



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA – PROP GEO  
CURSO DE DOUTORADO EM GEOGRAFIA**

**ANDREA BEZERRA CRISPIM**

**FRAGILIDADE AMBIENTAL DECORRENTE DAS RELAÇÕES  
SOCIEDADE/NATUREZA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CONTEXTO DO  
MUNICÍPIO DE QUIXADÁ-CE**

**FORTALEZA- CEARÁ**

**2016**

ANDREA BEZERRA CRISPIM

FRAGILIDADE AMBIENTAL DECORRENTE DAS RELAÇÕES  
SOCIEDADE/NATUREZA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CONTEXTO DO  
MUNICÍPIO DE QUIXADÁ

Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para à obtenção do título de doutora em Geografia. Área de Concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientador: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

FORTALEZA- CEARÁ

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Crispim, Andrea Bezerra.

Fragilidade ambiental decorrente das relações sociedade/natureza no semiárido brasileiro: o contexto do município de Quixadá-Ce [recurso eletrônico] / Andrea Bezerra Crispim. - 2016.

1 CD-ROM: il.; 4 ¼ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 235 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Tese (doutorado) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2016.

Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas. .

Orientação: Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza.

1. Fragilidade Ambiental. 2. Semiárido. 3. Relação Sociedade/Natureza. I. Título.



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - CCT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

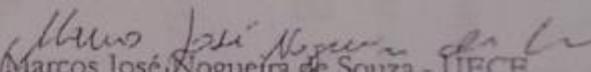


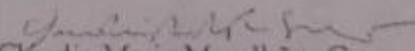
ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO PELO CANDIDATO AO TÍTULO DE "DOUTORADO EM GEOGRAFIA" - ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL E ORDENAÇÃO DO TERRITÓRIO NAS REGIÕES SEMI-ÁRIDAS E LITORÂNEAS.

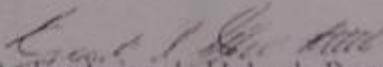
No segundo dia do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezesseis, às 08hs (oito horas), realizou-se no auditório Professor Dr. Aziz Nacib Ab'saber do Programa de Pós-Graduação em Geografia - ProPGeo do Centro de Ciências e Tecnologia - CCT desta Universidade, a sessão pública de defesa da tese de doutorado intitulada "FRAGILIDADE AMBIENTAL DECORRENTE DAS RELAÇÕES SOCIEDADE/NATUREZA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: O CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ-CE", apresentada por **Andrea Bezerra Crispim**, aluna regularmente matriculada no Curso de Doutorado em Geografia e candidata ao título de doutora em Geografia - Área de Concentração em Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas. A Banca Examinadora foi constituída pelos Professores Doutores: **Marcos José Nogueira de Souza** da Universidade Estadual do Ceará - UECE (Orientador), como membros internos: **Cláudia Maria Magalhães Grangeiro** e **Frederico de Holanda Bastos** da Universidade Estadual do Ceará - UECE. Como membros externos: **Edson Vicente da Silva** e **Jáder de Oliveira Santos** ambos da Universidade Federal do Ceará - UFC. A candidata foi arguida por todos os examinadores e em reunião secreta a Banca decidiu Aprová-la. Nada mais havendo a declarar eu, **Adriana Livino dos Santos Holanda**, Secretária do Programa de Pós Graduação em Geografia, lavrei a presente ata que depois de lida será assinada pela Banca Examinadora

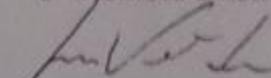
Adriana Livino dos Santos Holanda

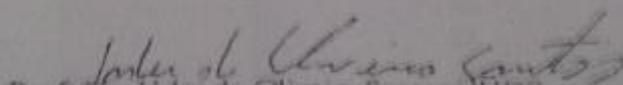
BANCA:

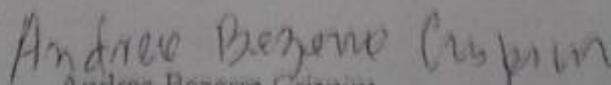
  
Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza - UECE  
1º Membro (Orientador)

  
Prof. Dr. Cláudia Maria Magalhães Grangeiro - UECE  
2º Membro Interno

  
Prof. Dr. Frederico de Holanda Bastