esse modelo de ocupação e exploração das terras pela pecuária representou a principal atividade econômica no início do século XVII, o que lhe permitiu definir que, antes de ser agricultor, o sergipano foi pastor.

Os animais eram utilizados tanto para força de trabalho nos engenhos de açúcar, no transporte desse produto para os entrepostos de comercialização, quanto para o fornecimento de carne e couro. O gado era criado solto em campo aberto e se alimentava unicamente das espécies herbáceas, arbóreas e arbustivas existentes na caatinga. Para Andrade (2005), o sertão era o território do "curral", enquanto a pecuária era a atividade-chave para o funcionamento do empreendimento mercantil, daí a complementaridade do sertão com o litoral.

Diante disso, Furtado (1972) adiciona que o rio São Francisco, com seus barreiros de sal e sua disponibilidade de água, constituiu um eixo fundamental tanto para a circulação dos exploradores como para a criação de um segundo sistema econômico (baseado na pecuária extensiva), dependente da economia açucareira. Consequentemente, o baixo curso do rio São Francisco e a abertura dos caminhos pelo gado foram de suma relevância para os deslocamentos de mercadorias e para a circulação de produtos e pessoas durante o período da colonização, embora no litoral a pecuária ainda fosse subordinada à economia canavieira.

Ao lado da cana-de-açúcar, cultivou-se o algodão no final do século XVIII e início do XIX. Sua produção era desenvolvida inicialmente no agreste nordestino e, depois, se alastrou para o sertão, sendo realizada por pequenos e médios agricultores. Prado Júnior (1968) afirma que, ainda no século XVIII, outro produto foi introduzido e passou a ser produzido na colônia – o algodão –, que se emparelhou com o açúcar e que tinha a Inglaterra como principal mercado comprador.

Com a expansão dos cultivos agrícolas, necessitou-se de mais trabalhadores para a realização do plantio, da limpa e da colheita e foram importados negros da África para a realização desta atividade econômica. Os negros viviam em péssimas condições de vida em relação à alimentação e à acomodação nas senzalas, convivendo também com precárias condições de trabalho, o que causava a elevada mortandade deles.

Andrade (2005) afirma que tanto os portugueses quanto os holandeses maltratavam os africanos: os escravos eram frequentemente submetidos a maus-tratos e a castigos corporais, podendo ser batidos com chicote, vara ou correia de couro, ser postos a ferro ou no tronco ou até ser acorrentados pelos pés ou pelo pescoço. A apropriação e a exploração da natureza que se iniciaram no período colonial resultaram em degradações tanto naturais quanto sociais e influenciaram nos sistemas socioambientais na contemporaneidade.

A ocupação do solo em Sergipe não foi diferente do processo de ocupação do Nordeste, pois teve influência dos movimentos populacionais de Olinda-Recife e Salvador-Bahia, centros produtores de cana-de-açúcar. Além disso, as terras do sertão sergipano foram apropriadas pelo sistema de sesmarias, sendo priorizadas para a atividade pecuarista.

A criação de gado, porém, que foi a atividade econômica que influenciou a conquista de Sergipe nos fins do século XVI, tornou-se a atividade dominante, avançando sobre a área canavieira (ANDRADE, 2005). O autor aponta ainda que:

> Pecuária que crescia de importância à proporção que se caminhava para o sul, uma vez que essa era a atividade quase exclusiva na zona do São Francisco e no território sergipano [...]. A pecuária, indispensável tanto à indústria açucareira como ao abastecimento dos centros urbanos então florescentes (séc. XVIII), ocupava não só o Agreste e o Sertão, como até mesmo certos trechos da Zona da Mata e do Litoral Oriental, sobretudo [...] e ao sul, nos vales [...] do São Francisco e dos rios sergipanos (IBIDEM, p. 80).

Com o desenvolvimento da pecuária, surgiram também as primeiras fazendas, de onde emergiu a figura do vaqueiro, um homem desbravador que utilizava foices ou facão para abrir seus caminhos pelas caatingas. Antes mesmo dessa expansão nas terras semiáridas, existiam pessoas que moravam nessas terras, como os indígenas e o homem branco. No entanto, o povoamento ocorreu de forma violenta, dizimando povos indígenas, como afirma Santos (2014, p. 139):

> O sertão nordestino apresenta contorno específico e peculiar, uma vez que foi povoado a partir de uma colonização, ainda ao século XVI, que se fez exterminando, praticamente, os povos indígenas que ali habitavam e viabilizando o domínio e posse de áreas de produção, com intuito de abastecimento das zonas úmidas, incluindo grandes extensões de terras, que expressam o poderio dos seus donatários.

Acerca dessa apropriação, Guimarães (1981, p. 13-14) diz que os colonizadores "penetravam sertão adentro as hortas de preiadores à cata de braços indígenas, os quais se supunham seriam capazes de desempenhar, resignados e submissos, o papel que lhes reservava o novo sistema de produção implementado pela empresa colonial [...]".

No século XVII, quando os holandeses decidiram invadir Sergipe Del Rey, a atividade pecuária já estava sendo desenvolvida no A.S.S. Silva (1980) informa que as terras eram consideradas estratégicas na defesa do espaço territorial que compunha o Brasil Holandês. Assim, Sergipe constituiu-se como ponto de defesa de suas fronteiras, oferecendo-lhes, ainda, gado e possibilidade de encontrar minas de ouro.

> Independentemente da conquista holandesa, a margem direita do Baixo São Francisco foi objeto de dois vetores de expansão da ocupação: o primeiro veio do sul, pelos baianos da Casa da Torre, que avançaram para lá após a conquista de Sergipe Del Rey em 1590, e o segundo veio do norte, pelos pernambucanos de Olinda (VARGAS, 1999, p. 34).

A entrada dos holandeses em Sergipe, em 1637, não aconteceu de forma harmônica, pois houve incêndios, destruição de lavouras, roubos e maus-tratos para com os gados, período em que, devido a tudo isso, a economia ficou prejudicada. Depois da expulsão dos

holandeses, em 1645, a vida em Sergipe voltou lentamente a desenvolver a cultura de mantimentos e de pecuária, marcando o povoamento dos sertões. Além disso, os baianos e os pernambucanos tiveram também dificuldades em ocupar as terras sergipanas devido à resistência indígena e africana.

A expansão da pecuária continuou até o século XVIII, sendo a atividade econômica mais importante de Sergipe, que articulava o mercado regional para a capitania, pois ainda não tinha acompanhado o mesmo avanço de desenvolvimento econômico agroexportador do açúcar como em outras capitanias vizinhas.

> O fascínio da exuberância do verde das florestas chocava-se diante da rala caatinga, além disto, tudo que estava além do litoral açucareiro, locus da riqueza e da cobiça dos primeiros séculos da colonização, era menosprezado. Na ausência das riquezas procuradas pelos colonizadores, a ocupação do território para além da Chapada da Borborema e do rio São Francisco foi sempre complementar e secundária em relação à economia litorânea (FURTADO, 1972, p. 56).

É interessante notar que mesmo a natureza semiárida passada de forma hostil no interior do sertão, com suas paisagens diferenciadas do litoral nordestino, foi sendo ocupada e povoada pelos colonizadores, dando origem a vilas e povoados que, posteriormente, se transformaram em cidades. Castro (1991) afirma que sua qualificação negativa encontra-se presente tanto em relatos dos viajantes mais antigos quanto na avaliação de historiadores do nosso século.

No século XIX, a pecuária foi substituída pela produção canavieira e, em algumas fases, pela lavoura do algodão, a qual era desenvolvida pelos homens de posse, como afirma Silva (1981). Na virada do século, a pecuária associada com a cultura do algodão produziu, enfim, uma camada – ínfima, é verdade – de homens ricos que passaram a construir uma paisagem onde só havia lugar para o boi e as ramas brancas do algodão.

Nesse período, denominado de ciclo do ouro branco, a exploração algodoeira era a principal geradora de emprego e renda tanto na zona rural, onde o cultivo era explorado majoritariamente em grandes latifúndios, como nos centros urbanos, onde existiam unidades fabris tanto para o beneficiamento do fio quanto para a extração do óleo (CARVALHO, 1988). Somente no século XX, a pecuária voltou a ocupar a posição hegemônica na economia sergipana. E como bem classifica Andrade (2005, p. 89-90):

> O sertão é o território onde o gado cria o homem em lugar do homem criar o gado, sendo a pecuária “indispensável tanto à indústria açucareira como ao abastecimento dos centros urbanos então [séc. XVIII] florescentes”. E, que “crescia de importância à proporção que se caminha para o sul, uma vez que

> essa era a atividade quase exclusiva na zona do São Francisco e no território sergipano".

A agricultura assumiu um papel relevante na economia do sertão nordestino, conquanto, nessa fase da colonização, era uma atividade secundária. Assim, como diz Andrade (2005, p. 190), o começo da atividade agrícola deve ser contemporâneo da criação do gado, uma vez que se desenvolveu abaixo da sombra dos currais, devido à distância que separa aquela zona do litoral e ao elevado preço que os gêneros atingiam após o transporte por dezenas de léguas.

Para França & Cruz (2007), enquanto a cana-de-açúcar fazia prosperar localidades próximas ao litoral e à Zona da Mata, a pecuária, a cultura do algodão e as culturas de subsistência faziam prosperar as terras do agreste e do semiárido sergipano, graças ao avanço da ocupação e do povoamento dessas regiões.

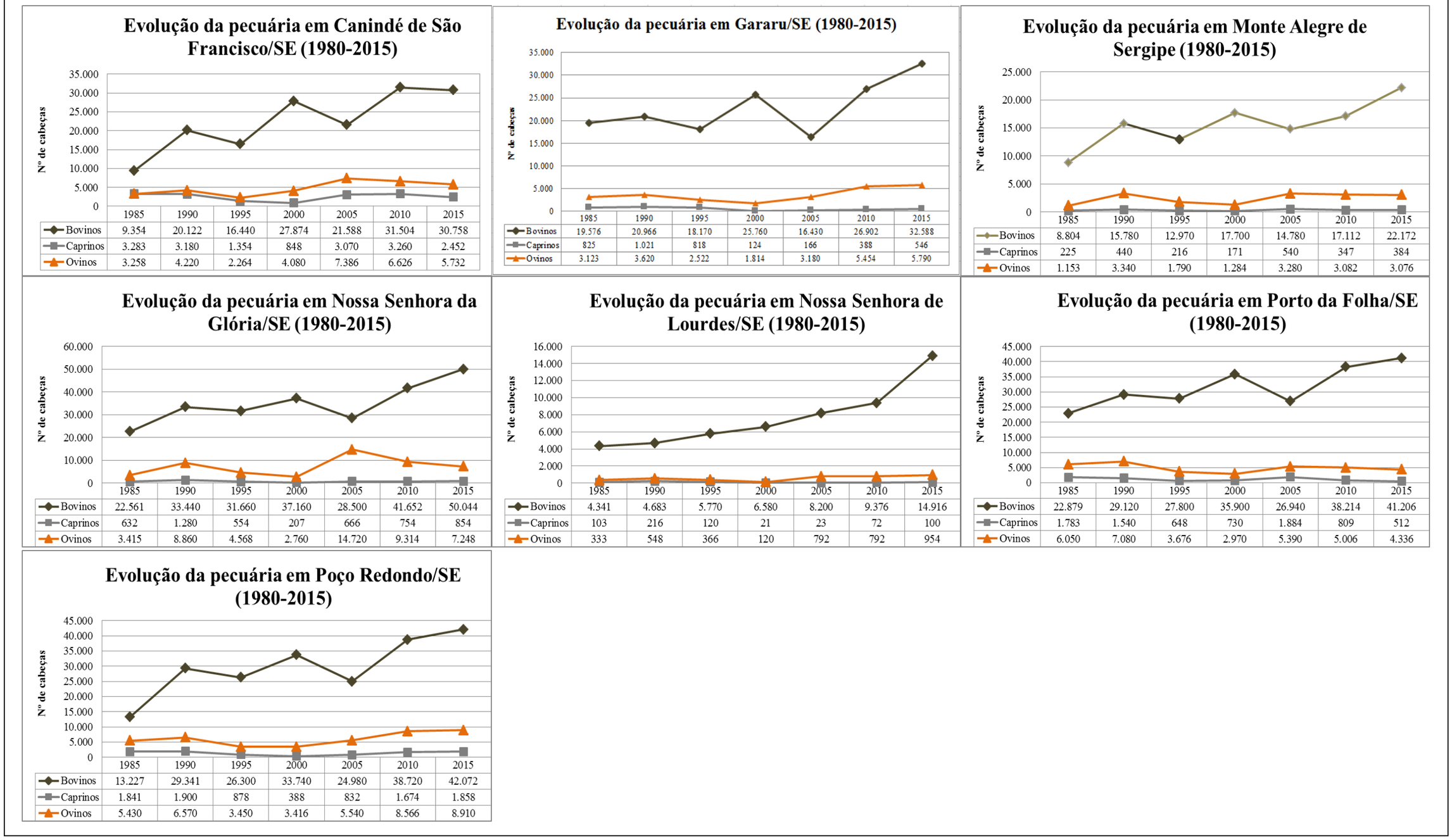
As formas de ocupação e de exploração do espaço pelos colonizadores repercutiram na formação econômica e socioambiental do semiárido do Nordeste, especificamente em Sergipe, o que reflete diretamente na dinâmica da natureza e na produção econômica do sertão atual.

2.3.1 Processo de ocupação da agropecuária no Alto Sertão de Sergipe (A.S.S.)

É possível ressaltar, diante da presença da atividade agropecuária, que ela se manteve até hoje no Alto Sertão de Sergipe e vem se destacando cada vez mais na economia local, embora a pecuária ainda seja mais significativa no território que representa culturalmente a identidade dos sertanejos.

Nota-se, portanto, que, ao longo do tempo, a pecuária promoveu profundas transformações na produção do espaço e nas paisagens semiáridas do A.S.S. através da implantação das pastagens com a retirada da cobertura vegetal nativa. A Figura 7 mostra a evolução dos efetivos de bovinos, caprinos e ovinos, a cada cinco anos, desde a década de 1980 a 2015, de cada município.

Figura 7: Evolução da pecuária dos municípios do alto sertão de Sergipe (1980-2015)



Fonte: IBGE, Produção da pecuária municipal, 1980- 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016
Organização: OLIVEIRA, A.R. (2016)

Dados da série histórica de 1980-2015 revelam que a pecuária bovina foi crescendo de forma significativa nos municípios do A.S.S., atingindo o máximo de 50 mil cabeças; a ovinocultura ficou em segundo lugar na pecuária, ultrapassando nove mil cabeças, e, em terceiro, os caprinos, estes inferiores a duas mil e quinhentas cabeças. Observa-se, na Figura 7, que os rebanhos de ovinos e caprinos foram crescendo em alguns municípios e, em outros, ocorreu sua redução, e a bovinocultura foi aumentando a produção no decorrer dos anos. Isso mostra que a pecuária bovina faz parte da cultura sertaneja dos pequenos, médios e grandes pecuaristas e se constitui como processo de degradação da cobertura vegetal nativa desse território.

O efetivo de bovinos atingiu o menor quantitativo em 1995 e 2005 em todos os municípios do A.S.S., com exceção de Nossa Senhora de Lourdes, onde foi crescendo de forma gradativa. Essa diminuição de criação de bovinos está relacionada aos períodos de seca nos municípios, isto porque os animais acabam morrendo pela falta de alimentação e de água nos tanques.

O município de Nossa Senhora de Lourdes apresentou menor número de cabeças de bovinocultura em 1980, com 4683, mas foi crescendo na década de 90, com 6580, na década de 2000, com 9376, e, em 2015, chegou a atingir 14916 cabeças de gado. É importante enfatizar que a extensão territorial de Nossa Senhora de Lourdes é menor do que a os demais municípios, além de outras características econômicas e sociais que interferem nesse processo. A taxa de lotação média estimada para se criar um bovino é de 10 a 12 ha de caatingas (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997) e, nas mesmas condições de pasto, podem se alimentar oito caprinos (GRABOIS & AGUIAR, 1985), os quais são equivalentes a uma taxa de um caprino a 1/5 ha. Essa estimativa para o A.S.S. está relativamente longe de ser obtida.

Os municípios de Canindé de São Francisco, Gararu e Monte Alegre de Sergipe foram crescendo em ritmo mais lento em relação aos municípios de Nossa Senhora da Glória, Porto da Folha e Poço Redondo, atingindo o mínimo na década de 80, entre 11 mil a 20 mil cabeças, e o máximo em 2015, entre 22 mil a 32 mil cabeças, como pode ser comprovado na Figura 8 dessa série histórica.

Os municípios de Nossa Senhora da Glória, Porto da Folha e Poço Redondo são os maiores criadores de bovinos, tendo atingido, em 2015, entre 42 a 50 mil cabeças de gado, e

fazem parte da bacia leiteira do estado de Sergipe, o que contribui como importante fonte de renda para a agricultura familiar.

Em estudos sobre pastagens no semiárido brasileiro, Cândido, Araújo e Cavalcante (2005) ressaltam que o sistema de produção animal em Nossa Senhora da Glória, difundido no estado de Sergipe, adota a integração agricultura-pecuária em vários subsistemas e consiste basicamente em manter, durante o período chuvoso, o rebanho (normalmente vacas leiteiras) sob regime de pastejo alternado em áreas de gramíneas cultivadas, com características de resistência à seca (Búffel, Urocloa e Grama áridus), além de pastagens nativas de ciclo anual, especialmente o capim marmelada (*Brachiaria plantaginea*) e as espécies de leguminosas dos gêneros *Phaseolus*, *Centrosema* e *Stylosanthes* (LANGUIDEY & CARVALHO FILHO, 1994). Em contrapartida, o manejo de pastagem inadequado compacta o solo a partir do pisoteio do animal e gera desequilíbrio no sistema físico, biológico e social.

A participação do Estado através de incentivos de crédito rural para a pecuária, Araújo (2000) explicita que a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) atendia principalmente aos latifundiários e destaca que:

> A pecuária recebe os créditos oficiais e os incentivos da SUDENE para consolidar (e vez de reformar) a velha estrutura fundiária dessa sub-região nordestina. Como a organização socioeconômica e política não se alterou, as secas continuam gerando crise econômica e produzindo calamidade social [...]. Nesses momentos, como mostrava o GTDN, o governo continua a realizar vultosos gastos para assegurar o mínimo de consumo aos sertanejos, empregando-os temporariamente para realizar obras e serviços à espera de um próximo ano de chuvas regulares (ARAÚJO, 2000, p. 160).

Surgiram programas como o PROTERRA – Programa de Redistribuição de Terra e de Estímulos à Agroindústria do Norte e Nordeste (1971). Esse programa constitui-se como uma fonte de crédito rural orientada, sobretudo para a pecuária, atividade que, na sua expansão, expulsa a população rural já estabelecida, beneficiando a média e a grande propriedade (SORJ, 1980). Outros programas foram inseridos no semiárido, como o Projeto Especial de Apoio ao Desenvolvimento da Região Semiárida do Nordeste – PROJETO SERTANEJO (1976), e o Projeto Nordeste, em 1985.

Na década de 1990, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), criado pelo decreto presidencial número 1946, de 18 de junho de 1996, objetivava fortalecer as atividades desenvolvidas pelo agricultor familiar, aumentar o nível de renda, a geração de emprego, a valorização do produtor rural e a diminuição do êxodo rural. Dentro desse contexto, existem grupos e linhas de créditos para investimento em atividades

agropecuárias com juros subsidiados para plantio de palmas para alimentação do rebanho, reserva alimentar mediante a utilização de silos, aumento da exploração da pecuária leiteira semi-intensiva, capim buffel, ovinocaprinocultura e plantio de cultivos de milho e feijão.

Na estação seca, os pecuaristas têm a palma forrageira como um alimento suplementar que auxilia na saciedade dos rebanhos, além de farelo, mandacaru, sorgo, palha de milho através da silagem, entre outros (ver Figura 8).

Figura 8: Paisagem semiárida no A.S.S. A - Presença da pecuária e caatinga em Gararu/SE; B-Palma forrageira em Gararu/SE; C- Preparação para o silo em Poço Redondo/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A.R. (2015).

O planejamento deve ser feito com antecedência, para que, na época da seca, o alimento esteja pronto e consiga suprir a carência de energia dos rebanhos. No entanto, essa não é uma realidade de todos os pecuaristas, pois muitos animais morrem tanto pela falta de pastagem no campo quanto pela redução de água nos tanques, barreiros e açudes, e isso se reflete também na agricultura, ocasionando prejuízo nas lavouras de milho e feijão e na vida do sertanejo no campo e na cidade.

Na estação chuvosa, o gado bovino alimenta-se de gramíneas e leguminosas forrageiras, como Cândido, Araújo e Cavalcante (2005) ressaltam que a Caatinga constitui o recurso forrageiro mais acessível para a produção animal no Semiárido Brasileiro,

apresentando valor nutritivo satisfatório durante a estação chuvosa, porém estratégias de suplementação do rebanho, principalmente na estação seca do ano, são imprescindíveis para a melhoria dos índices produtivos atuais, como palma, rolão e silagem. Nos meses de setembro/outubro, a colheita do milho é concluída, e os restolhos dessa planta são fornecidos também ao animal como fonte de alimentação no período da seca.

A estrutura fundiária de Sergipe e, especificamente, no A.S.S. é marcada por interesses individuais, pela concentração de terras nas mãos dos latifundiários e pela má distribuição de renda. Essa desigualdade social não difere da realidade da conjuntura nacional e que está atrelada ao regional e ao local. Assim, Prado Jr. (1968, p. 111) afirma que a economia agrária brasileira não se constituiu na base da produção individual ou familiar nem na ocupação parcelária da terra, como na Europa, e sim se estruturou na grande exploração agrária voltada para o mercado. A Tabela 2 mostra o Índice de Gini da concentração de terra do período de 1985 a 2012.

Tabela 2: Índice de Gini da distribuição de posse de Terra dos municípios do Alto Sertão de Sergipe - 1985-2012.

Municípios	ÍNDICE DE GINI			
	1985	1995	2006	2012
Canindé de São Francisco	0,750	0,872	0,651	0,687
Gararu	0,749	0,711	0,618	0,594
Monte Alegre de Sergipe	0,605	0,690	0,481	0,530
Nossa Senhora da Glória	0,712	0,752	0,625	0,609
Nossa Senhora de Lourdes	0,699	0,587	0,610	0,591
Poço Redondo	0,729	0,695	0,524	0,691
Porto da Folha	0,723	0,652	0,559	0,592

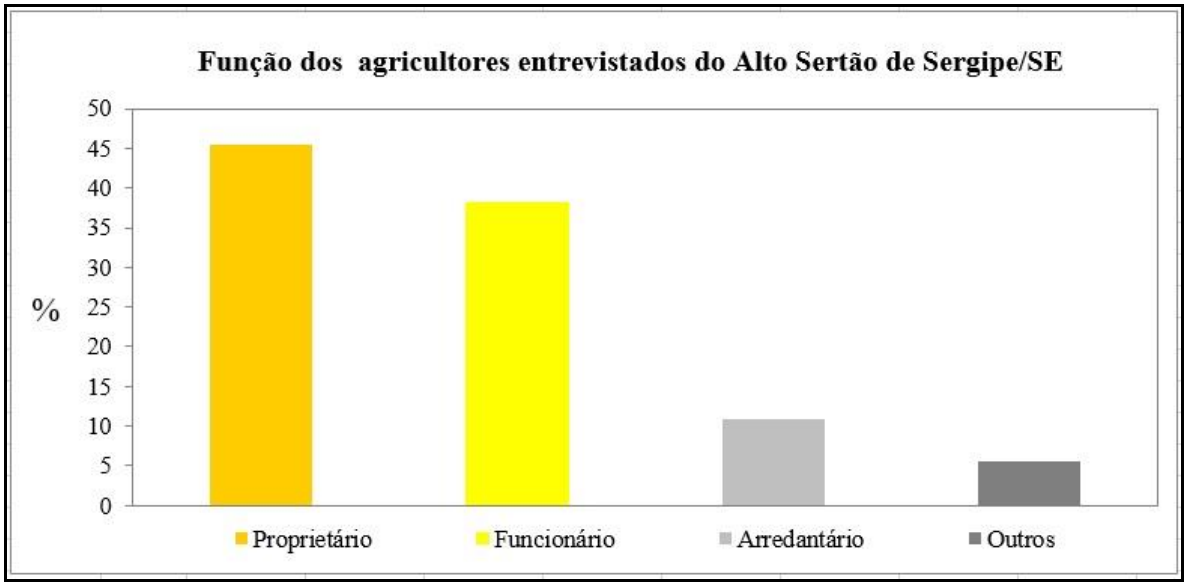
Fonte: IBGE: Censos Agropecuários (1985; 1995; 2006); INCRA (2012).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2017).

Como mostra a Tabela 2, o Índice de Gini da concentração de terra no Alto Sertão Sergipano apresenta-se elevado, mesmo com a redução entre o período de 1985 para 2012. O município de Monte Alegre desponta como o de menor desigualdade na distribuição da posse da terra dos estabelecimentos rurais, com valor igual a 0,530, o que significa ocupar uma posição de concentração da terra média. Em seguida, os municípios de Nossa Senhora de Lourdes, com índice de Gini de 0,591, Porto da Folha, 0,592, e Gararu, 0,594. Poço Redondo e Canindé de São Francisco apresentaram os maiores índices de concentração da posse de

terra, como pode ser visualizado na tabela, o que demonstra a existência de uma estrutura fundiária irregular que evidencia a desigualdade social. Nesse interim, o A.S.S é caracterizado por minifudiários e latifundiários que praticam cultivos temporários ou permanentes, em sistema de irrigação ou sequeiro, dependendo das condições do ambiente e dos recursos financeiros.

De modo geral, os agricultores ou são proprietários ou são funcionários e/ou arrendatários, segundo as informações obtidas na pesquisa de campo, como pode ser visualizado na Figura 9.

Figura 9: Função dos agricultores entrevistados do A.S.S.



Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com dados da Figura 9, foi constatado *in locus* que 46% dos agricultores rurais entrevistados são proprietários de suas terras; 38% são funcionários e 11% são arrendatários, sendo que este último é bastante comum em outras áreas do Nordeste e, também, expressivo na A.S.S.

A luta pela terra é visível e materializada no A.S.S. com o MST – Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra –, através da política de Reforma Agrária[10] brasileira, possuindo o maior quantitativo de famílias assentadas no estado de Sergipe, embora seja preciso uma política de apoio aos assentados para que possam sobreviver dignamente em suas terras, tendo como base a agricultura familiar. Assim, Souza *et al.* (2014, p. 61) afirmam que:

[10] A Reforma Agrária é uma Política Pública de responsabilidade prioritária do Estado, cujo objetivo é a execução da alteração da estrutura fundiária, a partir de um plano, de maneira a desconcentrar a grande propriedade e prover o acesso aos segmentos da sociedade que estão excluídos da terra e aos minifundiários que ocupam parcelas consideradas insuficientes para a promoção do trabalho e moradia dignos (RAMOS FILHO, 2012).

> Frente à conjuntura agrária do Alto Sertão Sergipano, onde a concentração de terras é significativa, a atuação de movimentos organizados da sociedade, com destaque para o movimento socioterritorial do MST, a partir da década de 90 do século XX, ganharam notoriedade o campo de lutas pela reforma agrária. Assim, diversos latifúndios improdutivos foram ocupados, a fim de forçar o Estado a desapropriar tais imóveis, para dar aos mesmos a função social da terra.

A tabela 3 revela o número de assentamentos rurais, de famílias e de áreas por municípios e por território, no período de 1982-2013. Os dados foram adquiridos pelo Banco de Dados da Luta pela Terra (2013) e pelo LABERUR/NERA (2014).

Tabela 3: Sergipe – Número de assentamentos rurais, famílias e áreas por municípios e território (1982-2013).

Municípios	**Assentamentos (Nº)**	**Assentamentos (%)**	**Famílias (Nº)**	**Famílias (%)**	**Área (Km²)**	**Área (%)**
Canindé de São Francisco	30	13,95	1,375	13,94	33,590	10,40
Gararu	7	3,26	205	2,08	5,696	1,76
Poço Redondo	32	14,88	2,078	21,06	43,506	13,47
Porto da Folha	7	3,26	210	2,13	5,905	1,83
Monte Alegre de Sergipe	10	4,65	171	1,73	4,173	1,29
Nossa Senhora da Glória	12	5,58	378	3,83	9,061	2,79
Nossa Senhora de Lourdes	–	–	–	–	–	–
Alto Sertão de Sergipe	98	46,51	4,437	45,00	102,358	31,70
Total Sergipe	215	100	9,864	100	322,817	100

Fontes: DATALUTA Sergipe-Banco de Dados da Luta pela Terra (2013). LABERUR//NERA (2014).

De acordo com a tabela 3, o número de assentamentos no A.S.S. foi noventa e oito entre 1982-2013, o que corresponde a 46,51% do total. Esses assentamentos estão mais concentrados nos municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco, onde o primeiro município citado perfaz um total aproximado de 2078 famílias beneficiadas, com uma área de 43506 Km², e, para o segundo munícipio, são 1375 famílias e uma área de 33590 Km². Em contrapartida, os municípios de Porto da Folha, Gararu, Monte Alegre de Sergipe e Nossa

Senhora da Glória apresentaram menores números de assentamentos. No município de Nossa Senhora de Lourdes, no período histórico em questão, não foram encontrados assentamentos.

Em relação às famílias assentadas em todo o território do A.S.S., são 4437, atingindo um montante de 45%; quanto à área ocupada, por sua vez, são 102.358 km², perfazendo o total de 31,70% em Sergipe.

A redistribuição de terras por meio da reforma agrária é relevante para a criação de assentamentos rurais e, ao mesmo tempo em que desconcentra grandes propriedades de terras improdutivas, proporciona aos excluídos desse processo a obtenção de terras para sua sobrevivência. Além da distribuição de terras, há necessidade de assistência técnica agrícola para orientar os assentados a realizarem de forma adequada os cultivos agrícolas e também da pecuária.

Como em outros municípios do estado de Sergipe, a relação entre as lavouras de milho e feijão se estabelecem como mais proeminentes, embora nos últimos anos a produção do milho venha se expandindo, sendo desenvolvida por pequenos, médios e grandes produtores agrícolas, que realizam cultivos sequeiros. Esse processo representa, para além do aumento da superfície cultivada, também a inserção da mecanização, da forma de produção e do destino dessa produção.

A agricultura irrigada surge no A.S.S., no século XX, como uma nova matriz produtiva, especificamente em dois municípios da área de estudo, quais sejam, Canindé de São Francisco e Poço Redondo, no perímetro irrigado de Jacaré-Curituba, Califórnia e Nova-Califórnia, embora não beneficie a todos igualmente.

Essas mudanças têm apresentado uma nova configuração espacial da caatinga, que, por um lado, tem suas características positivas, mas, por outro, evidencia a degradação socioambiental.

O desenvolvimento da agricultura modificou também o modo de ocupação do espaço rural no A.S.S., onde a base de sua organização era de uma agricultura tradicional, com tração animal, arado, enxadas, foice, carros-de-boi, pouca ou nenhuma adubação, exigindo um maior número de trabalhadores no campo. Mas foram perdendo lugar para as novas técnicas impostas pelo modelo de capitalismo globalizado, o que implica diretamente o uso intenso do solo, acompanhado de aplicação de fertilizantes, agrotóxicos, maquinários e sementes selecionadas.

No Brasil, até a década de 1960, o consumo de agrotóxico era pouco utilizado na agricultura, quando ocorreu um estímulo por parte do Estado para se expandir a produção agrícola, e a política de exportação com discursos de melhorar a qualidade de vida do agricultor se firmou. Esse recurso está sendo cada vez mais utilizado tanto pelos latifundiários, para a lavoura de monocultura, quanto pelos minifundiários compelidos e impulsionados a adquirirem o pacote tecnológico. Com isso, acabam gerando desequilíbrio ao meio ambiente e trazendo consequências também aos aspectos socioeconômicos, invisíveis perante a sociedade, mas não ausentes.

> Ao condicionar o crédito rural à compra do agrotóxico, o Estado foi o principal incentivador do pacote tecnológico que representava a modernidade na agricultura, passando o mercado brasileiro a figurar entre os mais importantes para a indústria dos agrotóxicos. A reboque desse crescimento no consumo, cuja aquisição se dava, em sua maioria, via importação, muitas empresas multinacionais se instalaram no parque industrial das Regiões Sul e Sudeste no final da década de 70. Nos anos 70 e 80, o Brasil implementou um programa de incentivo à produção local, resultando um salto do ponto de vista tecnológico, com a síntese de diversas moléculas, chegando a produzir localmente 80% do volume demandado (MIDC/SDP, 2004).

A política de subsídios contribuiu para o uso indiscriminado dos agrotóxicos, pois eles passaram a ser utilizados não só pelos grandes latifundiários, mas também pelos produtores familiares (SOARES, 2010). Nas lavouras brasileiras, o consumo de agrotóxicos aumentou, significativamente, nas últimas décadas, transformando o país em um dos líderes mundiais na sua utilização (SANTOS e BATISTA, 2016).

A conexão entre o aumento do crédito agrícola e a compra de agrotóxicos foi um dos principais instrumentos voltados para ampliar a propagação desses insumos no campo. E os agricultores estão submetidos aos riscos dessa opção tecnológica tanto pela prática inadequada, sem equipamentos de proteção de uso, quanto pelas precárias prescrições técnicas agronômicas no campo. Além de isso se refletir em problemas sociais, ocorrem também desequilíbrios na natureza, através da poluição no solo, na água e no ar.

A incorporação da biotecnologia aos negócios agrícolas intensifica, ainda, trocas sistêmicas, no sentido de que cada sistema ambiental acaba recebendo a influência de novas composições geofísico-químicas em sua interconectada dinâmica (CAMARGO, 2012).

Nessa acepção, Andrade (2005) afirma que toda essa política que destrói os recursos naturais e escraviza e mata o homem é financiada com fundos públicos. A desertificação está

sendo subsidiada, sendo muito difícil, posteriormente, controlar a ação das empresas transnacionais.

O avanço tecnológico contribuiu para aumentar a produtividade dos cultivos agrícolas do feijão e do milho, mas, em contrapartida, ocasionou desequilíbrio nos processos físicos e biológicos dos sistemas, pois, com o uso de fertilizantes inadequados, a potencialidade dos solos é diminuída, limita-se a redução de produtividade, sobretudo de alimentos, e isso acaba interferindo na qualidade de vida. Não obstante isso, há ainda a severidade climática de sete a oito meses de seca, que, aliada às práticas inadequadas, afetam tanto a economia quanto a população e o meio ambiente.

Outro aspecto relevante na discussão da estrutura agrária é a mecanização no campo, que contribuiu para a redução do número de trabalhadores, causando transtornos à população rural, que, desempregada, migra para a cidade em busca de melhores condições de vida, embora alguns não consigam realizar a tão sonhada expectativa do trabalho.

Em depoimentos no trabalho do campo, os sujeitos sociais[11] relatavam que a maioria dos jovens não quer mais ficar na zona rural, devido à falta de trabalho, de renda e de apoio do Estado para a criação de novas alternativas no campo e, portanto, vão para a cidade em busca de trabalho e de melhorias profissionais e de lazer. Apesar disso, os adultos veem o campo de forma mais positiva e apresentam uma forte identidade cultural pelo solo em que pisam e que lhes dá frutos para sua sobrevivência e, mesmo com todos os desafios do clima, do solo e dos aspectos financeiros, permanecem no campo.

Para estimular os jovens à permanência no campo, seriam necessárias melhorias no trabalho do campo, assim como instituições de formação profissional direcionadas ao campo e infraestruturas sociais com acesso à saúde, à educação e à moradia, prezando pela qualidade de vida.

O intenso desmatamento, representado pela destruição desenfreada da vegetação nativa, é uma forma de apropriação e exploração da natureza em prol dos interesses econômicos que contribuíram também para modificar toda a dinâmica socioambiental. Assim, Castro (2008, p. 19-20) confirma que:

> Enquanto até a última guerra a nossa civilização ocidental, em seu exagero de economismo, quase esquecera o homem e seus problemas, preocupando-se morbidamente em conquistar pela técnica todas as forças naturais, pondo todo o seu interesse nos problemas de exploração econômica e de produção

11 São os atores do fenômeno estudado representados pelos agricultores e pecuaristas do A.S.S.

> de riqueza, o que se vê hoje por toda a parte é o sacrifício obrigatório dos interesses econômicos aos interesses sociais.

Nos assentamentos, existem áreas de reservas legais para proteger e conservar o bioma caatinga e diminuir os impactos ambientais, ainda que em muitos locais existam degradação nos solos por meio de ravinas e voçorocas. Nas fazendas particulares, foi observado que o processo de desmatamento é mais intenso para a realização da produção agrícola e de pastagem, seja nas áreas de planície ou de planaltos, os quais contribuem para a degradação dos solos e para o desequilíbrio entre os sistemas.

Afora processos naturais que recebem influência também da ação humana e que aceleram os processos erosivos no solo, há ainda que se considerar os desajustamentos sociais concebidos pelo desemprego, devido à mecanização do campo e à concentração de terras, ao êxodo rural e aos problemas de estrutura interna de moradia, segurança, abastecimento, saúde e educação.

Essas transformações vêm proporcionando conflitos socioambientais e criando novas dinâmicas na paisagem e novas apropriações da natureza e da sociedade. Portanto, é imprescindível que haja políticas de planejamento ambiental para minimizar as fragilidades dos sistemas, buscando, com isso, criar diretrizes necessárias para evitar que a desertificação se instale no espaço semiárido sergipano.

3 DESERTO E DESERTIFICAÇÃO NA CONJUNTURA GLOBAL

> *Deserto é um fenômeno de certa forma acabado e resultante da evolução de processos que alcançaram certa estabilidade final, e que pode ser definido como um clímax ecológico, isto é, por uma espécie de equilíbrio homeostático natural [...] Desertificação, trata-se, pois de um fenômeno espacial em desequilíbrio natural onde a retroalimentação negativa do(s) ecossistema(s) não é totalmente recompensado pela retroalimentação positiva (NIMER, 1988).*

O conceito e os processos que revelam o deserto e a desertificação são heterogêneos e, então, parte-se do pressuposto de que a desertificação constitui todo um conjunto de processos que promovem o desequilíbrio ambiental. Os desertos constituem ecossistemas que se encontram em equilíbrio dinâmico, apresentando complexas interações físicas e químicas, variadas formas biológicas, além de serem naturalmente adaptados ao meio e suas populações humanas encontrarem-se historicamente ajustadas às suas condições (GALVÃO, 2001).

Nesse sentido, o deserto é independente das derivações antropogênicas, a sua origem é natural, enquanto que a desertificação é provocada tanto pelos processos naturais, quanto por processos sociais, numa relação conjuntiva.

Diante do exposto, nesta seção, discute-se sobre a dinâmica e a gênese do deserto/da desertificação/seca/degradação. Para além disso, foram analisados os avanços das pesquisas científicas no Brasil, que contribuíram tanto na identificação das áreas mais atingidas pelo fenômeno, quanto nos processos que os originam, bem como das faces ocultas e das dinâmicas de transformações socioespacial.

3.1 A gênese das discussões acerca da relação: deserto-desertificação

Os debates sobre o conceito de desertificação e de deserto, formulados por teóricos ao longo da história, foram imprescindíveis para a ciência geográfica e para o entendimento dos estudiosos que trabalham com essa temática. No entanto, surgiram críticas devido à pluralidade dos conceitos que resultaram em controvérsias, algumas concordantes ou não concordantes e outras ambíguas e generalistas. Matallo Junior (2001, p. 23) expõe, no tocante a isso,

> algumas fragilidades teóricas e/ou metodológicas como: amplitude conceitual; ausência de métodos de estudo universalmente aceitos; ausência de métodos confiáveis para a identificação de processos de desertificação; e falta de uma metodologia de avaliação econômica da desertificação.

Diante dessa complexidade, observa-se a relevância da compreensão da natureza do fenômeno em escala espaço-temporal, mediante o papel dos mecanismos naturais e antropogênicos, com a possibilidade da irreversibilidade do processo, o que evitaria acepções contraditórias e/ou metodologias conflitantes.

O primeiro a discutir sobre a gênese da desertificação foi o ecológo Andre Aubréville, em 1949 que publicou a obra *Climats, Forêts et Desértification de I'Afrique Tropicale*. Nesse contexto, Aubréville utilizou o termo desertificação para caracterizar a substituição das florestas tropicais e subtropicais por savanas, através de corte abusivo e de incêndios para transformarem em campos de cultivo e pastagens, referindo-se, portanto, às áreas em processo de degradação em decorrência do uso predatório de seus recursos (REGO, 2012).

Destarte, desde o início do século XX, as pesquisas sobre essa temática passaram a relacionar os processos de degradação pelo uso exacerbado da natureza, que transforma a matéria-prima em recursos naturais. Aubréville aponta ainda dois processos importantes da desertificação, a saber: a erosão dos solos, pelo processo laminar e pelo ravinamento, como consequência de desmatamento; e o agravamento do déficit hídrico dos solos, também em virtude da maior exposição deles à radiação solar e à ação dos ventos secos. Assim, a conceituação de desertificação por Aubréville foi considerada generalista, pois caracterizou o fenômeno como a diminuição de terras férteis em deserto e destacou os processos de erosão dos solos provocada principalmente pelas atividades humanas (NASCIMENTO, 2006).

Outras vertentes surgiram sobre a origem da desertificação. Alguns autores, principalmente ingleses e franceses – como Rúbio (1995), Lowdermilk (1935), Jacs & Whyte (1939), Vogt (1948) e H. H. Bennett (1939) – relataram sérios problemas ecológicos na África, na Europa, na Austrália e nos Estados Unidos, divulgando expressivos títulos hoje considerados contribuições ao estudo da desertificação.

De acordo com Bennett (1939), as nuvens de poeira, ou Dust Bowl, surgiram nos Estados Unidos e afetaram uma área de cerca de 380 mil quilômetros quadrados nos Estados de Oklahoma, Kansas, Novo México e Colorado, sendo causadas pelo desmatamento e pela intensificação da exploração dos solos através da agricultura e da pecuária. Desse modo, pesquisadores começaram a definir tal processo como sendo o da desertificação. Esse

fenômeno, segundo Schenkel & Matallo Júnior (2003), provocou mais de 200 tempestades de poeira densa, criando redemoinhos de mais de 6 metros de altura.

As primeiras discussões teóricas sobre desertificação estavam pautadas na ideia de seca e de deserto, a saber: a seca de Sahel, na África, entre 1968 a 1973, agravada pela devastação ambiental, decorrente da sobre-exploração dos sistemas naturais. Por causa dela, os africanos, sobretudo crianças, no período marcado pela seca, morreram em condições de miserabilidade higiênica e alimentícia, enquanto se assistia ao desenvolvimento de sociedades consumistas norte-americanas e europeias (MENDONÇA, 1993). Essa degradação ambiental ocorreu para atender às demandas de colonizadores europeus, potencializando os problemas socioambientais nessa região (NASCIMENTO, 2006).

Na Conferência Internacional sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, Suécia, em 1972, foram discutidos temas relativos ao meio ambiente, incluindo a catástrofe africana, representada pela seca de Sahel e seus decorrentes problemas de desertificação. Essa reunião chamou a atenção do mundo para as ações humanas que estavam causando séria degradação da natureza e criando graves riscos para o bem-estar e para a sobrevivência da humanidade. Como resultado de todo o processo, foi realizada em 1977 a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Desertificação, na cidade de Nairóbi, Quênia, em que foram debatidos conceitos de desertificação e a problemática decorrente da intensificação do uso do solo, em particular na região africana de Sahel. Produziu-se também, nessa época, a classificação da desertificação em quatro eixos: 1. “Clima e desertificação”; 2. “Mudanças ecológicas”; 3. “População, sociedade e desertificação”; e 4. “Tecnologia e desertificação” (HERE *et al.*, 1992).

Conforme Le Houérou (1996) o conceito de desertificação está associado a redução do potencial produtivo nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas. Desse modo, Sales (2006, p. 35) corrobora com isso, ao ressaltar que:

> a ideia de que o resultado final do processo de degradação seria a formação de desertos era a tônica do discurso naquele momento, da mesma forma que a não especificação do tipo de degradação e das áreas susceptíveis aos processos gerou ainda mais confusão. A indefinição quanto aos limites da aridez foi também motivo de muitas críticas.

A desertificação é entendida no momento da conferência como uma forma de “degradação que desemboca definitivo em condições do tipo desértico (climático) ou que pode ocorrer em áreas secas em geral” (SUERTEGARAY, 2011, p. 2). Do ponto de vista

espacial, refere-se a zonas climáticas áridas, semiáridas e subúmidas secas e, em relação à escala temporal, configura-se no tempo presente.

O processo de desertificação está associado à degradação de tipos de vegetação e sofre a interferência da variabilidade pluviométrica (LE HOUÉROU, 1977). Para o autor, a desertificação pode ocorrer em áreas áridas, denominadas desérticas, como também em áreas de florestas úmidas, diferenciando-se da concepção dos conferencistas proferida na cidade do Quênia, porém possui a mesma escala temporal, contraditoriamente da escala espacial.

Na mesma perspectiva, Suertegaray (1998, p. 27) declara que o "conceito atual de desertificação contribui para diferenciar degradação por intervenção humana da degradação puramente climática". Entretanto, essa declaração é motivo de questionamento, visto que existem áreas situadas em zonas úmidas que também apresentam aspectos de áreas desertificadas, resultado, pois, da relação sociedade/natureza.

A conferência teve um papel fundamental em todo o processo de luta contra a desertificação, uma vez que resultou na consolidação mundial do tema, levando muitos países a começarem a dar maior importância a seus problemas ambientais em geral. Todavia, ficou mais na teoria, pois não conseguiram alcançar os objetivos traçados. Dessa conferência resultou a criação da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação – UNCCD, cujo texto base teve sua elaboração iniciada em 1993 e sua conclusão e aprovação apenas em 17/06/1994, da qual o Brasil é signatário, tendo sido aprovada pelo Congresso brasileiro em 12/06/1997.

O Plano de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN Brasil – constitui-se o marco definidor de conceitos e orientações de combate à desertificação. Esse plano foi referência para os estados brasileiros, inclusive Sergipe, onde ocorreu a implementação do Programa Estadual de Combate à Desertificação (PAE-SE). Segundo Cruz (2011), esse programa visa a promover ações articuladas no controle e no combate à desertificação, bem como motivar a ampliação dos acordos sociais envolvendo os mais diversos segmentos da sociedade.

No início da década de 1990, esse conjunto de processos ambientais é definido oficialmente como "[...] a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas" (Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, 1995, p. 13). Ampliando esse

conceito, a ONU concebeu, em 1994, que as origens da desertificação estão nas complexas interações de fatores físicos, biológicos, políticos, sociais, culturais e econômicos.

Por essa definição, sua origem está relacionada a causas naturais, e também pela pressão exercida pelas atividades humanas em ecossistemas frágeis, o que conduziria determinadas áreas a se transformarem em desertos ou a eles se assemelharem (CONTI, 1995). Para Verdum (2004), a origem do próprio processo abre um campo enorme de possibilidades e, não por acaso, vários países, como o exemplo do Uruguai, têm procurado aderir à Convenção na busca de recursos para resolver determinados problemas de degradação dos solos. Portanto, é relevante a existência de debates sobre essa questão em níveis locais, nacionais e internacionais, para não generalizar todas as causas de degradação ao fenômeno da desertificação.

No entendimento de Rego (2012, p. 25), a desertificação passou por quatro períodos distintos, quais sejam:

> A primeira fase, denominada colonial, começaria no início da década de 1920, com o surgimento dos protestos contra o avanço do Saara, e se estenderia até o início da Segunda Guerra Mundial, quando as pesquisas florestais se reduziram. A segunda, a modernista, começaria nos princípios da década de 1950, quando foram dados os primeiros passos da descolonização africana e se iniciou o Programa de Pesquisa das Zonas Áridas patrocinado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Este período se estenderia até a Conferência da Desertificação, em 1977, e terminaria no início da década de 1980, com as primeiras críticas aos resultados desta Conferência. A fase internacionalista começaria logo a seguir e continuaria até a Conferência do Rio de Janeiro, em 1992. Por último, a fase pluralista começaria no mesmo ano e continuaria ao longo da década de 1990, com a assinatura da Convenção de Combate à Desertificação e as primeiras etapas de sua implementação.

Cada período representava as fases histórica do fenômeno da desertificação com diferentes causas e soluções. Para Cavalcanti (2003), a palavra desertificação vem conduzindo a interpretações equivocadas, principalmente quando associada a um processo de criação de desertos. Ressalte-se quanto a isso que desertos são ecossistemas específicos, com gênese e dinâmicas próprias. Portanto, é imprescindível diferenciar ambos os conceitos e os processos que revelam suas gêneses, que, por sua vez, são complexas e que requerem um aprofundamento teórico apurado para não tornar as informações obsoletas e não condizentes com os reais aspectos da desertificação.

Segundo Nimer (1988), a origem do deserto está relacionada à escassez de chuva no espaço, destacando quatro condições essenciais climatológicas que caracterizam esse espaço: 1. A semipermanência de altas pressões de anticiclone tropical ou subtropical sobre o lugar, como se verifica mais tipicamente no Saara e sobre o deserto da Austrália; 2. O posicionamento físico-geográfico à sombra ou proteção de chuvas, expresso na circunstância de o lugar situar-se a sotavento de um sistema orográfico, cuja altitude seja suficiente para barrar total ou parcialmente os mecanismos de chuva, tornando seca a encosta situada em posição oposta (sotavento), tal como no deserto do sudoeste dos Estados Unidos; 3. As altas altitudes que se elevam acima do nível de condensação do valor de água, tais como os desertos de Takla Makan e Gobi; e 4. Proximidade de correntes oceânicas de água fria reduzindo drasticamente a evaporação e a umidade do ar e, consequentemente, as chuvas nas áreas adjacentes, como é o caso mais típico do deserto do Atacama. Nesse sentido, as alterações no macroclima regional – células de alta pressão atmosférica – são responsáveis pela gênese de deserto em um determinado espaço. O autor ressalta também que:

> A origem e o posicionamento geográfico dessas células (anticiclones) tropicais ou subtropicais decorrem da tendência geral de equilíbrio barométrico homeostático (termodinâmico) na troposfera que, por sua vez, pouco depende de fatores geográficos de natureza topográfica ou de natureza do substrato (isto é, do biótopo), mas quase que exclusivamente da ação conjugada: forma da Terra, seus movimentos de rotação e translação, sua órbita oblíqua em relação ao Sol - ao qual se devem: o grau médio de inclinação dos raios solares e a desigualdade de duração/hora de radiação direta do sol sobre diferentes zonas da superfície terrestre e, finalmente, a desigual distribuição espacial das terras e dos mares (NIMER, 1988, p. 13).

Ricklefs (1996) corrobora com a ideia de Nimer ao explicitar que os desertos são formados por condições climáticas. Massas de ar seco atingem a superfície nas latitudes subtropicais, espalhando-se para o norte e para o sul, depois de condensadas nas áreas intertropicais, com diminuição de sua capacidade de evaporar e reter água, aumentando à medida que descem e são aquecidas.

O autor supracitado ainda identifica os desertos que estão inseridos nesse processo, a saber: o Kalahari, Namíbia, Árabe e Saara, na África; Sonoran, Chihuahuan e Mohave, na América do Norte; o Atacama, na América do Sul; e o Australiano.

O Quadro 6, a seguir, evidencia os tipos de desertos classificados por autores que trabalham com essa temática, segundo os domínios morfoclimáticos.

Quadro 6: Tipos de desertos segundo os domínios morfoclimáticos.

PROPOSTAS	TIPOLOGIAS
1942 – E. F Gautier, Emanuel de Martone, Aufreère e Kachkara classificam os desertos mundiais conforme aspectos geográficos.	**Desertos quentes:** Tipos absolutos ou clássicos: Saara central e atlântico, Atacana, Líbia e talvez a Austrália central; desertos dos litorais chilenos. Tipos atenuados: grande chaco, Calaari, Mauritânia, Austrália ocidental, maciços montanhosos do Saara. **Desertos Frios:** Desertos temperados, cujo único representante é do tipo atenuado, como o Norte da Patagônia, Siankiang, Ásia média, planaltos iranianos, deserto da Síria e grande bacia americana. Desertos frios, principalmente em altitude, como exemplos suficientes em Gobi e no Tibet.
1947 – De Martone, classificação climática das regiões desérticas mundiais	**Desertos rigorosos:** Tipo saariano e chileno, do sul da África e da Ilha de Madagascar, por exemplo. **Desertos atenuados:** Desertos de inverno rigoroso e frio de altitude da Ásia Centro-Norte e da Patagônia, do Oeste e Sudeste norte-americano. **Semidesertos:** Degradação estépica do clima temperado e do clima mediterrâneo, na qual sua gênese não está correlacionada com a teoria de semidesertificação de Nimer (1988): Centro-oeste americano, Sul do Brasil e pampas argentinos, margens dos desertos atenuados da Ásia. Desertos sob influência de Monção (Saara): enclave.
Década de 1990 – Steele, classificação geográfica e climática.	**Desertos continentais:** São aqueles que se formam no centro de grandes extensões de terras e se localizam em latitudes mais altas. Podem ser frios e apresentar invernos gelados. São secos porque os ventos úmidos oceânicos chegam secos no centro dos continentes. **Desertos que se formaram ao longo de regiões costeiras:** As correntes frias oceânicas encontraram um continente muito quente. O calor retira a umidade das nuvens formadas sobre o oceano, provocando a permanente secura pedológica. Assim são os desertos da Namíbia e do Atacama. Esses dois exemplos de desertos, ainda, podem ser de origem sotavento. Por exemplo, desertos do Vale da Morte, na fronteira da Califórnia com o estado de Nevada, no oeste dos EUA, localizado no Nordeste do deserto de Majave e a oeste do deserto de Amargosa. **Desertos congelados:** Recebem pouquíssimas chuvas e, embora resguardem grandes volumes de água, eles se encontram congelados.

Fontes: POUQUET (1962), RUBIO (1955a), STEELE (1998), CONTI (2003), NASCIMENTO (2006).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2014).

Em síntese, os processos que constituem os desertos estão relacionados, principalmente, aos elementos climatológicos. Essas regiões apresentam menos de 250 mm de pluviosidade anual média ou pouco mais. No entanto, ela é distribuída de forma irregular e concentrada no tempo, em um período relativamente curto, um mês ou até mesmo alguns dias (NIMER, 1988). As chuvas podem ser torrenciais ou apresentar algumas manifestações em forma de fracas e duradouras. A evapotranspiração real é, durante todo ou quase todo ano, menor que a evapotranspiração potencial.

As chuvas escassas são características comuns do deserto, além do calor com temperaturas acima de 45º e à noite apresenta temperaturas baixas devido a térmica mássica de areia e a baixa umidade. Assim, Nimer (1988) aponta que há forte calor até mesmo nos desertos de altas altitudes (deserto do noroeste do México e sudoeste dos Estados Unidos) e de elevadas latitudes (desertos do Turquestão e de Takla Makan Gobi), pelo menos no verão.

As plantas adaptadas às condições de índice de aridez e de calor do deserto apresentam três formas de vida que são destacadas por E. Odum (1972), quais sejam: a) as plantas anuais, que evitam a seca, crescendo unicamente onde há umidade adequada; b) as plantas suculentas, como os cactos, que armazenam água no seu organismo; c) e os chamados “arbustos de desertos”, que têm numerosos ramos apoiados em certo tronco basal e folhas pequenas e espessas que se desprendem durante os longos períodos de seca.

Nesse sentido, a vegetação é um elemento importante para a proteção do solo, visto que reduz a intensidade de sulcos, ravinamentos e voçorocas, e, por fim, retalhamento do solo. Para Conti (1995), com a redução da cobertura vegetal, o balanço térmico ao nível da superfície desequilibra-se, com o aumento da reflectividade da radiação solar, ou seja, do índice de albedo. Assim, a dinâmica que origina os desertos está relacionada às alterações climáticas de uma determinada região, aos aspectos morfológicos, biológicos, geográficos e paleográficos. O deserto é a colimação do fenômeno, é um fato completo, um clímax ecológico atingido; a desertificação é um processo em andamento, um desclímax, que pode ou não colimar em deserto (CONTI, 1974).

Em relação à distribuição geográfica das áreas desérticas, Conti (1995, p. 30) entende quatro situações importantes: 1. Cinturões de anticiclones subtropicais (em ambos os hemisférios); 2. Continentalidade; 3. Fachadas ocidentais das latitudes tropicais dos continentes, banhadas por correntes frias; e 4. Posições de sotavento. Dessa forma, o autor citado faz referência a outras características que conduzem a esse processo, valendo destacar:

> O primeiro indica uma região de clima árido onde a evaporação potencial excede à precipitação média anual, resultando em carência de água e fraco desenvolvimento da biosfera. A drenagem é intermitente; a cobertura vegetal é esparsa apresentando predominância de espécies xerófilas e fauna adaptada às condições de escassez de água, sendo, nesse sentido, um "clímax" ecológico. Os processos erosivos são comandados pela ação eólica, pois o trabalho dos ventos se faz sentir, aí, mais intensamente do que nas regiões úmidas. A pobreza da cobertura vegetal diminui o atrito, de maneira que a movimentação do ar junto à superfície no caso dos desertos de baixa latitude desencadeiam turbulências e estimulam a torrencialidade das (raras) precipitações. Justamente porque o solo é mais desprotegido, o intemperismo físico predomina sobre as ações químicas. Do ponto de vista humano os desertos quase sempre se apresentam como grandes vazios demográficos (IBIDEM, p. 29-30).

Nesse ínterim, é necessário diferenciar os conceitos de deserto e desertificação, além das principais causas e consequências de cada processo. Portanto, evidencia-se que o deserto é resultado da mudança climática, independente da ação humana. A desertificação, por sua vez, está associada aos processos naturais, mas também às derivações antropogênicas. No Quadro 7, abaixo, foram apresentados os principais teóricos que escreveram acerca da desertificação.

Quadro 7: Conceitos da desertificação de acordo com autores nacionais e internacionais.

Autores	**Critérios**	**Escala temporal e espacial**	**Conceitos**	**Consequências**
Aubreville (1949)	Humano	Humana; Ambientes áridos e semiáridos.	Degradação da cobertura vegetal para o desenvolvimento de campos cultivados e partiçais.	Degradação ambiental contínua com ressecamento dos solos e decapeamento vegetal.
Rapp (1974)	Humano/ Climático	Humana/ Geológica; árido e semiárido.	A desertificação é provocada pela ação humana ou por mudanças climáticas.	Difusão das condições de ambientes desérticos nas regiões áridas ou semiáridas.
Quênia (1977)	Humano	Tempo presente; Áridas, Semiáridas e Subúmidas secas.	Diminuição e destruição do potencial biológico da Terra.	Conduz a um deserto (entendido como ressecamento climático).
Le Houérou (1977)	Humano	Do passado Recente ao Tempo presente; Margem dos desertos e florestas úmidas.	Degradação de vários tipos de vegetação e áreas com precipitações médias entre 50 e 300 mm/ano.	Degradação de vários tipos de vegetação.
Ab'Saber (1977)	Humano	Humana; Nacional: Brasil.	Desertificação em geótopos semiáridos, subúmidos secos em seus ecotónos e a problemática da savanização do Brasil intertropical.	Degradação dos tecidos ecológicos e decréscimo dos fatores de exploração biológica.
Vasconcelos Sobrinho (1978)	Humano	Humana; Nacional: Brasil.	Condicionada pela instabilidade do equilíbrio ecológico, consequente do regime pluviométrico com baixos índices e irregulares, solos rasos com baixa capacidade de retenção d'água, amplo fotoperíodo e ventos secos e quentes desidratantes. Apresenta bioindicadores que mostram a variação dos elementos do clima e condições socioeconômicas. É um processo de fragilidade dos ecossistemas das terras secas que, em função da pressão humana, ou às vezes pela fauna nativa, perdem a capacidade produtiva e de recuperação.	Áreas degradadas com debilitação acentuada sob condições de irreversibilidade da cobertura vegetal e do solo, apresentando-se como pequenos desertos implantados, ocorrendo a formação de núcleos de desertificação.
Nimer (1980 e 1988)	Humano/ Climático	Humana; domínios subúmidos e semiárido nas regiões quentes do mundo.	Processo de deterioração ambiental; mudanças e vicissitudes climáticas e uso inadequado do solo. Havendo mudança climática (global ou regional), o processo tende à desertificação. Não havendo tal mudança e a ação humana sendo decisiva, tende à semidesertificação.	Progressiva deficiência de chuvas, mudança do clima macrorregional, transformação gradativa de áreas florestais em áreas desérticas expressa no ressecamento dos solos.
Duque (1980)	Humano/ Climático	Humana/ Geológica; ambientes áridos e semiáridos	Relação da densidade populacional em 1980 (uma pessoa para 10 hectares de área seca) promove sintomas de saarização.	Progressivo rompimento do equilíbrio entre associações vegetativas, o ciclo da àgua, a produção agrícola, a economia e o aspecto social. A falta de planos conservacionista no uso da terra intensifica a destruição e aumenta o deserto. De pronto, este panorama exige muito conhecimento, trabalho e cooperação para evitar a formação de deserto.
Dregne (1987)	Humano	Humana/ Geológica regiões áridos e semiáridos	Esgotamento dos ecossistemas terrestres como resultado de atividade humana.	Redução da produtividade agrícola, da biomassa, da micro e macro fauna e flora, degradação do solo e aumento do risco de degradação para as terras cultivadas.
Rozanov (1993)	Antrópico/ Climático	Geológica e socioeconômica	Ocorre por ação humana ou natural e sempre culmina com a formação de desertos.	Aridização e diminuição da atividade produtiva. Destruição do potencial da biosfera, culmina com um deserto.

Rochette (1989)	Humano	Humana; zona saheliana e sahelosudanesa.	Degradação do “capital ecológico”.	Diminuição da quantidade e da capacidade produtiva dos recursos em água, solo, vegetação e fauna.
Conti (2002)	Humano/ Climático	Humana ou geológica; domínios subúmidos e semiáridos nas regiões quentes do mundo.	Criação de condições semelhantes às dos desertos, desertificação humana (ecológica); deficiência de água no sistema natural, desertificação natural (climática). Ou ainda ambos os processos, simultaneamente.	Natural: Desregulação do ciclo hidrológico, redução das precipitações e umidade relativa do ar, oscilações quaternárias dos cinturões áridos tropicais; humana; perda progressiva da produtividade dos ecossistemas, erosão do manto superficial, elevação do albedo, invasão de areias, pontos de desertificação no Paraná e no Rio Grande do Sul.
Goudie (1990)	Humano/ Climático	Geológica/humana; terras áridas, e semiáridas.	Questionamento sobre a redução dos totais pluviométricos anuais a partir das atividades sociais.	Alteração na biomassa, erosão acelerada do solo, excesso da monocultura, superpastoreio, desmatamento e salinização.
PNUMA (1991)	Climático e, sobretudo, humano.	Humana; terras áridas, semiáridas e subáridas.	Degradação das terras secas consequente, sobretudo, dos impactos antropogenéticos.	Degradação da capacidade bioprodutiva.
ICID (1992)	Humano/ Climático	Humana; domínios subúmidos e semiáridos nas regiões quentes do mundo.	Mudanças climáticas globais, artificialmente provocadas, afetam principalmente as regiões semiáridas, que já são as mais pobres do planeta e apresentam ecossistemas de alta vulnerabilidade ambiental.	Perda crescente da capacidade de produtiva dos ecossistemas; possível irreversibilidade do processo; grandes e drásticas consequências sociais.
Rio 92	Humano	Tempo presente; áridas, semiáridas e subúmidas secas.	Destruição do potencial biológico de terras áridas e semiáridas.	Deteriorização da vida, interface na frágil relação homem/clima/solo/vegetação
Valdemar Rodrigues et.al., 1992	Humano/ Climático	Humana	Consideração do índice de aridez da Unep e uso de indicadores de desertificação.	Áreas susceptíveis a desertificação se dão no Nordeste brasileiro.
Dregne (1987)	Humano	Humano: passado recente até hoje	A interferência humana no meio físico provoca rupturas da dinâmica geoecológica e a degradação das terras pode ser irreversível.	Pode ocorrer praticamente em qualquer zona climática.
Rubio (1995 a,b)	Humano/ Climático	Humana ou geológica	Há generalizações, interpretações confusas e equivocadas no conceito de desertificação.	Profundos e grandes prejuízos ambientais e socioeconômicos.
Mainguet (1995)	Humano	Humana temporal (25 anos); áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas	Irreversibilidade.	Destruição do potencial biológico das terras e da capacidade para suportar populações.

Fonte: Adaptado de Nascimento (2006).
Elaboração: OLIVEIRA, A.R. 2014.

No referido Quadro 7, há autores que defendem a ideia de que a desertificação está associada aos fatores climáticos, outros pelas derivações antropogênicas, e/ou ambos, respectivamente. Os conceitos apresentados pelos pesquisadores são heterogêneos, com escalas de tempo distintas, tanto geológicas quanto humanas. Alguns apresentam ideias reducionistas, identificando a formação de desertificação como apenas a degradação de terra e/ou climática, e também existem outros autores que abordam de forma mais ampla, trazendo uma conexão dos sistemas naturais e sociais, por meio de entradas e saídas que repercutem na paisagem.

Para Nascimento (2006), é relevante distinguir alguns conceitos que não correspondem à questão semântica do termo desertificação, mas sim à perspectiva de abordagens metodológicas para a sua qualificação e o trato diferenciado. Sobre a diversidade e as distorções na compreensão do processo de desertificação, Verdum *et al.* (2002) acreditam que, a partir da proposta de combatê-la, há controvérsias na discussão da escala (temporal ou espacial), na qual são considerados, além dos aspectos climáticos, botânicos, pedológicos e sociais, para citar os mais relevantes. Por sua vez, Suertegaray (2003) argumenta que, por conta da complexidade das causas do fenômeno, seu conceito é controverso.

A implexidade de definições acerca da desertificação é notória a partir dos conceitos abordados pelos autores[12]. No entanto, é necessário que os pesquisadores, ao trabalharem com essa temática, tenham noção da natureza do fenômeno, além da escala espaço-temporal e dos processos que evidenciam a degradação, para, assim, utilizarem de forma coerente o conceito.

Ao longo da história, surgiram termos diferentes para identificar o fenômeno. Na perspectiva de Mendonça (1990) destaca que a desertificação está ligada à ação antrópica, enquanto desertização se relaciona a processos próprios da dinâmica da natureza e se desenvolve nas bordas de áreas desérticas. Conti (1989), buscando um conceito para desertificação, estabelece duas modalidades, a climática e a ecológica. Aponta como causas da modalidade climática as variabilidades nos padrões climáticos, levando a uma deficiência de água no sistema natural. Essas mudanças podem ser resultantes de fenômenos naturais, podem ser desencadeadas pela ação antrópica ou, ainda, decorrer da combinação de ambos.

O estudioso também caracteriza desertização como a extensão de paisagens e formas tipicamente desérticas, em áreas semiáridas ou subúmidas, como consequência da ação humana. Para ele, o termo não alcançou consenso entre os estudiosos e é de uso cada vez

[12] Vide Quadro 7.

menos frequente. Mendonça (1988) reforça a ideia dos processos naturais (climáticos) e antrópicos envolvidos nesse processo e destaca a ideia de Conti, quando explicita que:

> Ao contrário do que se possa pensar, a desertificação não é um fenômeno que se passa somente ao nível do clima; também o é no sentido ecológico, sendo que quem introduziu os primeiros estudos sobre esta nova modalidade de ocorrência do fenômeno, no Brasil, foi J. B. CONTI (1985), que, em um de seus primeiros esboços de estudo sobre o tema específico, divulgou as duas modalidades de ocorrência da Desertificação (climática e ecológica) (MENDONÇA, 1988, p. 59).

O Quadro 8 elucida duas modalidades de desertificação, a climática e a ecológica, as quais foram elaboradas por Conti, e diferencia processos, indicadores e causas do fenômeno.

Quadro 8: Modalidades de desertificação climática e ecológica.

Modalidades	**Climática**	**Ecológica**
Conceitos	Diminuição de água no sistema natural	Criação de condições semelhantes às do Deserto
Avaliação	**Índice de Aridez** 1 - Elevação da temperatura média; 2 - Agravamento do déficit hídrico (desmatamentos) dos solos; 3 - Aumento do escoamento superficial (torrencialidade).	**Empobrecimento da biomassa** 1 - Desaparecimento de árvores e arbustos; 2 - Aumento das espécies (xerofíticas) espinhosas; 3 - Elevação do albedo, ou seja, maior reflectância na faixa do infravermelho.
Indicadores	4 - Intensificação da erosão eólica; 5 - Redução das precipitações; 6 - Aumento da amplitude térmica diária; 7 - Diminuição da Umidade Relativa.	4 - Mineralização do solo com perda de húmus em encostas com mais de 20 graus de inclinação; 5 - Forte erosão do manto superficial com formação de voçorocas; 6 - Invasão maciça das areias (UR) do ar.
Causas	Mudanças nos padrões climáticos.	Crescimento demográfico e pressão sobre os recursos.
Exemplos	Oscilações dos cinturões áridos Tropicais, durante as glaciações do Quaternário.	1 - Desertificação das regiões periféricas do Saara (Sahel); 2 - Pontos da desertificação do sul do Brasil (RS, PR).

Fonte: CONTI, J. B. (1995).

O autor enfatiza que o elemento climático é de suma relevância quando denominado de desertificação climática, a qual é “desencadeada por causas naturais que é de uma escala cronológica muito mais ampla que a humana, interessando, portanto a estudos geológicos e

paleoclimáticos” (CONTI, 1995, p. 49). Ademais, destaca também a desertificação ecológica, que ocorre quando há interferência do homem ao explorar a dinâmica da natureza. Monique Mainguet (1994) alude ainda a outros termos, como: sahelização, estepização ou sudanização, que corresponderiam a diferentes graus de desaparecimento do estrato arbóreo do ecossistema, e aridificação ou aridização, que são indicadores de uma evolução natural em direção a um clima mais seco.

Ainda que muitas causas deem origem à desertificação, elas podem ser determinadas por dois fatores: as mudanças de clima, caracterizadas principalmente por uma crescente deficiência de chuvas, e a ação do homem (NIMER, 1980). Essa concepção é evidenciada também por Lima, Suertegaray & Santana (2007), que confirmam que a desertificação é decorrente de variações climáticas, sendo refletidas e medidas, por um lado, pelo aumento da frequência e da intensidade de secas, e, por outro, pelas atividades humanas que agravam a degradação dos recursos naturais, levando à erosão do solo.

Nessa perspectiva, Sobrinho (2004) ressalta que a desertificação é um fenômeno permanente que eclode e se agrava pelas ações do Homem e da natureza, as quais se conjugam aos efeitos do clima que são somados e agravados mutuamente. A desertificação é um processo fundamentalmente dinâmico que compreende um fenômeno integrador evidenciado pela variação de chuvas, pela menor biomassa e pelo desgaste no solo, e que, simultaneamente, a partir da relação sociedade e natureza, modifica de forma significativa os aspectos paisagísticos do ambiente. Não obstante, as ações humanas, por meio das atividades econômicas, apropriam-se e exploram a natureza, acelerando o processo de degradação. Isso parece ser consenso entre os teóricos do tema. Assim, a origem é particular a cada situação, e as variáveis sistêmicas ligam-se às estruturas superficiais da paisagem, às variações climáticas, às diferenças de fragilidade dos solos e à história do uso da terra.

3.2 A desertificação em diferentes espaços geográficos

A desertificação incide sobre 33% da superfície da terra, onde vivem aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas, ou 42% da população mundial. Os efeitos são agravados na região subsaariana, com mais de 200 milhões de habitantes, representando 20% a 50% das terras degradadas (BRASIL, 2004). Nascimento (2006) concorda com essa discussão e aponta que o principal ícone da desertificação no planeta fica setorizado, sem dúvidas, na África Ocidental, margeando a extremidade sul do Saara.

Debates sobre o fenômeno da desertificação nas várias regiões do mundo têm como foco os processos naturais, evidenciando a variação climática e o índice de aridez, assim como os processos antrópicos que ocasionam alterações significativas nos sistemas naturais, como o pastoreio e a agricultura, prevalecente de forma inadequada. Estudos científicos enfatizaram esse mesmo propósito de análise nas regiões semiáridas de Portugal, no litoral do Algarve e na bacia dos rios Guadiana e Douro; em países como a África do Sul, a Namíbia e a China; na América Latina, além do Brasil, em países como a Argentina, a Bolívia e o Chile, que, no tocante a isso, são os mais problemáticos (REGO, 2012; NASCIMENTO, 2006). Na Tabela 4, a seguir, estão representadas as áreas afetadas pela desertificação e as principais causas do fenômeno.

Tabela 4: Áreas afetadas pela desertificação no mundo.

ÁREAS AFETADAS PELA DESERTIFICAÇÃO		
Tipos	**Km²**	**% Total de áreas secas**
Degradada por irrigação	430.000	0,8
Degradada por agricultura de sequeiro	2.160.000	4,1
Degradada por pecuária	7.570.000	14,6
Áreas secas com degradação de solos (1+2+3)	10.160.00	19,5
Degradação das terras de pastoreio	25.760.000	50,0
Total das áreas secas degradadas (4+5)	35.920.000	69,0

Fonte: REDESERT (2003); NASCIMENTO (2006).

De acordo com a Tabela 4, as principais causas estão relacionadas à interferência dos processos antropogênicos que degradam o solo e aumentam a vulnerabilidade socioambiental. Tais formulações reforçam a ideia de que os processos sociais interferem de forma significativa no sistema ambiental, porquanto se associam aos processos naturais. Para Conti (2003), o avanço da desertificação está relacionado ao grau de desenvolvimento, visto que a maior parte dos alimentos produzidos são cultivados nos países subdesenvolvidos ou em países em desenvolvimento, como afirma Merico (1996), acrescentando também que cerca de 97% de nossos alimentos são provenientes das terras emersas, o que coloca em questão o preocupante fato de que os solos agricultáveis no planeta já se encontrem com níveis elevados de degradação.

As áreas susceptíveis à desertificação no Brasil correspondem à maior parte dos nove estados da região Nordeste e a uma pequena parte do norte de Minas Gerais e Espírito Santo, abrangendo uma superfície de 1.340.862 Km², composta por 1482 municípios brasileiros. Os critérios utilizados para a definição da área em processo de desertificação foram o índice de aridez e o antropismo.

A tabela 5 mostra as áreas susceptíveis à desertificação (ASD's) por estados brasileiros. Foram utilizadas como critérios as áreas semiáridas, subúmidas secas e do entorno onde o estado de Sergipe possui quarenta e oito áreas susceptíveis à desertificação (BRASIL, 2004). É importante salientar que são necessários além da dinâmica climática, outros elementos naturais e sociais envolvidos nesse processo, como enfatiza Monteiro (1988, p. 8) que "o estudo da desertificação no Nordeste do Brasil é um grande desafio, em virtude das implicações climáticas e antropogênicas que nunca darão uma visão compreensiva da totalidade se forem tomadas separadamente".

Tabela 5: Áreas susceptíveis a desertificação (ASD'S) por estado brasileiro.

ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO (ASD's) POR ESTADO BRASILEIRO				
Estado	**Número de municípios das ASD's**			
	Áreas semiáridas	**Áreas subúmidas secas**	**Áreas de entorno**	**Total das ASD's**
Alagoas	33	13	7	53
Bahia	159	107	23	289
Ceará	105	41	38	184
Maranhão	-	1	26	27
Paraíba	150	47	11	208
Pernambuco	90	39	6	135
Piauí	96	48	71	215
Rio Grande do Norte	143	12	3	158
Sergipe	**6**	**28**	**14**	**48**
Espírito Santo	-	-	23	23
Minas Gerais	22	61	59	142
Totais	804	397	281	1482

Fonte: BRASIL (2004).

De acordo com a Tabela 5, são 1482 áreas susceptíveis à desertificação no Brasil. Segundo a Convenção das Nações Unidas (1997), o estado de Sergipe foi classificado como área frágil, sendo que, do litoral para o interior, tem-se: uma estreita faixa litorânea sem risco de desertificação; uma faixa central, abrangendo todo o estado, no sentido N-S, considerada subúmida, já com riscos de ocorrência de áreas em processo de desertificação; e uma faixa do sertão considerada semiárida, com riscos elevados de se desertificar.

Estudos sobre a desertificação no Brasil ocorreram antes mesmo do início dos debates na academia. Autores como Thomas Pompeu de Souza Brasil (1892; 1922), Guilherme Studart (1909), Freyre (1937) e Guimarães Duque (1980) refletiram sobre a degradação nos sertões ao conduzirem estudos sobre a seca. E, mesmo sem utilizarem o termo desertificação, indicavam a natureza antropogênica ao apontarem os "fazedores de deserto".

Cunha (2001) corrobora com as discussões ao relatar que, quando se referia aos fazedores do deserto, estava se referindo primeiramente aos indígenas, pois que iniciaram o processo de degradação da terra pelo fogo; segundo, ao português, que agravou o processo com as práticas de criação de gado e lavoura; em seguida, aos mineradores no século XVIII. A diferença entre essa desertificação histórica e a atual está relacionada à escala temporal. A intensidade da exploração da natureza no passado era bem menor do que vem se vivenciando na atualidade. Isso vem ocorrendo desde o advento da Revolução Industrial e do avanço da agropecuária, uma vez que o sistema de produção capitalista exigiu uma demanda maior de mercadorias e um dispendioso consumo de matéria e energia.

Por isso, a recuperação do equilíbrio nos sistemas naturais não ocorrerá de forma espontânea e natural devido à exploração exacerbada da natureza, podendo levar ao desequilíbrio ambiental em face ao desencadeamento dos processos de degradação propícia à desertificação. Assim, a natureza passa a ser um meio de produção de mercadorias, o que pode gerar uma crise ambiental. Desse modo, Suertegaray (2007, p. 28) enfatiza que

> [...] o homem ou a sociedade não como ser naturalizado, mas como ser social produto e produtor de várias tensões ambientais... A presença do homem concretamente como ser natural e, ao mesmo tempo, como alguém oposto à natureza, promoveu/promove profundas transformações na natureza mesma e na sua própria natureza.

Torna-se imprescindível relatar que a degradação ambiental ocorre em todos os espaços, sem excluir classe social, econômica, étnica, cultural e política, transformando assim

a dinâmica da paisagem dos sistemas naturais e socioeconômicos. Castro (1965) enfatiza que o homem é o principal causador da degradação da terra, ao dizer que:

> O traço mais marcante [...] do Nordeste é o sofrimento, e não somente o sofrimento do homem, mas também o sofrimento da terra. Terra e homem são martirizados há séculos por um tipo de complô de "forças adversas": forças da natureza e forças da cultura [...]. Sobre esse fundo de sofrimento da terra – da terra traída pelo clima, violentada pela seca, degradada ao extremo pela exploração colonial – se destaca a permanência invariável do sofrimento do homem [...]. No Nordeste as marcas mais profundas da presença humana não parecem ser os traços da vida, mas aqueles da morte (CASTRO, 1965, p. 39).

Esse estudioso ressalta, com isso, o sofrimento do homem, enfatizando a exploração colonialista, as irregularidades climáticas e a cultura do povo, elementos que repercutem em todo o sistema e transformam a dinâmica das paisagens socioespaciais.

O primeiro estudo científico no Brasil foi elaborado por Vasconcelos Sobrinho, em 1974. Entre suas conjecturas científicas mais importantes, situa-se a Teoria dos Núcleos de Desertificação, por meio da qual ficou determinado que Gilbués (PI), Seridó (RN), Cabrobó (PE) e Irauçuba (CE) eram/são áreas problemáticas e susceptíveis à degradação dos solos, da cobertura vegetal, bem como do regime hídrico e da perda da produtividade da terra. Outros trabalhos foram realizados nas décadas de 70 e no início de 80, a saber: *Núcleos de Desertificação do Polígono das Secas* (1971); *O Deserto Brasileiro* (1974); *Metodologia para identificação de Processos de Desertificação, Manual de indicadores* (1978); *Processos de Desertificação no Nordeste Brasileiro* (1978); *Identificação de processos de Desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro* (1978); e *Desertificação do Nordeste Brasileiro* (1983).

O Quadro 9 apresenta as características geoambientais e as causas dos quatro núcleos de desertificação do Nordeste brasileiro e foi fundamentado a partir de revisão teórica em Ferreira (1994), Sales (1997), Galvão (2001), Sampaio *et al.* (2003), Brasil (2004) e Silva (2014).

Quadro 9: Núcleos de desertificação no Nordeste brasileiro.

Núcleos	Área (km²)	Aspectos Geoambientais	Causas naturais	Causas antrópicas
Gilbués	6.131	Litologia: sedimentar (arenitos) Solo: Argissolo Vermelho-amarelo e Neossolo Quartazarênico Vegetação: Cerrado	Material de origem (litologia) Erosão Hídrica Erosão Eólica Chuvas concentradas Solos arenosos	Mineração Pecuária extensiva (sobrepastoreiro) Queimadas
Cabrobó	4.960	Neossolo Litólico Planossolo Caatinga Hiperxerófila	Aridez Precipitação Irregular	Sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo (projetos de irrigação)
Irauçuba	4.000	Planossolos Neossolo Litólito Caatinga Hiperxerófila	Baixa precipitação pluviométrica Solos arenosos	Uso e ocupação do solo inadequados e desordenados Desmatamento intensivo (madeira e lenha) Pecuária extensiva
Seridó	2.341	Solos: Neossolos Flúvicos Vegetação: Caatinga Hiperxerófila	Afloramento da rocha Solos rasos e pedregosos com baixa capacidade de retenção de água	Retirada da cobertura vegetal Extração de argila Sobrepastoreiro

Fonte: SILVA, I. A. S. (2014).

Constatou-se, nos quatro núcleos, que o fator antropogênico contribuiu diretamente para a intensa degradação do solo, e, de uma maneira geral, a caatinga foi substituída por práticas de agricultura, pecuária e retirada de madeira para a produção de lenha e carvão. Alguns indicadores associados a isso foram a extração de minérios e de argila de solos aluviais. Entretanto, sabe-se que o grau de impacto antropogênico nesses quatro núcleos é variável, pois as naturezas geomorfológica, pedológica e climática também são relevantes, muitas vezes distintas (BRASIL, 2007).

Estudos mais recentes comprovaram que o Núcleo de Gilbués não corresponde ao fenômeno de desertificação, já que, do ponto de vista climático, apresenta uma pluviosidade em torno de 1200 mm ao ano. Ressalte-se, porém, que essa área não se encontra inserida na zona semiárida ou subúmida seca (SALES, 1997; SILVA, 2014).

No que concerne a este último tópico apontado, Sales (1997, p. 162) afirma que:

> A degradação ambiental em Gilbués não deve ser considerada como típica de desertificação, não só pela a situação socioambiental, mas também pelos processos que ali ocorrem, diferem enormemente da realidade da região semiárida do nordeste brasileiro. Isso pode ser constatado tanto pela análise climática como também no perfil socioeconômico.

Silva (2014) utiliza o termo “Arenização” e seu conceito para elucidar o processo de erosão do solo característico do sudoeste piauiense. Para o autor, o Núcleo de Gilbués é caracterizado pelo processo de arenização, dizendo que:

> Além das evidências climáticas, acrescentam-se ainda os aspectos geológicos como a estrutura litológica composta de arenitos, aos tipos de solo com características areno-argiloso, a abundância e disponibilidade hídrica (rios perenes e aquíferos), vegetação (Cerrado), além dos processos morfodinâmicos que sucede na paisagem, são condicionantes e aspectos geoambientais totalmente diferentes das áreas em que ocorre o processo de desertificação no nordeste brasileiro (SILVA, 2014, p. 173).

Aziz Ab'Saber (1977, p. 1) concorda com essa discussão, ao postular que os "processos parciais de desertificação, todos aqueles fatos pontuais ou areolares, suficientemente radicais para criar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos naturais". Dessa forma, identifica os processos de desertificação não apenas no nordeste seco, assim denominado, mas também entre regiões úmidas e faixas de transição, destacando que nessas áreas a degradação é bem maior do que na própria área nuclear das resistentes caatingas, mas é no Nordeste onde as feições de degradação pontuais são facilmente reconhecidas. Assim, o autor em tese ressaltou que o território brasileiro, em seu conjunto, exibe um dos mais impressionantes quadros de modificações ecológicas sutis, às vezes irreversíveis, incidindo sobre quase todos os seus grandes domínios paisagísticos.

O estudioso define também os pontos de desertificação, considerando a predisposição geoecológica deles, quase sempre acentuada por ações antrópicas diretas ou indiretas, e descreve nove geótopos áridos no Nordeste como as áreas mais atingidas, são elas: Altos Pelados; Salões; Vales e encostas secas; Lajedos, mares de pedras, patamares de inselbergs, inselbergs e campos de inselbergs; Áreas de paleodunas quaternárias; Áreas de topografias ruiniformes e cornijas rochosas desnudas, com aridez rochosas características; Área de Revolvimento Anômalo da Estrutura Superficial da Paisagem; Malhadas ou Chãos Pedregosos; e, por fim, Áreas Degradadas por Raspagem ou Empréstimos de Terra. É digno de destaque, ainda, que nas áreas de cerrados são visualizados alguns pontos de desertificação e savanização, e que os ravinamentos são observados no domínio dos mares de morros decorrentes da atividade cafeeira desenvolvida desde o século XIX (AB'SABER, 1997).

Lombardo (1979) avaliou o volume da biomassa e dos índices do albedo, para delimitar e definir o grau de risco quanto ao processo de desertificação na região de Xique-Xique, no médio São Francisco (Bahia). A aplicação da técnica de imagens de Landsat está sendo cada vez mais utilizada metodologicamente nos trabalhos de base científica com foco nas transformações da paisagem e no monitoramento dos processos de desertificação.

Nimer (1980) elabora, por seu turno, um mapa de Zoneamento sistemático de áreas predispostas à desertificação no Brasil, enfocando a questão climática quanto à duração e à época de ocorrência dos períodos secos e à variabilidade de chuvas. Apresenta ainda conceitos, teorias, propostas metodológicas e procura desmistificar a ideia de desertificação, frequentemente distorcida por influências político-ideológicas (IDEM, 1988).

Nessa mesma direção, observa-se que Monteiro (1988) analisa um trecho da região semiárida brasileira situada nos planaltos secos do Ceará, da Paraíba e de Pernambuco, contribuindo com suas discussões acerca das influências naturais e antrópicas no processo de desertificação e identificando uma estrutura espacial na região composta por sete geossistemas.

Colaborando também com essas grandes descobertas, Conti (1995) desenvolve uma proposta de metodologia de estudo aplicada ao Nordeste brasileiro com séries temporais de pluviosidade, para com isso identificar tendências, ciclicidades e indicadores de variabilidade interanual (CONTI, 1995). Como resultado final, o autor indica as áreas do semiárido nas quais é possível reconhecer o "*agravamento da* seca", como no setor rebaixado do sertão dos Inhamuns (Ceará), no baixo São Francisco (Bahia, Sergipe e Alagoas), na vertente a sotavento da chapada Diamantina (Bahia) e em alguns outros exemplos pontuais em outros Estados. Ressalta-se ainda que Pinto (1986) contribui com essas pesquisas ao demonstrar que o processo de ressecamento ambiental nem sempre é linear e que, em alguns pontos, são registrados casos de recuo do semiárido, fenômeno comumente designado de antidesertificação.

De forma similar, Mendonça (1990) evidenciou que o acentuado processo de degradação ambiental no noroeste do Paraná estava ligado à forma de produção agrícola e à organização daquele espaço. O estudioso faz uma análise dos processos que desencadearam a degradação e/ou a desertificação na microrregião de Paranavaí, sendo percebido que foi provocada pela ação humana a partir de atividades em ambientes com solos frágeis, seja pelo uso e ocupação do solo e desmatamento acelerado para a realização de cultivos agrícolas, especialmente a produção do café, o *boom* do momento, seja também pela pastagem e pela urbanização, assim como pelos processos naturais face à composição geológica/pedológica do arenito Caiuá[13].

[13] Segundo Gasparetto e Carvalho (2001), o arenito de Caiuá, por sua fraca estrutura e cimentação, mostra-se extremamente susceptível aos processos erosivos. São depósitos arenosos originados por processos de alteração insitu dos arenitos da formação Caiuá.

Do ponto de vista climático, essa microrregião não está inserida na classificação definida pela ONU de zona árida, semiárida ou subúmida seca – as quais caracterizam a desertificação climática –, em virtude haver nelas uma regularidade pluvial entre 1000 e 1600 mm anual.

A professora Dirce Suertegaray (2012, p. 45) demonstrou em sua pesquisa que "os areais eram de origem natural e faziam parte de uma paisagem frágil que, ao longo da formação territorial, foram apropriados e incorporados ao território enquanto manchas improdutivas, no interior da grande propriedade pastoril". A autora explicitou que, em Quaraí, no Rio Grande do Sul, não ocorria o processo de desertificação, explicando ainda que, de acordo com o conceito referenciado pela ONU, a desertificação se constitui como uma região de clima árido ou semiárido, em que, no entanto, são registradas precipitações médias anuais de 1400 mm, não havendo, por outro lado, evidências confiáveis de que a expansão desse processo estaria mudando o clima regional (úmido) para um clima do tipo semiárido ou árido.

A autora construiu o conceito de arenização, denominando-o como:

> (...) o retrabalhamento desses depósitos, no caso de formações superficiais, provavelmente quaternárias, resultou de uma dinâmica morfogenética onde os processos hídricos superficiais, particularmente o escoamento concentrado do tipo de ravina ou voçoroca, associados às chuvas torrenciais, expõe, transporta e deposita areia, dando origem à formação de areais que, em contato com o vento, tendem a uma constante remoção (SUERTEGARAY & VERDUM, 2008, p. 130).

Sales (1997; 2003) contribuiu com suas pesquisas ao reavaliar o núcleo de desertificação em Gilbués-PI e considerar a área do ponto de vista climático fora das zonas susceptíveis ao fenômeno, elaborando como subsídio o mapeamento das unidades de paisagem. Um segundo estudo foi realizado no âmbito climático, morfopedológico e fitoecológico no núcleo de desertificação de Irauçuba-Ceará. Para a autora, a integração dos resultados indica que a principal limitação, do ponto de vista dos recursos naturais, para a melhoria das condições de uso da terra, é a condição climática a que está submetida a maior parte do município.

Estudos mais recentes foram desenvolvidos também no Nordeste, em escala local e regional, e apresentaram significativas contribuições para a academia e para o Planejamento e Gestão Ambiental, a saber: Matallo Junior (2001), Nascimento (2006), Souza (2008), Aquino (2010), entre outros. Em Sergipe, Oliveira & Pinto (2013; 2014; 2016), Gois (2016) e Silva (2016) devem ser destacados. Portanto, como se pretendeu mostrar aqui, os trabalhos

produzidos acerca da desertificação foram analisados em diferentes espaços geográficos, escalas, metodologias e perspectivas ao longo do tempo e têm colaborado expressivamente para o avanço dos estudos acerca das áreas mais atingidas pelo fenômeno e das que possuem maior vulnerabilidade socioambiental.

3.3. Degradação, desertificação e seca no contexto das relações socioespaciais

A degradação ocasiona desequilíbrio nos sistemas socioambientais. A sua intensidade varia de acordo com a exploração da natureza, com o nível de desgaste físico, químico e biológico e com as técnicas inadequadas nas formas de uso e ocupação da terra em que pode ser gerada a desertificação.

Cunha & Guerra (1996) destacam algumas atividades que causam degradação, quais sejam: o desmatamento, as práticas agrícolas, a mineração, a urbanização, dentre outras. Desse forma, os processos de degradação ambiental surgem como um dos sinais mais preocupantes no planeta, pois que causam alterações na paisagem, em alguns casos irreversíveis, e provocam danos tanto para os ecossistemas quanto para a sociedade.

A degradação é entendida como as modificações das condições naturais, comprometendo o uso dos recursos naturais (solo, água, flora, fauna, etc.) e reduzindo a qualidade de vida das pessoas (DIAS, 2002). Matallo Júnior (2003) enfatiza a degradação da vegetação e da biodiversidade quanto ao entendimento sobre degradação. Por conseguinte, o estudo da degradação ambiental deve ser analisado de forma conjuntiva, envolvendo tanto processos naturais quanto sociais, para se ter uma visão completa e integrada.

A retirada da vegetação é a ação mais comum que pode desencadear o processo de desertificação, e uma das consequências mais sérias dessa prática está relacionada aos solos das regiões afetadas, em decorrência do aumento da erosão e seus efeitos na fertilidade do solo (SOUZA, 2008). Conti (1995), por sua vez, comenta que a utilização inadequada de alguns recursos naturais conduz à degradação ambiental, a qual resulta, dentre outros fatores, do maior poder de intervenção do Homem no ambiente, propiciando a desertificação.

A ideia de desenvolvimento, racionalidade moderna, progresso e avanço tecnológico supera a preocupação com o ambiente. A busca pelo poder e pela lucratividade, resultado do sistema capitalista, gera crise ambiental.

Para Leff (2001, p. 191),

> a crise ambiental é a crise de nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social. Mas também crise do pensamento ocidental.

Nessa perspectiva, a relação homem-natureza no sistema de produção capitalista é conflituosa, pois provoca crises ambientais, sob a forma de catástrofes e impactos ambientais, motivadas pelo uso exacerbado da natureza e das técnicas poluentes. E a crise ambiental reflete-se, consequentemente, nas relações sociais do homem e em suas relações com a natureza.

Dregne (1977) estabeleceu critérios para identificar a intensidade da desertificação. Segundo ele, a desertificação fraca equivaleria à pequena deterioração da cobertura vegetal e do solo; a moderada, à grande degradação da cobertura vegetal e ao surgimento de nódulos de areia; a severa, ao aparecimento de dunas e à intensificação da erosão eólica; e a muito severa, por sua vez, ao desaparecimento quase completo da biomassa e à salinização.

A erosão eólica não é muito problemática no Nordeste, haja vista a prevalência de ventos fracos em quase toda a área. Em contrapartida, a erosão hídrica é extremamente preocupante (SAMPAIO, SOCORRO & SAMPAIO, 2003). Durante muito tempo, houve uma confusão entre os conceitos de desertificação e seca, até que, suficientemente, Vasconcelos Sobrinho (1976, p. 40) estabeleceu distinções acerca da temática, postulando que:

> A seca é fenômeno periódico, climático, o homem não podendo interferir em suas causas e na sua eclosão, limitando-se a minimizar seus efeitos ou a agravá-los. A desertificação, por sua vez, é fenômeno permanente, que eclode e se afere pela ação do homem conjugada aos efeitos do clima. Reconhece, entretanto, que as duas somam-se e agravam-se mutuamente: após cada seca, a desertificação ganha novo impulso e seus efeitos tornam-se mais duradouros; e alerta: no entanto, terminado o período das secas, as preocupações arrefecem como se tudo houvesse voltado à normalidade.

Diante do exposto, a seca seria, então, uma questão de escala regional, abordada historicamente pelos seus aspectos ecológicos e políticos, mas que deve ser olhada pela influência de seus múltiplos e pequenos aspectos nas esferas da Geografia (OLIVEIRA & PINTO, 2013). Isso deve ocorrer da mesma forma que com a desertificação, embora possuam conceitos e escalas de tempo diferentes.

Pinto & Netto (2008) afirmam que a seca é entendida como sendo a insuficiência do suprimento de umidade das precipitações ou de umidade armazenada no solo para atender às necessidades hídricas ótimas das plantas, ocasionando graves problemas sociais e econômicos. Conti (1995) a caracteriza como uma prolongada falta de chuvas que poderia se estender por dois ou três anos. Assim, a seca e a desertificação apresentam-se como fenômenos distintos.

O National Drought Mitigation Center (NDMC, s/d), explicita que *drought* é um fenômeno que ocorre em todas as zonas climáticas do globo, mas salienta que suas características variam significativamente de região para região. O NDMC considera que, no sentido mais geral, *drought* se origina de uma deficiência de precipitação por um longo período, resultando em escassez de água para alguma atividade, algum grupo ou algum setor ambiental. Ademais, salienta que não se trata de um fenômeno genuinamente físico, mas sim de um evento natural, cujos impactos na sociedade resultam da relação entre eventos naturais (déficit pluviométrico) e as atividades socioeconômicas.

Tem-se que o El Niño é um fenômeno que provoca secas no Nordeste, ocorrendo em intervalos irregulares, tipicamente de dois a sete anos, com média de três a quatro anos. Pinto (2007) corrobora com estudiosos e pesquisadores ao explicitar que, ao mesmo tempo em que as chuvas copiosas se precipitam nas planícies costeiras do Peru e do Equador, a escassez de chuvas caracteriza o semiárido nordestino. Isso ocorre porque a ZCIT não avança para o sul do Equador, não penetrando, portanto, no Nordeste. Nesse sentido, Mendonça &Danni-Oliveira (2007) ressaltam que, ao afetar a dinâmica climática em escala global, a ocorrência do fenômeno gera alterações climáticas no mundo, com impactos sobre as atividades humanas, os quais são suscitados por catástrofes ligadas a rigorosas secas, inundações e ciclones.

Ainda nesse contexto, o autor aponta que esse acontecimento somente recebe o nome de El Niño quando a anomalia térmica atinge proporções elevadas (1ºC) ou muito elevadas (de 4ºC a 6ºC) acima da média térmica, que é de 23°C. Trata-se de uma alteração da dinâmica normal da célula de Walker. É importante salientar que o impacto desse fenômeno ocorre de maneira diferente no Brasil, haja vista que, em algumas áreas, há chuvas abundantes e vazões de rios, enquanto em outras há a escassez de precipitação atmosférica. O impacto nas regiões Nordeste e Norte se reflete na redução de pluviosidade, ocasionando, portanto, secas e, com isso, o risco maior de incêndios florestais. Na região Sul, ao contrário, ocorrem chuvas

intensas; nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, não há características de mudanças pluviais, mas surge um moderado aumento de temperaturas médias.

Como contatou Teracines (2000, p. 1362):

> O El Niño de 1997/98 foi considerado um episódio de grande intensidade. Segundo o CPTEC/INPE, trata-se do mais forte aquecimento do Oceano Pacífico Oriental, dos últimos 150 anos. Esse evento foi o responsável pela maioria das anomalias climáticas, que aconteceram em diversas regiões do Globo e, no caso do Brasil, pelo excesso de precipitação e grandes enchentes na Região Sul, estiagens no norte da Região Amazônica, inverno ameno na Região Sudeste e redução drástica da precipitação, da estação chuvosa, da Região Nordeste.

O fenômeno repercute nas atividades agropecuárias e, em decorrência da baixa produtividade na agricultura, da pecuária e do abastecimento d'água nos centros urbanos e nas comunidades rurais, provoca perda de vidas e danos materiais significativos. Nesse período de estiagem, há prejuízo na lavoura de milho e feijão, e as criações de animais acabam morrendo devido à fome e à sede. Além disso, os agricultores não desenvolvem o plantio pela ausência de condições climáticas favoráveis.

Santos e Brunini (2002) classificam a seca em três tipos distintos, a atmosférica, a do solo e a genérica: a primeira é caracterizada por períodos prolongados com condições estáveis, sem chuva, com alta temperatura e ar muito seco; a do solo se desenvolve como consequência da seca atmosférica, o que impõe uma queda rápida da reserva de água no solo; e a genérica, por seu turno, é identificada quando os dois tipos anteriores são observados.

Os autores supracitados explicitam que o conceito de seca pode variar de uma região para outra com climas desiguais e aludem, como exemplo, à ilha de Bali, onde qualquer período de seis dias sem chuva é considerado seca, enquanto que, na Líbia, a seca só é reconhecida quando ocorrem dois anos sem chuva. Nimer (1988) cita que, na baixa Califórnia, há lugares que ficam sem chuva de quatro a cinco anos seguidos, e há também o caso do povoado de Dakhla, no Saara, que ficou durante onze anos sem chuva. Há ainda o caso de Bagdá, que pode receber uma cota de dois anos numa só noite de chuva forte, enquanto alguns lugares centrais do deserto da Austrália podem receber chuva uma ou duas vezes em dez anos.

A seca, como um fenômeno natural, mas também político e econômico, interfere diretamente no geoambiente. Em virtude disso, Pinto (1999) aponta que a compreensão da seca, como realidade climatológica ou como consequência antropogênica, nas áreas

susceptíveis, passa por uma análise científica, sistematizada, de seus processos e reflexos, os quais são fundamentados pela constância de certas relações naturais e socioeconômicas. A autora ressalta que, do ponto de vista climatológico, seca, estiagem ou ressecamento, que não chega a ser necessariamente um deserto, são determinados pelo decréscimo da precipitação pluviométrica ou pela sua concentração em períodos mais curtos.

Nascimento (2006, p. 207) explica que há uma estreita relação entre "seca e degradação ambiental, bem como a relação sociedade-natureza, de vez que ocasionam, em grande parte, redução da biodiversidade, erosão dos solos e diminuição espaço-temporal e qualitativa/quantitativa de água interiores". O fenômeno da degradação/desertificação, antes de constituir um problema ambiental, é principalmente social, assim como a seca, porque as populações estão causando uma aceleração na degradação do ambiente, o que acarreta a expansão do processo em diversas áreas do mundo, entre as quais se destaca o semiárido nordestino (QUARESMA, 2001).

Para Matallo Júnior (2001, p. 24):

> Muitas associações são feitas entre desertificação e seca. Alguns pensam que seca e desertificação são um único e mesmo fenômeno e que, portanto, se conseguirmos eliminar os efeitos da seca (provendo água), acabaremos também com a desertificação. Outros imaginam que a desertificação é um processo que pode levar a um aumento ou intensificação das secas e a mudanças climáticas e que, portanto, a única finalidade de combater a desertificação é evitar a mudança do clima. Há aqueles que acreditam que a seca é causa da desertificação e, portanto, se gerenciarmos corretamente as secas estaremos impedindo a desertificação. Finalmente há aqueles que acham que a desertificação não passa de um mito, originado do processo de expansão temporária do Saara, ou mesmo uma invenção para captar fundos dos países desenvolvidos.

No entendimento de J. Dresch (1984), a desertificação tem um caráter essencialmente político que está diretamente relacionado ao processo de colonização exploratória, como consequência do processo que determinadas nações europeias desenvolveram sobre regiões tropicais:

> En effet les problemes de la Désertification, bien qu' ils soient fort anciens (ils ont commence dés la Révolution Néolithique puisque celle-ci s'est d'abord produite dans les réglons semi-arides, c'est-à-dire des régions tres sensibles) s'aggravent surtout depuis la diffusion dans ces pays, de 1'economie monétaire, de l' economie de traite, des facteurs qui déterminent la croissance démographique, etc. Somme toute, si le Désert progresse, c'est à cause du systeme colonial ou neocolonial! Pour résoudre ces problemes fondamentaux, ceux de la désertification comme les autres il faut un nouvel ordre économique mondial et il n'y a pas des solutions sans cela (J. DRESCH, 1984, p. 80).

Em suas reflexões, Suertegaray *et al.* (2004) afirmam que o Rio Grande do Sul não apresenta região afetada pela desertificação. A autora (2003) prefere chamar essa degradação de arenização, ou formações de areias, visto que é constituída, principalmente, por arenitos eolicamente retrabalhados, de gênese natural. Seu aumento, porém, ocorre devido ao uso irregular da terra pela pecuária, com superpastoreio, expansão e mecanização do plantio de soja, principalmente nos municípios de Maçambará, Manuel Viana, São Francisco de Assis e Alegrete. A autora traz ainda que as áreas de degradação do Sudoeste do Rio Grande do Sul são identificadas como áreas de atenção especial, assim,

> No Brasil, esta área vem sendo motivo de preocupação e de desenvolvimento de pesquisas, mais precisamente a partir dos anos 80, do século XX. A tentativa já nessa época de descrevê-la como área desertificada associava-se, de certo modo, ao desejo de obtenção de verba internacional para recuperação dessas áreas. Na evolução desta discussão, o MMA (Ministério do Meio Ambiente) ao elaborar o mapa do Brasil, com vistas à definição das áreas desertificadas, identifica estas áreas arenizadas como áreas especiais, tendo-se assim uma possibilidade de aquisição de verbas através dos fundos internacionais de combate à desertificação e à seca, por exemplo (IDEM, 2011, p. 63).

Nessa direção, Verdum *et al.* (2002) apontam que, a exemplo do Uruguai, a degradação dos solos considerada como desertificação serve de argumento para a capitalização de recursos, o que demonstra haver abertura de um amplo campo de possibilidades. Para Nascimento (2006), a desertificação é um processo-síntese de muitos instrumentos convergentes de política de recursos hídricos, gestão ambiental e combate aos efeitos da seca, elegendo espaços a serem objetos de identificação de demandas e implementação das políticas locais.

No entanto, há autores que indagam sobre a existência de degradação ambiental e perda da capacidade produtiva, consideradas afetadas pela desertificação, mesmo em ecozonas climáticas úmidas. Nessa perspectiva, Ab'Saber (1977) considera que, desde o Maranhão até o Sudoeste da Amazônia e o Rio Grande do Sul, podem ser encontrados pontos com evidências de desertificação.

No tocante às discussões das áreas que não são desertificadas e sobrepostas para aumentar fundos internacionais para políticas públicas, há autores que defendem que essa capitalização dos recursos é para a recuperação das áreas especiais, nesse caso as de clima úmido, como ocorre o processo de arenização no Rio Grande do Sul. Mas também há outros que identificam a contradição do discurso do Estado para atender às normas do capitalismo,

que, para se expandir, utiliza-se de estratégias para beneficiar o sistema, que é perverso e desigual, surgindo, assim, impactos ambientais e sociais. Esses fenômenos são complexos e apresentam discussões diversas que devem considerar as relações entre sociedade e natureza e suas dinâmicas de transformação, para evidenciar os problemas socioambientais.

3.3.1 A face oculta da desertificação

No decorrer da história, surgiram mitologias sobre a desertificação. Seus ensejos extravasam as questões naturais e sociais e alcançam as questões políticas, que, muitas vezes, escondem a realidade dos fatos, induzindo à ideologia da expansão do deserto, da pressão demográfica, da fome, da subnutrição e da miséria como causas da desertificação (NIMER, 1988). Com efeito, a teoria da ampliação do deserto revela que o Saara estaria percorrendo 5,5 quilômetros por ano, ou seja, avançando e originando a desertificação. Porém, a tese não foi aceita, pois a desertificação não tem relação necessária com desertos preexistentes.

Assim, Rego (2012, p. 24) ressalta que:

> Os primeiros especialistas no tema propuseram a imagem de "deserto invasor", "deserto movente" ou "deserto que avança" para ilustrar a desertificação. A teoria da expansão do deserto culminou com a afirmativa de que o Saara estaria marchando a uma velocidade de 5,5 quilômetros por ano. Esta teoria foi posteriormente rejeitada, e a tese veio perdendo terreno até os dias de hoje, nos quais predomina a ideia de que a desertificação não tem ligação necessária nem automática com desertos preexistentes, sendo antes uma forma de degradação da terra característica das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas.

Segundo Araújo (1996), o fenômeno da desertificação esconde sua face social, uma vez que, a partir da análise dos discursos oficial e empresarial, nota-se um travestimento da realidade ambiental, mediante o determinismo ambiental das secas. Trata-se, pois, de um mito que é engendrado para as populações como forma de camuflar a realidade e garantir a continuidade da produção destrutiva.

Carvalho (2010, p. 124) aponta que:

> A concepção externalizada de natureza hostil ganha a leitura determinista pelo Estado Moderno, e o Estado Brasileiro põe em prática ações de intervenção sobre as secas, uma vez que essas foram avaliadas como as causas naturais do atraso e da pobreza no Semiárido. Na concepção de território naturalizado pelas secas, caberia ao Estado-nacional a tarefa de civilizar o território, corrigindo o determinismo natural, cujas intervenções

> dar-se-iam conta de inserir esse território dentro da ideia de nação forte, redirecionando-o para o desenvolvimento nacional.

Com essa ideia de natureza hostil, justificam-se a pobreza, a fome e a miséria como causas da seca e da desertificação, um estereótipo utilizado como forma de conquistar o território e se manter no poder. Dessa forma, Oliveira (2013) explicita que, desde o início da segunda metade do século XX, as ações governamentais estavam fundamentadas na premissa do desenvolvimento das regiões mais vulneráveis economicamente. O contexto do discurso se modificou, estabelecendo a ótica do desenvolvimento local sustentável. O momento histórico atual é diferente, porém a função e a forma das políticas continuam as mesmas do passado.

Igual perspectiva é escrita por Menezes (1999), ao declarar que as ações intervencionistas implementadas pela política de combate à seca mantiveram-se na cultura elitista e excludente do Estado por meio da elaboração de programas de emergência e de medidas assistencialistas e paliativas. Neste interim, Vargas (1991, p. 29) acrescenta que a natureza contraditória destas políticas ao se prestarem no discurso, a transformação da natureza sertaneja e, na prática, as mudanças que não implicassem na inversão da ordem social estabelecida.

A visão determinista sobre a seca é imposta por um sistema que camufla as desiguais e rígidas estruturas sociais e econômicas regionais, como a concentração de terras e de poder político nos territórios. É, portanto, um problema antigo, mas que perdura até os dias atuais, especialmente onde há dependência significativa das condições naturais de clima e de solos. No entendimento de Sales (2002), a pressão antrópica sobre os recursos naturais, com fragilidade natural acentuada, provoca a deterioração ambiental, gerando, assim, um ciclo de pobreza e miséria, tornando o Nordeste cada vez mais vulnerável. No entanto, Nimer (1988, p. 8) faz críticas a essa afirmação:

> Advertências como estas escondem, no entanto, uma série de mitos envolvendo o problema da fome, tais como: que, atualmente, não existe comida suficiente para alimentar a humanidade; que nos países ricos não há disponibilidade de terras para expansão da agricultura; que a atividade agrícola não pode mais absorver mão-de-obra, sendo, pois, necessário acelerar a industrialização para reduzir as taxas de desemprego; e o grande mito da pressão demográfica, isto é, que o aumento da população provocaria um inevitável aumento de famintos e desempregados vivendo na periferia das cidades.

A literatura de Josué de Castro auxilia a refletir sobre as estruturas sociais e a influência da política no território. Assim, Castro[14] (1951; 2001), um dos primeiros autores a discutirem acerca dessa temática, tentou descontruir a responsabilidade da fome e da miséria ao fenômeno climático da seca e/ou da desertificação. Segundo o autor, as verdadeiras causas da fome não eram de ordem natural, de crescimento demográfico e nem das limitações dos recursos naturais, como defendidas pelos neomalthusianos.

Por outro lado, ele defende a responsabilidade dos sistemas socioeconômicos, os quais são pautados na concentração da renda e da estrutura fundiária, da expropriação dos trabalhadores e da utilização da terra para uma agricultura de exportação que se colocava em detrimento da produção interna de alimentos. Nessa direção, é importante destacar que não é o fenômeno da dinâmica climática que gera a fome, mas sim a conjuntura política desigual de distribuição das terras, bem como a concentração de renda, atrelada à ausência e à ineficácia das políticas públicas, as quais devem ser responsabilizadas por tal efeito.

O veio teórico que trata da seca, da pobreza e da desertificação foi, ao longo do tempo, explicado pelas condições climáticas que ofuscam os problemas sociais. Castro (1992) aponta que a forte imagem da seca não permitia que ficassem claras as ligações entre a pobreza e as relações de produção. Para o estudioso, esse discurso era um instrumento ideológico utilizado para manter o capitalismo e suas demandas no poder. Logo, essa ideia é caracterizada por Mainguet (1994), referenciado por Verdum (2002), como a fase da percepção exagerada sobre o processo, pois acredita-se que a seca, a desertificação e a fome estão diretamente ligadas e que essa ligação deveria ser solucionada urgentemente.

Como se pode notar, esse é, politicamente, um argumento extremamente interessante de convencimento da sociedade em geral quanto à necessidade de se investir em programas de combate à desertificação (VERDUM, 2002). Por seu turno, Torres (2005) expõe que, para interpretar corretamente as origens do fenômeno, deve-se levar em consideração o caráter desigual dos grupos sociais ao se apropriar do ambiente, e postula que:

> [..] profundas situaciones de iniquidad traducidas en desiguales accesos a recursos naturales, económicos, políticos y sociales; así como el relegamiento de zonas a una condición subalterna y de marginalidad determinan [...] que algunos grupos sociales puedan desarrollar prácticas sustentables, mientras otros se ven obligados a recrear condiciones de degradación y pobreza (TORRES, 2005, p. 218).

[14] Autor de duas obras relevantes, dentre outras, valendo destacar, aqui *Geografia da Fome* (1946) e *Geopolítica da fome* (1951), que lhe valeram o reconhecimento internacional e lhe deram o título de Cidadão do Mundo.

Com efeito, a pobreza e a fome são mais um mito e um discurso ideológico que ocultam as reais causas da desertificação, pois cada grupo social, independentemente de nível cultural, intervém nesse processo e impõe suas próprias demandas. O argumento a ser enfatizado mais uma vez é que, à medida que se explora a natureza de forma exacerbada, ampliam-se os problemas socioambientais, e, consequentemente, os que mais sofrem e ficam vulneráveis são os que possuem menos recursos, ao passo que, por terem menor capacidade de se adaptar ao ambiente, podem tender a migrar para os centros urbanos.

Nesse interim, é necessário que sejam feitos estudos sobre as relações socioambientais, políticas e suas dimensões espaciais em áreas susceptíveis ao fenômeno para desmistificar os indicadores visíveis e os invisíveis que contribuem para o avanço desse problema.

4 DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL DO ALTO SERTÃO SERGIPANO

O objetivo desta seção é compreender as alterações das dinâmicas naturais (climatologia, pedologia, vegetação) e sociais envolvidas no processo da desertificação. A possibilidade de associar os sistemas naturais e sociais, nesta tese, surge a partir de uma análise integrada da paisagem com enfoque geográfico acerca do fenômeno da desertificação no Alto Sertão Sergipano. Compreende-se, portanto, que é associando a dinâmica natural do Alto Sertão de Sergipe, bem como as inter-relações entre os processos antropogênicos[15], que se pode chegar às condições paisagísticas caracterizadas no espaço geográfico. Assim, é desvendando o processo de desertificação que podem ser observadas as possíveis alterações entre os elementos dos sistemas, como também as tendências em provocar desequilíbrios no ambiente.

4.1 A variabilidade climática na associação do fenômeno da desertificação

Estudos sobre processos de desertificação têm sido realizados mais especificamente em áreas semiáridas do Nordeste brasileiro, e o enfoque tem recaído em variações climáticas e/ou na ação humana. Nessa acepção, as variações do clima são associadas à presença da sociedade, como agentes de transformação das paisagens e modificadores dos ambientes (regional e local) ou como grupo social que percebe e sofre suas variações (SANT'ANNA NETO, 2013).

A variabilidade do clima interfere tanto nos sistemas naturais (afetando substancialmente os recursos hídricos) quanto nos processos sociais, econômicos, ou seja, em todo o sistema produtivo. Em face disso, há uma variação climática a partir das análises dos dados desta Tese, em que se destacam anos menos chuvosos e mais quentes e outros mais chuvosos e frios, enquanto variáveis importantes no processo da desertificação.

No entendimento de Christofoletti (1992), a variabilidade climática é a maneira pela qual os parâmetros variam no interior de um determinado período de registro, os quais são expressos através de desvio-padrão ou coeficiente de variação. O estudioso ainda ressalta que

[15] Termo usado por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1978) em palestra intitulada "Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema de elaboração de modelos de avaliação", apresentada no Simpósio sobre comunidade vegetal como comunidade biológica, faunística e econômica. Para Monteiro, as derivações e/ou alterações antropogênicas nos sistemas ambientais podem ocorrer tanto positiva quanto negativamente.

a variabilidade é uma alteração de curto prazo das variáveis climáticas, mas sem que haja mudança no clima. Nimer (1979) corrobora com essa afirmação ao exprimir a variabilidade climática pela irregularidade interanual, considerando a concentração de chuvas nas estações do ano ou o grau de homogeneidade espaço-temporal.

Com base em estudos e levantamentos teóricos de outros autores, Pinto e Netto (2008) apresentam as escalas de inconstâncias climáticas, classificando-as em: mudanças climáticas, tendência climática, descontinuidade climática, flutuação climática, variação climática, periodicidade e variabilidade climática. Nesse sentido, o clima é dotado de escalas de processos que atuam no tempo geológico e histórico, assumindo uma dimensão espacial (local, regional e global). Assim, a velocidade, a intensidade e a duração são essenciais para a compreensão dos processos climáticos de mudança, variabilidade e ritmo.

O Quadro 10, a seguir, apresenta a articulação das escalas espacial e temporal, assim como a gênese e os processos que ocorreram na paisagem.

Quadro 10: Articulação das escalas geográficas do clima.

	Escala espacial	**Escala temporal**	**Gênese dos processos (não excludente)**	**Processos explicativos**
Generalização	Global	Mudança climática	Natural	Movimentos astronômicos, glaciações, vulcanismo, tectônica de placas
Organização	**Regional**	**Variabilidade climática**	**Natural e antrópica**	**Sazonalidade, padrões e ciclos naturais, transformações das paisagens (desmatamento, poluição, urbanização)**
Especialização	Local	Ritmo climático	Antrópica	Padrões de uso do solo, expansão territorial urbana, ritmos socioeconômicos

Fonte: SANT'ANNA NETO adaptado de MONTEIRO (1999).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2015).

Observa-se que a escala regional e local permitem analisar as transformações socioambientais no espaço. Embora as escalas globais possibilitem a compreensão de seus processos de forma generalizada, a regional revela os diferentes níveis de organização espacial que podem ser apurados de forma especializada nas escalas locais. Destarte, das escalas globais às locais, tanto os processos físico-naturais quanto os sociais interferem nas características, por meio das quais o clima se articula com o espaço geográfico (SANT'ANNA NETO, 2013). Para Monteiro (1999), se a escala zonal generaliza-se pelas leis gerais da influência da latitude sobre a radiação-fundamento básico da energia terrestre e se a escala local diversifica e multiplica, pela influência dos múltiplos e pequenos fatores das diferenças do domínio geográfico, logo, a escala regional lhes dá verdadeira unidade geográfica.

A escala espaço-temporal definida para trabalhar nesta pesquisa é a regional, por evidenciar dinâmicas atmosféricas atuantes que recebem influências dos elementos climáticos regionais e que repercute na esfera local, além de apresentar processos de origem natural e antrópica, já que "o clima influencia o homem de diversas maneiras, e o homem influencia o clima através de suas várias atividades" (AYOADE, 2010, p. 286). Nesse contexto, a compreensão da dinâmica climática é relevante para a verificação de suas variações, e, para além dessas variações, compreender as interferências no meio ambiente e na qualidade de vida humana, para que, a partir dessa reflexão, se construa uma análise de como as sociedades se relacionam com a dinâmica do clima em escala espaço-temporal, o que leva à percepção de suas múltiplas relações no ambiente.

Os sistemas produtores de tempo ocasionam as variações diárias e semanais na escala têmporo-espacial e são muitas vezes aludidos como sendo perturbações atmosféricas ou meteorológicas que repercutem na paisagem, nos recursos hídricos e na qualidade de vida. Entende-se por perturbações do ar as extensas ondas, turbilhões ou vórtices de ar inseridos na circulação geral da atmosfera (PINTO, 2007). Esses fenômenos contribuem para modular a distribuição temporal da pluviometria sobre a região, originando períodos de estiagem interpolados por ocorrências de precipitações mais abundantes.

O regime de precipitação do estado de Sergipe está associado às condições atmosféricas e aos sistemas sinóticos que atuam nos setores norte e leste do Nordeste do Brasil e possui uma característica própria diferente dos demais regimes da região Nordeste do Brasil (NEB), apresentando variabilidade interanual com desvio da média climatológica superior a um desvio-padrão (SEMARH, 2011). Isso porque Sergipe encontra-se situado na

porção oriental da região Nordeste, sob a influência das massas de ar Tropical Atlântica (mTa) e Equatorial Atlântica (mEa) e de sistemas frontológicos que se individualizam na Frente Polar Atlântica (FPA) e nas Correntes Perturbadas de Leste (Ondas de Leste), as quais, por sua vez, são decisivas na manutenção de um regime pluviométrico caracterizado por chuvas mais abundantes no período outono/inverno (CARVALHO & FONTES, 2006).

Devido à sua posição geográfica espacial, Sergipe possui uma característica de transição entre os regimes pluviométricos do norte (com máximos de fevereiro a maio) e do sul do NEB (dezembro a fevereiro). Essa transição é observada no início da estação chuvosa, alterando a precipitação e causando veranicos. O máximo pluviométrico ocorre em maio, entretanto, quando há um deslocamento anômalo da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), mais para o norte, durante o regime pluviométrico do norte do NEB, o início da estação chuvosa do Leste do NEB é afetado consideravelmente, chegando a haver veranicos (COSTA *et al*, 2004).

Os sistemas meteorológicos que provocam chuvas em sub-regiões diferentes no estado de Sergipe são os Vórtices Ciclônicos de ar Superior (VCAS) e os Distúrbios do Leste, ambos têm relações estreitas com o Dipolo do Atlântico, com a Zona de convergência Intertropical (ZCIT), com as bandas de nebulosidade integradas às frentes frias, com as brisas marítimas e terrestres e também com as oscilações entre 30 a 60 dias. Todos esses sistemas são relevantes na produção de chuvas sobre o Nordeste, e eles agem diferentemente em anos de episódios extremos de precipitação, com mudanças na época de atuação, duração, estrutura e intensidade.

A variabilidade espacial da precipitação do estado de Sergipe caracteriza-se por três faixas climáticas distintas: a subúmida, abrangendo o litoral sergipano; a faixa de transição, denominada de agreste, e o sertão, que engloba os municípios do Alto Sertão de Sergipe. As variações sazonais e anuais do clima apresentam significativa contribuição da variabilidade de precipitação, configurando alguns anos extremamente secos e outros chuvosos, o que se deve à atuação de distintos mecanismos dinâmicos que interagem entre si e que são responsáveis pela distribuição de chuvas, alterando, assim, a paisagem, provocando transtornos na economia e, consequentemente, causando conflitos socioambientais em escala têmporo-espacial.

Para Conti (2008, p. 47), um dos critérios de avaliação do processo de desertificação é a “variabilidade interanual da precipitação, por meio de fórmulas que levem em conta o

desvio-padrão anual, além da realização de análises espectrais de séries temporais de precipitação, a fim de detectar ciclicidades, periodicidades e tendências". Nesse sentido, compreende-se que os elementos climáticos são relevantes para o entendimento acerca da desertificação, porém é necessário contextualizá-los com outros indicadores para evitar reducionismos e determinismos do clima.

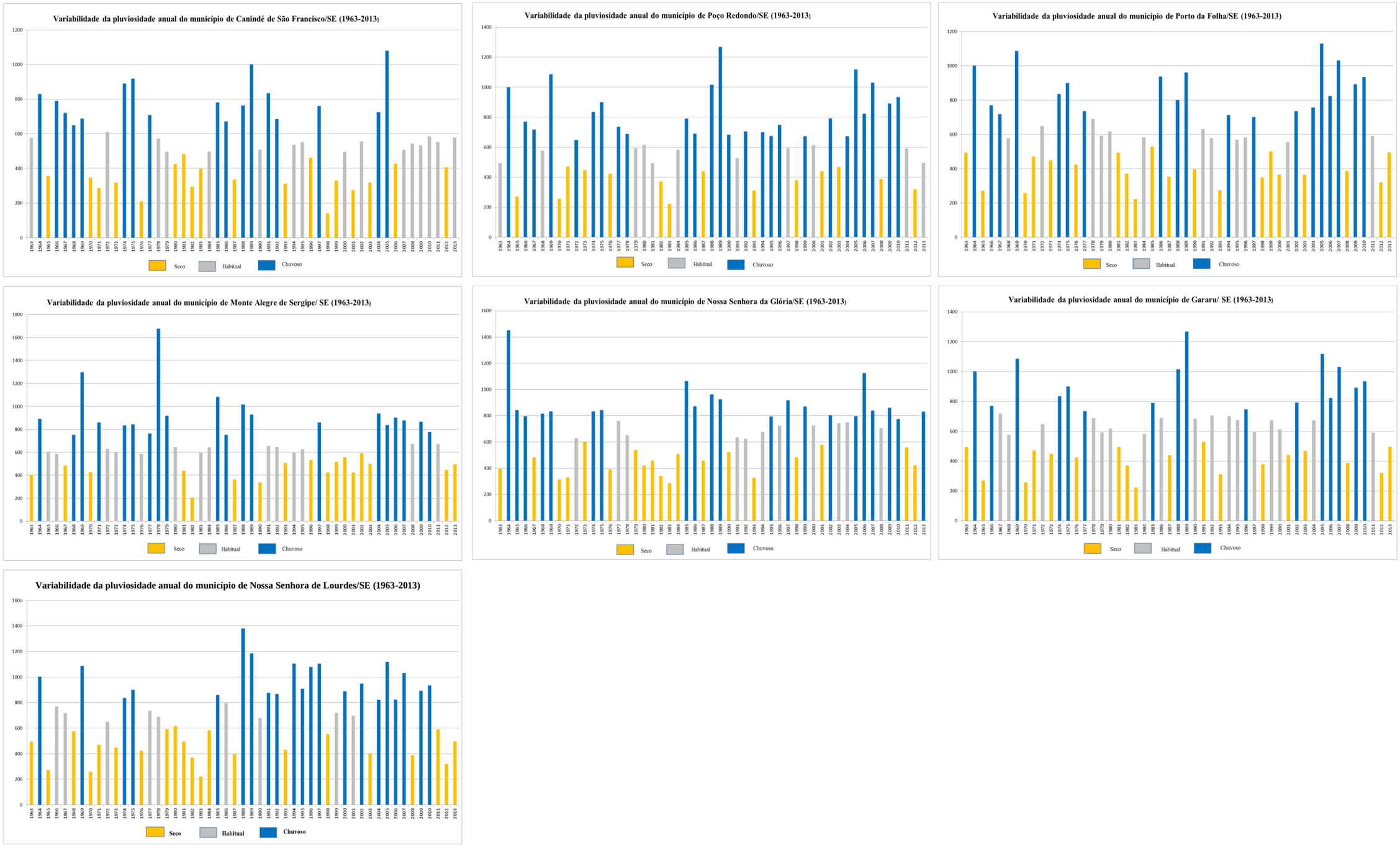
4.1.1 Climatologia e alterações na paisagem

O fenômeno da desertificação está ligado aos processos climáticos e às atividades humanas, principalmente o uso inadequado dos solos. Estudos voltados ao conhecimento dos condicionantes climáticos, por meio de uma análise integrada, são relevantes para a identificação das potencialidades e vulnerabilidades socioambientais. O conjunto das variáveis estudadas, como anos-padrão, distribuição sazonal (seca e chuvosa) e mensal, balanço hídrico e índice de aridez, elucidou a dinâmica da variabilidade de chuvas com períodos de aumento pluvial e, em seguida, interpolados por anos com menor índice pluviométrico.

Eventos como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) exercem papel significativo na dinâmica pluvial dos municípios, associados à origem e definição de seca. Outros mecanismos atmosféricos, como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), definem os tipos de tempo e clima do Alto Sertão Sergipano.

A Figura 10 mostra a distribuição temporal dos desvios percentuais e identifica os anos-padrão da precipitação dos anos de 1963 a 2013, do Alto Sertão Sergipano.

Figura 10: Variabilidade da pluviosidade anual dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR (1963-2013).



Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com essa série histórica de cinquenta anos do A.S.S., observa-se que ocorreu variabilidade nos totais anuais de chuvas, apresentando intervalos ora longos, ora curtos, bem como períodos negativos (seca), períodos positivos (chuvoso) e normais (habitual). A variabilidade de chuvas anual está interligada pela má distribuição do período chuvoso e pela atuação dos fenômenos de larga escala atuantes nessa série histórica. Assim, Marengo (2008) afirma que as chuvas do semiárido da região Nordeste apresentam enorme variabilidade espacial e temporal. Todos os estudiosos do clima com atenção voltada para o semiárido corroboram com a distribuição cronológica irregular das chuvas.

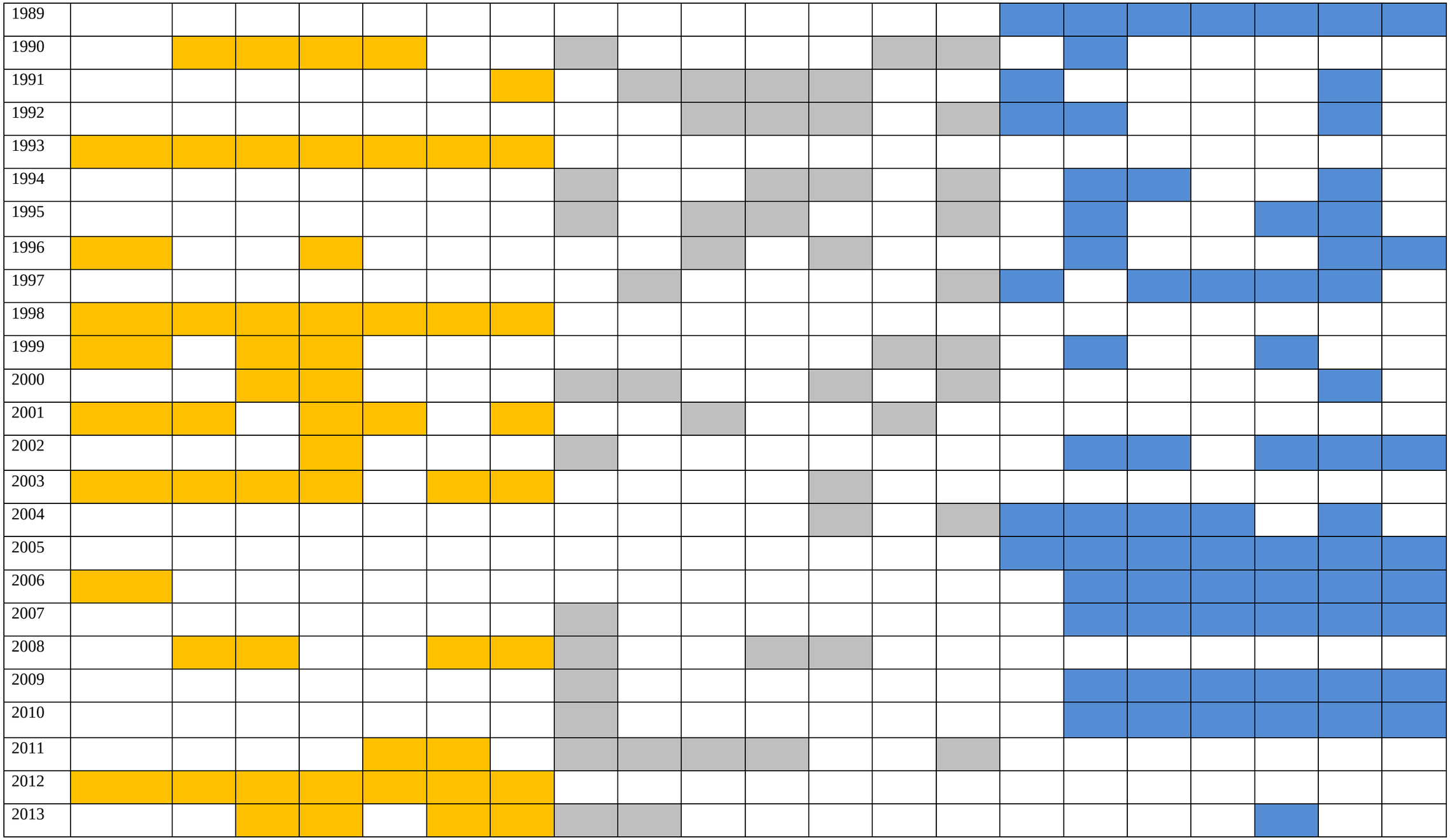
Os anos mais chuvosos no período analisado foram: 1964, 1966, 1967, 1969, 1974, 1975, 1977, 1985, 1986, 1988, 1989, 1992, 1996, 2002, 2004 a 2007, 2009 e 2010. É interessante destacar que, na maioria dos municípios sergipanos, ocorreram quatro anos seguidos chuvosos, entre 2004 a 2007. Na década de 1980, ocorreu o inverso na distribuição pluviométrica, com quatro a seis anos de seca, a qual possivelmente provocou uma diminuição na distribuição e disponibilidade da água para os cultivos agrícolas, para a fauna e a flora e, até mesmo, para o consumo doméstico. Os mais vulneráveis, nesse processo, são os agricultores de subsistência situados no semiárido do Nordeste, já que os anos-padrão habituais apresentam pluviosidade normal e intervalos irregulares entre períodos chuvosos e secos.

A variabilidade interanual da pluviosidade associada aos baixos totais anuais de chuvas e a presença do El Niño são um dos principais fatores para a ocorrência dos eventos de secas sobre a região Nordeste e, especificamente, nas áreas semiáridas como o Alto Sertão de Sergipe. Além disso, estão associados também à Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, a qual articula a pluviometria sobre o norte do Nordeste. Os anos-padrão secos da década de 60 foram 63 e 65; na década de 70, destacam-se os anos de 70, 71, 73 e 76; na década seguinte, foram quatro anos consecutivos de 80 a 83 e 87; em seguida, os anos de 93 e 98; e ainda os anos de 2001, 2003, 2008, 2012 e 2013. Essas secas estão associadas às características climáticas da região e às variabilidades dos Oceanos Pacífico e Atlântico Tropical (MARENGO & SILVA DIAS, 2007).

A partir dos intervalos de classe dos anos seco, habitual e chuvoso, foram atribuídas cores representativas paras as chuvas escassas, para as chuvas frequentes/habituais e para as chuvas de alto quantitativo anual, o que pode ser visualizado no Quadro 11 abaixo.

Quadro 11: Síntese dos anos secos, habituais e chuvosos.

Anos	Municípios							Municípios							Municípios						
	CSF	PR	PF	MAS	NSG	NSL	GR	CSF	PR	PF	MAS	NSG	NSL	GR	CSF	PR	PF	MAS	NSG	NSL	GR
	SECO							HABITUAL							CHUVOSO						
1963																					
1964																					
1965																					
1966																					
1967																					
1968																					
1969																					
1970																					
1971																					
1972																					
1973																					
1974																					
1975																					
1976																					
1977																					
1978																					
1979																					
1980																					
1981																					
1982																					
1983																					
1984																					
1985																					
1986																					
1987																					
1988																					



Legenda: CSF - Canindé de São Francisco; PR - Poço Redondo; PF - Porto da Folha; MAS - Monte Alegre de Sergipe; NSG - Nossa Senhora da Glória; NSL - Nossa Senhora de Lourdes; GR - Gararu.
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

O quadro-síntese possibilitou a identificação da variabilidade de chuvas entre 1970 a 1973, 1980 a 1983, 1998 e 1999, de períodos mais secos consecutivos, ou seja, os anos em que os totais pluviométricos anuais foram bem abaixo da média normal. Nesse intervalo de tempo de dez a quinze anos, surgiram anos-padrão chuvosos e normais (habitual), indicando um aumento da variabilidade pluviométrica, e também secos, como nos anos de 1976 e 1987.

Na década de 2000, houve uma maior variabilidade, com períodos chuvosos contínuos entre 2004-2007 e 2009 e 2010, e, em contrapartida, os anos-padrão secos nos anos de 2012 e 2013. Os anos-padrão habitual de 1972, 1978, 1979, 1984, 1991, 1994, 1995, 2000 e 2011 tiveram pouca variação pluviométrica, encontrando-se dentro ou com pouca diferença em relação ao normal.

Os anos com períodos chuvosos e com pluviosidade normal cedem à paisagem uma visão de extensos campos verdes, mas, por outro lado, no período seco, a maior parte dos solos fica exposta e com a vegetação acinzentada, o que consequentemente traz efeitos negativos para a economia local e regional, com a diminuição dos cultivos agrícolas e/ou a perda parcial/total de safra e de produção pecuária. Esse contraste mostra a realidade da paisagem semiárida do Nordeste brasileiro e, portanto, do A.S.S.

Dentre os fenômenos atmosféricos que influenciam na variabilidade de chuvas anuais, observou-se que a presença do El Ñino no Nordeste também provocou seca no A.S.S., o que pode ser comprovado no Quadro 12, em seus respectivos anos e intensidades, de acordo com a CPTEC-INPE (2010), e também pelos dados dos anos-padrão secos discutidos anteriormente. Com o El Niño, a variabilidade do clima acentua ainda mais, em relação aos anos normais, os índices pluviométricos, ficando a média inferior à média climatológica.

Quadro 12: Anos de El Niño e suas intensidades (1963 a 2010).

Ano	Intensidade
1963	Fraco
1965-1966	Moderado
1968-1970	Moderado
1972-1973	Forte
1976-1977	Fraco
1977-1978	Fraco
1979-1980	Fraco
1982-1983	Forte
1986 a 1988	Moderado
1990 a 1993	Forte
1994-1995	Moderado
1997-1998	Forte

2002-2003	Moderado
2004-2005	Fraco
2006-2007	Fraco
2009-2010	Fraco

Fonte: CPTEC-INPE (2010).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

O A.S.S. é influenciado pelo fenômeno El Niño, sendo este um dos fatores que modificam o ambiente e, portanto, é uma das causas da desertificação local. Menezes (1999) afirma que o fenômeno El Niño provoca seca no Nordeste e descreve:

> O sertão sertanejo sempre foi castigado pela seca. No ano de 1982, Sergipe teve uma produção de 118.952 toneladas de grãos, entre feijão e milho. Em 1983, quando o fenômeno El Niño marcou sua passagem mais devastadora pelo Brasil, ocasionando chuvas torrenciais no sul e falta de chuva no Nordeste, a agricultura sergipana atingida pela longa estiagem amargou uma mísera produção de 5.215 toneladas de grãos. [...] O El Niño se manifestou novamente em 1997, trazendo a possibilidade de uma seca mais acentuada no Nordeste nos próximos anos (MENEZES, 1999, p. 260).

Outros pesquisadores declaram, sobre os episódios de El Niño em 1982/83 e 1997/98, como sendo um dos mais intensos desde o início das medições, com anomalias da TSM chegando até 4ºC e causando proporções catastróficas na região semiárida do Nordeste (MARENGO *et al.*, 2011).

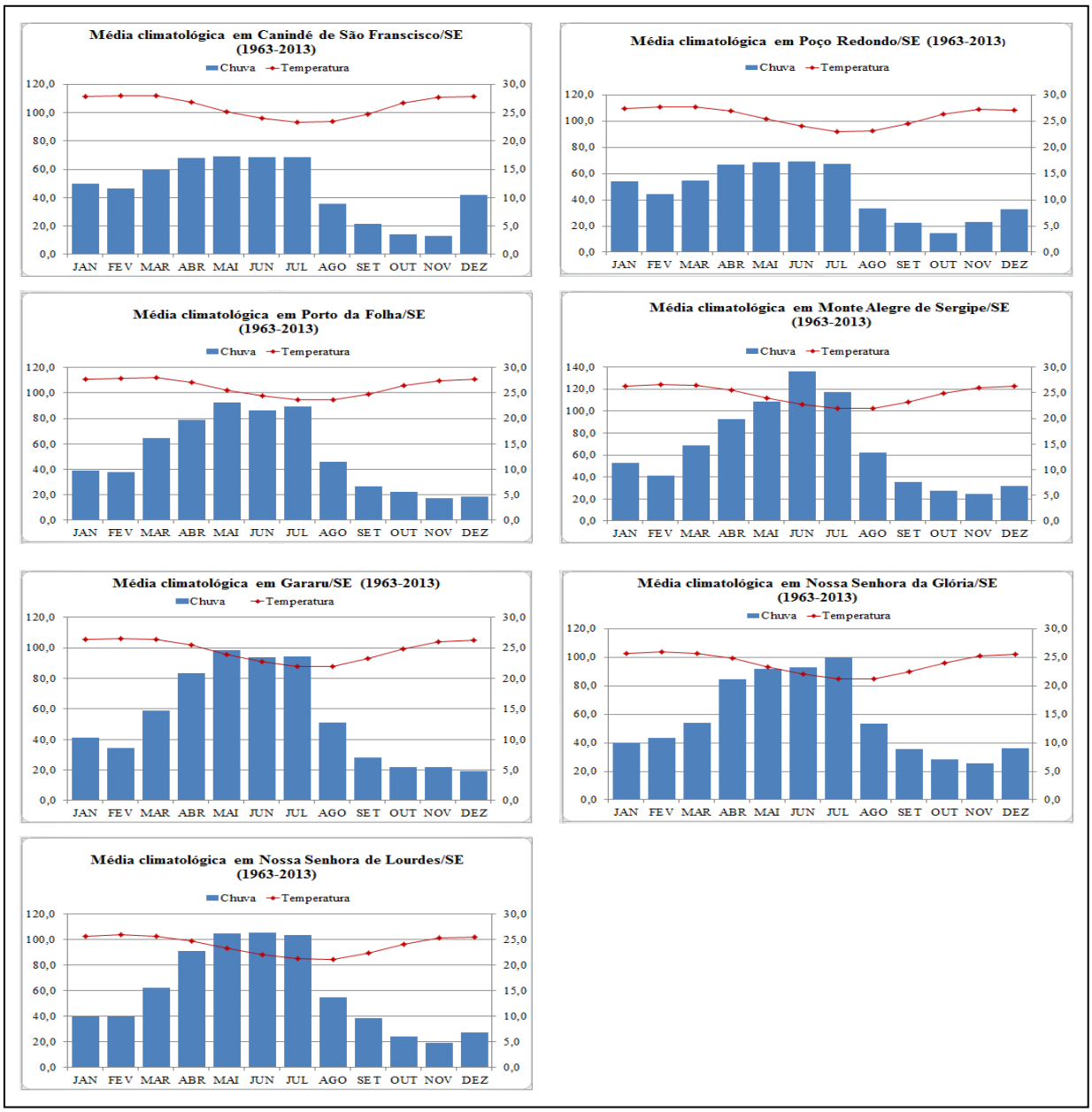
Na leitura de Pinto e Netto (2008), ocorrem secas sazonais e contingentes no estado de Sergipe, apresentando risco para as plantas de ciclo anual, pois que abrange três estações do ano, ou partes delas, e para as lavouras anuais, principalmente os cultivos de feijão e milho. A seca invisível, popularizada como seca verde, também tem registros no clima sergipano, com consequências sobre os cultivos anuais.

Em tal contexto, a seca afeta substancialmente tanto os recursos hídricos, tendendo a dessecar os solos e ao ressecamento da vegetação herbácea, quanto as atividades agropecuárias, com a baixa produtividade na agricultura, na pecuária e no abastecimento d'água para os centros urbanos e as comunidades rurais, provocando perda de vidas e danos materiais significativos. Nesse período de estiagem, como já é sabido, há prejuízo na lavoura de milho e feijão, e as criações de animais acabam morrendo devido à fome e à sede. Além disso, os agricultores não desenvolvem o plantio pela ausência de condições climáticas favoráveis.

Em contrapartida, nos anos chuvosos, os sertanejos ficam mais felizes, o tempo é de plantio, de maior oferta de alimento e água para os animais, de as plantas nativas frutificarem,

havendo ainda maior biomassa de caatinga e mais nutrientes no solo; os reservatórios ficam cheios, os rios percorrem o sertão e há maiores possibilidades de vendas no comércio. A ambiência climática torna-se amena e há conforto térmico local pela presença de chuvas, como pode ser visualizado na Figura 11 do climograma das médias mensais de pluviosidade e de temperatura, do período de 1963 a 2013, do Alto Sertão de Sergipe.

Figura 11: Distribuição espacial mensal da precipitação e temperatura média dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (1963-2013).



Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com a série histórica, observa-se que os meses entre abril a julho são os mais chuvosos, então, consequentemente, a temperatura é mais baixa em relação aos demais

meses do ano. Para tanto, a ZCIT é o principal mecanismo dinâmico responsável pelas chuvas do semiárido do Nordeste (MARENGO *et al.*, 2011).

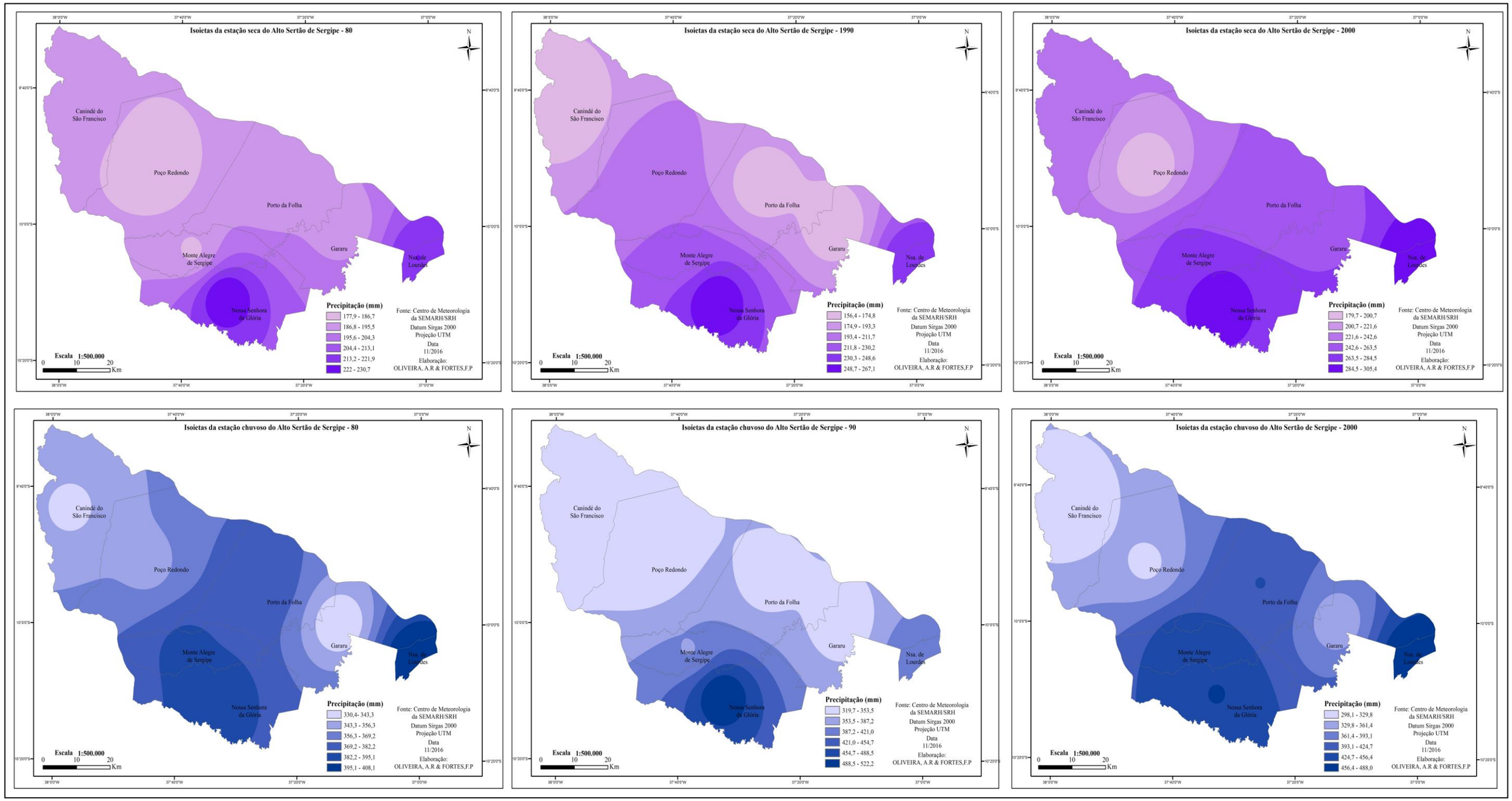
No período chuvoso, acontece a realização dos cultivos agrícolas de sequeiro. Em Canindé de São Francisco e Poço Redondo, há os perímetros irrigados de Jacaré-Curituba e Nova Califórnia, que não são tão dependentes dos elementos climáticos para a realização da lavoura, no entanto não beneficiam de forma igualitária a todos. Na pesquisa de campo, os agricultores relataram que o período do plantio está sendo cada vez mais irregular. Segundo os entrevistados, "*a preparação da terra para o plantio iniciava no mês de abril, porém mudou nos últimos anos devido à variabilidade de chuvas para maio e até mesmo junho*". Diniz (1996) corrobora com a discussão, ao relatar que o calendário agrícola é profundamente ligado à chuva, salvo nos projetos onde a irrigação libertou o camponês das limitações climáticas. Essa liberdade não é tão nítida assim, porque, às vezes, as chuvas em demasia prejudicam as áreas hortícolas, naturalmente mais úmidas.

Os parâmetros climáticos exercem influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, abrangendo a preparação da terra, a semeadura, o crescimento dos cultivos, a colheita, a armazenagem, o transporte e a comercialização (AYOADE, 2010). Os meses mais secos ocorrem entre agosto e março, são sete a oito meses que caracterizam a seca sazonal e definem tão bem o semiárido nordestino. Em depoimento, os entrevistados confirmaram também essa informação. É conveniente lembrar que tal comportamento é médio, devendo haver irregularidades na sua distribuição cronológica em períodos não muito bem definidos.

A temperatura dos municípios do Alto Sertão Sergipano ocorre em similaridade, apresentando oscilações entre 22 ºC e 27 °C durante o ano. Em consonância, com os dados de literatura, os municípios apresentam regime térmico que oscila entre temperaturas mínimas mensais de 22 ºC, nos meses de junho e julho, e máximas térmicas de 27,8 ºC, nos meses de dezembro a janeiro. Tal padrão térmico, aliado aos fatores edáficos, proporcionam uma maior propensão ao processo de desertificação na área em estudo.

O semiárido do A.S.S. apresenta duas estações definidas, o verão, com precipitações baixas e/ou sem chuvas e temperaturas elevadas durante o dia, diminuindo à noite, devido ao efeito da continentalidade; e o inverno, com chuvas elevadas e distribuídas de forma irregular e com temperaturas mais amenas, como mostra a Figura 12 da distribuição sazonal (seca e chuvosa) agrupada em três décadas distintas, de 1980 a 1989; 1990 a 1999 e 2000 a 2009.

Figura 12: Isoietas das estações seca e chuvosa das décadas de 80, 90 e 2000 dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (A.S.S.).



Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH, 2015.
Organização: OLIVEIRA, A.R.; FORTES, F.P. (2016)

A variabilidade espacial sazonal da estação seca da década de 1980 a 1989 variou entre 177 mm a 230 mm, da década de 1990 a 1999 entre 156 mm a 267 mm, e 2000 a 2009 entre 179 mm a 305 mm. Na estação chuvosa da década de 1980, variou entre 330 mm a 408 mm; da década de 1990, entre 319 mm a 521 mm, e 2000 a 2009 entre 298 mm a 488 mm. As variações sazonais também se destacam, apresentando como menor valor 156 mm, no verão, e como maior 521 mm, no inverno. No final da estação chuvosa, de julho para setembro, são verificadas elevações das precipitações em alguns anos, em decorrência da passagem de sistemas frontais pelo sul do NEB e que atingem Sergipe (PINTO, 1999).

Os municípios mais chuvosos do A.S.S. são Nossa Senhora de Lourdes e Nossa Senhora da Glória. Os municípios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco e Porto da Folha são mais secos e menos chuvosos, isso porque as dinâmicas dos elementos climáticos genéticos configuram essas áreas com menor índice de precipitação. Embora Gararu e Monte Alegre de Sergipe apresentem também características secas, mas elas são menos acentuadas em relação aos três municípios supracitados. Há que se salientar também a extensão territorial significativa que esses municípios representam no contexto do A.S.S., o que acentua a relação de dependência climática da unidade.

O verão é caracterizado, basicamente, por ter os dias mais longos que as noites. Ocorrem mudanças rápidas nas condições diárias do tempo, levando à ocorrência de chuvas de curta duração e forte intensidade, principalmente no período da tarde. No outono, sendo uma estação de transição entre o verão e o inverno, verificam-se alterações nas condições do tempo atmosféricas, apresentando variabilidade de chuvas com máximos valores no litoral, diminuindo em direção ao semiárido do estado. É nessa estação de transição que os agricultores iniciam a preparação do terreno para a realização do plantio.

A primavera para os municípios do Alto Sertão de Sergipe representa uma estação seca, porquanto vem acompanhada de mudança no regime de chuvas devido ao aumento do calor e da umidade, que se intensificam gradativamente, podendo ocorrer pancadas de chuvas, que, em algumas ocasiões, são acompanhadas de ventos fortes e pela presença de raios.

No período chuvoso, acontece a realização dos cultivos agrícolas. Quando a chuva é abaixo da média, surge o fenômeno da seca e provoca prejuízo às lavouras de milho e feijão, perdas na produção pecuária, redução da capacidade vegetativa de suporte alimentar, falta d’água nos tanques e barreiros, ausência de comida no pasto, a caatinga perde suas folhas, há menores possibilidades de vendas no comércio e de execução de planos, o que repercute tanto

na dinâmica natural quanto socioeconômica, pois é um sistema aberto de entrada e saída e que interfere diretamente na qualidade de vida.

A seca que define o semiárido é um dos fatores que interfere na realização das atividades agrícolas e na otimização da produtividade, portanto é relevante o conhecimento da realidade climática local para serem minimizados os riscos da agropecuária. Nesse ínterim, construiu-se o balanço hídrico pelo método de Thornthwaite & Mather (1955), que expressa as condições climáticas e pedológicas e contabiliza relativamente os valores mensais de chuvas, com a evapotranspiração potencial para cada município do A.S.S. na série histórica de 1963-2013.

O balanço hídrico pode ser entendido como a contabilização dos ganhos e das perdas de água, em determinado volume de solo. Os ganhos são constituídos, basicamente, pela precipitação pluvial, enquanto as perdas ocorrem por evapotranspiração, percolação profunda e escoamento superficial e subsuperficial de saída (SOUZA *et al.*, 2006).

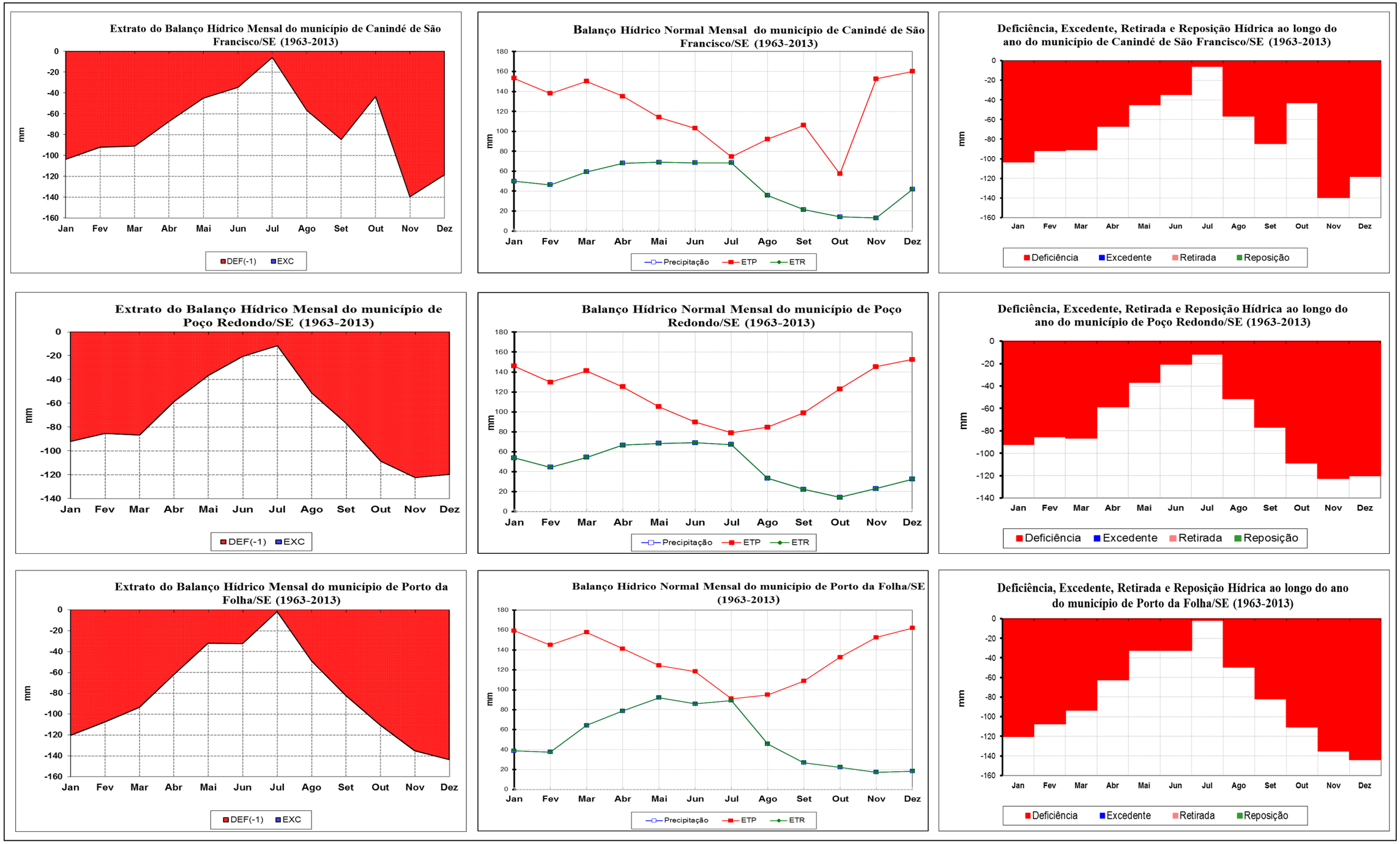
Os índices de evaporação críticos nos municípios favorecem o balanço hídrico (BH) deficitário, o que se reflete diretamente nos ciclos hidrológicos regionais materializados em rios intermitentes sazonais. Alfonsi (2000) afirma que, por meio do confronto desses parâmetros, é possível determinar as épocas de excesso de água, os períodos de seca, a diminuição ou o aumento das chuvas, bem como a época de maior consumo de água pelas plantas em geral. As Figuras 13 e 14, elaboradas a partir dos dados constantes na Tabela 6, apresentam a espacialização do Balanço Hídrico médio mensal dos municípios do A.S.S.

Tabela 6: Representação dos valores médios da precipitação climatológica, evapotranspiração, temperatura, deficiência e excedência hídrica.

Municípios	**Precipitação anual (mm)**	**Evapotranspiração anual (mm)**	**Temperatura Média (ºC)**	**Deficiência Hídrica (mm)**	**Excedência hídrica (mm)**
Canindé de São Francisco	555,7	1436,21	25,2	880,5	0,0
Gararu	647,4	1355,00	24,8	706,00	0,0
Monte Alegre de Sergipe	664,8	1355,37	24,8	690,6	0,0
Nossa Senhora da Glória	684,5	1283,07	24,2	598,6	0,0
Nossa Senhora de Lourdes	719	1355,50	24,8	636,5	0,0
Poço Redondo	549,8	1420,58	25,2	870,8	0,0
Porta da Folha	617,4	1588,02	26,2	970,6	0,0

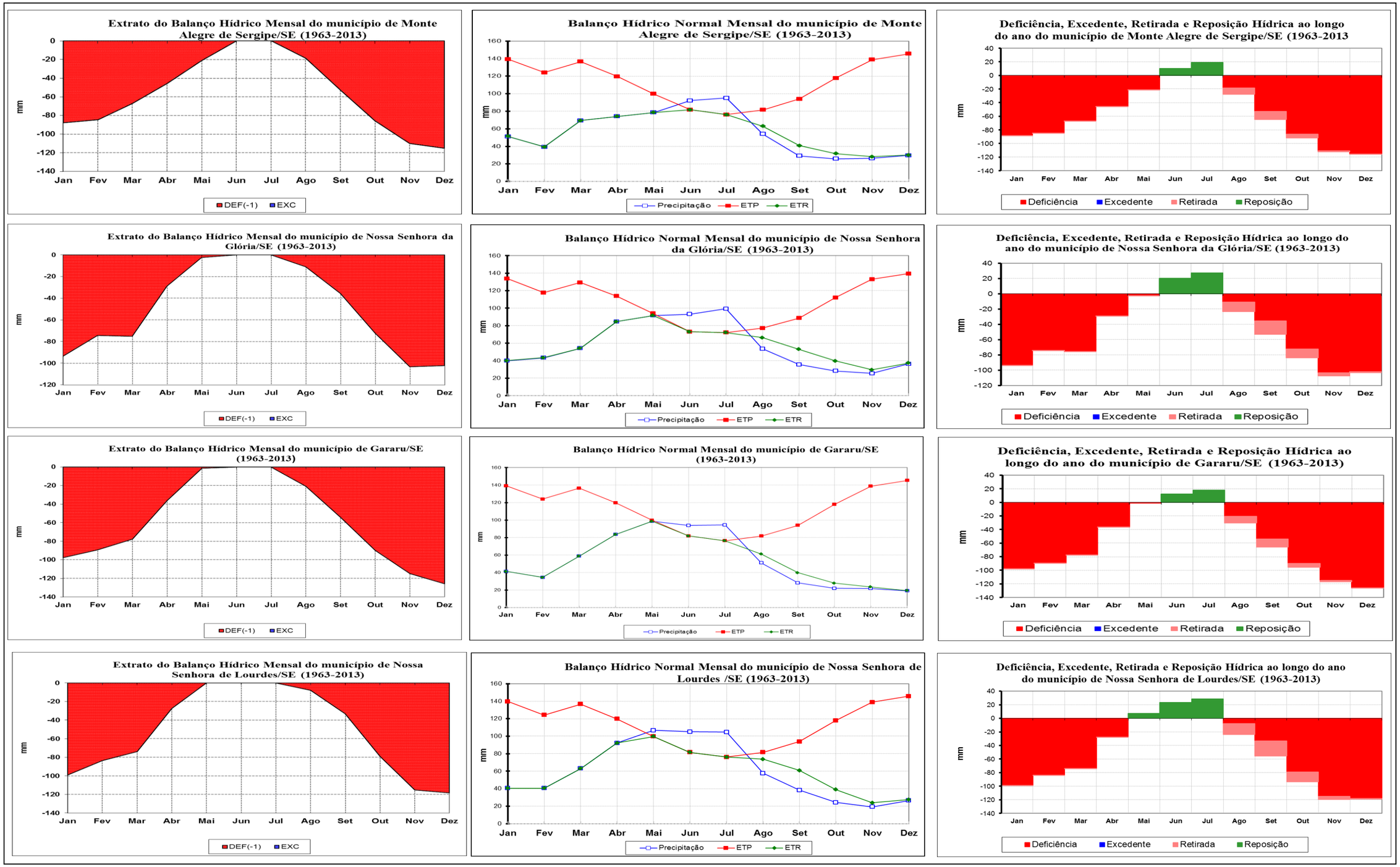
Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

Figura 13: Balanço Hídrico mensal médio dos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha (1963-2013).



Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

Figura 14: Balanço Hídrico mensal médio dos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes (1963-2013).



Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com essa série histórica, o balanço hídrico – BH – foi desfavorável para todos os municípios do A.S.S., apresentando déficit hídrico ao longo do ano tanto do ponto de vista climático, devido às irregularidades de chuvas e ao baixo índice de pluviosidade, quanto pedológico. Embora não tenha sido registrado cômputo negativo no balanço hídrico nos meses de junho e julho nos municípios de Gararu, Nossa Senhora da Glória, Monte Alegre de Sergipe e Nossa Senhora de Lourdes, este último também não registrou déficit no mês de maio, no entanto, não houve excedente hídrico, isso porque se encontram na faixa de transição entre o litoral e o semiárido.

Constata-se uma significativa variação nos volumes pluviométricos, com valores médios anuais de precipitação variando de 549,8 mm, no município de Poço Redondo, e 684,5 mm em Nossa Senhora da Glória. Esse contraste está relacionado à posição geográfica, uma vez que o primeiro município encontra-se no interior do estado, enquanto o segundo está mais próximo do litoral.

Os meses mais críticos de déficit hídrico são de novembro a março, sendo que entre maio a julho vai reduzindo o BH negativo, mas sem ocorrência de excedente, gerando baixa disponibilidade de águas. Esses períodos mais críticos de déficit hídrico apresentam índice negativo de 140 mm, demonstrando que as chuvas ocorridas não ultrapassaram a CAD[16] estabelecida no BH, o que gera um fator preocupante que interfere na produção agrícola sequeira, a qual depende da manutenção da umidade do solo durante o período de cultivo e provoca transtornos para a economia local e regional e, consequentemente repercute nos aspectos sociais da população.

Nos desertos, especialmente naqueles caraterizados por altas temperaturas diárias durante quase ou todo o ano, “o balanço hídrico se apresenta de certa forma equilibrado, apenas, na curta época de chuva, permanecendo por quase todo o ano, ou por vários anos consecutivos, em profundo déficit em relação à necessidade ideal de água” (NIMER, 1988, p. 11), ao contrário do que ocorre nas regiões de clima úmido onde o balanço hídrico é favorável ao longo do ano.

O regime intermitente das águas superficiais, com exceção do Rio São Francisco, reflete a escassez e a alta variabilidade interanual das pluviosidades. Nesse sentido, a baixa precipitação reduz as vazões do rio São Francisco e, por conseguinte, interfere na geração de energia hidroelétrica e nos cultivos irrigados.

[16] Capacidade Máxima de Água Disponível.

Essas condições causam uma deficiência anual nos solos, a qual limita as probabilidades de uso da terra, impacta a agricultura comercial e de subsistência e origina um processo de aridização[17] que, por sua vez, pode suscitar a desertificação no semiárido. Esses fatores são um dos possíveis causadores da degradação ambiental que acentuam o processo de desertificação.

Quanto à reposição de água, os meses de junho e julho foram os mais favoráveis, devido à ocorrência de chuvas no inverno, pois, no período, não houve déficit hídrico nos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes, este último abrangeu também o mês de maio.

A evapotranspiração potencial (ETP) dos municípios do Alto Sertão de Sergipe é maior que a disponibilidade de água no solo. Isso está relacionado à condição climática local, principalmente em relação a uma menor precipitação e elevada temperatura, ou seja, uma atmosfera mais aquecida permite maior quantidade de água na forma de vapor. Portanto, a ETP é a capacidade do sistema em absorver esse vapor ou converter o seu calor armazenado em calor latente[18.] Os meses de novembro-maio apresentaram os maiores índices de ETP, agravando-se ainda mais a deficiência hídrica, registrando-se, assim, um cômputo negativo no balanço hídrico em relação aos dados médios tanto devido à diminuição da precipitação quanto ao aumento da evapotranspiração.

A grande quantidade de radiação solar, aliada à presença de cobertura vegetal do tipo caatinga do Nordeste do Brasil, "contribui diretamente para as altas taxas de evapotranspiração e concentração das precipitações em poucos meses do ano, resultando em déficit hídrico" (SANTOS & AQUINO, 2016, p. 46).

De acordo com os resultados obtidos, evidenciou que os municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha têm características climáticas homogêneas. Observando a correlação entre a precipitação e a evapotranspiração real (ETR), percebeu-se que há um equilíbrio durante os meses do ano, portanto não houve excedente nem reposição, mas deficiência hídrica, porque o solo não atingiu a sua capacidade máxima de retenção de

[17] Define-se "aridização" como sendo uma situação na qual o déficit hídrico que atualmente se apresenta no semiárido durante 6-7 meses do ano seja estendido para todo o ano, consequência de um aumento na temperatura e da redução das chuvas (MARENGO *et al*., p. 402, 2011).

[18] "É a máxima possível evaporação que poderia ser obtida de uma superfície úmida, plana, horizontal e negra, exposta às condições meteorológicas de radiação global, vento, temperatura e pressão de vapor que existe na vizinhança (proximidade) do habitat de uma planta ou animal", sendo que isso depois define o termo que ele chama de evaporação latente (ROBERTSON, 1955).

água. Em relação aos demais municípios, há um equilíbrio em alguns meses do ano, porém, em junho e julho, a precipitação é maior do que a ETR e menor entre os meses de agosto a dezembro.

As estações seca e chuvosa predominam no semiárido do A.S.S. Na primeira, a ETP é maior do que na segunda, isso devido aos elementos climáticos de chuvas e temperaturas, ao contrário da ETR, que é menor no verão e maior no inverno. Para um bom desenvolvimento agrícola, é necessário um equilíbrio entre a evapotranspiração potencial e a pluviosidade. Assim, Souza *et al.* afirmam que:

> A disponibilidade hídrica do solo é influenciada pelas condições térmicas e pela distribuição espaço-temporal das precipitações, influenciando os processos de evapotranspiração e absorção dos nutrientes e, consequentemente, a produtividade das plantas. O balanço hídrico pode ser entendido como a contabilização dos ganhos e perdas de água, em determinado volume de solo. Os ganhos são constituídos, basicamente, pela precipitação pluvial, enquanto as perdas ocorrem por evapotranspiração, percolação profunda e escoamento superficial e subsuperficial de saída (2006, p. 630).

O déficit de água no ambiente semiárido modifica a paisagem, dando lugar ao seco e em conjunto com as ações humanas degrada os elementos naturais como o solo, a vegetação e a água, estabelecendo limitações ao manejo e a produtividade agrícola tornando o ambiente mais propício ao processo de desertificação.

Segundo a Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, as áreas susceptíveis à desertificação no Brasil estão localizadas na Região Nordeste, com predomínio de climas semiáridos e subúmidos secos, com Índice de Aridez variando entre 0,21 a 0,65. Diante desse cenário, quanto menor o índice de aridez, maior será a susceptibilidade ao processo de desertificação (MATALLO JÚNIOR, 2003), como pode ser observado na Tabela 7.

Para Sales (2003), a determinação desse índice permite conhecer *a priori* as limitações impostas pelo clima para a realização de atividades biológicas primárias e, consequentemente, da produtividade agrícola indispensável ao desenvolvimento das sociedades humanas. Trabalhos realizados no Nordeste do Brasil utilizaram a metodologia do IA para a identificação das áreas em processo de desertificação, conforme Sales (2003), Aquino (2010), entre outros.

Tabela 7: Tipos de clima, segundo a amplitude de variação do Índice de Aridez (P/ETP).

Zonas climáticas	Amplitude do Índice de Aridez (IA)
Hiper-árido	*< 0,005*
Árido	0,05 – 0,20
Semiárido	0,21-0,50
Subúmido seco	0,51-0,65
Subúmido e úmido	>0,65

Fonte: MATALLO JÚNIOR (2003).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

Os municípios do A.S.S. estão inseridos nessa classificação de zona climática semiárida e subúmida seca entre as amplitudes de 0,38 a 0,53 de IA. Os municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Monte Alegre de Sergipe e Gararu têm o IA mais acentuado, correspondendo à categoria de 0,21-0,50, portanto mais propício ao processo de desertificação. Enquanto isso, Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes fazem parte da classificação climática subúmido seco, onde o IA é menos acentuado, mas o ambiente tem suas fragilidades climáticas, repercutindo, então, nos demais sistemas socioambientais. No quadro 13, pode ser visualizado o índice de aridez dos municípios do A.S.S.

Quadro 13: Classificação do índice de aridez (IA) dos municípios do A.S.S. (1963-2013).

Municípios	Precipitação (mm)	Evapotrans-piração	IA	Classificação	Susceptibilidade à desertificação
Canindé de São Francisco	46	120	0,38	Semiárido	Alta
Gararu	54	113	0,47	Semiárido	Alta
Monte Alegre de Sergipe	55	113	0,49	Semiárido	Alta
Nossa Senhora da Glória	57	107	0,53	Subúmido seco	Moderada
Nossa Senhora de Lourdes	59	113	0,52	Subúmido seco	Moderada
Poço Redondo	46	119	0,38	Semiárido	Alta
Porta da Folha	51	132	0,38	Semiárido	Alta

Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com o resultado apresentado da série histórica estudada (1963-2013) por meio da metodologia de Thornthwaite (1948), os municípios de Canindé de São Francisco (0,38), Poço Redondo (0,38), Porto da Folha (0,38), Monte Alegre de Sergipe (0,49) e Gararu (0,47) são classificados como áreas com susceptibilidade Alta, por se enquadrarem na amplitude do IA 0,21 a 0,50. Ademais, os três primeiros municípios possuem aridez maior em relação aos dois últimos, isso porque estes estão mais próximos da classificação subúmido seco. Os municípios de Nossa Senhora da Glória (0,53) e Nossa Senhora de Lourdes (0,52) apresentam susceptibilidade moderada, estando entre a amplitude do IA 0,51 a 0,65. No Quadro 14, a seguir, são mostrados os resultados do índice de aridez, em cinco décadas, dos municípios do A.S.S., para a verificação das alterações na paisagem.

Quadro 14: Classificação do índice de aridez (IA) por décadas dos municípios do A.S.S. (1963-2013)

Municípios	**Índice de Aridez (IA)**					
	Anos					
	1963/ 1973	1974/ 1983	1984/ 1993	1994/ 2003	2004/ 2013	Classificação
Canindé de São Francisco	0,38	0,37	0,44	0,30	0,41	Semiárido
Gararu	0,50	0,40	0,51	0,44	0,58	Semiárido/ Subúmido seco
Monte Alegre de Sergipe	0,64	0,77	0,51	0,41	0,58	Semiárido/ Subúmido seco/ Subúmido e úmido
Nossa Senhora da Glória	0,52	0,43	0,53	0,57	0,59	Semiárido/ Subúmido seco
Nossa Senhora de Lourdes	0,50	0,40	0,58	0,61	0,57	Semiárido/ Subúmido seco
Poço Redondo	0,39	0,35	0,41	0,35	0,40	Semiárido
Porto da Folha	0,38	0,37	0,38	0,34	0,46	Semiárido

Fonte: Centro de Meteorologia da SEMARH/SRH (2015).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com a série histórica analisada, ocorreram mudanças do I.A. dos municípios de Gararu e Nossa Senhora de Lourdes, passando de semiárido para subúmido seco. O município de Monte Alegre de Sergipe, por seu turno, apresentou uma maior variação no I.A.,

sendo classificado, na primeira década, como subúmido seco; na segunda, como subúmido e úmido; na quarta, semiárido, e, na última, retornou para a primeira classificação.

No município de Nossa Senhora da Glória, surgiram alterações em uma década, mas retornou para a mesma classificação, ao contrário dos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, que permaneceram com a mesma classificação semiárida. Portanto, não há indícios de que o clima da região possa estar se tornando mais seco ou mais úmido, ainda que, durante os últimos cinco anos, as chuvas tenham se apresentado em menores volumes e de forma cada vez mais irregular.

Os processos climáticos com enfoque na variabilidade interanual, intersazonal e mensal de chuvas, e também o balanço hídrico e o índice de aridez, associados aos processos antropogênicos, formam a diagonal semiárida que indica alta susceptibilidade aos processos de desertificação nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Monte Alegre de Sergipe e Gararu, além de susceptibilidade moderada para os municípios de Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes.

A análise do clima demonstra e ratifica que os municípios do A.S.S. são caracterizados por uma condição climática com baixos índices pluviométricos e com evapotranspiração superior à precipitação, o que conduz ao elevado déficit hídrico, registrando-se assim, um cômputo negativo no balanço hídrico, com existência de uma condição de aridez que se estabelece em significativa parte do ano. Assim, esses indicadores são relevantes para a compreensão dos processos de desertificação, mas não são determinantes para tanto, haja vista que os processos sociais influenciam gradativamente na degradação do ambiente.

4.2 Interações do sistema socioambiental no semiárido do A.S.S.

Clima, solo e vegetação, correlacionados com as atividades desenvolvidas pela ação antropogênica (cultivos, pecuária, minérios), modificam a paisagem, seja de forma “positiva ou negativa” (MONTEIRO, 1978; MENDONÇA, 2014). Há também concordância entre outros estudiosos que buscam conhecimento sobre essa temática.

Segundo Ayoade (2010), o clima afeta os processos geomorfológicos, os solos e o crescimento e desenvolvimento das plantas. Os organismos, incluindo o homem, são influenciados pelo clima. Além disso, os processos pedogenéticos são resultantes das interações de fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos e de organismos vivos através

do tempo, contendo matéria viva e, em parte, modificada pela ação humana, constituindo-se como componente relevante na organização e manutenção da vida em sociedade.

No entendimento de Guerra & Botelho (1996), afora os fatores formadores dos solos, as propriedades químicas e físicas são subsídios para a compreensão dos processos de formação e evolução dos solos na paisagem. Logo, os solos são capazes de sustentar as plantas, reter água, armazenar e transformar resíduos, assim como todas as atividades que os seres humanos desenvolvem estão centradas em alguma forma geomorfológica e pedológica.

A vegetação, por sua vez, é também um elemento importante para a proteção do solo, visto que reduz a intensidade de sulcos, ravinas e voçorocas e, por fim, o retalhamento do solo, o que diminui a produção dos cultivos. Os solos desnudos vão perdendo nutrientes, tornando-se mais susceptíveis à erosão. Da mesma forma, Pinto & Netto (2008) acrescentam que o solo desprotegido e exposto diretamente à radiação solar tem seu armazenamento d'água comprometido.

Os desmatamentos intensificam a evaporação, diminuem o estoque da água em circulação na atmosfera, provocam escassez e irregularidade das chuvas, bem como maior lixiviação dos solos, assoreamento dos rios, destruição da flora e da fauna, modificações no ciclo do carbono na atmosfera e diminuição da produção agrícola, com a perda de nutrientes ao longo do tempo.

O A.S.S., espaço em análise, possui clima semiárido e com alto potencial de evapotranspiração e baixa precipitação, de modo que assim se originam solos rasos e salinos que poderão provocar impactos sobre a economia, a população e o meio ambiente. Além disso, a amplitude térmica diária elevada e as chuvas escassas e irregulares formam uma vegetação xerófita, pois as plantas guardam água nos vacúolos celulares e apresentam espinhos para não evapotranspirar, ou seja, os espinhos requerem menor quantidade de água e perdem pouco líquido na transpiração, resistindo, com isso, à estiagem.

Williams & Robert Junior (1996) explicam que a caatinga apresenta comportamentos naturais miméticos, como mecanismos de defesa, em virtude do balanço hídrico negativo para ajustes ecológicos que ocorrem nos aspectos morfológicos, anatômicos e fisiológicos.

Nesse sentido, Ab'Saber (2003, p. 85) explicita as características relacionadas ao clima semiárido: "[...] muito quente e sazonalmente seco, que projeta derivadas radicais para o mundo orgânico das caatingas e o mundo socioeconômico dos viventes dos sertões". Por ser uma área semiárida com altas temperaturas, susceptíveis à seca, os habitantes locais convivem

com instabilidades climáticas e também sociais que estão relacionadas a diversos fatores naturais e estruturais, com a concentração de renda e de terra nas mãos de poucas pessoas, mas, mesmo assim, o Nordeste do Brasil é ainda o semiárido mais povoado do mundo (AB'SABER, 2003; DRECH, 1992).

Para Ab'Saber (2003), cerca de 23 milhões de pessoas habitam a área da caatinga, constituindo-se, assim, como a Região Semiárida mais povoada do mundo. No entanto, de acordo com a Reserva da Biosfera da Caatinga - RBCAA (2010), a população dessa região está estimada em aproximadamente 30 milhões de habitantes, o que corresponde a aproximadamente 56% de toda a população da Região Nordeste.

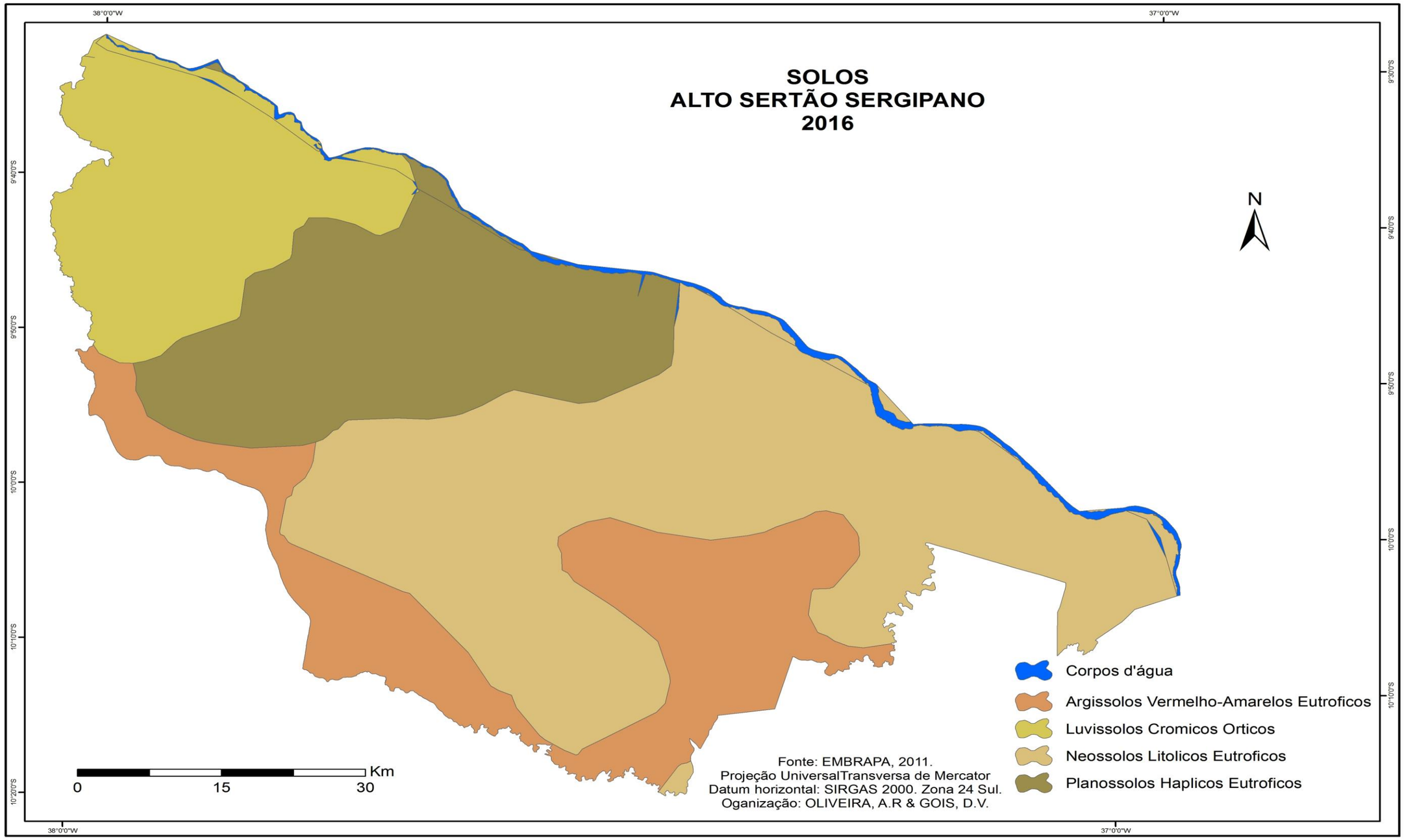
Outro fator relevante é que o intemperismo físico predomina no A.S.S., estando relacionado à severidade climática e a derivações termo-pluviométricas demonstradas pelas formas erosivas (ravinas, voçorocas), como nos afloramentos rochosos. Em áreas de encostas de sotaventos, as amplitudes térmicas são mais elevadas, sendo que aí a umidade é ainda mais baixa em virtude do efeito orográfico e, dependendo da geomorfologia do terreno, pode provocar mudanças sérias de clima, como umidade e temperatura.

Os principais tipos de solos encontrados por toda a extensão espacial de Sergipe são: planossolo, argissolo, luvissolo, vertissolo, gleissolo, cambissolo, neossolo, argissolo e latossolo.

Na área de pesquisa, o Alto Sertão de Sergipe, as caracterizações são mais específicas, uma vez que apresenta somente quatro tipos de solos, a saber: área de solos predominantemente Neossolos Litólicos, textura arenosa/média, relevo suave ondulado a ondulado; Planossolos variando de texturas arenosas a argilosas, passando pela média; Luvissolo Crômico, textura média/argilosa; e algumas áreas de Argissolo Vermelho-Amarelo, textura média/argilosa, fase relevo plano a suave ondulado (IBGE, 2011).

Acerca do exposto, pode-se observar e analisar a Figura 15, na sequência, na qual é apresentada a pedologia do Alto Sertão de Sergipe.

Figura 15: Pedologia do Alto Sertão de Sergipe.



Fonte: EMBRAPA (2011).
Organização: OLIVEIRA, A. R.; GOIS, D. V., 2016.

Os Neossolos Litólicos são solos mais frequentes nas regiões semiáridas, comumente em áreas de topografia acidentada, associados a afloramentos rochosos e ocasionados de diferentes materiais de origem, de texturas arenosas, siltosas ou argilosas (vide Figura 16). Aparecem em maior quantidade de exposição na área pesquisada.

Figura 16: Neossolos Litólicos em Nossa Senhora de Lourdes/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

São solos rasos, susceptíveis à erosão, apresentando como principais limitações a rochosidade, a pedregosidade e o relevo acentuado, que dificultam a penetração e a exploração de água e nutrientes pelas raízes de plantas. Cunha & Guerra (2006, p. 190) afirmam que são “solos pouco evoluídos, rasos, com no máximo 50 cm até o contato com o substrato rochoso, de textura e fertilidade variáveis, estando esta última relacionada, principalmente, ao material de origem e ao clima”.

Apresentam impedimentos para a produção agrícola e sua utilização é mais comum em pastagens, devido às suas limitações e à fragilidade, sendo que o aproveitamento mais adequado desses solos se dá com manutenção da vegetação nativa e proteção das nascentes nele encontradas. Assim, Gomes *et al.* (2007) afirmam que, no estado de Sergipe, quanto aos Neossolos Litólicos, do ponto de vista do uso agrícola, a exígua profundidade do solo constitui-se como o principal problema, condicionando principalmente as restrições por deficiência de água e por impedimentos à mecanização.

O uso de tratores e implementos agrícolas no solo alteraram as técnicas de produção e as relações de trabalho na agricultura, por um lado, proporcionando aumento na produção, e,

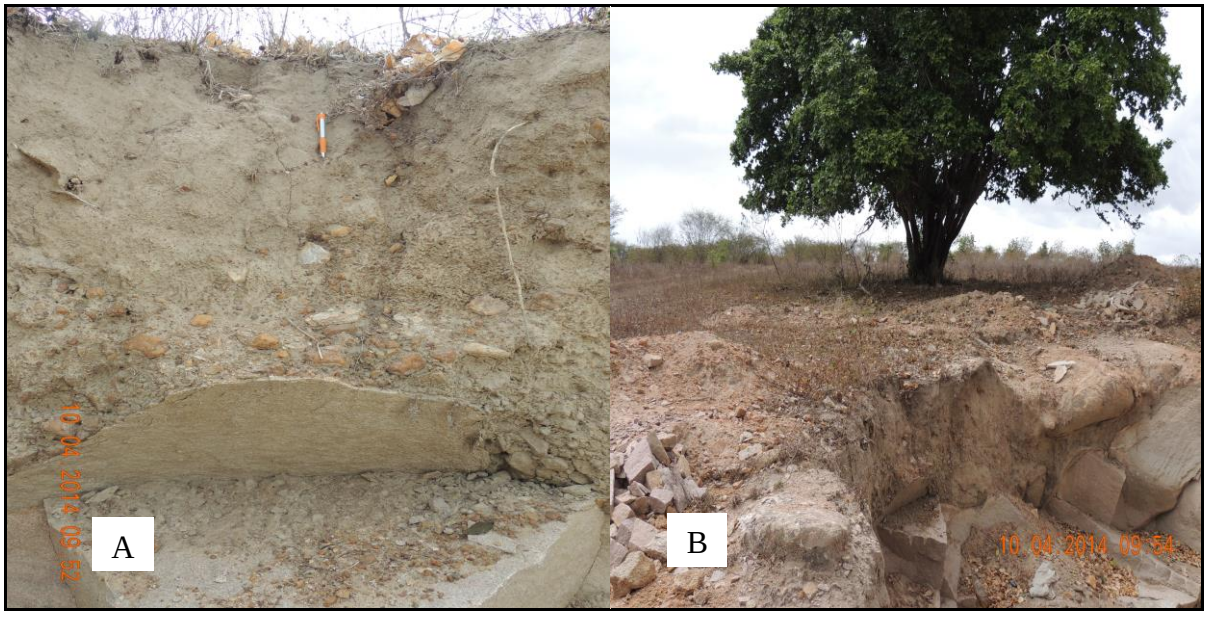
por outro, reduziram a necessidade de mão de obra no campo. Além disso, a mecanização é responsável pela deterioração mais rápida das condições físicas do solo.

O tráfego excessivo, sem o controle das diversas condições do solo, é o principal responsável pela compactação ocasionada por forças mecânicas, tanto pelo exagerado número de operações como pelo simples tráfego do trator sobre o solo (BELTRAME & TAYLOR, 1980), quando a carga aplicada é superior à capacidade de suporte do solo (SILVA *et al*., 2002; LIMA *et al.*, 2006).

A compactação do solo através de maquinários afeta a sua estrutura, pois, quando é mal praticada, pode levar à perda da capacidade produtiva do solo em médio e longo prazo. O extrativismo vegetal e de minérios, assim como o superpastoreio das pastagens nativas ou cultivadas e o uso agrícola que expõe os solos aos agentes da erosão, são as principais causas dos processos de desertificação (ACCIOLY, 2000). Assim sendo, é necessário que haja um manejo adequado para desenvolver as práticas agrícolas em relação ao preparo e à conservação do solo, à calagem, à gessagem, além da correta época de plantio e também de colheita.

A Figura 17 (A) representa o perfil do Neossolo Litólito no município de Nossa Senhora de Lourdes, que é componente da Figura 17 (B) ao lado. Nesse local, ocorre a extração de minérios, promovendo impactos diretos na natureza, levando à deterioração do ambiente, com focos de erosão.

Figura 17: Neossolos Litólicos na localidade Pedra Furada, no município de Nossa Senhora de Lourdes/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

A exploração de minérios tem repercussão na transformação da paisagem de forma irreversível, mas é uma prática que vem sendo utilizada em alguns municípios do Alto Sertão de Sergipe. Repercute ainda na dinâmica da natureza, sendo um dos indicadores da desertificação, como mostrado na Figura 18 (A e B), no município de Nossa Senhora de Lourdes, e na Figura 18 (C), em Canindé de São Francisco. Essa atividade é realizada em terreno particular e comercializada para os municípios vizinhos e/ou fora do estado, na forma de blocos, paralelepípedos e brita.

Figura 18: Mineração de agregados de construção civil no município de Nossa Senhora de Lourdes/SE (A e B) e Canindé de São Francisco/SE (C).



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

Os minerais são recursos naturais finitos, pois, quando o homem percebe que está ocorrendo a escassez do produto, passa a explorar outros espaços (Figura 18 A), e com isso degrada o ambiente, trazendo consequências tanto para a dinâmica da natureza quanto para a sociedade. Dessa forma, prejudica o solo com erosões, infertilidade e assoreamentos, além de

impactos na fauna e na flora, poluição do ar, sonora e visual, modificações nos cursos d'água, relevo alterado, entre outros.

O processo de extração de minério nesses locais se dá de forma manual desde o início da fragmentação da rocha até o produto final para ser comercializado. A primeira etapa utiliza explosivos nas rochas, com pólvoras de dinamite (sobrepressão atmosférica, vibração do terreno, ultralançamento de fragmentos, gases, poeira, ruído). O uso incorreto provoca fraturamento do maciço, acidentes de trabalho, baixa produtividade e agrava os problemas ambientais.

Na segunda etapa, são provocados manualmente nos furos golpes alternados com marretas até se adquirir tensão suficiente para causar a fissura e a consequente quebra da rocha. Em seguida, este processo é finalizado com o transporte de brita, paralelepípedo e blocos para os municípios circunvizinhos e até mesmo para municípios de outros estados.

Em contrapartida, no município de Porto da Folha/SE, existe uma pedreira em que o processo é mecanizado e onde são utilizadas tecnologias avançadas, com o uso de maquinários para a realização da atividade de minérios, tendo em vista que a produção é maior do que a do processo manual. Consequentemente, também ocorrerá mais impacto socioambiental (Figura 19).

Figura 19: Extração de minérios de construção civil no município de Porto da Folha/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

Essa atividade ocorre de forma ilegal, sem autorização do Ministério do Meio Ambiente. Há necessidade de políticas de planejamento e fiscalizações para evitar e/ou minimizar o risco de degradação ambiental, sendo um dos fatores que contribuem para ocorrer a desertificação.

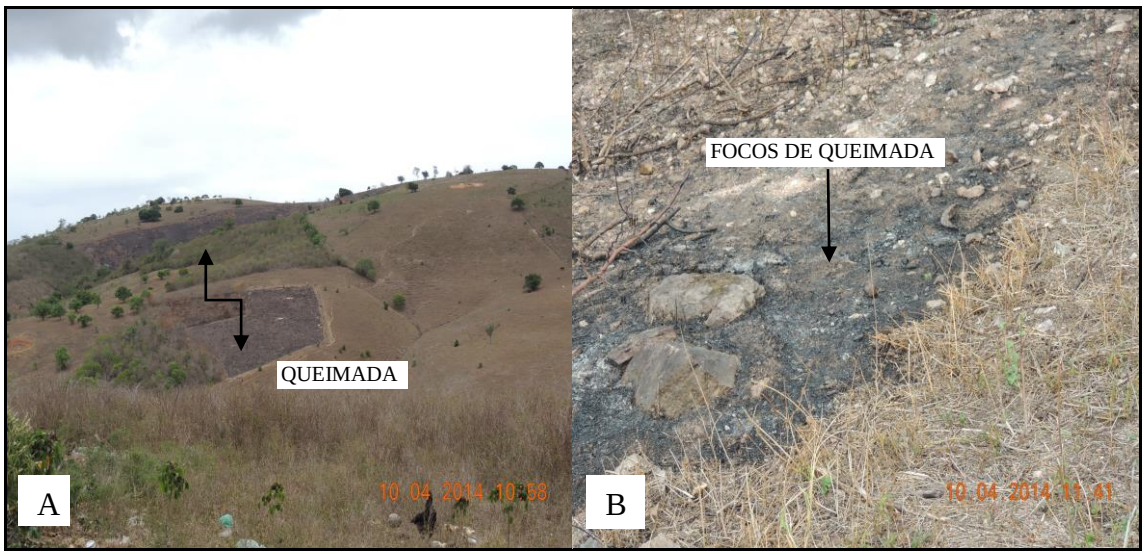
Destaca-se, ainda, que as condições de trabalho são precárias, uma vez que os trabalhadores não utilizam a proteção de equipamentos adequados para a realização dessa atividade, como óculos, capacetes e luvas, ficando expostos a todos os tipos de condições do tempo e do meio. Além disso, ruídos e vibrações prejudicam o equilíbrio dos ecossistemas e da sociedade. Em entrevista, um funcionário relatou que ocorreram acidentes de trabalho no local, mas não quiseram falar sobre suas experiências, pois o patrão não autoriza conversar sobre o assunto.

A queimada é também uma prática utilizada nos municípios do Alto Sertão de Sergipe. Agricultores e pecuaristas derrubam as matas e retiram a cobertura vegetal para limpar a área e realizar as atividades agropecuárias. Esse sistema de manejo é criticado por alguns autores (CHIDUMAYO & KWIBISA, 2003; LAWRENCE *et al.*, 2007), no entanto é apontado por outros como relevante na regeneração das áreas a partir da utilização do pousio (FRIZANO *et al.*, 2003; JOHNSON, *et al.*, 2001).

No semiárido, essa técnica é nociva para os ecossistemas, haja vista que ela causa desequilíbrio ambiental de vido à emissão de poluentes para a atmosfera, além de que prejudica o solo, reduzindo a fertilidade, destrói a vegetação e acaba com os nutrientes e seres que atuam na decomposição dos restos de plantas e animais, favorecendo, por conseguinte, a erosão, o assoreamento dos rios e a evaporação. Nesse contexto, as populações ficam mais vulneráveis ao processo de desertificação.

Pesquisas têm sido realizadas para investigar o papel da agricultura de corte e queima na deterioração das propriedades físicas do solo, como a porosidade, que pode causar a compactação, o aumento da lixiviação e de processos erosivos (WEERARATNA, 1984; ALEGRE & CASSEL, 1996; PEREIRA & VIEIRA, 2001). Como consequência desse tipo de atividade – o corte e a queima da vegetação seguidos do cultivo –, há a desestabilização da dinâmica da ciclagem de nutrientes, resultando na consequente perda de nutrientes do sistema solo-vegetação, e são provocados processos erosivos e de degradação do solo (Figura 20).

Figura 20: Queimadas no neossolo litólico no município de Nossa Senhora de Lourdes/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

A expansão do desmatamento e da técnica da queimada materializa-se em áreas de dissecação homogênea e de superfície de dissecação diferencial, em vertentes do relevo, como exposto na Figura 20. Nesse caso, o homem contribuiu de forma negativa na transformação da paisagem, retirando a mata em áreas frágeis para a realização das atividades econômicas. Tal prática traz consequências para todo o sistema socioambiental, como supressão da microfauna do solo, redução de matéria orgânica, perda de solo, áreas improdutivas em poucos anos de uso, desemprego e processo de migração. Em depoimento, um agricultor afirmou que:

> *"Possuem algumas áreas com solos inférteis que necessitam de fertilizantes para produzir o milho e o feijão, caso não utilize, impossibilita a produção, não nasce um pé de feijão e nem um caroço de milho" (Agricultor, Poço Redondo/SE).*

Quanto à classe dos Planossolos, a FAO[19] (2006) aborda que os eles ocupam grandes áreas em regiões subtropicais e temperadas, com alternância clara de estações secas e úmidas, por exemplo, na América Latina (Brasil, Paraguai e Argentina), na África, no leste dos Estados Unidos, no Sudeste Asiático (Bangladesh e Tailândia) e na Austrália.

No Brasil, esse tipo de solo é encontrado em sua maior expressão na região Nordeste, apresentando limitações físicas, de baixa permeabilidade, pouca profundidade e susceptibilidade à erosão. De acordo com Cunha & Guerra (2006), a posição desse solo, na

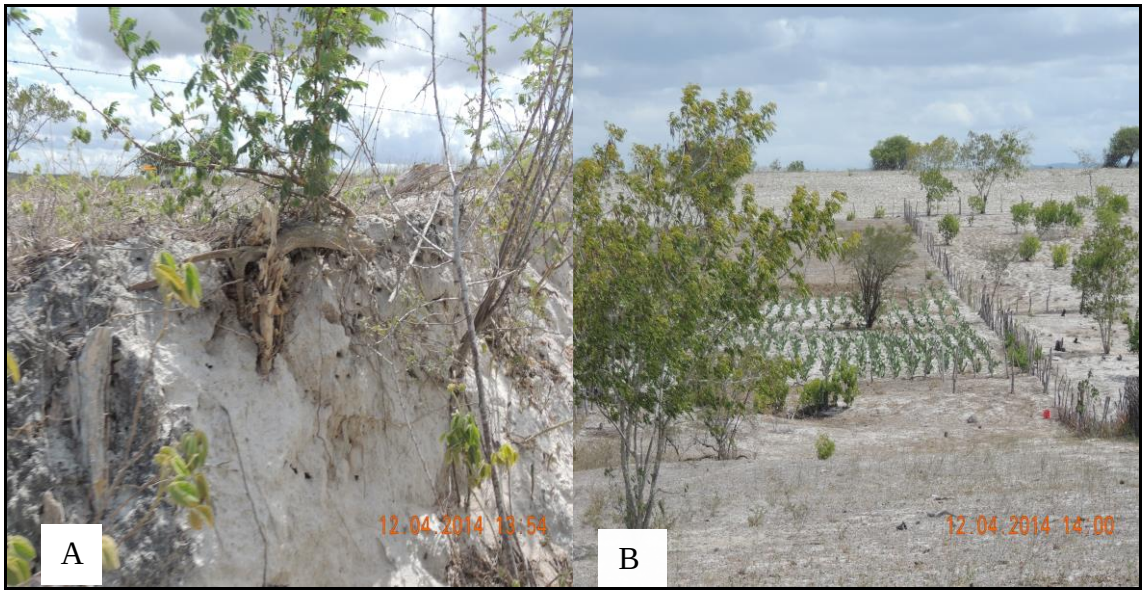
[19] Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.

maioria dos casos, é em topografia plana ou quase plana, favorecendo o acúmulo de água durante parte do ano, caracterizando-se, assim, como um ambiente redutor (excesso de água).

São definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos – SiBCS (EMBRAPA, 2006) pela presença de horizonte B plânico, subjacente a qualquer tipo de horizonte A, podendo ou não apresentar horizonte E (álbico ou não). Podem ter horizonte cálcico, caráter carbonático, duripã, propriedade sódica, solódica, caráter salino ou sálico. Cunha & Guerra (2006, p. 186) afirmam que "o horizonte B repousa sob um horizonte A ou E álbico, extremamente lavado e arenoso. Tal transição abrupta entre os horizontes, em função dos contrastes texturais e estruturais, responde pela alta suscetibilidade desse solo à erosão".

Na Figura 21, A e B, estão representados os Planossolos, que são solos arenosos, com características parecidas com dunares. Apresentam baixo potencial de uso agrícola devido às suas características físicas e químicas, sendo mais utilizados para a realização da pecuária e da pastagem. No centro da Figura B, como se nota, foi realizado o plantio de palma, que auxilia na alimentação dos animais bovinos, principalmente no período da seca. As demais áreas são utilizadas para pastagem.

Figura 21: Planossolos no município de Poço Redondo/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

Características físicas e químicas presentes na classe dos Planossolos localizados na região semiárida, como estrutura fortemente desenvolvida, elevada densidade do solo e teores altos de sódio, tornam difícil o uso agrícola desses solos (GALINDO *et al*., 2008). Assim, a densidade do solo, a mudança textural abrupta, o elevado teor de silte e a má drenagem são características físicas que dificultam os cultivos. Segundo Farias *et al.* (2009), o elevado teor

de sódio que se acumula nos horizontes subsuperficiais pode causar estresse hídrico nas plantas e desbalanço nutricional.

Para o uso sustentável desses solos, são necessárias algumas medidas, destacando-se o melhoramento das pastagens, com a introdução de novas forrageiras adaptadas a um longo período de estiagem, a intensificação do cultivo da palma forrageira, a instalação de capineiras e também a reserva de forragens para época seca (JACOMINE *et al*., 1973).

Os **Luvissolos**, por seu turno, se constituem como um solo típico do sertão Nordestino brasileiro, geralmente em áreas de relevo suave ondulado. Raramente superam 1 m de profundidade e apresentam comumente alteração textural abrupta.

Em sua grande maioria, apresentam textura arenosa ou média em superfície, fato que determina a consistência em geral macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa, apesar de a argila ser de elevada atividade. Essa condição permite preparo fácil para o plantio (SILVA, CHAVES & LIMA, 2009).

Para Oliveira *et al.* (1992), mesmo estando em região de clima com estiagem severa, apresenta susceptibilidade à erosão relativamente alta, em função da coesão e consistência dura do horizonte A e do forte gradiente textural entre os horizontes A e B.

O tipo de Luvissolo que se encontra no Alto Sertão Sergipano é o Crômico (Figura 22), com solos de cores fortes, vermelhas ou amarelas. Apresenta alta saturação por bases nos horizontes subsuperficiais, o que favorece o enraizamento em profundidade. Outro aspecto refere-se à presença de minerais primários facilmente intemperizáveis. É, portanto, o solo encontrado em menor quantidade espacial no A.S.S.

Figura 22: Luvissolos crômicos no município de Canindé de São Francisco/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014).

Na figura anterior, nota-se que o solo passa por um processo de degradação ambiental, com a formação de ravinas, que podem evoluir para voçorocas à medida que se alargam e se aprofundam, fatores estes que se relacionam aos processos naturais e antropogênicos. É uma área de planície com material pedregoso, onde o processo de desmatamento aflora os compartimentos rochosos e que, na maioria das vezes, tem tamanhos relativamente pequenos, o que facilita a utilização desses espaços para a produção de cultivos.

Fullen & Catt (2004) diferenciam os dois processos, afirmando que, enquanto as ravinas tendem a fazer incisão, principalmente no horizonte A, as voçorocas atingem facilmente os horizontes B e C, podendo, por vezes, chegar até a rocha matriz, dependendo da força do processo erosivo.

Outro fator importante que provoca degradação é quando a intensidade de chuva excede a capacidade de infiltração do solo, daí o escoamento superficial começa a ocorrer, potencializando a formação de ravinas e voçorocas, gerando, com isso, erosão. Esse processo ocorre e pode ser visto no espaço do Alto Sertão Sergipano, e ele se deve às irregularidades de chuvas e à sua má distribuição durante o ano, características comuns da região. Deve-se atentar então para relevantes práticas adequadas e sustentáveis no solo, para que haja equilíbrio tanto no sistema natural quanto no social, evitando, assim, a criação e a expansão de áreas com processos de desertificação.

O **Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico** apresenta baixa resistência à erosão. Segundo CEPRO (1995), esses solos se originam de diferentes formações geológicas, e, no caso dos distróficos, predomina o arenito na sua gênese.

São solos minerais não hidromórficos e, de acordo Santos et al. (2013, p.117) “são constituídos por material mineral apresentando horizontes B textural imediatamente abaixo do A e E, com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B”.

No Alto Sertão de Sergipe, esse solo está associado a cultivos como milho e feijão e a pastagens, também significativas nesse espaço, contribuindo para a exposição do solo às intempéries ambientais devido ao pisoteio do gado. A agropecuária no A.S.S. é praticada nas áreas recobertas por luvissolos, argissolos, planossolos e neossolos litólicos. O uso do *software* Spring 5.3 permitiu que fossem quantificadas as classes dos solos do A.S.S., as quais foram organizadas, posteriormente, na Tabela 8, de acordo com a sua maior abrangência espacial.

Tabela 8: Classes de solos em km e porcentagem dos municípios do A.S.S.

Classes de solos	Área km²	%
Neossolos Litólicos	2.086	42,5
Planossolos	1074	21,9
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	953,1	19,4
Luvissolos Crômico	794,4	16,2
Total	4.908	100,0

Fonte: EMBRAPA (2011).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

O tipo de solo representado em maior quantidade na área em estudo, segundo os dados da EMBRAPA (2011), são os neossolos litólicos, com 42,5%; em segundo, os planossolos, com 21,9%; em terceiro, apresenta 19,4% de argissolos vermelho-amarelo distrófico; e, em quarto, os luvissolos crômico, com 16,2%. Embora os solos do A.S.S apresentem limitações físicas, eles possuem aptidão para a realização de cultivos agrícolas, como feijão, milho, mandioca e fruticulturas, em áreas de irrigação nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo. Entretanto, o solo é mais propício para pastagem e pecuária, mas desenvolve-se nele também a lavoura sequeira, com a plantação de palma forrageira e capim, que serve para o alimento do gado durante o período seco.

O uso indiscriminado dos solos, o manejo inadequado, a diminuição da cobertura vegetal e a compactação do solo comprometerá certamente o equilíbrio dos sistemas naturais e sociais, afetando a qualidade de vida.

Outro fator relevante que afeta todo o sistema é a salinidade dos solos provenientes tanto de processos naturais, a partir do intemperismo químico das rochas, do elevado índice de evaporação e da baixa pluviosidade, como também pelos processos antropogênicos, como as práticas agropecuárias contínuas e inadequadas, o uso intensivo de fertilizantes ou corretivos e as técnicas incorretas de irrigação. Dessa forma, o acúmulo intensivo de sais transforma os espaços agricultáveis em solos estéreos, propiciando a intensificação dos processos de desertificação.

> Em regiões de clima árido e semiárido, por apresentarem déficit hídrico na maior parte do ano, e na maioria das vezes, os solos serem rasos ou apresentarem camadas impermeáveis, a água que contém sais fica sujeita aos processos de evaporação ou evapotranspiração, podendo com o tempo, os sais atingirem níveis comprometedores para o crescimento e desenvolvimento das plantas (GHEYI, 2000, p. 340).

Nos municípios de Monte Alegre de Sergipe, no Riacho da Capivara, e em Poço Redondo, no Riacho do Cachorro, afluentes do rio São Francisco (Figura 23), a água é salobra, e devido à baixa precipitação e à evapotranspiração elevada, a água passa para o estado gasoso, enquanto os sais minerais não, o que gera o seu acúmulo excessivo nos solos e causa o problema da salinização.

Figura 23: Salinidade do solo no Riacho da Capivara, em Monte Alegre de Sergipe, e no Riacho do Cachorro, no município de Poço Redondo/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2015).

O aspecto esbranquiçado e preto nas Figuras 23 é característico de solos salinos, que são decorrentes de processos naturais relacionados a fatores pedogenéticos do próprio solo, associados à elevada evapotranspiração e aos antrópicos. Essa salinidade próxima da margem dos riachos poderá se expandir para as áreas agricultáveis, provocando impactos tanto na natureza quanto nos processos socioeconômicos.

> Este fenômeno ocorre devido à deficiente condição de drenagem que essas áreas são submetidas, pela própria formação geológica, que pode transportar uma carga de sais do material de origem para as camadas mais superficiais do solo, através da ascensão dessas substâncias, ocasionada pela elevada taxa de evapotranspiração e/ou pelo uso inadequado da água pelos produtores (HOLANDA *et al.*, 2003, p. 3).

A Figura 24, a seguir, apresenta uma paisagem semiárida do município de Poço Redondo/SE, mostrando a realidade no período seco com tanques vazios e aspectos salinos.

Figura 24: Tanque seco com aspecto de salinidade no solo no município de Poço Redondo/SE



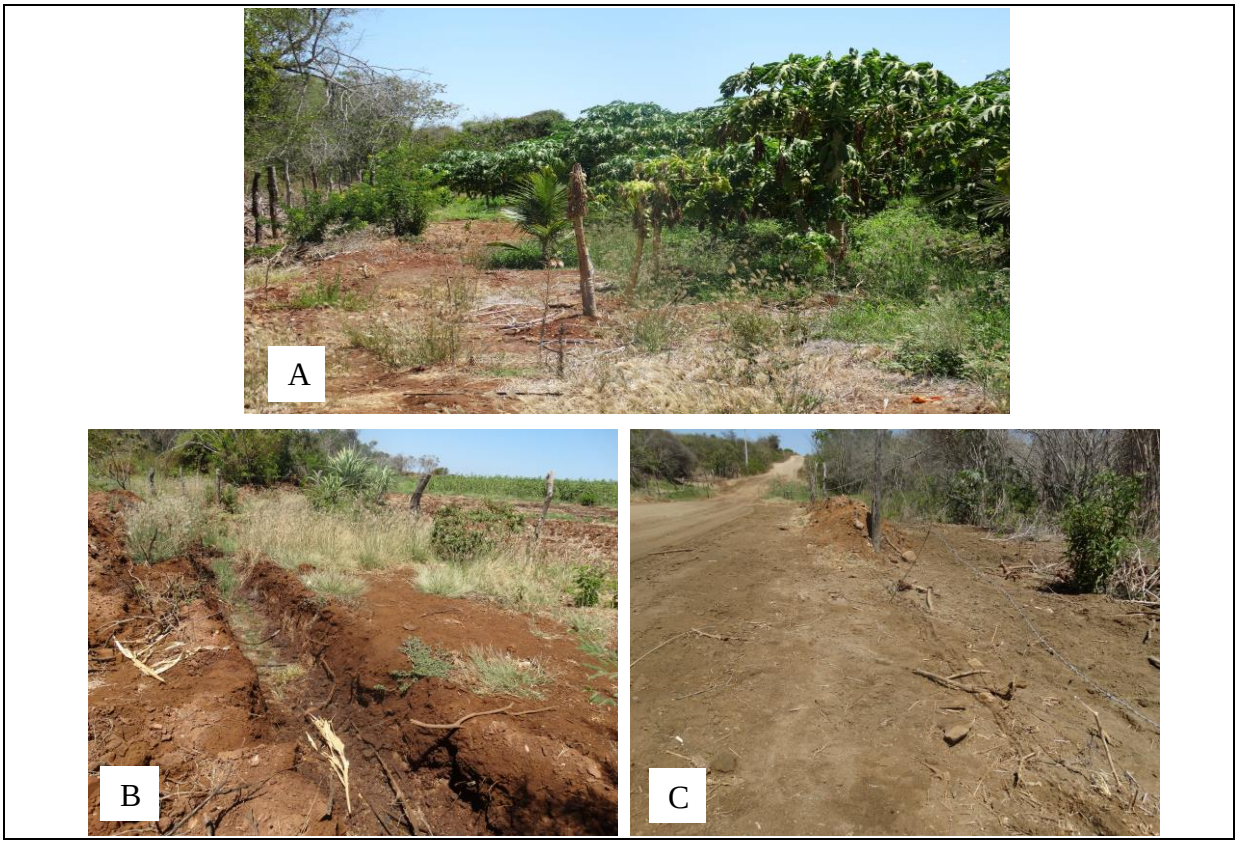
Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2015).

Essa feição paisagística representa a semiaridez do sertão sergipano, apresentando uma vegetação acinzentada, característica do bioma caatinga na estação de verão, e o tanque seco mostra o alto teor de salinidade que reflete na superfície do solo. Quando chove a água torna-se imprópria para a realização dos cultivos agrícolas e inadequada para o consumo hídrico do animal e humano.

A irrigação é uma técnica utilizada há milhares de anos pelas civilizações antigas, mas vem se modernizando e exigindo novas formas de produção e de relações de trabalho, conduzindo à sua independência das condições do clima e alterando a dinâmica da natureza. Porém, é necessário utilizá-la de forma adequada, para que haja equilíbrio nos sistemas socioambientais, como se comprova nas figuras elencadas, testemunhas do campo em análise.

Os municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco desenvolvem lavouras por meio dos perímetros irrigados Jacaré-Curituba e Califórnia (Figura 25), que os tornam cultivados com ciclos permanentes, e a sua produção é diversificada, como exemplo as lavouras do quiabo, da mandioca, do milho, do feijão, do girassol, da goiaba, do maracujá, da melancia, da abóbora, da alface, dentre outros.

Figura 25: A- Solos salinos no perímetro irrigado do projeto Califórnia, em Canindé de São Francisco/SE; B- Plantio sequeiro no Jacaré-Curituba, no município de Canindé de São Francisco/SE; C- Solos salinos na estrada e dentro do terreno em Canindé de São Francisco/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2015).

Estudos recentes indicam que os solos dos perímetros irrigados Jacaré-Curituba e Califórnia apresentam elevado teor de sais no solo, o que poderá suscitar a desertificação, conforme Holanda *et al.* (2003), Resende *et al.* (2014), Santos & Lucas (2015), entre outros.

Para Santos & Souza (2015), os sais estão naturalmente nas rochas que formam a pedologia da área do perímetro irrigado Jacaré-Curituba. A irrigação se constitui num mecanismo que, através da água, intemperiza lentamente a rocha de forma química, o que faz dissolver os sais no solo.

> A degradação química dos solos no semiárido se deve, principalmente, ao acúmulo de sais no perfil do solo, à presença de material de origem salina, aos baixos índices de pluviosidade e à elevada evaporação da água na superfície do solo, tudo isso associado à utilização de água de baixa qualidade para a irrigação (SÁ *et al.*, 2010, p. 149).

Araújo (1997) acrescenta que o volume de água até hoje utilizado vem provocando o fenômeno da lixiviação de nutrientes, bem como gerando a ocorrência de processos de erosão e salinização dos solos também nos projetos Califórnia e Nova Califórnia.

O Quadro 15 corresponde aos aspectos geofísicos e antrópicos da paisagem do A.S.S. e foi construído através da observação de campo e do embasamento teórico.

Quadro 15: Feições geofísicas e antrópicas dos municípios do A.S.S.

Municípios	Geologia	Relevo	Vegetação	Clima	Solo	Uso e ocupação
Canindé de S. Francisco	Domínio neo a Mesoproterozoico da Faixa de Dobramentos Sergipana.	Superfície pediplanada e dissecada com colinas e aprofundamento de drenagem muito fraco.	Caatinga hiperxerófita	Semiárido com 7 a 8 meses seco	Luvissolo crômico órtico e Neossolo litólico.	Pecuária extensiva, agricultura de subsistência e irrigada.
Gararu	Domínio Neo a Mesoproterozoico da Faixa de Dobramentos Sergipana.	Superfície Pediplanada e relevos dissecados.	Caatinga hiperxerófita		Neossolo litólico, Argissolo.	Pecuária extensiva, agricultura de subsistência.
Monte Alegre de Sergipe	Domínio neo a Mesoproterozoico da Faixa de Dobramentos Sergipana.	Relevos dissecados em colinas.	Caatinga hiperxerófita		Neossolo litólico, Planossolo, argissolo.	Pecuária extensiva, agricultura de subsistência.
Nossa S. da Glória	Domínio Neo a Mesoproterozoico da Faixa de Dobramentos Sergipana	Relevo dissecado em colinas interflúvios tabulares e superfície pediplanada..	Transição entre a caatinga hiperxerófita/ hipoxerófita		Argissolo, planossolo, Neossolo litólico.	Pastagem plantada, pecuária extensiva, agricultura de subsistência com produção de grãos.
Nossa S. de Lourdes	Domínios metassedimentos do Grupo Macururé	Relevo dissecado em colinas e interflúvios tabulares.	Caatinga hiperxerófita		Neossolo litólico	Pecuária extensiva, agricultura de subsistência
Poço Redondo	Domínio neo neoproterozoico e Mesoproterozoico da Faixa de Dobramentos Sergipana	Relevo superfície pediplanada e relevos dissecados.	Caatinga hiperxerófita		Luvisssolo e Planossolo	Pecuária extensiva, agricultura de subsistência e irrigação.
Porta da Folha	Domínios neoproterozoico e mesoproterozoico da Faixa de Dobramentos Sergipana	Superfície pediplanada e relevo dissecado em colina e interflúvios tabulares.	Caatinga hiperxerófita		Neossolo litólico e Luvissolo	Pecuária extensiva, agricultura de subsistência.

Fonte: Adaptado de BOMFIM (2002); MMA (2004); SEPLANTEC (1997).
Organização e elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2015).

Observa-se que as dinâmicas nas paisagens ocorridas nas últimas décadas são consequências dos diversos fatores externos ligados, sobretudo, à prática da pecuária e da agricultura no espaço semiárido sergipano, assim como também recebem influência dos processos naturais. Esses entrelaçamentos entre os processos socioambientais se influenciam mutuamente e resultam nas mudanças das paisagens, das relações sociais e das suas atividades.

As paisagens foram sendo remodeladas no decorrer dos processos históricos e têm modificado intensamente os sistemas naturais e os sistemas sociais, provocando problemas socioambientais, aumentando, com isso, o processo de degradação nos espaços semiáridos do Alto Sertão Sergipano.

Há que se deter em pesquisas similares, buscando como meta o conhecimento mais amiúde do processo de desertificação e suas causas formadoras em interação socioambiental, tendo como referência espaços semiáridos, mais ou menos extensos.

O olhar geográfico não pode se esgotar: deve ser inspirador de novos horizontes e precisa, sobretudo avançar em suas contribuições, informando aos moradores e aos planejadores e gestores, visto que, ainda que os objetivos sejam diversos, a meta deve ser única.

5 PROCESSOS DE DESERTIFICAÇÃO NA PAISAGEM DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE (A.S.S.)

A dinâmica da natureza semiárida no Nordeste possui contextos específicos que retratam uma área complexa e, ao mesmo tempo, tão rica em paisagens e culturas (OLIVEIRA, 2013). Entender a desertificação é, portanto, compreender suas complexidades no que se refere às condições naturais, resultado de variações climáticas, acurado sobremaneira pela pressão de atividades humanas.

As formas de uso e ocupação do solo produziram sucessivas maneiras de degradação ambiental, sobretudo com o desmatamento indiscriminado, as práticas inadequadas na agropecuária, a extração de minérios e as queimadas, que evidenciam o processo de desertificação. A recuperação efetiva do potencial pedológico passa pela conservação da cobertura vegetacional, por isso é essencial a preservação dos sistemas naturais para evitar o avanço da degradação ambiental.

O objetivo desta seção é desvelar os processos de desertificação no A.S.S., a partir da análise dos sistemas naturais e sociais de forma conjuntiva, o que evidenciou o cenário de vulnerabilidades socioambientais. Nesse contexto, utilizou-se a escala humana para explicitar as transformações que ocorreram durante o período de três décadas com uso do sistema de sensoriamento remoto e de uma leitura quali-quantitativa e crítica da realidade dos fatos, envolvendo a teoria e a prática.

5.1 Degradação do bioma caatinga e novas formas de apropriação do espaço

A caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro e o principal do Nordeste, ocupando 54% dessa região e 10% do território nacional. Estabelece-se nos estados de Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais, totalizando uma extensão areal próxima a 900.000 km^2 (ANDRADE *et al*., 2005; MMA, 2011).

Dos seis biomas brasileiros, quatro estão presentes na região Nordeste (Tabela 9), uma vez que o bioma Caatinga está presente em todo o Estado nordestino, seguido do bioma Mata Atlântica, com exceção de Ceará, Piauí e Maranhão. O bioma Cerrado tem participação restrita aos Estados de Bahia, Piauí e Maranhão, enquanto apenas Maranhão conta com uma porção do bioma Floresta Amazônica.

Tabela 9: Participação dos biomas nos estados da Região Nordeste.

Biomas Continentais Brasileiros	**Área Total (km²)**	**Percentual de participação nos estados do Nordeste (%)**								
		AL	**BA**	**CE**	**PB**	**PE**	**PI**	**MA**	**RN**	**SE**
Caatinga	844.453	48	54	100	92	83	63	1	95	**49**
Floresta Amazônica	4.196.943	-	-	-	-	-	-	34	-	-
Cerrado	2.036.448	-	27	-	-	-	37	65	-	-
Mata Atlântica	1.110.182	52	20	-	8	17	-	-	6	**51**

Fonte: IBGE; MMA (2009).
Organização: OLIVEIRA, A. R., 2016.

O Bioma Caatinga se estende pela totalidade do estado do Ceará (100%) e mais da metade da Bahia (54%), da Paraíba (92%), de Pernambuco (83%), do Piauí (63%), do Rio Grande do Norte (95%), de Sergipe (49%), de Alagoas (48%) e do Maranhão (1%).

Segundo Myers *et al.* (2000), a Caatinga é o terceiro Bioma mais degradado do Brasil, perdendo apenas para a Floresta Atlântica e o Cerrado. Estima-se que 80% da vegetação encontrem-se completamente modificados, devido ao extrativismo e à agropecuária, apresentando-se a maioria dessas áreas em estágios iniciais ou intermediários de sucessão ecológica (ARAÚJO FILHO, 1996).

A vegetação nativa sergipana ao longo do tempo foi sendo substituída pela pecuária extensiva e pela agricultura. Essa alteração teve início com a colonização semiárida do nordeste brasileiro e repercute nos dias atuais, com novas formas de apropriação e diversificação da agropecuária, através de técnicas modernas, sistema de irrigação, extração de minérios, novas relações de trabalho e de produção e urbanização.

Segundo Silva (2012), a área natural de Sergipe encontra-se praticamente devastada, sendo que 87% da vegetação deu lugar a novas paisagens, e o que restou está representado por remanescentes florestais desconectados do ponto de vista da ecologia da paisagem.

As Unidades de Conservação (UCs) que fazem parte do bioma Caatinga existente no Alto Sertão de Sergipe encontram-se no Parque Natural Municipal de Lagoa do Frio, no município de Canindé de São Francisco, com uma área de 278,99 ha, tendo sido criado pelo Decreto n° 041 de 23/10/2001. E o Monumento Natural da Grota do Angico, localizado nos municípios de Poço Redondo e Canindé do São Francisco, abrangendo uma área de 2.183 ha de acordo com o Decreto n°24.922 de 21/12/2007. Mesmo após a criação de espaços protegidos, como as UCs, ainda são necessárias medidas de planejamento ambiental para diminuir a degradação desses ambientes. Como afirma Silva (2012, p. 05):

> Apesar de resguardarem fragmentos florestais de Caatinga e de Mata Atlântica que restaram ao Estado, esses espaços territoriais ainda não dispõem de mecanismos de gestão ambiental, como: plano de gestão e de manejo e zoneamento ecológico econômico, evidenciando fragilidade administrativa ao longo de quase 20 anos, cujas UCs encontram-se permeadas de fortes impactos socioambientais e os conflitos são os mais variados envolvendo atores sociais e interesses diversos pela apropriação, controle e uso desses territórios.

O planejamento e a gestão socioambiental adequados e de forma processual tornam-se essenciais para a proteção do solo contra processos erosivos, bem como para a preservação dos recursos hídricos diante do assoreamento e demais contaminações dos corpos d'água. São também fundamentais para a preservação da biodiversidade, da fauna e flora e para evitar o avanço do processo de desertificação.

No estado de Sergipe, os municípios que abrangem o bioma Caatinga fazem parte do Alto Sertão de Sergipe, como: Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Nossa Senhora da Glória, Monte Alegre de Sergipe, Porto da Folha, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes, ou seja, a área de estudo da Tese; e os municípios de Graccho Cardoso, Itabi, Simão Dias, Carira, Pinhão, Poço Verde e Tobias Barreto.

No A.S.S., a distribuição espacial é toda constituída de fragmentos de vegetação característica do bioma Caatinga. Adaptadas ao clima semiárido, as plantas conseguem sobreviver com os menores índices pluviométricos do estado de Sergipe, atingindo o máximo anual de 630 milímetros.

O bioma Caatinga é, pois, uma vegetação nativa, exclusivamente brasileira. Nele, as macropaisagens são definidas pelas condições variáveis de semiaridez, devendo-se ressaltar a proporção de sua área de 734.478 Km². Segundo Nascimento (2006), as caatingas respondem por uma unidade fitogeográfica endêmica que ocorre no Nordeste do Brasil.

O termo “caatinga” é de origem Tupi e significa “mata branca”, referindo-se ao aspecto da vegetação durante a estação seca, quando a maioria das árvores perde as folhas e os troncos esbranquiçados e brilhantes dominam a paisagem (PRADO, 2003).

Existem mitos de que a vegetação é estéril e pobre em biodiversidade, no entanto possui potencial de espécies frutíferas e medicinais, que são de suma relevância para o equilíbrio ambiental do semiárido tanto para a manutenção do clima quanto para a proteção do solo. Para Alencar (2010, p. 16), a Caatinga representa:

> Um dos biomas brasileiros mais ameaçados pelo uso inadequado de seus recursos, com processo de desertificação e perda gradual da fertilidade biológica do solo. Isso é o resultado da combinação do cultivo inadequado da terra, associado às variações climáticas e às características do solo pedregoso. É definido como um conjunto de múltiplos ecossistemas agrupados em um espaço geográfico contínuo, com um certo grau de homogeneidade em torno de sua vegetação e fauna.

A caatinga está incorporada à vida cultural do sertão, sendo explorada para diversos fins, desde a obtenção de combustível até o medicamento, ainda que algumas espécies se sobressaiam, permitindo o seu uso ao longo do tempo (FRANÇA & CRUZ, 2007). Nesse sentido, as plantas podem ser utilizadas como medicamento e na alimentação humana, podendo-se destacar o umbuzeiro, do qual se extrai suco, umbuzada, farinha de bufu e doce de calda. Além disso, nos períodos de fome aguda, os habitantes dos sertões aproveitavam as tuberosidades radiculares, chamadas cunca, para matar a fome e a sede, chupando-as como se faz com cana-de-açúcar ou mesmo comendo-as.

Apresentam-se dois tipos desse bioma, a Caatinga hipoxerófila ou arbustiva e arbórea, adaptada a período de seca inferior a sete meses, principalmente nos municípios de Gararu, Porto da Folha, Nossa Senhora da Glória e Monte Alegre de Sergipe. E a Caatinga hiperxerófila ou arbustiva, mais resistente à chuva nos locais onde a escassez dura acima de sete meses, ocorrendo nos municípios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco, Porto da Folha, Gararu e Monte Alegre de Sergipe.

O mosaico fisionômico da vegetação do A.S.S (Figura 26) é decorrente do clima e da formação dos solos da área. Trata-se de plantas típicas de clima semiárido, adaptadas ao calor e à ausência de chuvas; possuem troncos tortuosos, folhas caducas e podem ser ralas ou fechadas, baixas ou altas.

Figura 26: Caatinga hiperxerófila no município de Poço Redondo.



Fonte: OLIVEIRA, A. R. (2014; 2015).

No período de seca, ficam sem folhagens, os troncos ressecam, as gramíneas desaparecem, a paisagem fica cinzenta e o solo, desprotegido. Na estação chuvosa, por sua vez, a paisagem modifica-se, a vegetação se recompõe e proporciona uma coloração verde no sertão. No que se refere a isso, Ab'Saber (2003, p. 85) afirma que:

> No período seco existem nuvem esparsas, mas não chove. Na longa estiagem os sertões funcionam, muitas vezes, como semidesertos nublados. E, de repente quando chegam as primeiras chuvas, árvores e arbustos de folhas miúdas e múltiplos espinhos protetores entremeados por cactáceas empoeiradas, tudo reverdece. A existência de água na superfície dos solos, em combinação com a forte luminosidade dos sertões, restaura a funcionalidade da fotossíntese.

Euclides da Cunha, em sua obra *Os Sertões* (1902), se utilizou de dois termos usados pelos matutos: o verde para caracterizar os períodos chuvosos, e a designação magrém para os períodos secos, que está relacionado à longa estiagem, mas este último caiu em desuso. "Há quem classifica também cinco tipos de Caatinga: seca não arbórea, seca arbórea, arbustiva

densa, de relevo mais acentuado e as de Chapadão do Moxotó" (CONTI & FURLAN, 1995, p. 176). Essa diversidade de feição vegetacional está relacionada às características do relevo e suas consequências climáticas na escala local. Desse modo, Conti (2008) destaca que, nas áreas deprimidas, de médias pluviométricas mais reduzidas, a Caatinga se apresenta áspera e com maior ocorrência de cactáceas, ao passo que, nas chapadas e serras, é mais densa, com predominância de espécies arbóreas.

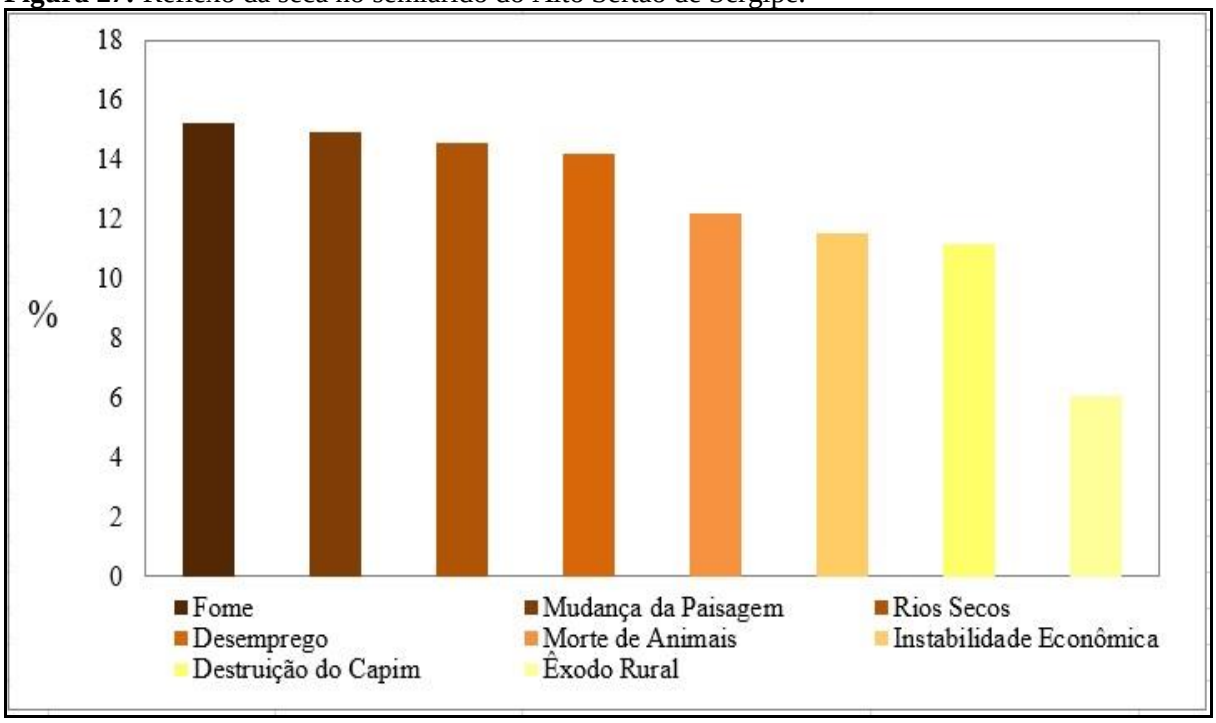
É possível afirmar que, no Nordeste, o elemento que marca sensivelmente a paisagem e que mais preocupa o homem é, indubitavelmente, o clima, através do regime pluvial e exteriorizado pela vegetação natural (ANDRADE, 2005). Portanto, os autores supracitados deixam claro que, de uma estação para outra, ocorrem transformações na paisagem, e os processos mais visíveis são os elementos climáticos, especificamente a chuva e também a vegetação.

Nesse interim, é importante também destacar os aspectos sociais e econômicos que influenciam esse sistema, pois não deve ser explicitado apenas pelas condições naturais da área. A ideia de que o clima semiárido do Sertão nordestino é responsável pela condição periférica e de atraso regional faz parte do imaginário nordestino e nacional, revelando a permanência da perspectiva da natureza como protagonista importante da formação nacional (LIMA, 1999).

A natureza semiárida, no caso em pauta, é apropriada pelo imaginário coletivo através de imagens que são retrabalhadas na produção intelectual na e sobre a Região, dando suporte ao discurso e aos atos políticos (CASTRO, 1992). O Estado, com suas ações paliativas e emergenciais em anos de seca, camufla o problema para se manter no poder e usufruir de suas benesses, utilizando o mesmo discurso determinista natural como responsável pelo atraso e pela pobreza no Semiárido.

Em entrevista com os sujeitos sociais, ao discutir sobre as ações assistencialistas do Estado, foi possível identificar que 60% dos entrevistados acreditam que as ações emergenciais como o carro pipa, a bolsa estiagem e a cesta básica são viáveis e que o governo é "bom" por ajudar nesses momentos. Já os outros 40% relataram que essas ações são paliativas, não resolvem o problema, apenas amenizam o sofrimento, encobrindo as causas e as consequências. Foi questionado também acerca do reflexo da seca na paisagem semiárida do A.S.S., o que está representado na Figura 27, segundo a percepção dos entrevistados.

Figura 27: Reflexo da seca no semiárido do Alto Sertão de Sergipe.



Fonte: Trabalho de campo, 2015.
Organização: OLIVEIRA, A.R, (2016)

No campo, foi constatado que a fome é um dos fatores que mais influenciam a população sertaneja. Em seguida, são destacados o desemprego, a mudança na paisagem e os rios secos. A morte de animais, a instabilidade econômica e a destruição de capim também citados, ficando em último lugar o êxodo rural, com 6,1% de ocorrências. A partir disso, constata-se que esse é um sistema de *inputs* e *outputs* que interfere em toda a cadeia produtiva, pois tudo está interligado, formando uma seara de complexidade.

É sabido que o avanço do desmatamento indiscriminado da Caatinga afeta toda a dinâmica do sistema natural e social, interferindo na qualidade de vida do sertanejo. Essa degradação vem causando transformações na produção do espaço e da paisagem, por vezes irreversíveis, comprometendo os recursos hídricos, provocando a erosão, a salinização, a redução da diversidade biológica e da produção primária, a compactação dos solos, entre outras consequências, podendo tornar essas áreas improdutivas em poucos anos de uso. Esse processo contribui também para que o homem do campo migre para a cidade em busca de melhores condições de vida, o que pode ocasionar mais problemas sociais nos centros urbanos do Nordeste e do Brasil.

Segundo Wild (1993), as principais causas da erosão são o desmatamento, deixando os solos desprotegidos; a agricultura e a pecuária sem a adoção de práticas conservacionistas; a construção de rodovias sem cuidados especiais, o que faz aumentar o escoamento superficial,

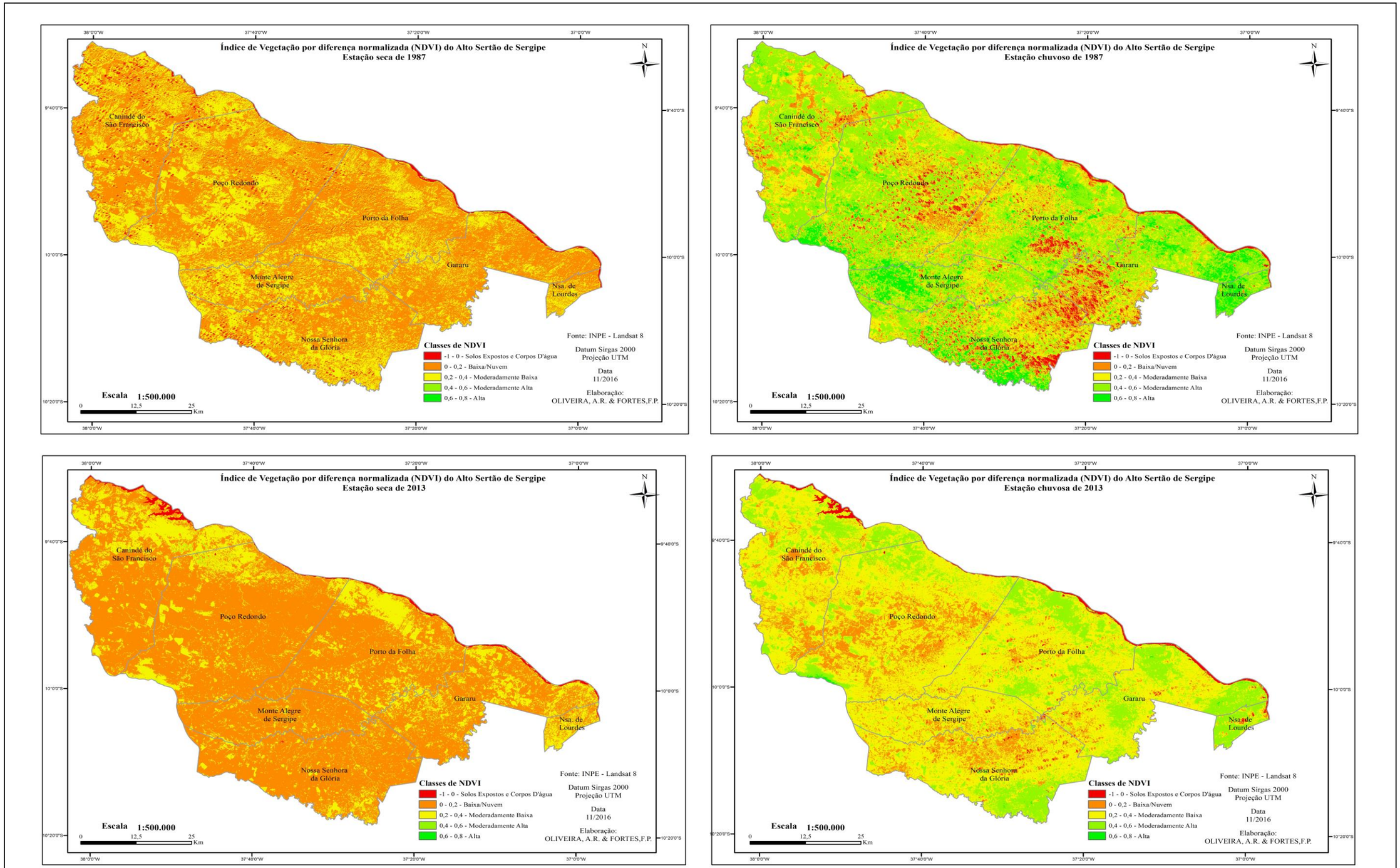
causando ravinas e voçorocas; a mineração e outras atividades, que deixam os solos desprotegidos. Além disso, o uso e o manejo inadequado dos solos são uma das principais causas de origem antropogênicas da desertificação.

Sporl e Ross (2004) corroboram com isso, afirmando que qualquer alteração nos diferentes componentes da natureza acarreta o comprometimento da funcionalidade do sistema, quebrando o seu estado de equilíbrio dinâmico. Nesse sentido, Gutiérrez & Squeo (2004) afirmam que os solos descobertos são muito susceptíveis à erosão hídrica e eólica, causando uma remoção líquida de nutrientes das áreas degradadas, levando ao seu empobrecimento.

As derivações antropogênicas por meio de atividades realizadas no solo, principalmente pelos médios e grandes produtores rurais através do sistema capitalista, impõem formas de produção e transformam a paisagem, ao remodelarem a terra e a recriarem como sua obra, fazendo surgir daí uma nova natureza por meio das relações de trabalho e de produção. Essa modificação pode acontecer de forma positiva ou negativa, sendo que é negativa quando emerge desequilíbrio entre os sistemas.

A Figura 28, a seguir, representa, de forma espacial, a variabilidade da dinâmica sazonal pelo NDVI dos anos de 1987 e 2013, sendo que, a título de análise, foram selecionados os meses de abril e maio, para a estação chuvosa, e os mês de novembro e dezembro, para a estação seca. É importante relatar que esses meses apresentaram menor incidência de nuvens, portanto melhor visibilidade para interpretação das imagens.

Figura 28: Índice de vegetação por diferença Normalizada (NDVI) do Alto Sertão de Sergipe (1987-2013).



Fonte: INPE-Landsat 5 e 8.
Elaboração: OLIVEIRA, A. R.; FORTES, F. P. (2016).

Ao analisar os resultados obtidos através do NDVI no período de 1987 e 2013, fica evidente que, na estação seca, o nível de proteção do solo pela cobertura vegetal é baixo e moderadamente baixo, com resquícios de solos expostos, aumentando de forma significativa a classe baixa para o período de 2013 em todo o território. A classe moderadamente baixa está caracterizada principalmente na parte norte dos municípios. Esse aumento não está somente relacionado aos processos naturais, especificamente o clima e o tipo de solo, mas também ao uso e à ocupação do solo através das atividades agropecuárias.

Na estação chuvosa, são constatadas diferenças entre os índices de vegetação, pois, em 1987, a quantidade de matéria verde exposta nos municípios atingiu a classe de proteção alta e passou para a classe moderadamente alta para o ano de 2013. No entanto, mesmo na estação chuvosa, foi possível observar solos expostos e também áreas de proteção baixa e moderadamente baixa. Por sua vez, as áreas dos perímetros irrigados e as Unidades de Conservação (UCs) correspondem à classe de proteção moderadamente alta, mas isso não significa que nesses locais não existe degradação ambiental, o que pode ser confirmado também nos trabalhos realizados nos perímetros irrigados (HOLANDA *et al.*, 2003; RESENDE *et al.*, 2014; SANTOS & LUCAS, 2015) e nas UCs (SILVA, 2012).

O município mais crítico quanto ao baixo índice de vegetação é Poço Redondo, seguido de Canindé de São Francisco, parte central de Porto da Folha, norte de Nossa Senhora da Glória, sudoeste de Gararu e entorno de Monte Alegre de Sergipe. A redução da proteção vegetal na condição do ambiente aumenta a probabilidade da ocorrência de manchas da desertificação.

Essa técnica do NDVI foi utilizada por autores como Aquino (2010) e Souza (2008) para discutir sobre a desertificação no Nordeste, entre outros autores. Para tanto, Souza (2008) afirma que o comportamento espectral das caatingas nas imagens de satélites é facilmente confundido com um tipo de degradação, em virtude da menor quantidade de biomassa verde. Destarte, as imagens de satélites da estação seca apresentam menor biomassa em relação à estação chuvosa e demonstraram maior desequilíbrio na natureza, portanto é necessário que o pesquisador analise todo o contexto para não distorcer as informações dos dados.

A Tabela de número 10 apresenta a distribuição em percentagem de NDVI, caraterizados por quatro classes, a saber: Alta, Moderadamente Alta, Moderadamente Baixa e Baixa, para os anos de 1987 e 2013 da estação chuvosa e seca.

Tabela 10: Valores em percentagem de NDVI do A.S.S. da estação seca e chuvosa dos anos de 1987 e 2013, com as respectivas classes de proteção.

CLASSES DE NDVI	MUNICÍPIOS DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE (A.S.S.)																											
	CANINDÉ DE SÃO FRANCISCO				POÇO REDONDO				PORTO DA FOLHA				NOSSA SENHORA DA GLÓRIA				GARARU				MONTE ALEGRE DE SERGIPE				NOSSA SENHORA DE LOURDES				TOTAL	
	% DA ÁREA TOTAL NO NÍVEL																											
	CHUVOSO		SECO		CHUVOSO		SECO		CHUVOSO		SECO		CHUVOSO		SECO		CHUVOSO		SECO		CHUVOSO		SECO		CHUVOSO		SECO		CH/SC	CH/SC
	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013	1987	2013
-1-0	1,49	2,62	3,51	2,50	3,84	0,46	1,79	0,33	4,48	1,77	2,13	1,23	7,60	0,73	1,75	0,05	7,48	2,62	1,96	1,80	1,13	0,39	0,96	0,03	1,37	3,01	1,89	0,96	4,3/2,1	1,4/1,0
0,0 <0,2	12,35	13,5	57,09	66,0	13,16	21,8	59,00	81,0	11,95	6,11	61,67	72,3	17,07	17,97	58,34	85,5	12,91	5,26	70,24	68,5	6,68	15,69	55,10	87,7	1,70	5,63	54,77	40,6	12,6/60,0	14/75
0,2 <0,4	37,44	63,3	39,09	31,1	34,17	65,9	39,03	18,4	35,54	65,69	36,02	26,3	34,48	18,92	39,71	14,3	27,90	58,35	27,66	29,5	28,12	78,51	43,87	12,2	7,88	25,4	43,34	58,2	33,3/37,5	64/23
0,4 <0,6	46,97	20,4	0,30	0,26	43,58	11,4	0,19	0,27	42,43	26,41	0,19	0,06	31,78	0,06	0,20	0,0	41,51	33,64	0,15	0,08	46,53	5,4	0,07	0,01	50,05	65,6	0,0	0,09	42,2/0,19	20/0,14
0,6 a 0,8	1,75	0,03	0,0	0,0	5,25	0,27	0,0	0,0	5,61	0,02	0,0	0,00	0,31	0,0	0,0	0,0	10,20	0,13	0,0	0,0	17,54	0,0	0,0	0,0	38,99	0,20	0,0	0,0	7,44/0,0	0,1/0,0

CH - Chuvoso; **SC -** Seco.
Fonte: INPE-Landsat 5 e 8.
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

Ao analisar a Tabela 10, observa-se que há redução de proteção de vegetação no solo na estação seca para os dois períodos avaliados, o que se deve à ausência de chuvas, deixando mais nítido o processo de degradação ambiental, com a formação de sulcos, ravinas, voçorocas e afloramentos rochosos. Na estação chuvosa, aumenta a quantidade de biomassa, devido à presença de precipitação no ambiente, pois a cobertura vegetal começa a ficar verde, e também pela realização do plantio de milho e feijão, embora a classe moderadamente baixa sobressaia sobre as demais.

Nos dois períodos avaliados (1987-2013), ocorreram transformações ambientais no A.S.S. que proporcionaram o avanço na degradação do solo, com a diminuição da biomassa suscitando maior probabilidade à desertificação.

Na Tabela 11, há uma variação de áreas plantadas em hectare de cultivos de feijão e milho no mesmo período das imagens do NDVI, entre os anos de 1987 e 2013.

Tabela 11: Variação de áreas plantadas de feijão e milho entre os anos de 1987 e 2013 no A.S.S.

Municípios	**Área plantada (ha)**				**Variação entre 1987 e 2013**	
	Feijão		**Milho**		**Percentagem de área plantada %**	
	ANOS					
	1987	**2013**	**1987**	**2013**	**Feijão**	**Milho**
Canindé de São Francisco	2249	610	2238	1200	-72,87	-46,38
Poço Redondo	4500	1300	4500	4000	-71,11	-11,11
Porto da Folha	4000	1020	5000	6000	-74,50	+20,00
Monte Alegre de Sergipe	1500	500	3000	3850	-66,66	+28,33
Gararu	2000	760	3000	2300	-62,00	-23,33
Nossa Senhora de Lourdes	300	40	------	250	-86,66	-----
Nossa Senhora da Glória	2000	1110	3500	6600	-44,50	+88,57

Fonte: IBGE (2016).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com a Tabela 11, o cultivo temporário de feijão apresentou queda significativa em todos os municípios, chegando a atingir uma redução de 44% até aproximadamente 87% em 2013. Nos últimos anos, esse tipo de lavoura perdeu espaço para o cultivo do milho, isso devido aos baixos índices de pluviosidade, às menores despesas e ao menor trabalho, pois se usa a máquina desde o plantio até a colheita do produto. Além disso, há também as sementes precoces e superprecoces de milho, que se desenvolvem em menos tempo e em demandas mercadológicas que influenciam também o desenvolvimento dessa atividade. Essas informações foram coletadas e evidenciadas *in locus*, por meio das entrevistas realizadas.

Em contrapartida, o plantio do milho aumentou em alguns municípios do A.S.S., como em Nossa Senhora da Glória, onde cresceu 88,57 %; em Monte Alegre de Sergipe, 28,33%; e em Porto da Folha, 20% em 2013. Em Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Gararu ocorreu redução do cultivo em 2013, no entanto cresceu o efetivo de rebanho, principalmente a bovinocultura. Acerca do município de Nossa Senhora de Lourdes, não foram obtidas informações de dados nesse período.

Ressalte-se que a tecnologia no campo foi relevante para a expansão da plantação do milho, assim como o uso de maquinários, adubos, agrotóxicos, sementes selecionadas e também a forma de manejo do solo, entre outras técnicas que foram peculiares em relação ao ano de 1987. O pacote tecnológico utilizado no campo tanto na pequena propriedade quanto nas áreas de grandes propriedades de terra aumenta, por um lado, a produtividade, enquanto que, por outro, ocasiona desequilíbrio nos aspectos físicos e biológicos dos ecossistemas e interfere na qualidade de vida.

Outro fator que se sobressai nessa discussão é a pluviosidade para a realização do plantio de milho e de feijão, além do tipo de solo. O ano de 1987 foi seco (vide seção 4) e 2013 consistiu-se como um ano seco em alguns municípios; em outros, por sua vez, choveu de acordo com a média normal, com exceção de Nossa Senhora da Glória, que apresentou índice de chuvas satisfatório, principalmente por ser uma área de transição entre o litoral e o sertão, onde foi possível observar o aumento da produção de milho nesse mesmo ano, qual seja, 2013.

Os agricultores, em sua maioria, não fazem análise do solo e utilizam fertilizantes aleatoriamente, sem saberem as deficiências e também o tipo de solo em ação. Tais fatores são indicadores que proporcionam degradação ambiental ao longo do tempo.

A pecuária historicamente é considerada a principal atividade econômica no Alto Sertão de Sergipe e, ao longo dos anos, conforme já foi destacado, o número de cabeças de animal por municípios vem aumentando cada vez mais, representando a cultura e a identidade dos sertanejos no semiárido, podendo ser constatada a partir dos dados dispostos na Tabela 12, cujo período histórico em questão situa-se entre os anos de 1987 e 2013, e, no Apêndice 4 e 5, numa série histórica de 1980 a 2015.

Tabela: 12: Variação de rebanhos (bovino, caprino e ovino) entre os anos de 1987 e 2013 no A.S.S.

Municípios	**Rebanhos (cabeças)**								
	Bovinos		**Caprinos**		**Ovinos**		**Totais (B+C+O)**		**Variação 1987-2013**
	Anos								
	1987	**2013**	**1987**	**2013**	**1987**	**2013**	**1987**	**2013**	**Porcentagem %**
Canindé de São Francisco	18610	30.560	3.900	2.180	5.100	5.390	27.610	38.130	38,10
Poço Redondo	27506	44.360	2.300	1.760	7.450	8.670	37.256	54.790	47,06
Porto da Folha	22000	45.620	1.900	520	8.300	4.250	32.200	50.390	56,49
Monte Alegre de Sergipe	13800	23.780	600	360	4.000	2.930	18.400	27.070	47,11
Gararu	16230	33.670	905	530	3.800	5.760	20.935	39.960	90,87
Nossa Senhora de Lourdes	3.628	15.150	230	100	610	920	4.468	16.170	261,90
Nossa Senhora da Glória	30000	53.750	1.700	850	12400	7.120	44.100	61.720	39,54
Consequências	Compactação do solo/aumento da erosão								

Fonte: IBGE (2016).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com o resultado da Tabela 12, a criação de rebanho (bovino, caprino e ovino) aumentou gradativamente, variando entre 38,10% a 261,90%. Esses dados reforçam a tese de que a pecuária pode ser um dos indicadores da degradação ambiental e, que dependendo da intensidade, contribui para a ocorrência da desertificação na área de estudo. Os municípios de Nossa Senhora da Glória, Porto da Folha e Poço Redondo são os maiores criadores de bovinos, atingindo, em 2013, entre 44 a 54 mil cabeças de gado e fazendo parte da bacia leiteira do estado de Sergipe. Em face desse cenário, o leite se tornou outra fonte de renda para a população e inseriu os sertanejos no mercado local e regional. Produtos como queijo e seus derivados são comercializados nas feiras locais ou em outros municípios e/ou exportados para outros estados nordestinos.

Os bovinos ainda são considerados animais nobres e simbolizam o nível de riqueza de um proprietário. Em contrapartida, os caprinos e ovinos são animais de pequeno porte e historicamente têm fama de “ladrões”, por invadirem as propriedades vizinhas em busca de alimentação. Ainda que os caprinos e os ovinos sejam mais resistentes à seca e à oferta de alimento menor, é a pecuária bovina que predomina no A.S.S., ou seja, mesmo com condições edafoclimáticas não tão favoráveis, fazem parte da cultura e da identidade da população sertaneja.

Diz-se, ainda, que a pecuária praticada de maneira extensiva tem sido responsabilizada pela degradação, principalmente do estrato herbáceo, pelo desaparecimento de espécies de valor forrageiro, bem como pelo aumento das ervas indesejáveis e pela ocupação das áreas por arbustos (ARAÚJO *et al*., 1995).

A apropriação da natureza no espaço semiárido está relacionada à formação econômica e social do Brasil desde o período colonial, com a exploração das terras pelos portugueses e holandeses, o que repercute até os dias atuais, embora se apresente com uma nova roupagem nesse cenário.

Nesse interim, as secas prolongadas e a rarefação da vegetação da caatinga proporcionam fortes indícios de degradação ambiental. Esses fatores, associados ao aumento do efetivo bovino e dos seus hábitos alimentares, assim como as práticas inadequadas na agricultura e a exploração de minérios, explicam como acontece a relação da desertificação nesse território.

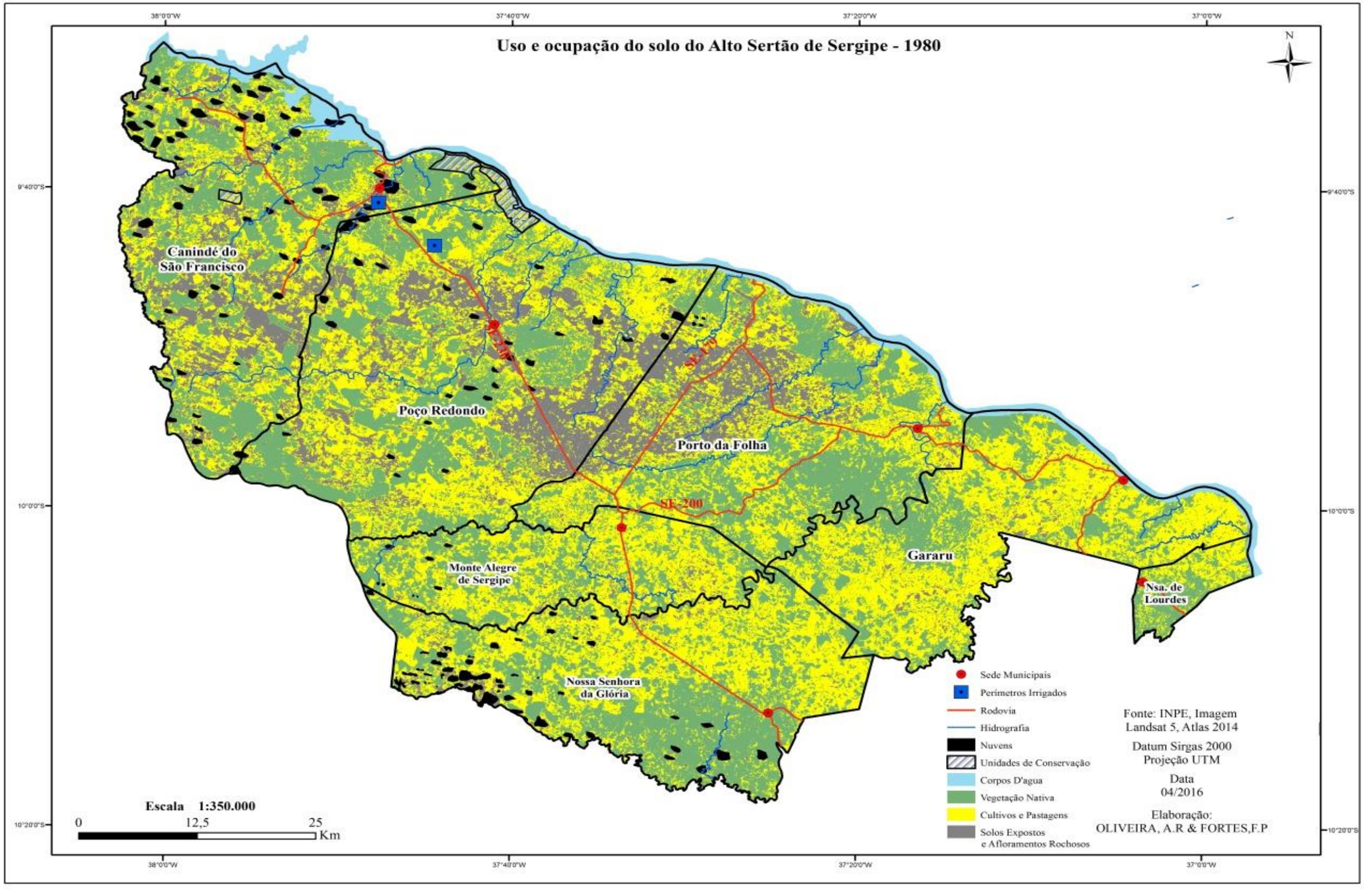
5.2 Transformações socioambientais no uso e ocupação do solo do A.S.S.

As paisagens dos municípios que compõem o Alto Sertão de Sergipe apresentam características heterogêneas nas dinâmicas do sistema natural e nas formas de pressão agrícola e pecuária no decorrer dos processos históricos. E isso pode ser observado em escalas diferentes de observação, além de que entre as especificidades estão as condições do meio, as práticas agropecuárias e as coberturas vegetais.

O termo socioambiental, o qual foi definido na Tese, parte da compreensão da dinâmica da relação sociedade e natureza na perspectiva do Sistema Socioambiental do Alto Sertão de Sergipe-A.S.S., a partir da complexidade de seus elementos, bem como das dinâmicas e das dimensões que o formam. Esse sistema é aberto e elucidam os problemas socioambientais de forma interativa e conjuntiva.

As alterações socioambientais que ocorreram na paisagem nas décadas de 1980, 1990 e 2000 revelam os avanços da degradação e as novas formas de apropriação do espaço do Alto Sertão de Sergipe. Na busca por uma melhor compreensão, foram elaborados três mapas de uso e ocupação do solo, por meio de imagens de satélite Landsat 5, mapas esses que auxiliaram na espacialização da dinâmica relativa aos processos de desertificação. As classes de uso do solo são: vegetação nativa (caatinga, vegetação rasteira); cultivos e pastagens, e solos expostos e afloramentos rochosos. A Figura 29, na sequência, mostra as transformações que ocorreram no Alto Sertão de Sergipe na década de 1980.

Figura 29: Uso e ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR (1980).

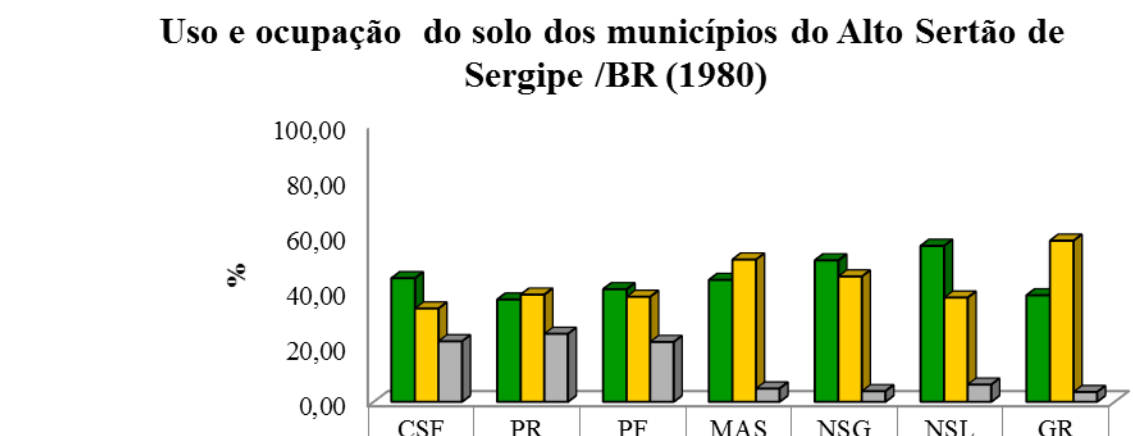


Fontes: INPE e Atlas SRH (2014).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R; FORTES, F. P. (2016).

Nesse período da década de 80 do século XX, o processo de uso e ocupação do solo no A.S.S. apresentava mudanças significativas na paisagem. Observou-se a redução gradativa da vegetação nativa em detrimento das atividades agropecuárias. Essas modificações no campo estão relacionadas tanto ao processo histórico de uso e ocupação do solo quanto aos processos naturais que repercutem na paisagem e na produção do espaço semiárido sergipano.

Na escala temporal da década de 80, o A.S.S. correspondia aproximadamente a 43% de cobertura vegetal, enquanto os cultivos e pastagens foram inferiores a 1%, atingindo 42% da área, e solos expostos e afloramentos rochosos somaram 15%, distribuídos de forma heterogênea entre os municípios. É relevante explicar que a escala espacial referente à extensão territorial não é homogênea nos municípios, por exemplo, Poço Redondo tem uma área de 1.232.123 km², enquanto Nossa Senhora de Lourdes totaliza 81.061 km². A Figura 30 representa os dados de uso e ocupação do solo na escala temporal de 1980 por municípios.

Figura 30: Uso e ocupação do solo dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR. (1980)



	CSF	PR	PF	MAS	NSG	NSL	GR
Vegetação nativa	44,56	36,87	40,59	43,94	51	56,24	38,4
Cultivos e Pastagens	33,63	38,64	37,85	51,3	45,19	37,57	58,09
Solos Expostos e afloramentos rochosos	21,82	24,49	21,57	4,76	3,81	6,18	3,51

Fontes: INPE (2016); SRH (2014).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

A Figura 30 revela que ocorreram desmatamentos em todos os municípios do A.S.S. para a realização das atividades agropecuárias, e os processos de maior degradação ambiental ocorreram principalmente em Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, com a presença de solos expostos e afloramentos rochosos.

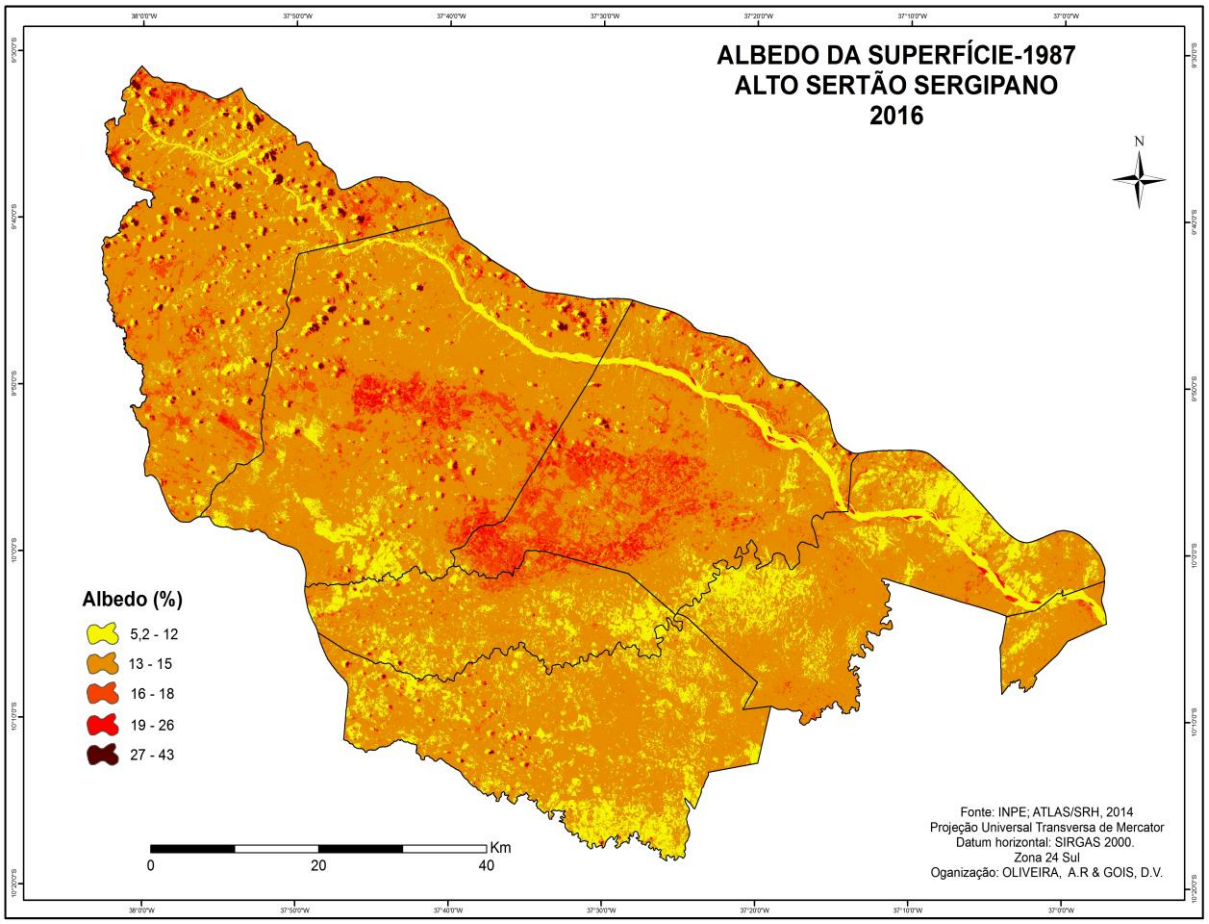
Tais resultados estão relacionados ao processo histórico de ocupação desde o século XVII e que repercute no século XX, com o superpastoreio de bovinos, caprinos e ovinos, o que causou degradações por vezes irreversíveis ao sistema. O pisoteio do animal, associado a

outras formas de pressão de áreas de caatinga, têm a capacidade de reduzir a fertilidade e o porte de plantas, alterando a fragilidade do ambiente e o possível indício de desertificação.

Os cultivos agrícolas contribuíram também nas alterações da paisagem, pois, nesse período, destacavam-se as lavouras de sequeiro, como o milho e o feijão, com uso de técnicas mais tradicionais como enxadas, arado, foice, carros-de-boi, pouca ou nenhuma adubação e com maior número de trabalhadores no campo.

Associado aos processos antropogênicos, os sistemas naturais também influenciam através da redução da chuva e do impacto das gotas no solo desnudo; a estrutura e o tipo do solo, a redução da biomassa e o aumento do albedo explicam a existência da degradação ambiental nesse sistema. Na Figura 31, abaixo, está demonstrada a distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe, o que corresponde ao dia primeiro de novembro de 1987. As cenas utilizadas foram do mesmo período da imagem de uso e ocupação do solo da década de 1980.

Figura 31: Distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe/BR (1987).



Fontes: INPE (2016); SRH (2014).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R.; GOIS, D. V. (2016).

O albedo de 1987 apresentou amplitudes de reflectâncias das propriedades da superfície do solo, sobressaindo a segunda classe, representada pela cor marrom, sobre as demais (vide Figura 31). Verificou-se que o albedo aumentou em áreas antropizadas ocupadas por pastagens e cultivos agrícolas, correspondendo ao total de 74,3% na escala 13 – 15 e em áreas onde há predominância de solos expostos e afloramentos de rochas que estão inseridas entre a terceira classe e a quinta e se destacam nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha. Em áreas ocupadas por vegetação nativa, há redução do albedo, sendo representadas pela primeira classe 5,2 – 12, com 14,93% do total da área que pode ser visualizada na Tabela 13. Os valores de albedo da vegetação nativa podem ser observados também no Parque Natural Municipal de Lagoa do Frio, em Poço Redondo, e no Monumento Natural da Grota do Angico ao norte dos municípios de Canindé do São Francisco e Poço Redondo.

Sob circunstâncias específicas, o aumento no albedo reduz a precipitação local, intensificando o processo de desertificação. Logo, a vegetação é um fator principal na desertificação. Sua perda promove a desertificação e, consequentemente, impede sua regeneração (Convention to Combat Desertification, UN, 1998).

A Tabela 13 representa uma síntese dos dados referentes às classes utilizadas do albedo de superfície, trazendo ainda a área em Km² e a porcentagem de cada classe discutida anteriormente através da figura 31.

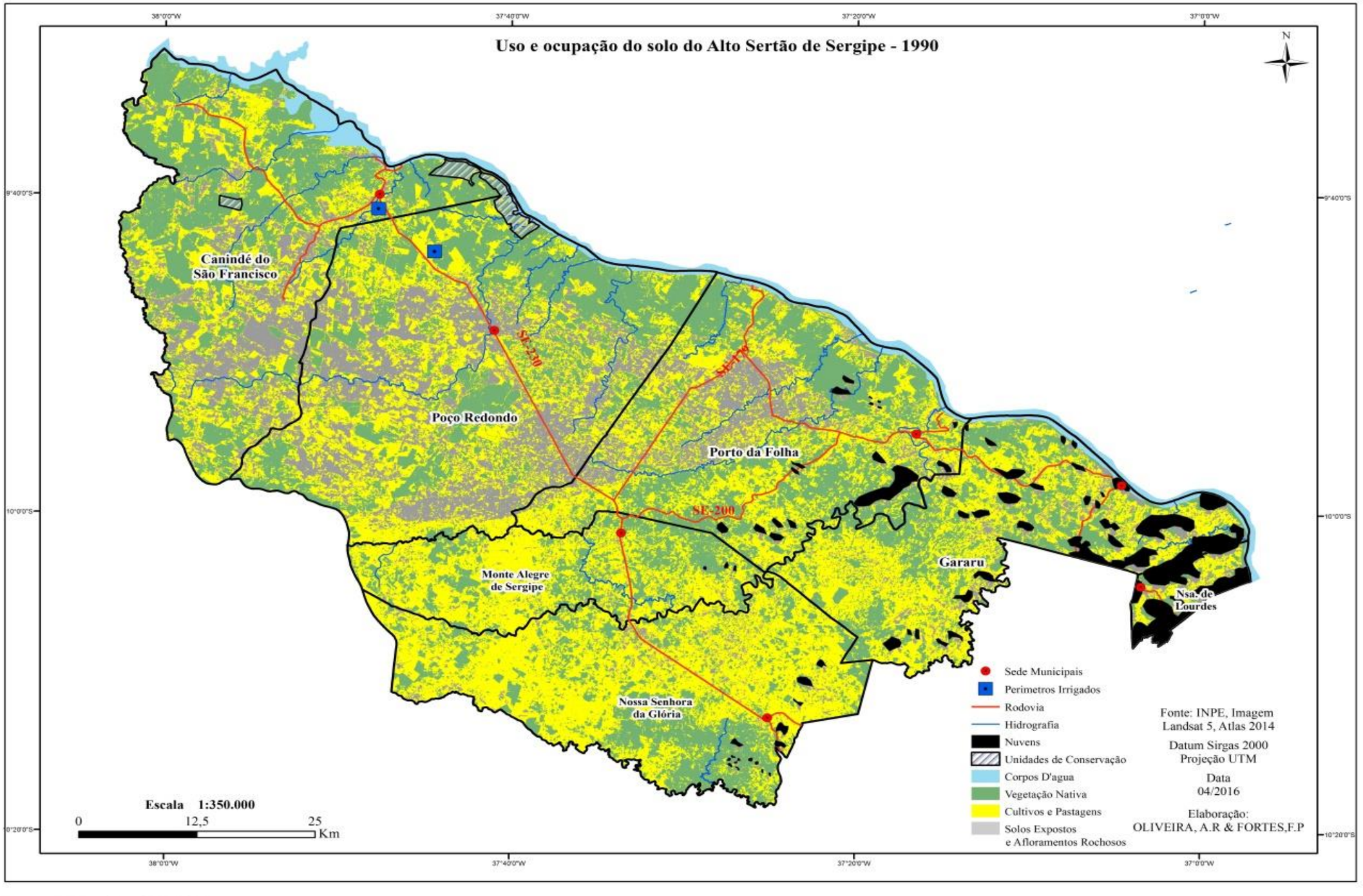
Tabela 13: Dados estatísticos de albedo (1987).

Classes	Albedo (%)	Área (km²)	%
1	5,2 – 12	737694000,00	14,93
2	13 – 15	3661757000,00	74,13
3	16 – 18	428725800,00	8,68
4	19 – 26	84712500,00	1,71
5	27 – 43	26858700,00	0,54

Fontes: INPE (2016); SRH (2014).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

A Figura 32, está relacionada às transformações ambientais que ocorreram na década de 1990 no uso e na ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR.

Figura 32: Uso e ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR (1990).



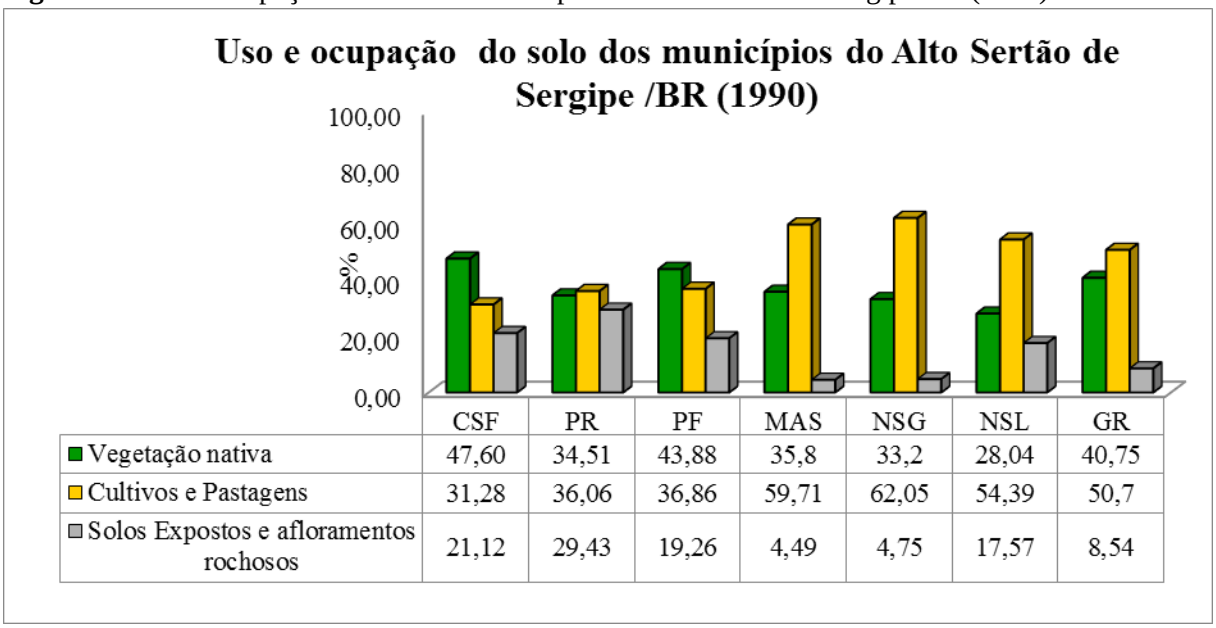
Fontes: INPE e Atlas SRH (2014).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R; FORTES, F. P.

Novas matrizes produtivas surgiram nesse período, especificamente em dois municípios da área de estudo, quais sejam, Canindé de São Francisco e Poço Redondo. Entre essas matrizes estão a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó, instalada no rio São Francisco em 1992, que fica localizada a seis quilômetros do município de Canindé de São Francisco, mas abrange também o município de Piranhas, no estado de Alagoas, sendo palco de apreciações turísticas, abastecimento de água e desenvolvimento de projeto de irrigação; e também o perímetro irrigado de Jacaré-Curituba, Califórnia e Nova-Califórnia, em que se realizam a microaspersão e o gotejamento, embora não beneficiem a todos igualmente.

Os dados da Figura 32 mostram que a vegetação nativa do A.S.S. reduziu para 39%, em detrimento tanto de cultivos e pecuária, com 42%, quanto do aumento de solos expostos, abrangendo 17% da área total. Os solos expostos se constituem em cenário preocupante para o semiárido sergipano, situação essa que vem avançando cada vez mais nos municípios, pois essa degradação ambiental acarreta desequilíbrios e possível processo de desertificação.

Essas manchas são mais presentes nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha. Na década de 90 do século XX, os cultivos e as pastagens vão ganhando espaço, modificando a paisagem e implantando nova dinâmica tanto na natureza quanto no social, a partir das relações de produção e de trabalho. A Figura 33 representa as alterações na paisagem por municípios, a partir da classificação das classes de solo na escala temporal de 1990.

Figura 33: Uso e ocupação do solo dos municípios do Alto Sertão de Sergipe/BR (1990).



	CSF	PR	PF	MAS	NSG	NSL	GR
Vegetação nativa	47,60	34,51	43,88	35,8	33,2	28,04	40,75
Cultivos e Pastagens	31,28	36,06	36,86	59,71	62,05	54,39	50,7
Solos Expostos e afloramentos rochosos	21,12	29,43	19,26	4,49	4,75	17,57	8,54

Fontes: INPE (2016); SRH (2014).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

No período em questão, ocorreram intensas transformações ambientais, com a substituição da cobertura vegetal nativa para a realização da pecuária e dos cultivos agrícolas. O município de Nossa Senhora da Glória atingiu o ápice de 62%; Monte Alegre de Sergipe, 59%; os municípios de Nossa Senhora de Lourdes e Gararu entre 50% a 55%; e entre 31% a 37% os municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha. Em contrapartida, estes últimos municípios apresentaram maiores índices de solos expostos e afloramentos rochosos, desencadeando "stress" ambiental. Em Nossa Senhora de Lourdes, presenciou-se 17,57% de solos expostos e afloramentos rochosos, no entanto esse município pode ter sofrido algumas alterações no resultado nessa década, por ter sua imagem com muita cobertura de nuvens.

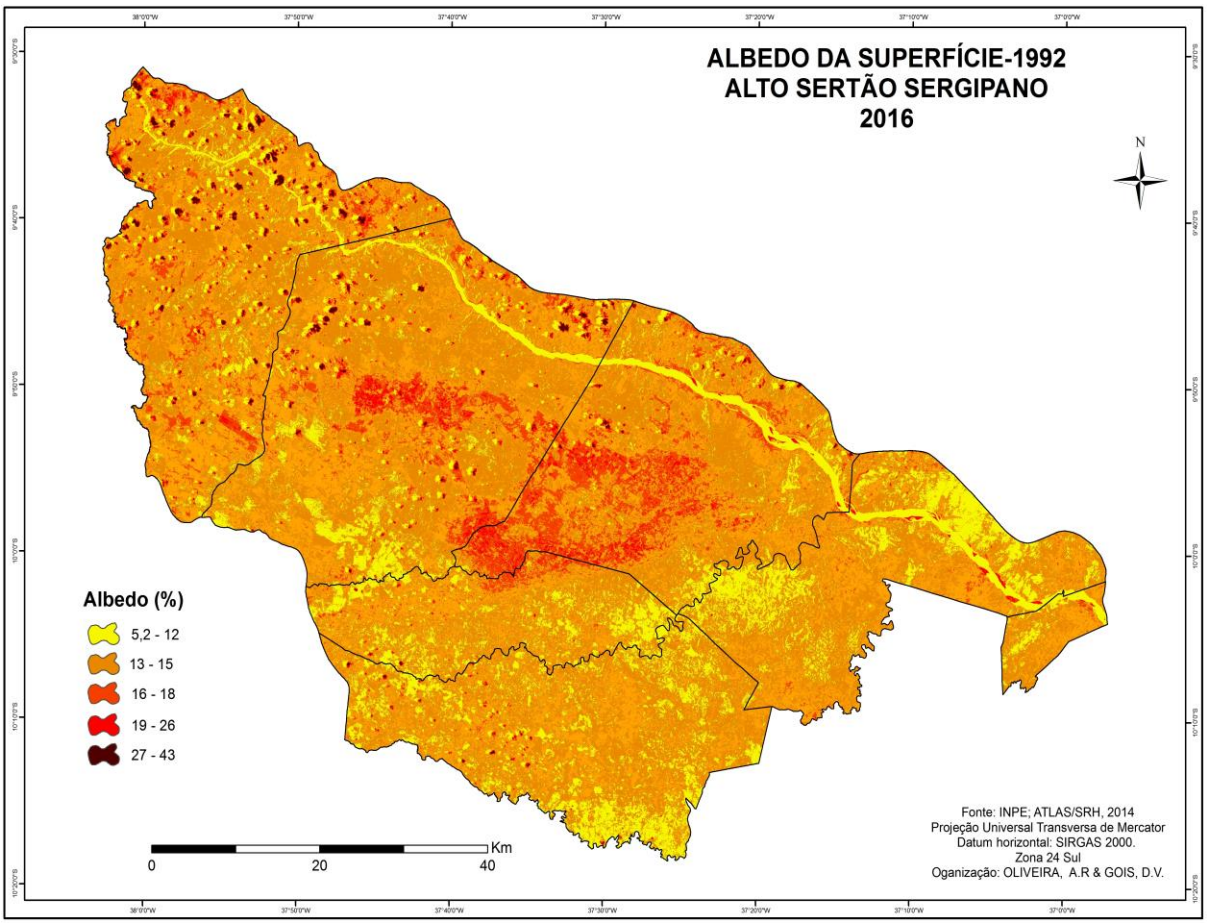
De acordo com as transformações socioambientais que ocorreram no uso e ocupação do solo no A.S.S., observaram-se dois processos relevantes, os quais corroboram com o já exposto sobre a relação natureza-sociedade. A natureza, por ser dinâmica, modifica também a paisagem. Devido ao efeito dos processos endógenos e exógenos, os solos (subsistema natural) do semiárido sergipano são rasos, pouco profundos e pedregosos, onde afloram campos de matacões e inselbergs. Durante a estação chuvosa, ocorre o escoamento superficial, por meio do qual o material fino erodido das vertentes é depositado nas várzeas que, por sua vez, fazem a camada pedregosa aflorar em superfície. Após o desmatamento para a realização de atividades agropecuárias (subsistema social), a área fica mais susceptível à erosão hídrica, causando lixiviação no solo. Assim, esses solos vão perdendo nutrientes e tornam-se mais frágeis à erosão, a água da chuva, que antes era absorvida pela cobertura vegetal (subsistema natural), infiltra-se no solo até os lençóis freáticos, e logo vão se abrindo pequenos sulcos na superfície da terra, desagregando as partículas, e, consequentemente, formando-se mais crateras, bem como processos de sulcos e ravinas. Ademais, quando a água da chuva cai no solo desnudo, a infiltração é reduzida; ao contrário, quando o solo é protegido pela cobertura vegetal, há boa permeabilidade e maior velocidade de infiltração. Em solos arenosos, por exemplo, ocorre maior infiltração devido aos espaços porosos. Em contrapartida, nos solos argilosos, há menor infiltração.

A cobertura vegetal é um elemento natural relevante para diminuir a erosão no solo, seja erosão provocada pelo impacto das gotas de chuvas ou pelas práticas inadequadas na agropecuária. Assim, o solo com vegetação protege contra a força das gotas das chuvas, aumenta a infiltração, melhora a estrutura do solo com o aumento da matéria orgânica e detém maior capacidade de retenção da água, entre outros fatores.

Considerando-se as práticas inadequadas na agropecuária quanto ao manejo agrícola, sobretudo pelos maquinários pesados e pelo pacote tecnológico, estes associados à pecuária de forma intensiva, têm-se uma das causas da erosão provocada por derivações antropogênicas. Esses subsistemas são influenciados e alterados pelo subsistema econômico, por meio de produção, circulação, distribuição e consumo. Todos esses processos são dinamizados pelo subsistema político, a partir da implementação de políticas públicas e da modernização do campo.

As alterações que ocorreram na paisagem, no período de 1987 a 1992, resultaram, em algumas áreas, no aumento do albedo na superfície, como pode ser visualizado na Figura 34 e na Tabela 14.

Figura 34: Distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe/BR (1992).



Fontes: INPE (2016); SRH (2014).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R; GOIS, D. V. (2016).

Tabela 14: Dados estatísticos de albedo (1992).

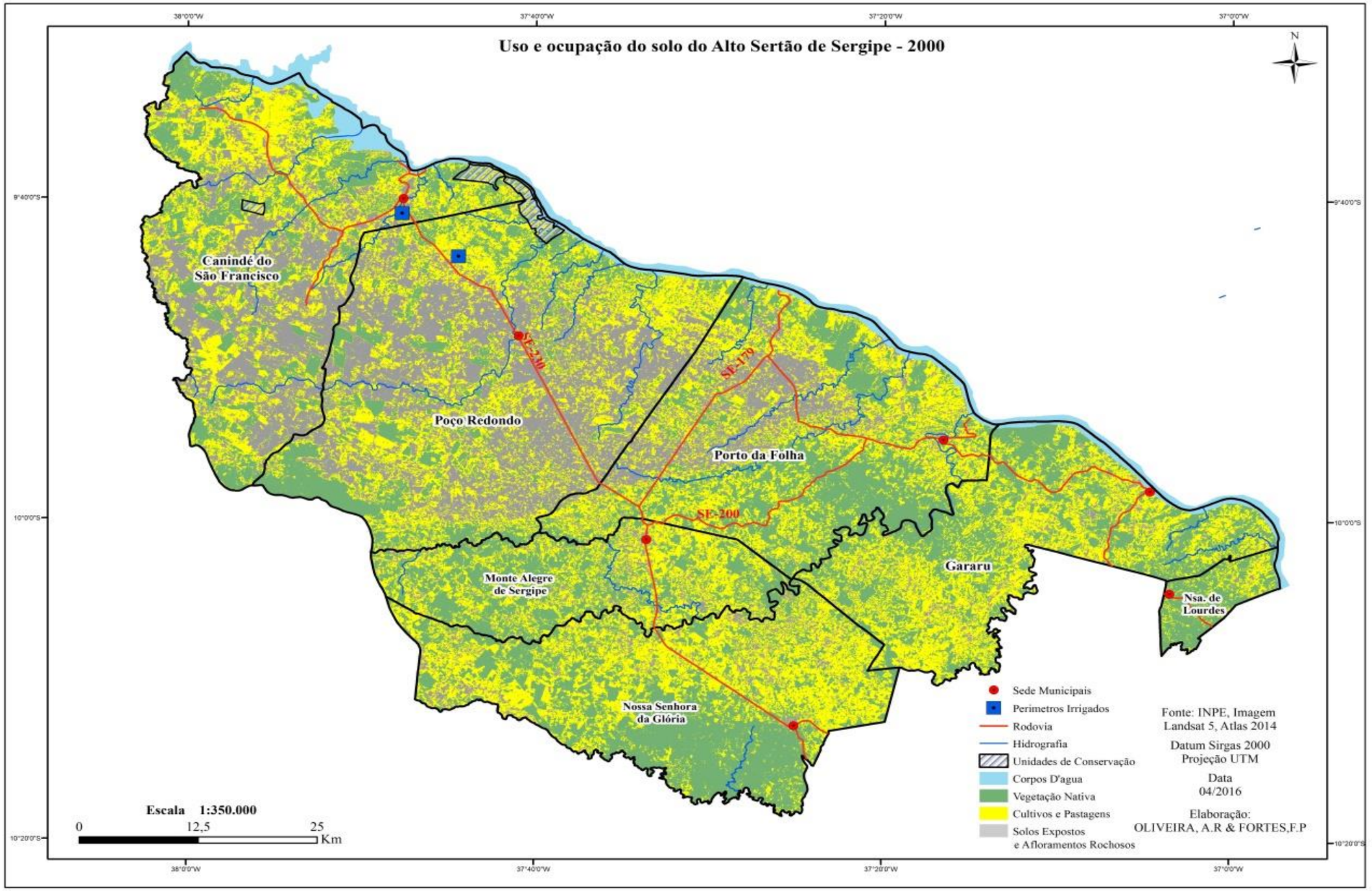
Classes	Albedo (%)	Área (km²)	%
1	5,2 – 12	737694000,00	16,11
2	13 – 15	3261757000,00	71,22
3	16 – 18	468725800,00	10,23
4	19 – 26	84712500,00	1,85
5	27 – 43	26858700,00	0,59

Fontes: INPE (2016); SRH (2014)
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com a Figura 34 e a Tabela 14, a distribuição espacial do albedo da superfície de 1992 aumentou a porcentagem da área em cada classe, mas em menor proporção, sendo que ainda acaba prevalecendo a classe dois, como ocorreu no período de 1987. Entretanto, a mancha vermelha que representa solos expostos e afloramentos rochosos se expandiu nos três municípios citados anteriormente, tendo como consequência elevadas taxas de energia, perdidas pela superfície por refletividade.

Segundo Santos *et al.* (2014), com a remoção da vegetação, o solo é, consequentemente, exposto a uma maior incidência de radiação solar, o que provoca uma menor absorção pela vegetação, haja vista que os referidos processos biofisicoquímicos são drasticamente reduzidos. A Figura 35 apresenta as modificações da paisagem no uso e ocupação do solo da década de 2000.

Figura 35: Uso e ocupação do solo do Alto Sertão de Sergipe/BR (2000).



Fontes: INPE e Atlas SRH (2014).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R; FORTES, F. P. (2016).

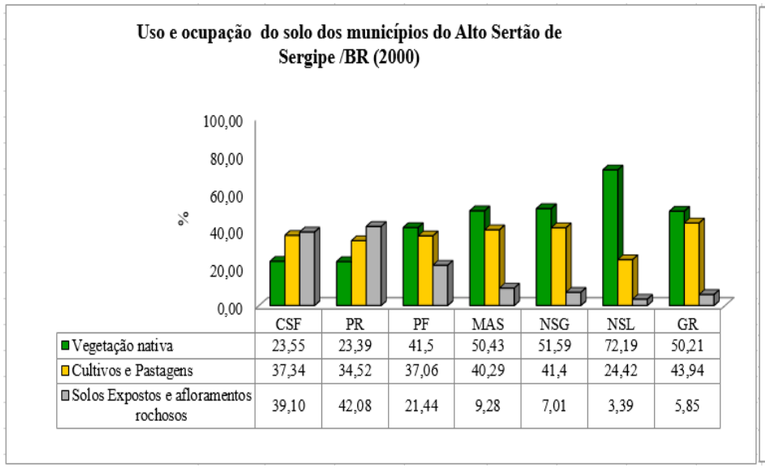
De uma década para outra, as alterações são expressivas na paisagem semiárida do A.S.S., uma vez que as atividades agropecuárias, como cultivos e pastagens, atingiram 38% da área total. Essa substituição da vegetação nativa por vegetações secundárias, como o plantio de milho, feijão (sequeiro), legumes e fruticulturas (perímetro irrigado), associada ao pisoteio do animal, ampliou, assim, o processo de degradação no solo e possíveis variações no clima, especificamente com o aumento do albedo. Essa degradação ambiental é materializada na superfície através dos solos expostos (24%), os quais são favoráveis à incidência de processos erosivos e afloramentos rochosos provocados por processos antropogênicos e naturais.

De acordo com a Figura 35 e com as comprovações em campo, observa-se que há presença de afloramentos rochosos com formações de inselbergs na área de estudo, principalmente nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha e Nossa Senhora de Lourdes. A partir de literaturas, esse fato pode estar relacionado aos processos naturais quanto à geologia, ao clima e à pedologia da área que permite à camada pedregosa, durante uma estação chuvosa, através do escoamento superficial, aflorar cada vez mais em superfície. Isso pode estar relacionado à ocorrência de eventos paleoclimáticos, pelos quais passaram a atual zona semiárida nordestina, onde vigoraram condições de clima até mais seco que o atual, responsáveis pelo surgimento dos inselbergs disseminados por essa região, interrompidos por condições de clima mais úmido (AB'SABER, 1977; BIGARELLA *et al.*, 1975; TRICART, 1959).

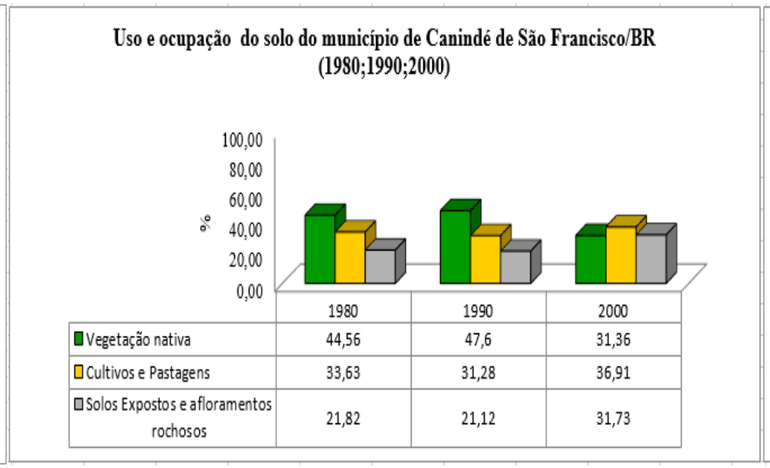
No decorrer das três décadas, o A.S.S. apresentou mudanças significativas na paisagem, a partir do modelo de exploração e apropriação da natureza e também das relações sociais na forma de produzir, associados às condições naturais, como a pedologia, a vegetação e o clima, e, portanto, trouxeram aspectos positivos e também negativos. Nesse contexto, identificou-se que há degradação da paisagem tanto relacionada aos processos naturais quanto à pressão agropecuária que é exercida historicamente sobre esse espaço.

A Figura 36 revela as alterações socioambientais ao longo dos anos de cada município, fato que corrobora com as discussões relatadas no texto sobre o desmatamento acelerado da cobertura vegetal nativa, assim como sobre práticas agrícolas inadequadas, pecuária extensiva, exploração de minérios, o que desencadeia processos de degradação.

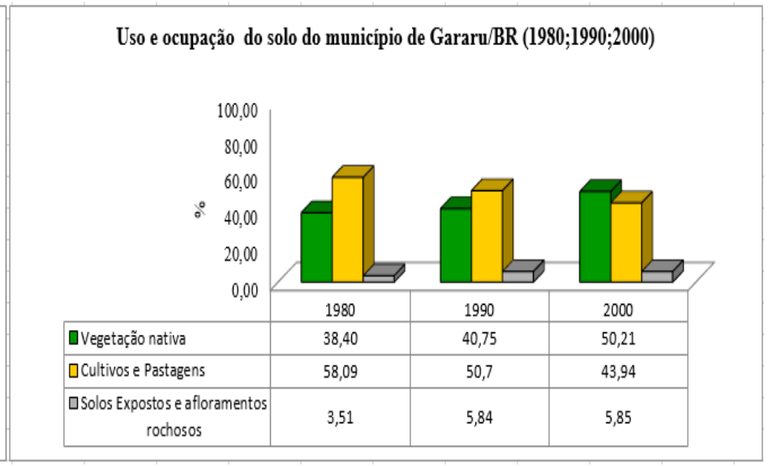
Figura 36: Uso e ocupação do solo dos municípios do Alto Sertão de Sergipe



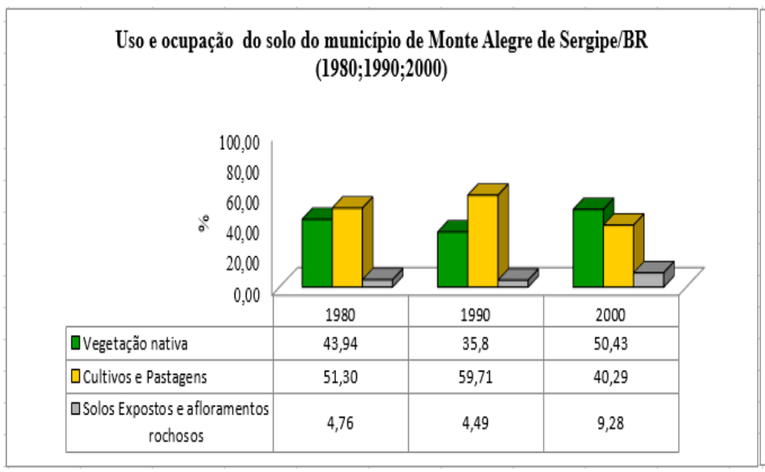
	CSF	PR	PF	MAS	NSG	NSL	GR
Vegetação nativa	23,55	23,39	41,5	50,43	51,59	72,19	50,21
Cultivos e Pastagens	37,34	34,52	37,06	40,29	41,4	24,42	43,94
Solos Expostos e afloramentos rochosos	39,10	42,08	21,44	9,28	7,01	3,39	5,85



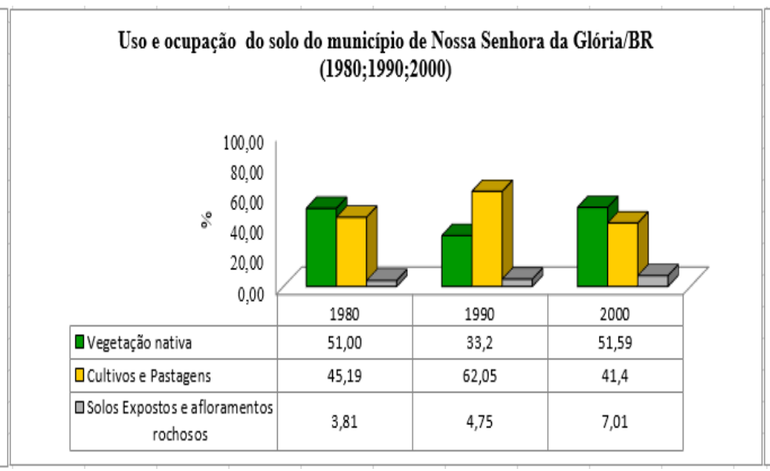
	1980	1990	2000
Vegetação nativa	44,56	47,6	31,36
Cultivos e Pastagens	33,63	31,28	36,91
Solos Expostos e afloramentos rochosos	21,82	21,12	31,73



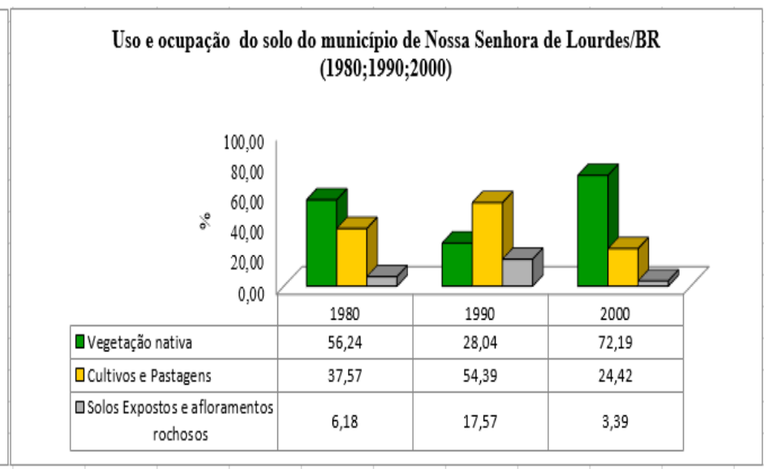
	1980	1990	2000
Vegetação nativa	38,40	40,75	50,21
Cultivos e Pastagens	58,09	50,7	43,94
Solos Expostos e afloramentos rochosos	3,51	5,84	5,85



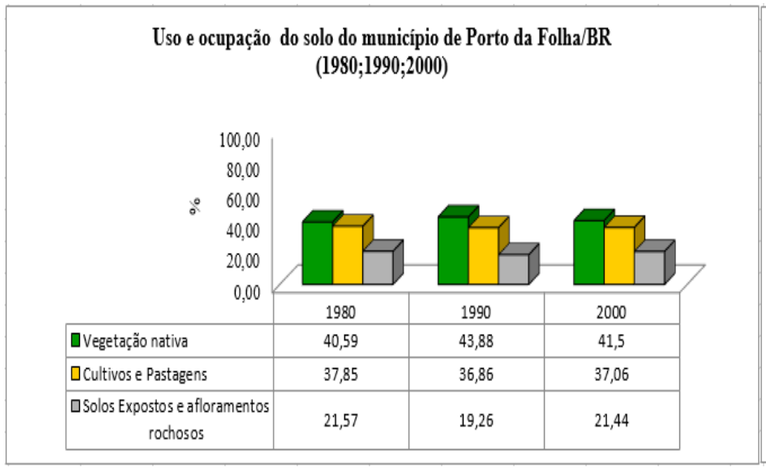
	1980	1990	2000
Vegetação nativa	43,94	35,8	50,43
Cultivos e Pastagens	51,30	59,71	40,29
Solos Expostos e afloramentos rochosos	4,76	4,49	9,28



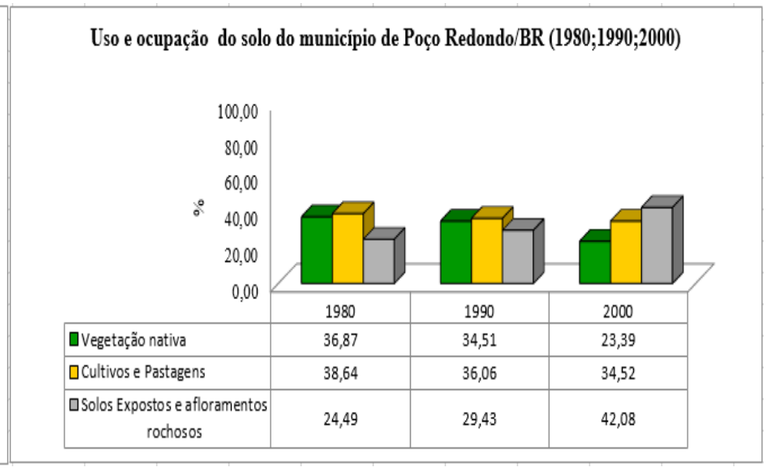
	1980	1990	2000
Vegetação nativa	51,00	33,2	51,59
Cultivos e Pastagens	45,19	62,05	41,4
Solos Expostos e afloramentos rochosos	3,81	4,75	7,01



	1980	1990	2000
Vegetação nativa	56,24	28,04	72,19
Cultivos e Pastagens	37,57	54,39	24,42
Solos Expostos e afloramentos rochosos	6,18	17,57	3,39



	1980	1990	2000
Vegetação nativa	40,59	43,88	41,5
Cultivos e Pastagens	37,85	36,86	37,06
Solos Expostos e afloramentos rochosos	21,57	19,26	21,44

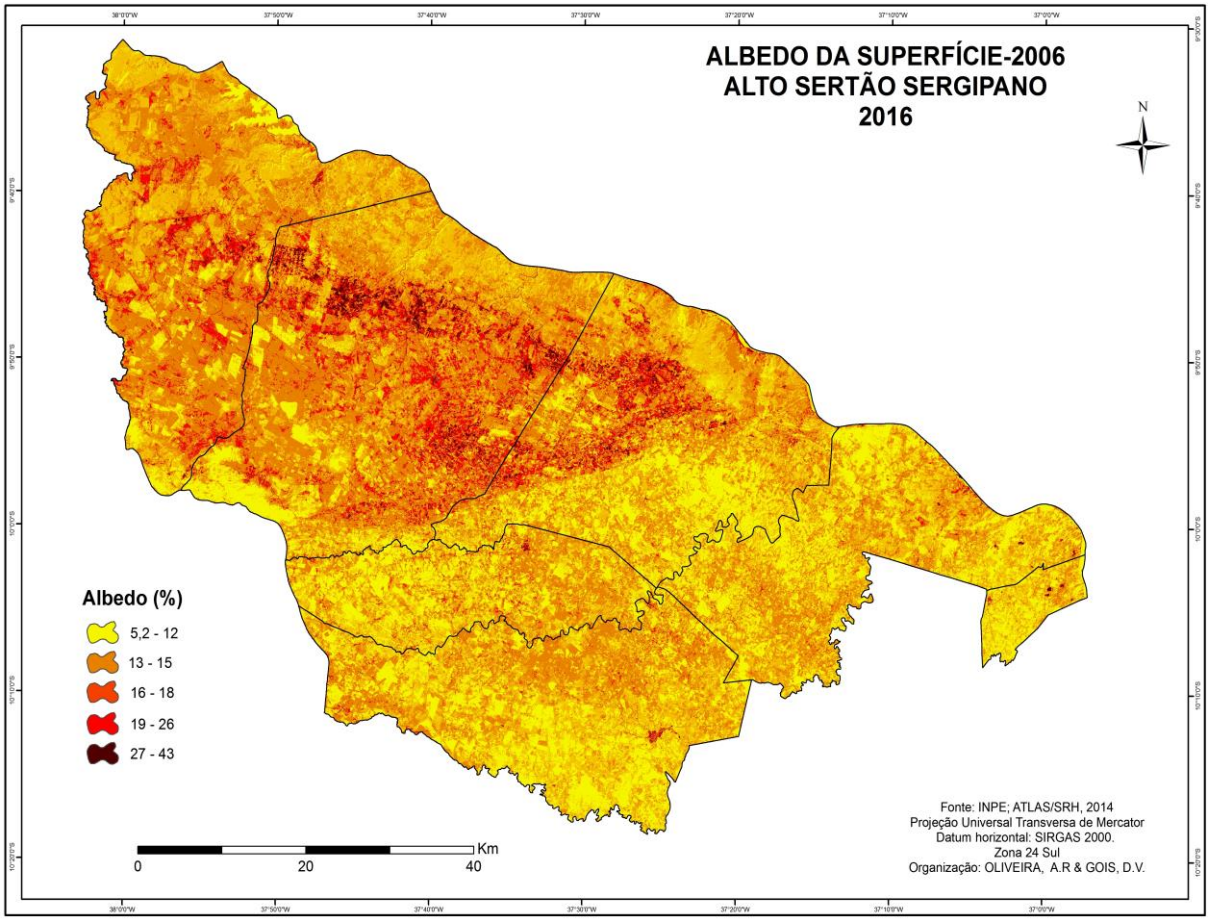


	1980	1990	2000
Vegetação nativa	36,87	34,51	23,39
Cultivos e Pastagens	38,64	36,06	34,52
Solos Expostos e afloramentos rochosos	24,49	29,43	42,08

Fontes: INPE e Atlas SRH (2014).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

As transformações na dinâmica socioambiental do A.S.S. são comprovadas através da Figura 36 e podem ser identificadas também pela influência do albedo na superfície, como está exposto na Figura 37 e na Tabela 15.

Figura 37: Distribuição espacial do albedo da superfície do Alto Sertão de Sergipe/BR (2006).



Fontes: INPE (2016); SRH (2014).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R; GOIS, D. V. (2016).

Tabela 15: Dados estatísticos de albedo (2006).

Classes	Albedo (%)	Área (km²)	%
1	3 – 9,3	994038300,00	20,12
2	9,4 – 11	2808050000,00	56,85
3	12 – 13	744947100,00	15,08
4	14 – 16	325941300,00	6,60
5	17 – 41	66770100,00	1,35

Fontes: INPE (2016); SRH (2014).

A mudança no padrão do albedo da superfície municipal em 2006 sobressaiu-se sobre a classe 1, com 20,12%; a classe 2, com 56,85%; e a classe 3, com 15,08%. As classes 4 e 5 ocorreram em menor proporção, como pode ser visualizado na Tabela 15. No decorrer das décadas analisadas, sobreveio um aumento gradual dos valores de albedo no A.S.S., repercutindo principalmente nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e Porto da Folha, fato este que corrobora com o exposto anteriormente sobre esse aumento na faixa de variação observada nas mesmas áreas. Provavelmente, trata-se de um indício da expansão da perda de cobertura do solo, tornando-o exposto à radiação solar, o que é indicado pela alta refletividade. Esses resultados estão em consonância com os dados de campo e da literatura científica.

No que concerne à substituição de superfícies vegetadas por áreas de solo exposto, isso tem como resultado tanto a diminuição da energia utilizada para a evaporação quanto o aumento da energia utilizada para o aquecimento do solo e do ar, ocasionando, com isso, o aumento da temperatura (FOLEY *et al.*, 1996). Em consonância com esse autor, Conti acrescenta que:

> Em virtude da diminuição ou desaparecimento da cobertura vegetal (desmatamento), o balanço térmico desequilibra-se, com aumento da reflectividade da radiação solar, ou seja, do *albedo* ao nível da superfície. Este, por sua vez, intensifica a subsidência atmosférica, conduzindo, para a superfície, o ar seco da alta troposfera, inibindo a formação de nuvens e reduzindo a probabilidade de chuvas. Da mesma forma, o solo desprotegido e exposto diretamente à radiação solar tem sua capacidade de retenção de água muito diminuída, conforme observara o estudioso Aubreville, já citado (2008, p. 46).

A dinâmica de uso do solo em áreas agropecuárias influencia diretamente a quantidade de energia solar absorvida ou refletida pela superfície, podendo interferir na mudança do clima local. É importante explanar que, no período da estação chuvosa, as áreas de vegetação nativa apresentam maior capacidade de absorção da energia incidente, devido à folhagem verde em pleno desenvolvimento; no entanto, no período seco, essa vegetação perde as folhas, aumentando o poder de reflexão da superfície e, consequentemente, elevando os valores de albedo.

De acordo com as imagens orbitais e com o trabalho de campo, foram constatadas devastação da cobertura vegetal nativa e processos erosivos nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo e noroeste de Porto da Folha, onde foram consideradas, em sua

maior parte, áreas de degradação grave, portanto mais propícias ao processo de desertificação, com a presença de solos expostos e de pavimentos detríticos de afloramentos rochosos, o que desfavorece, por conseguinte, um aproveitamento agrícola mais intenso.

Nessas áreas, a vegetação foi descaracterizada e degradada pelo uso agropecuário a que foram e ainda são submetidos. A extração de minérios é realizada também nesses municípios, pois foi constatado que se exploram recurso natural num determinado local e, com o término da disponibilidade do recurso, expande-se a atividade minerária para outros locais, ocasionando, assim, erosões e infertilidade do solo.

As áreas com degradação moderada correspondem a 36% dos municípios com cultivos sequeiros, perímetro irrigado, este último próximo ao rio São Francisco, e presença de pastagem com a criação de rebanhos, principalmente de bovinos.

Na parte norte e sul desses municípios e leste de Porto da Folha, existem áreas não degradadas com resquícios de vegetação nativa. É importante salientar as UCs em Canindé de São Francisco, com o Parque Natural Municipal de Lagoa do Frio, e o Monumento Natural da Grota do Angico, o qual se localiza nos municípios de Poço Redondo e Canindé do São Francisco.

Constatou-se, ainda, que, nos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora da Glória, Gararu e Nossa Senhora de Lourdes, ocorrem tanto degradação moderada, com domínio da presença de pastagem, quanto cultivos agrícolas em sua maior parte. Encontram-se espalhadas pelo território áreas com solos expostos, afloramentos rochosos e extração de minérios em Nossa Senhora de Lourdes, e representa características de degradação grave, mas em menor proporção. Nessas mesmas áreas também há outras não degradadas, com a presença da vegetação caatinga.

São necessários, portanto, o planejamento e a gestão de ações integradoras, envolvendo o ambiental-social-econômico com a participação e o comprometimento dos sujeitos sociais envolvidos no processo (governo, pesquisadores, técnicos, agricultores, pecuaristas, associações), para que, a partir de estabelecimentos de diretrizes e metas, conduzam à reversão do processo instalado ou, o mais apropriado, à sua prevenção e recuperação de áreas degradadas, a fim de definir as fragilidades e as potencialidades das paisagens no semiárido sergipano.

5.3 Cenário de vulnerabilidade socioambiental e processo de desertificação

O conceito de vulnerabilidade é diverso e se sustenta nas distintas orientações epistemológicas (CUTTER, 1996). Veyret (2013) destaca a importância, para os estudos das áreas de vulnerabilidades socioambientais, da verificação dos fatores ambientais, sociais e econômicos, no intuito de entender as ameaças existentes e os impactos ambientais no território.

Desse modo, é relevante a compreensão da dinâmica da natureza-sociedade para não camuflar a realidade existente, pois ambas se refletem no ambiente e interferem na qualidade de vida, seja de forma positiva e/ou negativa. Nesse sentido, Mendonça (2014) afirma que é esse fluxo dialético um dos principais aspectos que explicam a relação entre a materialidade e a energia do universo.

A noção de vulnerabilidade ganhou força em finais dos anos 90 nas ciências sociais, e seu conceito continua sendo discutido e aprimorado por diversos autores latino-americanos, os quais o vêm aplicando ao tema população e desenvolvimento (DESCHAMPS, 2004). Marandola Jr & Hogan (2006) corroboram com a discussão e acrescentam que a vulnerabilidade está relacionada à dinâmica socioambiental, em virtude das interações entre a sociedade e o meio ambiente, afetando um determinado lugar a partir do contexto das práticas espaciais, permitindo assim a identificação de ambiente vulnerável.

Vale mencionar, que a vulnerabilidade é relativamente atribuída a um menor ou maior grau de susceptibilidade na exposição ao risco de pessoas, de lugares sem nenhuma forma de infraestrutura, enfrentando situações que afetam o seu cotidiano (ACSELRAD, 2006). Diante disso, Sant'anna Neto (2011, p.48) enfatiza que a vulnerabilidade descreve o grau com que um sistema natural ou social é suscetível de suportar ou não os efeitos adversos, considerando o seu nível de exposição, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação. Igual concepção, Gallopin *et al*. (2007) assinalam que um sistema pode ser vulnerável a uma determinada perturbação, ainda que não seja vulnerável a outras. Além disso, apresenta-se em diferentes escalas, nos territórios onde ocorrem os mesmos perigos, porém pode ser afetada de maneira distinta, com capacidade e resposta diferentes diante dos mesmos problemas.

Nesse sentido, MENDONÇA (2010) aborda que a heterogeneidade espacial e temporal das condições climáticas introduz, de maneira clara, a compreensão de que os riscos

e as vulnerabilidades socioambientais das sociedades em face das mudanças climáticas não são homogêneos, ou seja, de que as sociedades e os lugares serão diferentemente impactadas pelos eventos climáticos de caráter extremo ou catastrófico.

A vulnerabilidade é multidimensional, à medida que afeta a população em diferentes formas e intensidade e reflete no seu bem-estar. Deste modo, Marandola Jr. e Hogan (2005) quanto Torres (2000) defendem que a vulnerabilidade social está atrelada à situação socioeconômica e à capacidade de resposta diante dos riscos ambientais. Ainda os primeiros autores (2005, p.33), relatam que os "naturais passam a ser vistos como ambientais, implicando que os perigos só podem ser compreendidos levando-se em conta o contexto natural e as formas pelas quais a sociedade tem se apropriado da natureza, produzindo perigos". Portanto, a desertificação, seca, tempestades, enchentes, dentre outros, representam cenários de degradação ambiental.

Neste interim, Marandola JR. (2010) explicita também que a vulnerabilidade envolve tanto as perdas quanto as resistências, e por isso nos voltamos para seus aspectos materiais e simbólicos para podermos compreender, em cada contexto, os elementos que constituem a vulnerabilidade.

> Ser vulnerável é estar fisicamente exposto a uma álea (natural ou outra), é apresentar certa fragilidade diante do sinistro [...]. É, de igual modo, não ter em vista os meios disponíveis para enfrentar a crise que pode sobreviver [...] Reduzir a vulnerabilidade não consiste em tentar reduzir a frequência da álea, o que é, em certos casos, totalmente impossível (terremotos, vulcanismos, inundações...), mas em diminuir os efeitos possíveis da crise por meio do conhecimento dos processos e pela instalação de dispositivos adequados (VEYRET, 2007, p.43).

Assim, as regiões ou áreas e populações vulneráveis são aquelas que podem ser atingidas por algum evento geográfico, como inundações, enxurrada e seca. Por suas características geomorfológicas ou por sua localização geográfica, certas áreas são mais vulneráveis a tais eventos (ZANELLA, 2006).

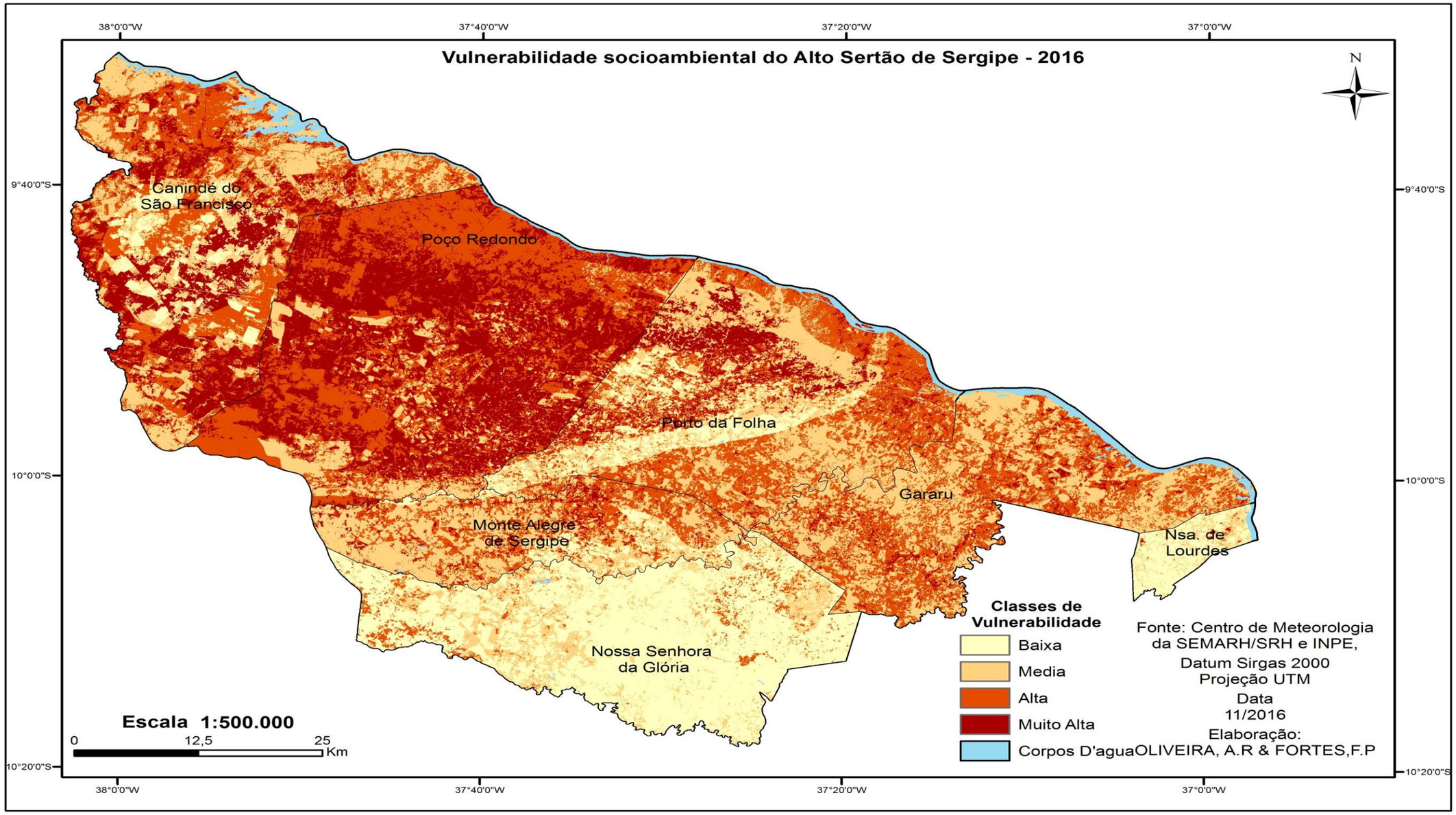
Hogan (2005) destaca dois aspectos importantes do termo vulnerabilidade: a vulnerabilidade do lugar e a vulnerabilidade de grupos sociais. O primeiro está relacionado aos riscos ambientais presentes no lugar, o que o torna vulnerável ambientalmente. Já o segundo revela as relações entre os impactos sociais e ecológicos, das mudanças ambientais sobre as pessoas. Neste viés, Costa (2009, p.145) destaca que são vulneráveis as pessoas que

por “condições sociais, culturais, étnicas, políticas, econômicas, educacionais e de saúde têm as diferenças estabelecidas entre eles e a sociedade envolvente, transformadas em desigualdade”.

Segundo CUNHA et al. (2006) a vulnerabilidade resultaria de um agregado de condições e/ou características, em várias dimensões, que acionadas em conjunto, ou mesmo de maneira individual, podem tornar-se elementos capazes de aumentar a capacidade de resposta aos efeitos de fenômenos (estruturais ou conjunturais) que afetam as condições de bem-estar. Nas áreas onde ocorre vulnerabilidade revela a fragilidade de um sistema e a sua competência para superar a anormalidade provocada por um evento possível, trazendo consequências tanto para as populações, como para seus bens, pois afeta o funcionamento destas e do ecossistema.

O Alto Sertão de Sergipe, foco de análise de estudo, apresenta fragilidade ambiental e limitadas condições de autocontrole frente à instalação de processos transformadores. Assim, busca-se, por meio do cenário de vulnerabilidade socioambiental, identificar áreas que se associam aos processos de desertificação no semiárido do A.S.S. através do clima, da pedologia e da vegetação, integradas à dinâmica do uso e ocupação do solo, assim como à demografia e ao IDHM, uma vez que foram distribuídos pesos para cada variável explicada na metodologia (vide seção 1). A Figura 38 espacializa os resultados obtidos a partir dos dados utilizados envolvendo a realidade local.

Figura 38: Cenário de vulnerabilidade socioambiental do Alto Sertão de Sergipe (2016).



Fontes: INPE (2016); SRH (2014); IBGE (2016). Centro de Meteorologia da SEMARH/SE (2015).
Elaboração: OLIVEIRA, A. R; FORTES, F. P. (2016).

Os dados utilizados foram sobrepostos e avaliados de forma conjuntiva e permitiram a elucidação dos processos de produção do espaço, sendo possível, com isso, distinguir quatro padrões espaciais de distribuição de classes, a saber: Baixa, Média, Alta e Muito Alta, como pode ser verificado no Quadro 16 abaixo dos municípios do A.S.S.

Quadro 16: Classes de Vulnerabilidades Socioambientais dos municípios do A.S.S.

Municípios	**IA**	**Classe**	**Erosividade (MJ/ha.mm)**	**Classe**	**Pedologia**	**Classe**	**Demografia (Rural)**	**Classe**	**IDHM**	**Classe**
Nossa Senhora da Glória	53,6	1	3,491	2	Argissolo, Planossolo e Neossolo litólico	1/2/4	10,880	2	0,587	1
Nossa Senhora de Lourdes	62,8	1	3,685	3	Neossolo litólico	4	2,947	3	0,598	1
Monte Alegre de Sergipe	50,9	2	4,253	4	Neossolo litólico, Argissolo, planossolo	4/1/2	5,584	3	0,553	3
Gararu	50,4	2	3,385	2	Neossolo litólico, Argissolo.	4/1	8,627	4	0,564	2
Porto da Folha	38,1	3	3,276	2	Neossolo litólico, Luvissolo	4/3	17,191	4	0,568	2
Canindé de São Francisco	37,5	3	2,853	1	Neossolo litólico, Luvissolo	4/3	10,626	3	0,567	2
Poço Redondo	37,4	3	2,801	1	Neossolo litólico, Planossolo	4/2	22,342	4	0,529	4

Observação: Os dados de albedo e de uso e ocupação do solo não foi possível serem inseridos no Quadro, isso porque os municípios estão inseridos em mais de uma classe, mas podem ser visualizados na Figura 37 e no Apêndice 3.
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2017).

Diante desse cenário, constataram-se as seguintes análises:

1. Os municípios que apresentaram, em sua maior parte, vulnerabilidade baixa são Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes, o que foi verificado também nos demais resultados discutidos anteriormente tanto na questão climática quanto nos

aspectos de uso e ocupação do solo. As feições geofísicas dos municípios apresentaram algumas homogeneidades quanto ao tipo de solo, vegetação e clima. Assim, destaca-se o Neossolo litólito nos dois municípios, embora em Nossa Senhora da Glória haja a incidência de Argissolo vermelho-amarelo eutrófico, ambos solos susceptíveis à erosão. O Neossolo é mais propício à ablação e, quando é desprotegido de vegetação, o impacto das gotas de chuva ocorre com maior intensidade, facilitando o processo de formação de sulcos e podendo avançar ao longo do tempo para ravinas e voçorocas. Esse processo não ocorre em todas as áreas desses municípios, pois ainda existem resquícios de caatingas hiperxerófita e hipoxerófita cobertas no solo, e isso pode promover a diminuição da degradação ambiental.

Outros elementos contribuem para esse resultado, como o índice de aridez dos municípios que fazem parte da classificação do clima subúmido seco, menos acentuado, mas o ambiente tem suas fragilidades climáticas que repercutem nos demais sistemas socioambientais. Além disso, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) é dos mais elevados em relação ao território do Alto Sertão de Sergipe, correspondendo a 0,587 em Nossa Senhora da Glória e, em Nossa Senhora de Lourdes, a 0,598. Comparando esses números com os do estado de Sergipe, que possui o IDH 0,665, e do Brasil, que é 0,755, todos estão na classificação média, ao se considerarem as três dimensões longevidade, educação e renda para avaliar o desenvolvimento dos municípios. Esses três fatores que compõem o IDHM são distribuídos de forma desigual, representando uma seara de complexidade social e econômica. Nossa Senhora da Glória constitui-se como o maior centro comercial do A.S.S., sendo denominada como cidade do polo Sertão, destacando-se também na prestação de serviços e tendo a maior parte da dinâmica populacional concentrada na zona urbana. Ademais, se sobressai também na produção de cultivo sequeiro de milho e de bovino leiteiro. Em Nossa Senhora de Lourdes, por seu turno, a renda da população está relacionada à produção agropecuária, ainda que seja inferior à de Nossa Senhora da Glória.

2. Grande parte da área dos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Gararu e a parte sul, nordeste e norte de Porto da Folha foram classificadas com vulnerabilidade alta, embora no entorno dos municípios haja vulnerabilidade média com probabilidade de ocorrência de desertificação. Os fatores geofísicos desses municípios possuem

características climáticas, pedológicas e vegetacionais semelhantes, mas com certas heterogeneidades, o que revela aproximações nos resultados.

O processo natural é influenciado pelas derivações antropogênicas, através do desmatamento exacerbado e das queimadas da cobertura vegetal. As práticas inadequadas no solo aumentam a degradação socioambiental, desequilibrando a fauna, a flora, o clima, o solo e a sociedade, com a redução de produção de solo fértil, o desemprego e a migração da população. Foram observados nesses municípios solos expostos, desnudos de vegetação, o que provoca maior facilidade à erosão, visto que solos frágeis, índice de aridez baixo, aumento de albedo, práticas inadequadas na agropecuária e extração de minérios são indicadores de desertificação.

Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM são baixos, contribuindo, assim, para que a população fique cada vez mais vulnerável ao processo de desertificação.

3. As áreas mais críticas que apresentaram maiores graus de vulnerabilidades socioambientais foram Poço Redondo, Canindé de São Francisco e noroeste de Porto da Folha, áreas estas em que houve variação principalmente entre a classificação muito alta, seguida de vulnerabilidade alta. Como consequência, são fortemente expostas à ocorrência de desertificação tanto pela fragilidade ambiental quanto pelos indicadores sociais resultantes de pressões que expressam a relação complexa entre a sociedade, a natureza e o sistema capitalista.

Por conseguinte, os solos frágeis, com processos de erosão e afloramentos rochosos, são encontrados nos municípios e, consequentemente, ocorre um aumento gradual nos valores de albedo associados à redução da biomassa de vegetação da Caatinga hiperxerófita e hipoxerófita. Há que se fazer referência à baixa pluviosidade que conduz o déficit no balanço hídrico e apresenta uma condição de aridez que se estabelece em significativa parte do ano.

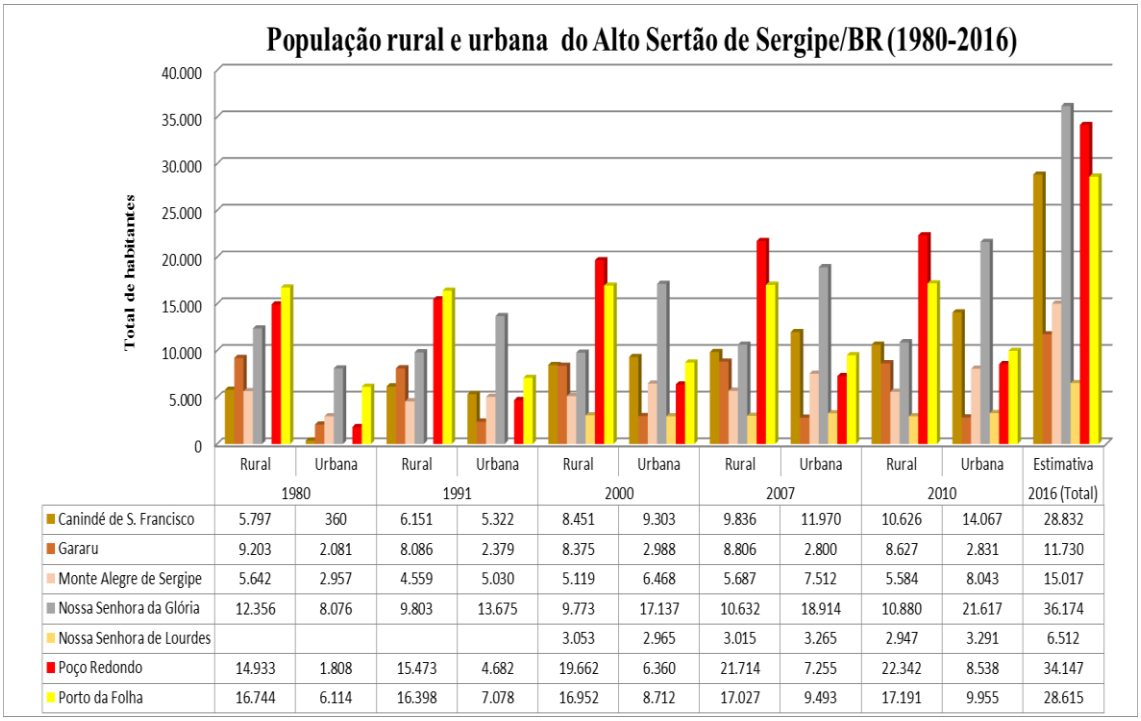
Toda a dinâmica teve interferência do homem, que ocasionou impactos nos sistemas socioambientais, mas a natureza, por ser dinâmica, modifica a paisagem. No entanto, no presente estudo, notou-se que a ação humana influenciou com maior intensidade, devido ao avanço da degradação, a qual tem provocado redução da biodiversidade, diminuição da capacidade de produção das terras e da agropecuária. O

êxodo rural e o empobrecimento da população são fatores que estão presentes no A.S.S e relacionados a processos estruturais.

As atividades que mais se destacam nesses municípios são a pecuária e a agricultura de sequeiro e de irrigação, mas, ainda que a exploração de minérios ocupe menor espaço, o seu impacto é maior em relação às atividades anteriores citadas. O IDHM desses municípios varia entre 0,567 a 0,568, ambos são números baixos, o que representa desigualdade social local. Portanto, esses processos são indicadores do avanço da degradação ambiental nos municípios, gerando manchas pontuais de desertificação e que necessitam de ações eficazes e urgentes para a redução dos problemas socioambientais.

A dinâmica populacional dos municípios do A.S.S. ao longo da história explica também esses resultados, haja vista que os municípios de Poço Redondo, Gararu e Porto da Folha são eminentemente rurais, sendo que, aí, a maior parte da população concentra-se no campo, levando, com isso, a uma maior pressão sobre as paisagens. Em contrapartida, Canindé de São Francisco, Monte Alegre de Sergipe, Nossa Senhora de Lourdes e Nossa Senhora da Glória se sobressaem na zona urbana, como pode ser visualizado na Figura 39.

Figura 39: Dinâmica populacional do Alto Sertão de Sergipe (1980-2016).



	1980		1991		2000		2007		2010		
	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Urbana	Estimativa 2016 (Total)
Canindé de S. Francisco	5.797	360	6.151	5.322	8.451	9.303	9.836	11.970	10.626	14.067	28.832
Gararu	9.203	2.081	8.086	2.379	8.375	2.988	8.806	2.800	8.627	2.831	11.730
Monte Alegre de Sergipe	5.642	2.957	4.559	5.030	5.119	6.468	5.687	7.512	5.584	8.043	15.017
Nossa Senhora da Glória	12.356	8.076	9.803	13.675	9.773	17.137	10.632	18.914	10.880	21.617	36.174
Nossa Senhora de Lourdes					3.053	2.965	3.015	3.265	2.947	3.291	6.512
Poço Redondo	14.933	1.808	15.473	4.682	19.662	6.360	21.714	7.255	22.342	8.538	34.147
Porto da Folha	16.744	6.114	16.398	7.078	16.952	8.712	17.027	9.493	17.191	9.955	28.615

Fonte: IBGE (2016).
Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

As formas de uso e ocupação do solo, as atividades econômicas e a demografia auxiliam na compreensão de uma maior pressão sobre o solo, uma vez que produziram sucessivas maneiras de degradação socioambiental. É importante também relatar que essa análise não pode ser realizada dissociada dos elementos naturais e sociais para não distorcer a realidade. Outro fator que não pode ser confundido são os baixos níveis socioeconômicos e o êxodo rural quanto à seca e ao processo de desertificação, pois são também problemas de ordem estrutural. Portanto, há necessidade de analisar de forma conjuntiva os sistemas socioambientais.

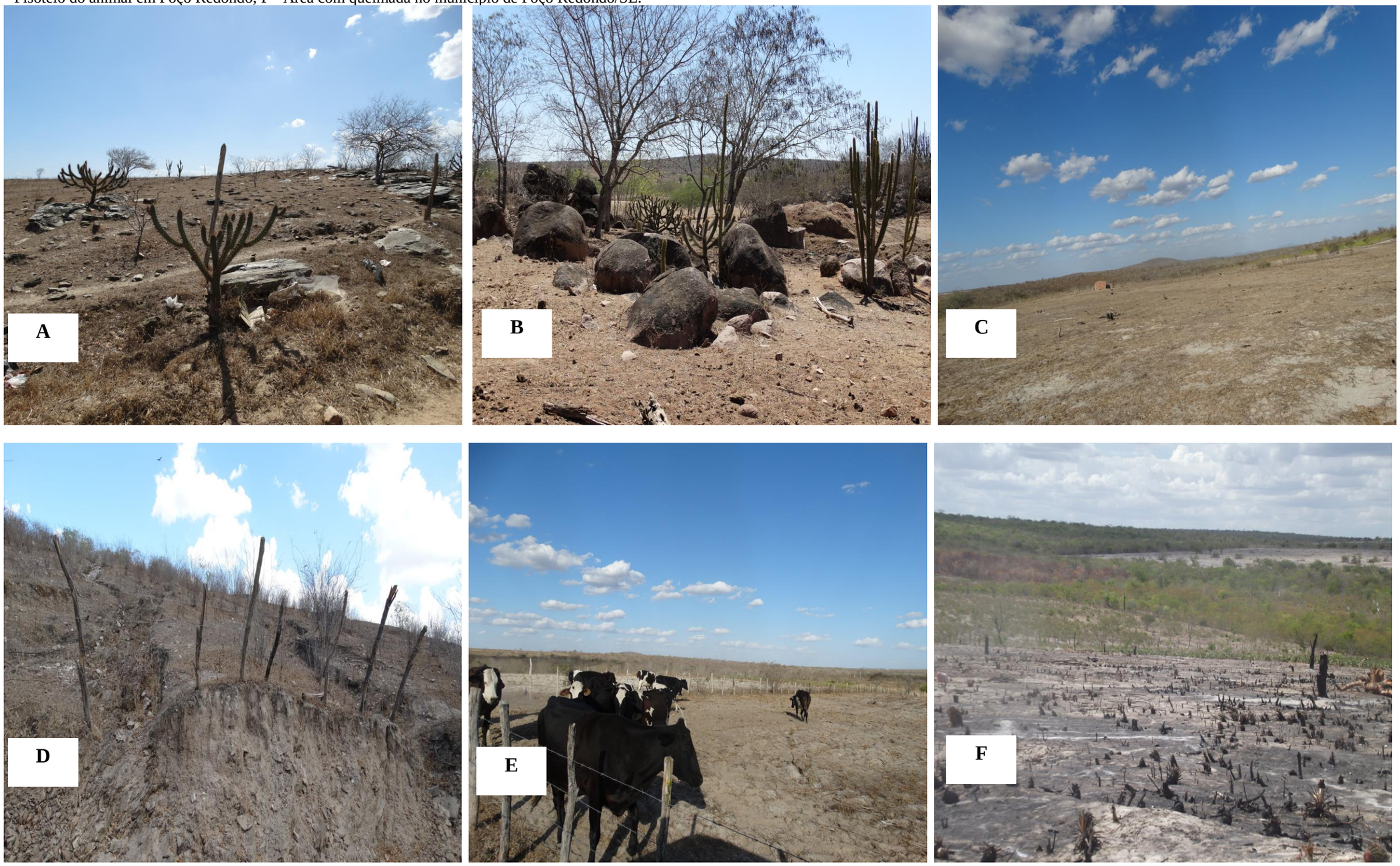
As evidências de desertificação mais manifestas no Alto Sertão de Sergipe são as apresentadas a seguir, partindo de dois mosaicos de feições paisagísticas que representam conflitos socioambientais (Vide Figura 40 e 41). Por meio das observações em campo da área de estudo, revelaram-se entrelaçamentos entre os elementos naturais (solo, chuva e vegetação) e antrópicos (cultivos, pecuária e minérios), confirmando as questões de pesquisa pelas respostas do sistema ambiente, a saber: Superfície pedregosa com clásticos grosseiros e vegetação rala de Caatinga com redução da biodiversidade; Perda de Solos; Ampliação da exposição dos afloramentos rochosos e maior ocorrência de pedregosidade na superfície dos solos; Intensificação do assoreamento dos rios; Diminuição da vazão das fontes de água; Expansão de áreas desnudas; Mudança na morfologia, através da extração de minérios; Aumento de formação de sulcos e ravinas nos solos; Ablação dos horizontes superficiais dos solos; Ampliação do déficit hídrico dos solos.

Figura 40: I Mosaico de feição paisagística dos processos de degradação ambiental/desertificação no A.S.S. (Figura A e C- Formação de sulcos e ravinas em Poço Redondo; B- Formação de ravinas em Monte Alegre de Sergipe; D e E- Compactação do solo pela exploração de minérios à esquerda em Nossa Senhora de Lourdes e no centro em Porto da Folha.; F- Afloramentos rochosos em Poço Redondo.



Fonte: OLIVEIRA, A.R.; (2014-2015).

Figura 41: II Mosaico de feição paisagística dos processos de degradação ambiental/ desertificação no A.S.S. (Figuras A e B- Afloramentos rochosos revestidos por resquícios de caatingas arbustivas à esquerda em Gararu e no centro em Canindé de São Francisco em forma de matacões; C- Relevo do Pediplano com solo exposto em Poço Redondo; D- Feições erosivas em forma de ravinas em Porto da Folha. E- Compactação do solo pelo Pisoteio do animal em Poço Redondo; F- Área com queimada no município de Poço Redondo/SE.



Fonte: OLIVEIRA, A.R.; (2015).

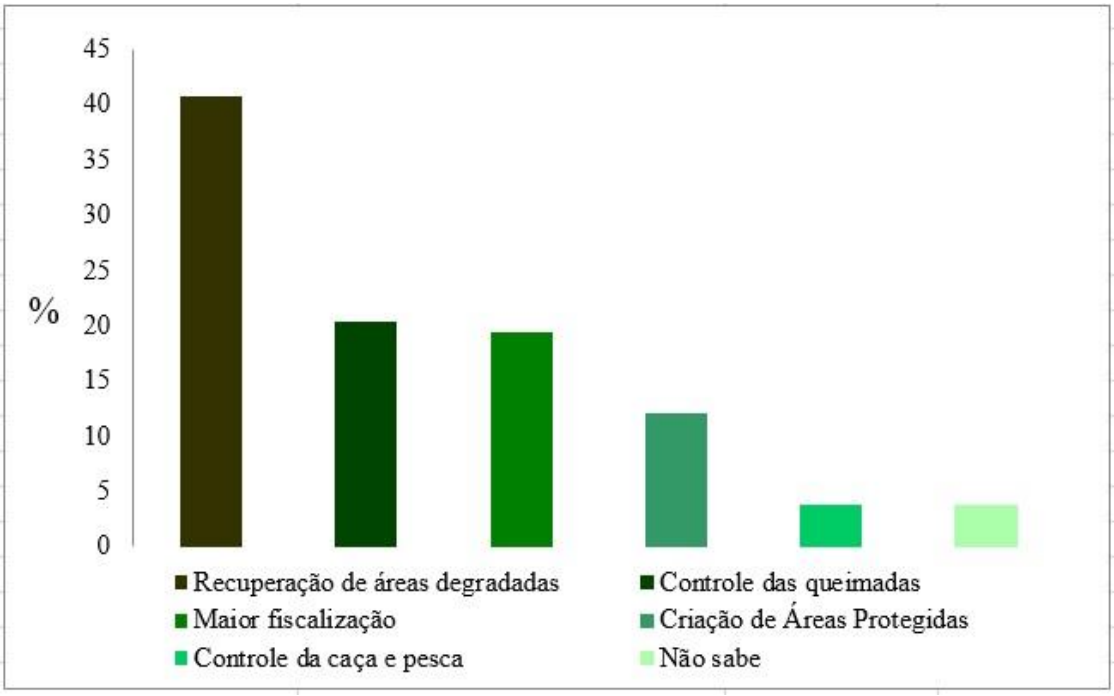
O desmatamento acelerado do bioma Caatinga no Alto Sertão Sergipano e as práticas inadequadas no solo vêm modificando as paisagens, as relações de produção, e são, por vezes, irreversíveis, evidenciando-se nos sistemas como conexões entre sociedade-natureza, visto que o processo de uso do solo tornou-se mais intenso e degradante. Esses indicadores repercutem nos processos socioeconômicos da população através da diminuição da produção agrícola ao longo dos anos, tornando infértil o solo, bem como através da redução de terras cultiváveis e da migração da população para a zona urbana, principalmente os mais jovens, devido à falta de perspectiva de qualidade de vida no campo e ao desemprego.

Em trabalho de campo com os cento e quarenta entrevistados, 65% não tinham ouvido falar ainda sobre desertificação no A.S.S., ainda que soubessem que a paisagem estava sendo modificada ao longo do tempo. Ao dialogar com os sujeitos sociais, percebeu-se, ainda, que eles compreendiam a base dos processos que originavam a desertificação. O que eles não conheciam era o termo que denominava essa degradação e também desconheciam a existência do plano de combate de desertificação no estado de Sergipe. Dos 35% que afirmaram saber o que era a desertificação, dois dos entrevistados já tinham ouvido falar no plano de combate à desertificação, sendo que um deles participou de uma reunião no município de Canindé de São Francisco.

A participação da sociedade no processo de construção das políticas públicas e nas esferas de tomadas de decisão é relevante no combate à desertificação, em virtude de que, através dos saberes e da vivência com a terra, contribuirão para reverter a degradação ambiental e, consequentemente, ajudarão na recuperação de áreas degradadas e na manutenção da biodiversidade local. No entanto, essa articulação entre Estado, sociedade, instituições e pesquisadores precisa ser concretizada para que haja maior comprometimento e responsabilidade para reversão do processo de desertificação. O que se sabe é que, embora o Estado apresente um conjunto de políticas públicas, elas são, na maioria das vezes, incipientes e ineficazes, pois não resolvem a raiz dos problemas socioambientais, revelando-se numa estrutura elitista que beneficia apenas uma pequena parcela da sociedade.

Algumas medidas mitigadoras de combate à desertificação foram relatadas pelos entrevistados para evitar a expansão da degradação ambiental e, consequentemente, da desertificação. As respostas podem ser visualizadas através da Figura 42.

Figura 42: Medidas mitigadoras de combate à desertificação no A.S.S.



Organização: OLIVEIRA, A. R. (2016).

De acordo com os dados da Figura 42, as sugestões de medidas mitigadoras para amenizar os processos de degradação ambiental foram, a saber: Recuperação de áreas degradadas (41%); Controle de queimadas (20,5%); Maior fiscalização (19%); Criação de Áreas Protegidas (12%); Controle da caça e da pesca (4%), e os que não sabiam representaram 4% dos entrevistados. Diante disso, afirma-se que a recuperação de áreas degradadas, assim como a implantação de espécies nativas e a preservação daquelas já existentes, tornam-se relevantes medidas para amenizar os problemas ambientais.

A título de constatação e conclusão, planejamento e gestão socioambiental adequados e de forma processual são necessários para a reversão da degradação ambiental e, por conseguinte, da desertificação no semiárido do Nordeste brasileiro, mais especificamente no Alto Sertão de Sergipe, área em análise. Medidas urgentes devem ser tomadas no A.S.S., principalmente nos municípios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco e Porto da Folha, os quais apresentam manchas de desertificação mais críticas no estado de Sergipe e com altos índices de vulnerabilidades socioambientais.

CONCLUSÃO

A compreensão da relação sociedade-natureza permitiu desvelar as formas de degradação ambiental que, na maioria dos casos, são heterogêneas e diacrônicas, cada qual com sua própria dinâmica e seu ritmo. Destarte, refletiu-se, nesta discussão, acerca da natureza como uma relação indissociável que vem sendo alterada com o avanço do sistema capitalista, por meio da exploração acelerada da natureza como forma de apropriação e ocupação dos espaços, podendo desencadear a desertificação.

A desertificação, por sua vez, é complexa e apresentou, ao longo da história, distintas interpretações, ambiguidades e críticas pela falta de consenso do conceito entre os teóricos, principalmente quando as primeiras discussões estavam pautadas na ideia de seca e de criação de desertos, como o do Saara. Diante dessa implexidade, surgiram termos como desertização/desertificação, conforme descrito por Mendonça, ao evidenciar que desertificação está ligada à ação antrópica, enquanto desertização liga-se a processos próprios da dinâmica da natureza e se desenvolve nas bordas de áreas desérticas.

O conceito aplicado na Tese foi o de desertificação, uma vez que, sua origem está relacionada à variação climática nos municípios do Alto Sertão Sergipano, os quais apresentam anos menos chuvosos e mais quentes e anos mais chuvosos e mais frios, mas sem que necessariamente ocorra mudança no clima. Tal processo é agravado pelas atividades socioeconômicas, seja através de manejo inadequado na agropecuária, desmatamento excessivo e/ou práticas inadequadas de irrigação e extração de minérios clandestino. Isso pode ser observado por meio da erosão dos solos, da salinização, da diminuição de vazão dos rios e da rarefação da flora. Nesse ínterim, é relevante o entendimento do papel dos mecanismos naturais e antropogênicos em escala espaço-temporal, de modo que sejam evitadas acepções contraditórias e/ou metodologias conflitantes.

Constata-se que alguns mitos foram direcionados à desertificação como a miséria, a pobreza, a seca, a subnutrição e a fome, criando-se, assim, um estereótipo como forma de conquistar o território e se manter no poder. Esse argumento é utilizado pelo Estado para convencer a sociedade de que esses problemas são causados pela

desertificação e pela seca, ocultando a realidade que está relacionada às questões estruturais, com o intuito de garantir a continuidade da produção destrutiva.

Face ao exposto, as reflexões desenvolvidas neste estudo envolveram uma análise conjuntiva dos processos que evidenciam a desertificação. À luz dessa questão, o espaço rural do Alto Sertão de Sergipe apresentou intensas transformações da paisagem ao longo do tempo, haja visto o surgimento de novas formas de apropriação da natureza, assim como das relações sociais, de produção e de trabalho.

Historicamente, as primeiras formas predatórias da natureza ocorreram a partir dos colonizadores europeus, através da retirada da cobertura vegetal da caatinga para a realização das atividades de pecuária e agricultura, e isso tanto repercutiu na formação econômica e socioambiental do Alto Sertão de Sergipe quanto refletiu na produção econômica do sertão atual. Essas alterações na paisagem tornaram-se mais intensas, e novas áreas passaram a ser exploradas, provocando, com isso, a compactação do solo pelo uso e manejo inadequados e ainda pelo superpastoreio de bovinos, caprinos e ovinos, em associação também com a agricultura de sequeiro e de irrigação e com outras formas de pressão de áreas de caatinga. Em suma, tudo isso pode ser apontado como causador da degradação e, consequentemente, da desertificação desse ambiente.

As relações de produção e trabalho foram sendo modificadas, com a passagem de técnicas mais rudimentares para novas técnicas impostas pelo modelo do capitalismo globalizado, implicando a utilização intensa do solo através do uso de fertilizantes, agrotóxicos, maquinários e sementes selecionadas, no intuito de aumentar a produtividade. Por um lado, isso apresenta características positivas, principalmente para o sistema capitalista, que, em prol da lucratividade, explora os recursos naturais, mas, por outro, suscitam-se consequências negativas, pois provoca desequilíbrio no solo, na água, na fauna, na flora e no ar e gera redução de produtividade, sobretudo de alimentos, bem como problemas sociais, como o desemprego e o êxodo rural. Essas formas predatórias de relação com o meio produziram vastas áreas de degradação intensa, culminando no processo de desertificação ecológica em alguns municípios do Alto Sertão de Sergipe.

A estrutura fundiária de Sergipe, e especificamente do A.S.S., não difere da realidade da conjuntura nacional e está atrelada ao regional, a qual é marcada por interesses individuais, pela concentração de terras nas mãos dos latifundiários e pela má

distribuição de renda. É caracterizada por minifudiários e latifundiários onde são praticados cultivos temporários ou permanentes, em sistema de irrigação ou sequeiro, pecuária extensiva e leiteira, dependendo das condições do ambiente e dos recursos financeiros que ainda fazem partem da cultura local. Essa prática leva à diminuição da produção da biomassa e à exposição dos solos às chuvas, gerando aviltamento ambiental.

A análise das técnicas empregadas no decorrer desta pesquisa permitiu, por meio de sensoriamento remoto, a identificação de menor biomassa no A.S.S. entre os anos de 1987 e 2013, das estações chuvosa e seca, assim como também das áreas de degradação ambiental, com a presença de solos expostos e afloramentos rochosos do período de 1987, 1992 e 2006. Tal constatação se fez essencial para a compreensão das alterações na paisagem ao longo do tempo e da vulnerabilidade socioambiental no período de 2016, resultando em mapeamentos significativos. Sob a perspectiva do sensoriamento remoto, isso auxiliou a responder a uma das questões colocadas no âmbito da Tese, qual seja: o processo de desertificação tem avançado ou tem ocorrido o recuo desse fenômeno? Essas técnicas atingiram o objetivo da Tese, sendo confrontadas com dados *in locus*, mas, ao mesmo tempo, demonstraram limitações, pois não foram utilizadas imagens mais recentes do uso e cobertura do solo devido à incidência de cobertura de nuvens, impossibilitando a interpretação das imagens.

No tocante aos processos climáticos, constatou-se que os municípios do A.S.S. têm apresentado variabilidades nos totais anuais de chuvas nos últimos cinquenta anos, configurando anos extremamente secos e outros chuvosos, o que se deve à atuação de distintos mecanismos dinâmicos de larga escala que interagem entre si e são responsáveis pela distribuição de chuvas, como o evento ENOS, as massas de ar e a ZCIT. Nesse viés, evidenciou-se que o A.S.S. é caracterizado por uma condição climática com baixos índices pluviométricos e com evapotranspiração superior à precipitação, conduzindo, portanto, ao elevado déficit hídrico, com existência de uma condição de aridez que se estabelece em significativa parte do ano.

Os indicadores naturais são relevantes para a compreensão dos processos de desertificação associados aos processos antropogênicos formam a diagonal semiárida que indica alta susceptibilidade nos municípios de Canindé de São Francisco, Poço Redondo, Porto da Folha, Monte Alegre de Sergipe e Gararu, assim como

susceptibilidade moderada nos municípios de Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes.

Processos erosivos do solo após os anos noventa revelaram avanços de degradação ambiental, detectada pela fotointerpretação das imagens e *in locus*, num período mais recente, principalmente nos municípios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco e noroeste de Porto da Folha, áreas que formam manchas pontuais de desertificação.

O desmatamento acelerado para a realização das atividades econômicas aumentou a erosão nos solos tanto nas fazendas particulares quanto nos assentamentos rurais, sendo que isso foi evidenciado pela presença de sulcos e ravinas e, em algumas áreas, pela formação de voçorocas. Nos demais municípios, como Monte Alegre de Sergipe, Gararu, Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes, ocorreram processos de degradação ambiental de forma moderada, mas que precisam de cuidados para se evitar a ampliação do processo de desertificação ao longo dos anos.

Investigações e análises levam a crer que solos expostos e pavimentos detríticos de afloramentos rochosos desfavorecem o aproveitamento agrícola mais intenso. Nessas áreas, a vegetação foi descaracterizada e degradada pelo uso agropecuário a que foram e ainda são submetidos. A extração de minérios é realizada também nesses municípios, pois foi constatado que explora determinado local e depois se expande para outros à procura de mais minérios, o que ocasiona erosões e infertilidade do solo. Esses indicadores contribuem para a diminuição da produção agrícola ao longo do tempo, tornando estéril o solo, assim como para a redução de terras cultiváveis e a migração da população para a zona urbana, principalmente os mais jovens, devido à falta de perspectiva de qualidade de vida no campo e ao desemprego.

O intemperismo físico predomina no semiárido do A.S.S. devido à severidade climática demonstrada pelas formas erosivas no campo. Quanto ao intemperismo químico, ele é evidenciado pela salinidade de solos, principalmente em áreas de irrigação. A erosão eólica não é muito problemática no Nordeste, haja vista a prevalência de ventos fracos em quase toda a área, ainda que a erosão hídrica seja extremamente preocupante.

A Tese ainda revelou, a partir do cenário de vulnerabilidade socioambiental, os municípios que se associam aos processos de desertificação no semiárido do A.S.S., por

meio do clima, da pedologia e da vegetação, integrados à dinâmica do uso e ocupação do solo, à demografia e ao IDHM. A partir dos dados sobrepostos e avaliados de forma conjuntiva, foi possível elucidar melhor os processos de produção do espaço.

Ressalta-se que as políticas públicas de combate à desertificação no estado de Sergipe ainda são incipientes, além de serem pautadas em ações assistencialistas e paliativas, ficando, pois, mais na teoria do que na prática. Assim, desde o início da segunda metade do século XX, as ações governamentais estão pautadas na premissa do desenvolvimento das regiões mais vulneráveis economicamente. O contexto do discurso se modificou, perpassando a ótica do desenvolvimento local sustentável, isso porque o momento histórico é diferente, porém a função e a forma das políticas continuam as mesmas do passado.

Reconhece-se que são necessárias políticas de gestão socioambiental e estruturais mais integradas, contundentes e processuais, por meio da educação, da participação, do compromisso e da responsabilidade, para reverter os processos de degradação ambiental e efetivar a qualidade de vida. Desse modo, chama-se a atenção para o fato de o planejamento eficiente promover a proteção do solo contra processos erosivos e, consequentemente, a preservação dos recursos hídricos diante do assoreamento e de contaminações dos corpos d'água. Ademais, protege a biodiversidade, a fauna e a flora, seja com a implantação de espécies nativas ou com a preservação daquelas já existentes.

As abordagens utilizadas na Tese foram relevantes e permitiram que os resultados obtidos desvendassem os processos de degradação ambiental compreendidos como desertificação, confirmando a Tese de que o Alto Sertão de Sergipe apresenta mudanças na composição natural/social, o que originou manchas pontuais de desertificação nos municípios de Poço Redondo, Canindé de São Francisco e noroeste de Porto da Folha, além de evidenciar a degradação menos intensa nos municípios de Monte Alegre de Sergipe, Gararu, Nossa Senhora da Glória e Nossa Senhora de Lourdes, degradação essa que, ao longo do tempo, pode avançar e se tornar irreversível.

Com o apoio da leitura geográfica, ao analisar a relação sociedade-natureza conjuntamente, tornou-se evidente que os processos de desertificação resultaram em mudanças nas paisagens e nas relações socioespaciais. Por fim, entende-se que o tema é

atual, pertinente e faz avançar o conhecimento, mas ainda não se esgotou e abre fronteiras para novos procedimentos e outros olhares.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Problemática da desertificação e da savanização no Brasil intertropical. São Paulo, IGEOG-USP, **Coleção Geomorfologia**. 1977.

AB'SABER, A.N. **Os domínios morfoclimáticos na América do Sul**. Primeira aproximação. Geomorfologia. Vol.: 52. São Paulo: USP, Instituo de Geografia. 1997.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Os domínios da natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ACCIOLY, L. J. de O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.25, n.1., p.23-25, 2000.

ACSELRAD, H. **Vulnerabilidade Ambiental, Processos e Relações.** II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 2006.

ADEEL, Z. et. al. **Ecosistemas y bienestar humano:** Síntesis sobre Desertificación - un informe de la EM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio). Washington: WORLD RESOURCES INSTITUTE. 2005.

ALENCAR, M.T. Caracterização da macrorregião do Semiárido Piauiense. IN: Semiárido Piauiense: Educação e Contexto / (Orgs) Conceição de Maria de Sousa e Silva; Elmo de Souza Lima; Maria Luíza de Cantalice; Maria Tereza de Alencar; Waldirene Alves Lopes da Silva. INSA. Campina Grande: 2010.

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALFONSI, R. R. Agrometeorologia e sua importância para uma agricultura racional e sustentável IN: Variabilidade e mudanças climáticas – implicações ambientais e socioeconômicas. (Org.) Sant'Anna Neto & Zavatini. Maringá: Eduem, 2000. p. 213-223.

ALEGRE, J. C.; CASSEL, D. K. Dynamics of soil physical properties under alternative systems to slash-and-burn. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 58, p. 39-48, 1996.

ANDERY, M. A. et al. **Para compreender a ciência:** uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo, São Paulo, 2001.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem:** contribuição ao estudo da questão agrária no nordeste. 7ª edição rev. e aum. – São Paulo:Cortez, 2005.

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no

município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v. 11, nº 3. Lavras:jul/set., 2005.

AQUINO, T. de. Seleção de Textos. **Nova Cultural** (Coleção os Pensadores), 1998.

AQUINO, C. M. S. **Estudo da degradação/desertificação no Núcleo de São Raimundo Nonato – Piauí**. Tese de Doutorado em Geografia, Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe. 202 p. 2010.

AQUINO, C. M. S.; ALMEIDA, J. A.P.; OLIVEIRA, J.G.B. Análise da desertificação doNúcleo de São Raimundo Nonato Piauí. RBC - **Revista Brasileira de Cartografia** (Online), Rio de Janeiro, v. 64/3, p. 287-299, 2012.

ARAÚJO, C. A. S. **Projeto Califórnia: avaliação econômica e ambiental do projeto de irrigação**. Dissertação PRODEMA, UFS. São Cristóvão, 1997.

ARAÚJO FILHO, J. A. **Desenvolvimento sustentável da caatinga. Sobral (CE)**: Ministério da Agricultura/EMBRAPA/CNPC, 1996.

ARAÚJO FILHO, J. A. & CARVALHO, F. C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral: EMBRAPA, Circular Técnica, nº13, 1997.

ARAÚJO, M. N. de. A face oculta da desertificação. **Revista Raízes**, Fortaleza, ano 6, 1996.

ARAÚJO, T. B. **Ensaios sobre o desenvolvimento Brasileiro**: heranças e urgências. Rio de Janeiro: Renan. Fase, 2000.

ARMOND, N. B. & AFONSO, A. E. **Tensões e cisões da Geografia Física no Brasil.** Anais do II Encontro Nacional de História do Pensamento Geográfico. São Paulo: USP, 2009.

AUBREVILLE, A. **Climats, Forets et Desertification de l'Afrique Tropicale**. Societe d' Editions Geographiques, Maritimes et Coloniales. Paris, 1949.

AYOADE, J. O **. Introdução à climatologia para os trópicos.** Tradução por, Juraci Zani dos Santos. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil. 14ª ed., 2010.

BACON, F. **Novum Organum:** Nova Atlântida. Tradução José Aluysio Reis de Andrade. 2 ed. São Paulo: Abril Cultural, 1979.

BALDO, M. C., Variabilidade pluviométrica e a dinâmica climática na bacia hidrográfica do rio Ivaí-PR. Tese de Doutorado. FCT/UNESP. Presidente Prudente-SP.152 p. inédito. 2006.

BARROS, J. A chuva no Distrito Federal: o regime e as excepcionalidades do ritmo. (Dissertação de Mestrado). Rio Claro/SP: Programa de Pós-graduação em Geografia/UNESP, 2003. 221p.

BATISTA, R. de O. S. A. CONCEIÇÃO, A. L. Estado, sociedade e educação pela natureza em J.J. Rousseau. IN: FONTENELE, A. C. F. et.al (Org). **Reflexões sobre a relação sociedade-natureza na Geografia**. Aracaju: Editora Diário Oficial, 2012.

BATISTA, R. de O. S. A. As afinidades seletivas do pensamento Reclusiano: Na trilha da confluência das ideias de Rousseau. Tese de Doutorado. Orientadora Alexandrina Luz Conceição. São Cristóvão, 2013.

BELTRAME, L. F. S.; TAYLOR, J. C. Causas e efeitos da compactação do solo. **Lavoura Arrozeira,** Porto Alegre, v.32, p.59-62, 1980.

BENNETT, H .H. Emergency and permanent control of wind erosion in the Great Plains. **The Scientific Monthly** 47(5):381-399, 1938.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas.** Trad. Francisco Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global**:** esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. n.13. São Paulo, 1971.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. **Caderno da Terra**, n, 13, p. 1-27, 1972.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. Simpósio Internacional sobre o Quaternário. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, vol. 47 (suplemento). Curitiba-Porto Alegre: Academia Brasileira de Ciências, 1975, p. 411-464.

BOHM, D. **A totalidade e a ordem implicada**: uma nova percepção da realidade. 10 ed. São Paulo: Cultrix. 1980.

BORNHEIM, G. A. **Sartre:** Metafísica e Existencialismo. São Paulo: Perspectiva, 1984.

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

BRASIL. **Relatório final: Grupo de trabalho interministerial para redelimitação do semiárido nordestino e do Polígono das Secas.** Mistério da Integração Nacional: Brasília, 2005.

BRASIL.MAPA. MMA. Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Recursos Hídricos. **PAN-Brasil**: **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca** - edição comemorativa 10 anos da CCD. Brasília (DF), 2007.

BURTON, I. A Revolução Quantitativa e a Geografia Teorética. São Paulo: Rio Claro, **Boletim de Geografia Teorética**, vol. 7, nº 13, 1977, p. 63-84.

CÂNDIDO, M. J. D., ARAÚJO, G. G. L., CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema Semiárido Brasileiro: atualização e perspectivas futuras. **Rev. Soc. Bras. Zootec.** 2005.

CAMARGO, A. **Governança para o século 21**. In: TRIGUEIRO, A. (Org.). Meio Ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental em suas áreas de conhecimento. 5. ed. São Paulo: Autores Associados, 2008.

CAMARGO, L. H. R. de. **A geoestratégia da natureza:** a geografia da complexidade e a resistência à possível mudança do padrão ambiental planetário. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

CAMARGO, L. H. R. de. **Geografia, epistemologia e método da complexidade.** Sociedade e Natureza. 2003.

CANALI, N. E. **Geografia Ambiental, desafios epistemológicos**. MENDONÇA e KOZEL (org) Elementos da Epistemologia da Geografia Contemporânea.Curitiba – PR Editora UFPR 2002.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. São Paulo: Cultrix, 1987.

CAPRA, F. **A teia da vida:** Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. São Paulo: Cultrix, 1996.

CAPRA, F. **A teia da vida:** uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Tradução de Newton Roberval Eichemberg. 10ª reimpressão. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARVALHO, L. D. **Ressignificação e reapropriação social da natureza**: Práticas e Programas de „Convivência com o Semiárido‟ no Território de Juazeiro – Bahia. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2010.

CARVALHO, M. de. **O que é natureza**. São Paulo: Brasiliense, 1991. (Coleção Primeiros Passos).

CARVALHO, M. E. S.; FONTES, A. L. Caracterização geomorfológica da zona costeira do estado de Sergipe. **VI Simpósio Nacional de geomorfologia/ Regional Conference ON Geomorphology. Brasil**: Goiânia, 2006.

CARVALHO, O. de. **A economia política do Nordeste; secas, irrigação e desenvolvimento.** Brasília, Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1988.

CASSETI, W. **A essência da questão ambiental**. Goiânia: Boletim goiano de Geografia, 1991.

CARLOS, A. F. A. et. al. **Novos Caminhos da Geografia**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 2007.

CARSON, R. **A Primavera Silenciosa**. São Paulo. Ed. Critica. 1962.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999, (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v. 1).

CASTRO, J. de. **Geopolítica da fome**. Rio de Janeiro: Casa do Estudante Brasileiro, 1951.

CASTRO, J. de. **Geografia da fome**: o dilema brasileiro, pão ou aço. 14ª. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

CASTRO, J. de. ***Une zone explosive*****:** Le Nordeste du Brésil. Paris: Editions du Seuil, 1965.

CASTRO, I. C. **Imaginário político e realidade econômica.** O marketing da seca nordestina. Belo Horizonte. NOVA ECONOMIA, V2, N2, 1991.

CASTRO, I. C. **O mito da necessidade:** discurso e prática do regionalismo nordestino. Editora: Bertrand, 1992.

CASTRO, I. E. **Seca versus seca. Novos interesses, novos territórios, novos discursos no Nordeste.** IN: CORREA (Orgs). Brasil: questões atuais da reorganização de territórios. 5 ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2008.

CAVALCANTI, E. **Para compreender a desertificação:** uma abordagem didática e integrada. Recife Governo do estado de Pernambuco, 2003.

CEPRO, Fundação Cepro. Diagnóstico das condições ambientais do estado do Piauí. Teresina, 1995.

CHIDUMAYO, E. N.; KWIBISA, L. **Effects of deforestation on grass biomas and soil nutrientes satatus in miombo woodland, Zambia.** Agriculture, Ecosystems and Enironment, v.96, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. O Desenvolvimento Teórico Analítico em Geomorfologia: do ciclo da erosão aos sistemas dissipativos. **Geografia**. Vol. 14, nº 18. Rio Claro, 1989

CHISTOFOLETTI, A. **Zoneamento ecológico-econômico para o uso do solo rural e urbano na Bacia do Corumbataí (SP).** In. Semana de debates sobre Recursos Hídricos e meio ambiente, Piracicaba: Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios ´Piracicaba e Capivari. São Paulo: DAEE, FUNDAP, 1992.

CHISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia.** São Paulo: Hucitec/Edusp, 1979.

CHISTOFOLETTI, A. A abordagem sistêmica e as perspectivas analíticas em Geomorfologia. **Boletim de Geografia Teorética.** Vol. 15, nº 29-30, 1985.

CHRISTOFOLETTI, A. **A geografia física no estudo das mudanças ambientais**. In: BECKER, B. K. (Org.). Geografia e Meio Ambiente no Brasil. São Paulo – Rio de Janeiro: HUCITEC.1995.

CHISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais.** São Paulo: Blucher. 1999.

CIDADE, L. C. F. Visões de mundo, visões da natureza e a formação de paradigmas geográficos. **Terra Livre**: São Paulo. n. 17, 2001.

COLLINGWOOD, R. G. **A ideia de natureza**. Ciência e Filosofia. Lisboa: Editorial Presença, s/d.

CONCEIÇÃO, A. L. A insustentabilidadade do Desenvolvimento Sustentável**. III Encontro Nacional do Meio Ambiente**, em Salvador/BA. 2004.

CONTI, J. B. **Desertificação nos trópicos**: proposta de metodologia de estudo aplicada ao nordeste brasileiro. 1995 - Tese de Livre Docência - Departamento de Geografia, FFLCH, USP, Sao Paulo, 1995.

CONTI, J. B. A desertificação como problema ambiental. In: **III Simpósio de Geografia Física Aplicada**. Nova Friburgo.1989.

CONTI, J. B. A desertificação como forma de degradação ambiental no Brasil. In: RIBEIRO, W.C. (org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. São Paulo: EDUSP, 2003.

CONTI, J. B. As relações Sociedade/Natureza os Impactos da Desertificação nos Trópicos. **Cadernos Geográficos.** N° 04. Florianópolis: Ed. UFSC, 2002.

CONTI, J. B. O conceito de desertificação. CLIMEP. **Climatologia e Estudos da Paisagem,** v. 3, p.39-52, 2008.

CONTI, J. B; FURLAN, S. A. **Geoecologia: o clima, os solos e a biota**. In: Ross, J. L. S. (org.). Geografia do Brasil. São Paulo: Edusp, 1995.

COSTA, A. G.. et al. Sistemas atmosféricos atuantes no nordeste do Brasil durante a estação de verão. In: **VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**: Diversidades Climáticas. UFS/ NPGEO, 2004, cd-rom.

CUNHA, S. B. **Bacias Hidrográficas.** In: Cunha, S.B. da. E Guerra, A. J..T. (Orgs). Geomorfologia do Brasil. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

CUNHA, S. B., GUERRA, A. J. T. (Orgs). **Geomorfologia do Brasil**. – 4ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

CUTTER, S. L.Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v.20, n.4, dec., 1996.

DATALUTA Sergipe. **Banco de Dados da Luta pela Terra**, 2011. LABERU/NERA, 2013.

DESCHAMPS, M. V. **Vulnerabilidade socioambiental na região metropolitana de Curitiba/PR**. Curitiba, 2004. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) **–** Universidade Federal do Paraná.

DIAS, R. L. F. **Intervenções públicas e degradação ambiental no semiárido cearense:** o caso de Irauçuba. Dissertação. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002.

DRESCH, J. **Il n'y a pas Géographie sans drame.** Hérotode, Paris, n. 33/34, 1984.

DREGNE, H. E. **La desertificación en los Estados Unidos de América.** *La naturaleza y sus recursos*: Boletín del Programa sobre el Hombre y la Biosfera/Boletín del Programa Hidrológico Internacional/Boletín del Programa Internacional de Correlación Geológica, vol. XIII, nº 2, abr./jun. 1977. Paris: UNESCO, p. 11-15.

DREGNE, H. E. **Envergadura y difusión del processo de desertificación.** In: Programa de lãs Naciones Unidas para El Médio Ambiente (PNUMA): Comision de La URSS de los Asuntos de PNUMA. Colonizacion de los territórios áridos y lucha contra La desertification: enfoque integral. Moscu: Centro de los Proyectos Internacionales-GKNT, 1987.

DUARTE, N. Vigotski e o "aprender a aprender" críticas às apropriações neoliberais e pós-modernas de teoria vigotskiana. 04. ed. Campinas: Autores Associados, 2006.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas.** Mossoró: Coleção Mossoroense vol. CXLII. 5ª. Ed. 1980.

ELY, D. F. **Teoria e método da climatologia geográfica brasileira:** uma abordagem sobre seus discursos e práticas / Márcia da Silva. – Presidente Prudente : [s.n.], 2006. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.

FAO. **World reference base for soil resourses:** a framework for international classification, correlation and comunication. 2. Ed. Roma, IT: FAO: ISRIC, 2006. Disponível em: http: //www.fao.org/nr/land/soils/soil/wrb-documents/em/ Aceeso em: 26 de abril, 2016.

FARIAS, S. G. G. D. et al. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Vol. 33, p. 1499-1505, 2009.

FERREIRA, D. G. A desertificação no Nordeste do Brasil: diagnóstico e perspectiva. In: **Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação**, Fortaleza: UFPI/Teresina - Núcleo Desert. 1994.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** 3rd ed. Oficina de Textos, São Paulo, 2011.

FOLEY, J. A., PRENTICE, I. C., RAMANKUTTY, N., LEVIS, S., POLLARD, D., SITCH, S., HAXELTINE, A. An integrated biosphere model of land surface processes, terrestrial carbon balance and vegetation dynamics. **Global Biogeochemical Cycles,** v. 10, n. 4, p.603-628, 1996.

FONTENELE, A. C. F. **Natureza, políticas públicas e (re)ordenamento do espaço:** interfaces das políticas ambientais de Sergipe. Tese de Doutorado. Orientador Francisco Sandro Rodrigues Holanda. São Cristóvão, 2013, 357 f.: il.

FRANÇA, V. L. A. CRUZ, M. T. S. **Atlas escolar Sergipe:** Espaço geo-histórico e cultural. Paraíba: Grafset, 2007.

FREYRE, G. **Nordeste**: aspectos da influência da cana sobre a vida e a paisagem do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: José Olympio, 1937.

FREIRE, F. **História de Sergipe**. 2ª ed. Petrópolis: Vozes /Governo do Estado de Sergipe, 1977.

FREIRE, N. C. F. & PACHECO, A. P. Aspectos da detecção de áreas de riscos à desertificação na região de Xingó. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.** Goiânia: INPE, 16 a 21 abril de 2005, p. 525-532.

FRIZANO, J. V. et. al. **Labile phosphorus in soils of forest fallows and primary forests in the Bragantine Region, Brazil.** Biotropica, v. 35, 2003.

FULLEN, M. A. & CATT, J. A. Soil Management – Problems and Solutions. Arnold Publisher, Londres, Inglaterra, 2004.

FURTADO, C. A**. Operação Nordeste. Rio de Janeiro:** Instituto Superior de Estudos Brasileiros – ISEB/MEC, 1959. (Coleção Textos Brasileiros de Economia).

FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. (11)Cia. Editora Nacional. 1972.

GALINDO, I. C. D. L. et al. Relações solo-vegetação em áreas sob processos de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciências do solo,** vol. 32, p. 1283-1296, 2008.

GALLOPIN et al. Syndromes of sustainability of development for assessing the vulnerability of coupled human–environmental systems. The case of hydrometeorological disasters in Central America and the Caribbean. **Global Environmental Change.** v.17, may 2007, 207- 217. Disponível em: <http:www.sciencedirect.com>. Acesso em: 12 de setembro de 2015.

GALVÃO, A. L. C. O. **Reconhecimento da susceptibilidade ao desenvolvimento de processos de desertificação no nordeste brasileiro, a partir da integração de indicadores ambientais.** Brasília, UnB. Tese de Doutorado. 2001.

GHEYI, H. R. **Problema de salinidade na agricultura irrigada**. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (eds). Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: DCS/UFC, 2000, p. 329-346.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOIS, D. V. **Dinâmica fitogeográfica e suscetibilidade à desertificação no município de Poço Redondo – SE**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFS: SE, 2016.

GOMES, J. B. V. et al. **Principais classes de solo do estado de Sergipe.** IN: LAFAYETTE, F. S. et al. (Orgs). Recomendaçõs para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe. Aracaju: EMBRAPA Tabuleiros Costeiros, 2007.

GONÇALVES, C. W. P. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1998.

GONÇALVES, J. C. Homem-natureza: uma relação conflitante ao longo da história. **Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico** - n º 06 - Dez. 2008/ ISSN 1980-5950.

GOUDIE. A. S. **Desert degradation**. In: Techniques for desert reclamation. Chichester: John Wiley & Sons, 1990.

GRABOIS, J; AGUIAR, M.J.N. **O Cariri Paraibano:** um estudo de geografia agrária regional. Primeira aproximação. Ciência e Cultura. 37 (12). Rio de Janeiro. SBPC, dez, 1985.

GUIMARÃES, A. P. **Quatro séculos de latifúndio**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1981.

GUTIÉRREZ, J. R. & SQUEO, F. A. **Importância de los arbustos em los ecosistemas semiáridos de Chile**. Ecosistemas, 2004.

HOLANDA, F. S. R.; PEDROTTI, A.; AGUIAR, J. F.; SANTOS, V. P. Sistema de Manejo de água e solo como tecnologias de prevenção da salinização e reabilitação de solos salinizados, no Perímetro Hidroagrícola do Califórnia-Semiárido Sergipano. **Anais do Seminário de Pesquisa FAP-SE**, 2003.

HERE, F. K. et al. Desertificação: uma visão global. IN: **Desertificação causas e consequências.** (Trad. Port) Lisboa Fundação Caloute Gulbenkina, 1992.

JAPIASSU, H. A **Questão da Interdisplinaridade.** In: SILVA, Luiz Heron da (org.). Paixão de aprender II. Petrópolis: Vozes, 1995.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário Básico de Filosofia.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar editor, 1990.

JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; BURGOS, N. & PESSOA, S. C. P. **Levantamento exploratório** – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife, MA/DNPEA – SUDENE/DRN, v.1. 1973.

JOHNSON, C. M. et. al. **Carbon and nutriente storage in primary and secondary forest in eastern Amazonia.** Forest Ecology and Management, v. 147, n 2, 2001.

LANGUIDEY, P. H., CARVALHO FILHO, O. M. Alternativas para o desenvolvimento da pequena produção de leite no semiárido. In: **Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes,** 5, Salvador, 1994, **Anais.** Salvador: SNPA, p. 87-102, 1994.

LAWRENCE, D. et.al. **Ecological feedbacks following, deforestation create the potential for a catastrophic ecosystem shift in tropical dry fores**t. PNAS, vol. 14, 2007.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental.** Tradução: Sandra Velenzuela; Revisão Técnica de Paulo Freire Vieira, São Paulo: Cortez, 2001.

LE HOUÉROU, H. N. "Biological Recovery Versus Desertization", in D. L. Johnson (ed.) "**The Human Face of Desertification", Economic Geography**, 53 (4), 1977.

LE HOUÉROU, H. N. **Climate change, drought and desertification.** Journal of Arid Environments, vol. 34, 1996, p. 133-185.

LIMA, J. R. de. SUERTEGARAY, D. M. A. SANTANA, M. O. **Desertificação e arenização.** In. SANTOS, Rozely Ferreira dos. Vulnerabilidade Ambiental. Brasília: MMA, 2007.

LIMA, C. L. R.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S. & LEÃO, T. P. Estimativa da capacidade de suporte de carga do solo a partir da avaliação da resistência à penetração. **R. Bras. Ci. Solo,** 30:217-223, 2006.

LIMA, N. T. **Um sertão chamado Brasil.** Rio de Janeiro, Ed. Revan, 1999.

LOMBARDO, M.; CARVALHO, V. C. **Análise preliminar das potencialidades das imagens LANDSAT para o estudo da desertificação.** Relatório INPE, São José dos Campos, n. 1540-RPE065, ago. 1979.

LOVELOCK, J. **A vingança de Gaia**. Rio de Janeiro: Intríseca, 2006.

MAINGUET, M. **Desertification natural background and Human mismanagement.** 2 nd edition. Springer-Verlag. Berlin, 1994.

MAINGUET, M. La désertification expression de la décadance? In: L'Homme et la sécheresse. Paris: Édition Masson. 1995, p. 285-296.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. As Dimensões da Vulnerabilidade. **Revista Brasileira de Estudos de População,** São Paulo, v. 20, n° 1, p. 33-43, 2006.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. **Metodologia Científica.** 5ª edição. São Paulo: Atlas, 2008.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação:** histórico e perspectivas. Brasília: UNESCO, 2001. 80p.

MATALLO JUNIOR, H. **A desertificação no Mundo e no Brasil".** In: SCHENKEL, Celso Salatino; MATALLO JUNIOR, Heitor. Desertificação. Brasília: UNESCO, 2003, p. 6-25.

MARTINELLI, M. **Mapas da geografia e cartografia temática**. São Paulo: Contexto, 2003.

MCCORMICK, J. **Rumo ao paraíso:** a história do movimento ambientalista. Rio de Janeiro: Editora Relume-Dumará, 1992.

MENDONCA, F. A. Desertificação em Áreas Úmidas: ensaio de estudo, **in: Boletim Paulista de Geografia.** AGB/são Paulo, 1988.

MENDONÇA, F. A. **Geografia Física:** ciência humana? São Paulo: Contexto, 1989.

MENDONCA, F. A. **A evolução socioeconômica do norte novíssimo de Paranavaí-PR e os impactos ambientais:** desertificação? Dissertação. Universidade de São Paulo-USP, 1990.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e meio ambiente.** São Paulo: Contexto. 1993.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e meio ambiente**.3ª Edição. Editora Contexto, São Paulo, 1998.

MENDONÇA, F. A. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **In: Ra'eGa.** Curitiba: Editora da UFPR, n. 4, p.85-99, 2000.

MENDONÇA, F. A. **Clima e criminalidade:** Ensaio analítico da correlação entre a criminalidade urbana e a temperatura do ar. Curitiba/PR: Editora da UFPR, 2001

MENDONÇA, F. A.; S.A.U. –**Sistema Socioambiental Urbano:** uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. IN: MONTEIRO, C. A. F. et.al. Impactos socioambientais urbanos. Curitiba-PR. Editora UFPR, 2004.

MENDONÇA, F. A. KOZEL. S. **Elementos de Epistemologia da Geografia contemporânea.** Curitiba: Ed. Da UFPR, 2002. Reimpressão 2004, 1ª ed. Ver. 2009.

MENDONÇA, F. A. ; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** Noções Básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MENDONÇA, F. A. **Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos** - A contingência climática. Mercator - volume 9, número especial (1), 2010: dez. p. 153 a 163.

MENEZES, A. V. C. **Estado e Organização do Espaço Semiárido do Sergipano**. Aracaju: UFS/NPGEO, 1999.

MERICO, L. F. K. **Introdução à economia ecológica**. Blumenau: Ed. da FURB, 1996.

MIRANDA, V. C. E**.** Filosofía y Medio Ambiente: **Uma aproximación teórica. México** D.F.: Ediciones Taller Abierto, 1997.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2005.

MONTEIRO, C. A. M. **A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil:** contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo, 1976.

MONTEIRO, C. A. F. **Sobre a desertificação no Nordeste Brasileiro e a participação do homem nesse processo.** Latin American Studies, 9, 1988. Na Universidade de Tsukuba Ibaraki, Japão.

MONTEIRO, C. A. de F. **Clima e excepcionalismo:** conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. **Os geossistemas como elemento de integração na síntese geográfica e fator de promoção interdisciplinar na compreensão do ambiente**. Aula inaugural do curso de doutorado interdisciplinar em Ciências Humanas, Sociedade e Meio Ambiente. CFCH-UFSC – Florianópolis. 1995.

MONTEIRO, C. A. de F. **O estudo geográfico do clima.** UFSC, 1998.

MONTEIRO, C. A. de F. O estudo geográfico do clima. **Cadernos Geográficos.** Florianópolis: Ed. da UFSC, n. 1, 1999.

MONTEIRO, C. A. de F. **Geossistemas:** a história de uma procura. São Paulo, Contexto, 2000.

MONTEIRO, C. A. de F. De tempos e ritmos: entre o cronológico e o meteorológico para a compreensão geográfica dos climas. **Geografia.** Rio Claro, v. 26, n. 3, 2001.

MORADILLO, E. F.; MARINHO, M. C. O. **Educação ambiental na universidade:** construindo possibilidades. Revista Química Nova, v.27, n. 2, 2004.

MORAES, A. C. R. Notas sobre formação territorial e políticas ambientais no Brasil. **Revista Território**. Rio de Janeiro, ano 1V. n. 7, p. 43-50. jul. dez. 1999.

NASCIMENTO, F. R. **Degradação ambiental e desertificação no Nordeste Brasileiro:** o contexto da Bacia Hidrográfica do rio Acaraú – CE. (Tese de doutoramento em Geografia). UFF: RJ, 2006. 370 p.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. **As chuvas no Paraná:** variabilidade interanual e decadal. Trabalho de Graduação (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de janeiro: IBGE, 1979.

NIMER, E. "Subsídio ao Plano de Ação Mundial para Combater a Desertificação - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA)". In: **Revista Brasileira de Geografia.** Rio de Janeiro: IBGE, 42(3), 1980.

NIMER, E. Desertificação: Realidade ou Mito? **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 1, p. 7-39, 1988.

ODUM, E. P. **Ecologia Terrestre.** In: ECOLOGIA. 3." ed. México, lnteramericana, 1972. cap. 14 p. 400-49.

OLIVEIRA, A. R. de. **Influência climática no uso e ocupação do solo do município de Poço Verde/SE.** Dissertação de Mestrado. Orientadora Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto. – São Cristóvão, 2013. 169 f. : il.

OLIVEIRA, A. R.; PINTO, J. E. S. S. . **A desertificação em Sergipe, como território de risco passível de reabilitação**. In: Luciano Lourenço. (Org.). Multidimensão e Territórios de Risco. 01ed.Coimbra/Portugal: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014, v. 01, p. 365-370.

OLIVEIRA, A. R.; PINTO, J. E. S. S. ; MENDONÇA, F. A.; A desertificação no Alto Sertão de Sergipe/Brasil: abordagem na perspectiva das vulnerabilidades socioambientais. **Investigaciones Geográficas**, v. 01, p. 139/ 52-149, 2016.

OLIVEIRA, A.R. ; PINTO, J. E. S. S. . **Complexidades da desertificação no Alto Sertão de Sergipe: Vegetação e clima.** In: Rosemeri Melo e Souza; Sindiany Suelen Caduda dos Santos; Eline Almeida Santos; Raquel Kohler.. (Org.). Cenários urbanos: riscos e vulnerabilidade na gestão territorial. 01ed.Aracaju: Criação, 2016, v. , p. 169-186.

OLIVEIRA, A. C. de A.; MELO E SOUZA, R. Avaliação Geoambiental dos Sistemas Dunares Costeiros de Sergipe. In: **Revista da FAPESE/Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de Sergipe.** –vol 1, n. 2, - Aracaju, 2005.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Classes gerais de solos do Brasil:** guia auxiliar para reconhecimento. Jaboticabal: UNESP/ FUNEB, 1992.

PADOVANI, U. & CASTAGNOLA, L. **História da filosofia**. São Paulo: Melhoramentos, 1995.

PASSOS, M. M. **A Raia Divisória:** geossistema, paisagem e eco-história. Maringá: Eduem, 2006.

PASSOS, M. M. **Biogeografia e Paisagem.** Presidente Prudente: UNESP, 2003.

PENMAN, H. L. **The physical bases of irrigation control**. In: Hort. Congr., 2, London, Royal Horticultural Society, 1953.

PEREIRA, C. A.; VIEIRA, I. C. G. A importância das florestas secundárias e os impactos de sua substituição por plantios mecanizados de grãos na Amazônia. **Interciência**, v. 26, p. 337-341, 2001.

PINTO, J. E. S. de S. **Os reflexos da seca no Estado de Sergipe**. São Cristóvão: NPGEO, UFS: 1999.

PINTO, J. E. S. de S. **Climatologia Sistemática**. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2007.

PINTO, J. E. S. de S. AGUIAR NETTO, A. O. **Clima, Geografia e Agrometeorologia**: Uma abordagem Interdisciplinar. São Cristóvão: Editora-UFS, 2008.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

PRADO JR, C. **A revolução Brasileira.** São Paulo, Brasiliense, 1968.

PRADO, D. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.J.; SILVA, C. ed. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed.Univ. da UFPE, 2003.

QUARESMA, V. B. **Dinâmica ambiental dos geossistemas do município de Caridade-Ceará.** 2001. 99 p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2001.

RAMOS FILHO, E. S. Os des (caminhos) da estrutura fundiária e a reforma agrária de Sergipe (1992-2011). **Boletim DATALUTA,** V. 1, 2012, p. 2-15.

RAPP, A. **A review of desertification in Africa:** water, vegetation and man. Secretariat for International Ecology (SIES), Report .Stockolm. 1974.

RÊGO, A. H. **Os sertões e os desertos:** o combate à desertificação. Brasília: FUNAG, 2012.

RESENDE, R. S. et al. Distribuição espacial e lixiviação natural de sais em solos do Perímetro Irrigado Califórnia, em Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Vol. 18, p. 46-52, 2014.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social:** métodos e técnicas. 3 Ed., São Paulo: Atlas, 2007.

RICKLEFS, R. E.; **A Economia da natureza**. 3ª ed. Editora Guanabara Koogam S. A. Rio de Janeiro, 1996.

ROCHETTE, R. M. **Le Sahel en lutte contre la désertification:** leçonsd'éxpériences. Comité 1nter.-États de lutte contre la sécheresse au Sahel, CILSS. Margraf. Weikersheim. 1989.

RODRIGUES, A. M. Produção e consumo do e no espaço**.** A problemática ambiental urbana. **Geo Textos**, vol. 5, n. 1, 2009.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C. **Balanço Hídrico Normal por Thornthwaite & Mather (1955)**. Piracicaba: USP/ESALQ – Departamento de Ciências Exatas: Área de Física e Metereologia, 1999.

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

RUBIO, J. L. **Desertification: Evalution of a Concept**. In: Seminário Desertificatión y Cambio Climatico. Centro de Investigaciones sobre Desertificación- CIDE/ Universidad internacional Menendez Pelayo (UIMP), C. S. I. C- Valenncia. 1995.

SÁ, I. B. et al. **Processos de desertificação no semiárido Brasileiro**. IN: SÁ I, B. e SILVA, P. C. G. (editores). Semiárido Brasileiro: Pesquisa Desenvolvimento e inovação. Petrolina: EMBRAPA solos, 2010.

SALES, M. C. L. **Estudo da degradação ambiental em Gilbués - PI: reavaliando o "núcleo de desertificação".** São Paulo, USP/FFLCH/Departamento de Geografia. Dissertação de Mestrado, 1997.

SALES, M. C. L. **Evolução dos estudos de desertificação no Nordeste brasileiro.** GEOUSP-Espaço e tempo, São Paulo, n. 11. P. 115-126, 2002.

SALES, M. C. L. **Estudos Climáticos, morfo-pedológicos e fitoecológicos no núcleo de desertificação de Irauçuba-Ceará**, 2003. Tese (Doutorado em Geografia). USP/FFLCH, São Paulo, 2003.

SALES, M. C. L. **Panorama da Desertificação no Brasil.** In: MOREIRA Emília [org.], Agricultura Familiar e Desertificação. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 2006, p. 35.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, S.B.; SAMPAIO, G. R. **Desertificação no Brasil**. Recife: Editora Universitária UFPE. 2003.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da climatologia no Brasil**: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. 2001. 169 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Escalas geográficas do clima mudança, Variabilidade e ritmo.** IN: AMORIM, M.C.C.T.; SANT'ANNA NETO, J.L.; MONTEIRO, A. Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões, 2013.

SANTOS. M. (org). **Novos rumos da Geografia brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS. M. **Técnica, Espaço, Tempo**: Globalização e Meio Técnico-Científico-Informacional. São Paulo: Hucitec, 1994.

SANTOS. M. **A natureza do espaço:** Técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2014.

SANTOS, F. A.; AQUINO, C. M. S. Balanço Hídrico Climatológico dos municípios de Castelo Do Piauí e Juazeiro do Piauí, Nordeste, Brasil. **Revista Eletrônica Geoaraguaia. Barra do Garças-MT**. V 6, n.1, p.30 a 56. Janeiro/julho. 2016.

SANTOS, T. M.; BATISTA, R. O. S. Ciência, técnica e risco: os agrotóxicos no perímetro irrigado Jacarecica e os impactos na saúde do trabalhador. **Anais do I Seminário Nacional de Sociologia da UFS**. Programa de Pós Graduação em Sociologia – PPGS Universidade Federal de Sergipe – UFS. abril de 2016.

SANTOS, S. J. S.; LUCAS, A. A. T. **Diagnóstico da salinização ocorrente no solo do perímetro irrigado Jacaré-Curituba do território do Alto Sertão de Sergipe.** IN: NETTO, A. O. A.; SANTANA, N. R. F. (Orgs). Contexto socioambiental das águas do Rio São Francisco. Editora:UFS, 2015.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. brasília, df: EMBRAPA, 2013.

SANTOS, J. M. E BRUNINI, O. **Uma Proposta para combater e mitigar o efeito das Secas**, disponível em http://www.sbagro.org.br/index.php, 2002.

SELLTIZ, C. et. al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. Tradução de Maria Martha Hubner de Oliveira. 2a edição. São Paulo: EPU, 1987.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Sergipe para o Combate à Desertificação e Mitigação aos Efeitos da Seca** – PAE –SE/SEMARH: Aracaju/Se, 2011.

SILVA, F. C. T. **Camponeses e criadores na formação social da miséria – Porto da Folha no Sertão do São Francisco (1820-1920)**. Dissertação de mestrado em História, Rio de Janeiro, UFF, 1981.

SILVA, I. A. S.; **Clima e arenização em Gilbués-Piauí**: **dinâmica das precipitações e a vulnerabilidade da paisagem aos eventos pluviais intensos**. Dissertação de Mestrado em Geografia: Programa de Pós-Graduação em Geografia - IESA/UFG. 185 p. 2014.

SILVA, F. M.; CHAVES, M. S.; LIMA, Z. M. C. **Geografia Física II** – Natal, RN: EDUFRN, 2009.

SILVA, M. S. F. **Territórios da conservação:** Uma análise do potencial fitogeográfico das UCs de uso sustentável em Sergipe. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. São Cristóvão: UFS, 2012.

SILVA, M. C. **Degradação ambiental e áreas suscetíveis à desertificação antrópica no município sergipano de Nossa Senhora da Glória**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFS: SE, 2016.

SILVA, V. R.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SOARES, J. M. Fatores controladores da compressibilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico e de um Latossolo Vermelho distrófico típico. I –Estado inicial de compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1-8, 2002.

SMITH, N. **Desenvolvimento desigual;** natureza, capital e a produção do espaço. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SOARES, W. L. **Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente**: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. Rio de Janeiro: s.n., 2010.

SORJ, B. 1980. **Estado e classes sociais na agricultura brasileira**. Rio de Janeiro, Zahar.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas**. Tradução de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro e Dora do Amarante Romariz. Métodos em questão (16): 1-52. São Paulo, IG-USP, 1977.

SOUZA, H. T. R.; GÓIS, D. V; SANTOS, L. J. P.; SOUZA, R. M. A luta social e a reapropriação da natureza nos assentamentos rurais do Alto Sertão de Sergipe. **Revista Movimentos Sociais e dinâmicas espaciais.** Recife, v. 3, nº1, 2014.

SOUZA, B. I. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia – Doutorado, UFRGS, Porto Alegre (RS), 2008. 198 f.

SOUZA, M. J. H., RIBEIRO, A., LEITE, H. G., LEITE, F. P., MINUZZI, R. B. Relação entre disponibilidade hídrica e produtividade do eucalipto em diferentes idades, em Guanhães, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.3, 2006, p.629–638.

SPORL, C. & ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. In.: **GEOUSP** - Espaço e Tempo, São Paulo, 2004.

SPRINGER, K. S. A concepção de natureza na Geografia. **Mercator** - volume 9, número 18, 2010: jan./abr. DOI: 10.4215/RM2010.0918.0012.

SUERTEGARAY, D. M. A e VERDUM, R. **Desertification in the tropics.** In: UNESCO. (Org.). Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Paris: UNESCO Plubishing, v.1, p. 1-17., 2008.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Espaço Geográfico uno e múltiplo.** SUERTEGARAY, D. M. A; BASSO, L. A.; VERDUM, R. (Orgs). Ambiente e Lugar no Urbano: a grande Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade/ UFRGS, 2000.

SUERTEGARAY, D. M. A. Um antigo debate (a divisão e a unidade da Geografia) ainda atual? **IN: Boletim Paulista de Geografia**. São Paulo, nº 85, 2006.

SUERTEGARAY, D. M. A. SILVA, L. A. P. da. GUASSELLI, L. A. (Org). **Arenização: natureza socializada.** Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre, 2012.

SUERTEGARAY, D. M. A. Agronegócio e desertificação no Brasil**. Ciência hoje,** vol. 36, nº 211, 2004, p. 50-53.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Desertificação:** Recuperação e desenvolvimento sustentável. In. Geomorfologia e Meio Ambiente. Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B. da (Orgs). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SUERTEGARAY, D. M. A. GUASSELLI, L. A. **Paisagens (imagens e representações do Rio Grande do Sul)**. IN. VERDUM, R.;BASSO, L.A.; SUERTEGARAY, D. M. A. Rio Grande do Sul. Paisagens e Territórios em transformação. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física(?) geografia ambiental(?) ou geografia e ambiente (?).In: MENDONÇA, F. A.; KOZEL, S. (Org.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea.** Curitiba - PR: Editora UFPR, v. 2. P. 111-120, 2009.

TERACINES, E. B. Impactos econômicos do El Niño 97/98 na produção agrícola brasileira. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Clima e Ambiente (Sustentabilidade, Riscos, Impactos),** 4, 2000, Rio de Janeiro.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate.** Geographical Review, New York, n. 38, 1948, p. 55-94.

THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. **The water balance.** Publications in climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955.

TORRES, L. M. E. A. **Las dimensiones socioeconômicas de la desertificación**: avances em la utilizacíon de indicadores. Um ejercicio em el caso de Mendoza, Argentina. In: MORALES, C. E. A. Pobreza, desertificacíon y degradacíon de los recursos naturales. Santiago de Chile: Cepal/Naciones Unidas, 2005.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/Supren, 1977.

TROPPMAIR, H. Ecossistemas e geossistemas do estado de São Paulo. **Boletim de Geografia Teorética**. Rio Claro. v. 13, n. 25, p. 27-36, 1983.

TROPPMAIR, H. **Sistemas/ Geossistemas/ Geossistemas Paulistas/** Ecologia da Paisagem. Edição do autor. Rio Claro, 2004. 130 p.

TROPPMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** Rio Claro (SP), UNESP, 7ª Ed.; 2006.

UNITED NATIONS. **Convenção Internacional para o combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação particularmente na África**. Brasília: MMA, 1997.

VARGAS, M. A. M. **Desenvolvimento Regional em Questão:** O Baixo São Francisco Revisitado. NPGEO/UFS, São Cristóvão, 1999.

VARGAS, M. A. M. **A natureza sertaneja das políticas de desenvolvimento.** NPGEO/UFS, São Cristóvão, 1999.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Metodologia para identificação de Processos de Desertificação:** manual de indicadores. SUDENE. Recife. 1978.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **O processo de desertificação do Nordeste.** Brasília, Senado Federal. Brasília, 1976.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Desertificação no Nordeste brasileiro**. Pernambuco. Padila ind. Gráficas S.A. 1982.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. Fenomenologia da desertificação no Nordeste do Brasil**.** In: **Conviver: Nordeste Semiárido.** Fortaleza: DNOCS-BNB, setembro-novembro, 2004.

VEYRET, Y. **Os riscos:** o homem como agressor e vítima do meio ambiente**.** São Paulo: Editora Contexto, 2013.

VEYRET, Y & RICHEMOND, N. M. Os tipos de riscos. In: VEYRET, Yvete. **Os riscos:** O homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

VERDUM, R. et. al. Desertificação: questionando as bases conceituais, escalas de análise e consequências. In: **GEOgraphia, Revista da Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense**, Ano 3, nº 6, Niterói, UFF/EGG: 2002, p. 119-132.

VERDUM, R. Tratados Internacionais e Implicações Locais: A Desertificação. **GEOgraphia - Revista da Pós-Graduação em Geografia do Departamento de Geografia da Universidade Federal Fluminense.** Ano. 6 – Nº 11, 2004.

VERDUM, R. Bases Conceituais sobre a Questão Ambiental e as Práticas em Geografia. In: **XV Simpósio de Geografia Física Aplicada**, Vitória – ES. Anais. 2013.

VESENTINI, J. W. **Geografia, Natureza e Sociedade**. São Paulo: Contexto, 1989.

WEERARATNA, C. S. The effect of shifting cultivation in the tropics on some soil properties. **Beitrage zur Tropischen Landwirtschaft und Veterinarmedizin**, v. 22, p. 135-139, 1984.

ZAVATTINI, J. A. **Estudos do clima no Brasil.** Campinas/SP: Editora Alínea, 2004.

APÊNDICES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – POSGRAP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGEO
DOUTORADO EM GEOGRAFIA

A DESERTIFICAÇÃO DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

APÊNDICE 1: Roteiro de entrevista

PERFIL DO ENTREVISTADO:

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Localização: Povoado _____ Município_____

DADOS COMPLEMENTARES:

O entrevistado é:
a- Proprietário ( ) b-Funcionário ( ) c- Arrendatário ( ) d- Outros ( )
Extensão da propriedade
_____
Local onde reside:
a- Propriedade ( ) b- Cidade ( ) c- Outros
O uso e ocupação do solo rural destacam-se:
( ) Agricultura ( ) Pecuária ( ) Minérios
Na propriedade há presença de:
( ) manchas de areia expostas ( ) Desmatamentos
( ) buracos ( ) riacho, rio
Se existe, encontra-se em locais de:
( ) Agricultura ( ) Pecuária ( ) Minérios
Quando comprou a propriedade já existiam os buracos?
( ) Sim ( ) Não
O que o proprietário observa nestas áreas?
( ) Avanço dos buracos ( ) recuo dos buracos
Já pensou em alguma providência para diminui ou fechar?

_____

Quais os cultivos plantados na propriedade? _____

Qual o período do plantio? _____

Qual o período que chove mais?_____

O que faz no período da chuva? _____

Qual o período que não chove? _____

O que faz no período da seca? _____

Qual o reflexo da seca que mais se destaca na paisagem rural?
( ) mudança na paisagem ( ) fome ( ) desemprego ( ) instabilidade econômica
( ) êxodo rural ( ) morte de animais ( ) rios secos ( ) destruição do capim

Possui sistema de irrigação? ( ) Sim ( ) Não **E trator?** ( ) Sim ( ) Não

Utiliza agrotóxico? ( ) Sim ( ) Não

Deixa parte do terreno em descanso ou pousio? ( ) Sim ( ) Não

Se faz aluguel de outros pastos? ( ) Sim ( ) Não

Atividades comerciais da produção:
a - Subsistência ( ) b-Comercialização em feiras ( ) c-Comercializações no município ( ) d- Comercialização em outros municípios ( ) e- ( ) Manufatura

A paisagem de 30 anos atrás é a mesma de hoje?

( ) Sim ( ) Não Porque? _____

O senhor (a) já ouviu falar em desertificação?

( ) Sim ( ) Não

Na sua opinião, é provocado por quais processos?

( ) Naturais ( ) sociais ( ) Natureza/sociedade

O senhor (a) notou abaixamento de água dos poços?

( ) Sim ( ) Não

O senhor (a) tem conhecimento que existe um plano de combate de desertificação no estado de Sergipe?

( ) Sim ( ) Não

O senhor (a) já participou de reunião promovida pelo Estado sobre desertificação em Sergipe?

( ) Sim ( ) Não

Que medidas você acredita que poderiam contribuir para amenizar a degradação/desertificação?

( ) Criação de Áreas Protegidas ( ) Maior fiscalização dos órgãos responsáveis ( ) Controle da caça e pesca ( ) Controle das queimadas ( ) Não sabe ( ) Recuperação de áreas degradadas

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA – POSGRAP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PPGEO
DOUTORADO EM GEOGRAFIA

A DESERTIFICAÇÃO DO ALTO SERTÃO DE SERGIPE NO CONTEXTO GEOGRÁFICO

APÊNDICE 2: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, RG n.°_____, residente à_____, do município de _____, estado_____, declaro que fui convidado(a) a participar da pesquisa citada e estou consciente das condições sob as quais me submeterei detalhadas a seguir:

Esta pesquisa tem como objetivo: Analisar as transformações socioambientais no Alto Sertão de Sergipe, desvendando o desencadeamento da desertificação, em face aos processos de formação natural, antrópico e política que interferem na composição do sistema. Este trabalho destina-se à elaboração de uma Tese pela doutoranda Alberlene Ribeiro de Oliveira, para a obtenção do título de Doutora em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe, sendo orientada pela Prof.ª Drª. Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto.

a) Participarei de conversas individuais e/ou coletivas. As conversas poderão ser gravadas em vídeo e áudio mediante minha autorização.
b) Estou ciente de que o presente estudo envolve risco de constrangimento em responder questões relacionadas à minha vida pessoal. No entanto, fui informado que posso não responder quaisquer questões e caso sinta durante a entrevista fadiga, embaraço e tristeza poderei me recusar a participar ou continuar a entrevista.
c) Minha identidade será preservada em todas as situações que envolvam discussão, apresentação ou publicação dos resultados da pesquisa, a menos que haja uma manifestação da minha parte por escrito, autorizando tal procedimento.
d) Os resultados dessa pesquisa serão publicados em artigos científicos e conferências.
e) Estou ciente de que minha participação no presente estudo é estritamente voluntária. Não receberei qualquer forma de remuneração pela minha participação no estudo.
f) Minha recusa em participar do procedimento não me trará qualquer prejuízo, estando livre para abandonar a pesquisa a qualquer momento.
Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Aracaju, _____de _____de _____.

Assinatura da Pesquisadora _____

Assinatura do Participante _____

Apêndice 3: Total de áreas classificadas e porcentagens por décadas no Alto Sertão de Sergipe

Municípios	Classes de cobertura de solo								
	Vegetação nativa			Cultivos e pastagens			Solos expostos		
	80	90	00	80	90	00	80	90	00
	Km² %			Km² %			Km² %		
Canindé de São Francisco	384,06	429,46	282,93	289,83	282,22	333,01	188,04	190,55	286,27
	44,56%	47,60%	31,36%	33,63%	31,28%	36,91%	21,82%	21,12%	31,73%
Gararu	247,95	235,07	324,14	375,09	292,46	283,67	22,69	49,28	37,76
	38,40%	40,75%	50,21%	58,09%	50,70%	43,94%	3,51%	8,54%	5,85%
Monte A. de Sergipe	177,27	145,19	205,04	207	242,15	163,82	19,21	18,2	37,71
	43,94%	35,80%	50,43%	51,30%	59,71%	40,29%	4,76%	4,49%	9,28%
Nossa S. da Glória	373,93	249,76	391,19	331,3	466,77	313,92	27,97	35,71	53,15
	51,00%	33,20%	51,59%	45,19%	62,05%	41,40%	3,81%	4,75%	7,01%
Nossa S.de Lourdes	45,31	10,92	58,16	30,27	21,18	19,67	4,98	6,84	2,73
	56,24%	28,04%	72,19%	37,57%	54,39%	24,42%	6,18%	17,57%	3,39%
Poço Redondo	440,09	418,38	283,56	461,16	437,17	418,49	292,23	356,79	510,15
	36,87%	34,51%	23,39%	38,64%	36,06%	34,52%	24,49%	29,43%	42,08%
Porto da Folha	363,8	377,1	373,04	339,235	316,83	333,13	193,31	165,53	192,72

Fonte: Imagens de Landsat 5 (1987,1999, 2006).
Elaboração: OLIVEIRA, A.R., 2016.

Apêndice 4: Evolução de pecuária de bovinocultura dos municípios do Alto Sertão de Sergipe (1980-2015)

Ano	Canindé de São Francisco	Gararu	Monte Alegre de Sergipe	Nossa Senhora da Glória	Nossa Senhora de Lourdes	Poço Redondo	Porto da Folha
	Bovino (Número de cabeças)						
1980	14.088	30.962	16.002	35.787	8.388	21.731	32.851
1981	15.312	35.144	8.210	27.777	5.500	21.731	38.823
1982	6.000	18.000	5.842	21.274	4.000	10.000	22.000
1983	4.000	9.500	2.120	6.380	2.500	6.000	10.000
1984	5.065	9.850	8.150	16.850	2.460	6.900	11.600
1985	11.660	14.000	12.500	27.300	3.200	13.000	22.000
1986	19.000	22.000	17.600	36.200	4.670	28.200	31.600
1987	18.610	16.230	13.800	30.000	3.628	27.506	22.000
1988	20.000	23.100	14.500	32.000	4.820	29.000	25.500
1989	23.000	22.000	17.000	35.000	4.800	32.000	34.000
1990	20.000	21.500	16.000	34.000	5.500	30.000	32.500
1991	20.500	23.850	16.800	37.500	6.200	31.500	33.800
1992	20.000	23.500	16.200	38.200	6.350	32.000	33.500
1993	15.000	17.700	11.350	30.500	5.600	25.000	25.700
1994	13.500	13.200	10.000	26.400	4.700	22.000	23.300
1995	13.200	12.600	10.500	25.700	6.000	21.000	22.700
1996	32.000	28.000	17.500	38.800	6.600	40.700	39.500
1997	31.000	27.800	17.800	39.000	6.700	40.000	39.000
1998	26.000	26.000	17.000	36.000	6.200	32.000	36.000
1999	25.500	27.000	18.200	40.000	6.400	31.000	39.000
2000	24.870	20.000	18.000	32.000	7.000	25.000	26.000
2001	20.640	16.500	15.000	26.000	8.000	23.700	24.200
2002	18.500	15.350	14.000	25.000	7.800	22.000	22.500
2003	21.500	14.700	15.200	28.000	8.500	24.600	25.000
2004	22.300	15.600	14.700	27.500	8.200	22.400	26.000
2005	25.000	20.000	15.000	36.000	8.500	32.200	37.000
2006	29.500	23.000	17.500	37.000	9.000	37.000	38.000
2007	33.700	27.000	16.200	43.900	8.000	37.800	38.700
2008	29.800	26.800	17.000	42.250	9.100	38.000	36.200
2009	32.780	28.950	17.500	42.760	10.380	41.050	40.540
2010	31.740	28.760	17.360	42.350	10.400	39.750	37.630
2011	32.420	30.250	18.350	45.760	12.302	39.800	36.620
2012	29.230	30.500	21.530	46.850	11.370	41.830	37.350
2013	30.560	33.670	23.780	53.750	15.150	44.360	45.620
2014	30.240	34.650	23.640	51.520	17.620	41.730	43.750
2015	31.340	33.870	23.560	52.340	18.140	42.640	42.690

Apêndice 5: Evolução da pecuária de caprino e ovino do Alto Sertão de Sergipe- A.S.S. (1980-2015)

Ano	Canindé de São Francisco		Gararu		Monte Alegre de Sergipe		Nossa Senhora da Glória		Nossa Senhora de Lourdes		Poço Redondo		Porto da Folha	
	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino	Caprino	Ovino
1980	3.000	2.500	600	2.500	295	780	600	2.000	80	300	1.200	4.000	1.500	5.000
1981	3.200	3.000	1.000	3.500	300	820	640	2.400	100	250	2.000	5.500	1.800	6.000
1982	3.000	2.800	700	2.800	102	827	342	1.510	80	200	1.700	4.800	1.500	5.000
1983	3.300	3.300	800	3.200	100	790	290	1.430	100	350	1.900	5.500	1.800	6.000
1984	3.400	3.500	850	3.240	200	1.600	500	5.450	120	400	1.950	5.680	2.000	6.300
1985	3.800	4.450	1.000	3.500	350	2.100	1.420	7.700	140	500	2.300	7.100	2.100	8.000
1986	4.000	5.000	900	3.600	500	3.500	1.500	10.400	250	600	2.400	7.400	2.000	8.200
1987	3.900	5.100	905	3.800	600	4.000	1.700	12.400	230	610	2.300	7.450	1.900	8.300
1988	3.500	4.500	1.000	3.500	450	3.500	1.400	8.000	200	500	2.000	7.000	1.600	7.500
1989	2.500	3.500	1.100	3.700	350	3.200	1.000	7.000	220	600	1.300	6.000	1.200	6.300
1990	2.000	3.000	1.200	3.500	300	2.500	800	6.500	180	430	1.500	5.000	1.000	5.100
1991	1.800	2.700	1.100	3.150	280	2.200	720	5.800	160	400	1.200	4.500	820	4.530
1992	1.650	2.600	1.000	3.000	250	2.100	650	5.240	140	420	1.100	4.200	780	4.250
1993	1.500	2.500	850	2.700	230	2.000	600	5.000	120	400	960	3.850	700	3.800
1994	1.340	2.260	800	2.500	200	1.800	550	4.500	100	380	870	3.500	720	3.500
1995	480	1.260	340	1.260	120	850	250	2.300	80	230	260	1.200	220	2.300
1996	550	3.800	120	1.750	80	900	70	2.000	25	100	300	3.130	430	2.800
1997	540	3.900	130	1.700	85	920	80	2.100	20	110	320	3.150	450	2.750
1998	500	3.700	120	1.750	90	1.000	85	2.000	20	120	300	3.000	420	2.600
1999	450	3.500	130	1.870	200	1.300	300	2.700	22	130	420	3.800	450	2.700
2000	2.200	5.500	120	2.000	400	2.300	500	5.000	20	140	600	4.000	1.900	4.000
2001	2.600	6.100	140	2.600	460	2.700	550	12.000	20	650	680	4.500	1.600	4.200
2002	2.850	6.830	160	2.700	450	2.800	600	12.800	20	700	750	5.000	1.700	4.900
2003	2.900	7.000	160	3.000	520	3.100	630	14.000	22	750	800	5.200	1.850	5.000
2004	3.300	8.100	170	3.500	600	3.600	720	16.300	25	860	900	6.000	2.000	5.900
2005	3.700	8.900	200	4.100	670	4.200	830	18.500	30	1.000	1.030	7.000	2.270	6.950
2006	4.250	10.200	230	4.600	720	4.830	980	21.200	80	1.150	1.200	8.000	2.600	8.000
2007	2.700	5.100	410	5.200	220	2.400	620	5.600	70	980	1.650	8.120	320	3.800
2008	2.800	5.250	420	5.270	230	2.420	650	5.800	65	920	1.700	8.150	335	4.000
2009	3.200	6.050	430	6.000	265	2.710	740	6.620	70	1.060	1.850	9.130	380	4.480
2010	3.350	6.530	450	6.200	300	3.050	780	7.350	75	1.100	1.970	9.430	410	4.750
2011	2.850	6.260	470	5.820	350	2.960	750	6.820	80	980	1.850	8.640	450	4.270
2012	2.570	5.860	490	5.430	380	2.860	800	6.740	90	950	1.890	8.230	470	4.130
2013	2.180	5.390	530	5.760	360	2.930	850	7.120	100	920	1.760	8.670	520	4.250
2014	2.240	5.470	600	5.840	400	3.210	900	7.460	110	940	1.860	9.140	540	4.360
2015	2.420	5.680	640	6.100	430	3.420	970	8.100	120	980	1.930	9.870	580	4.670

Fonte: IBGE, Produção da Pecuária Municipal, 1980 a 2015.
Organização: OLIVEIRA, A.R. 2016.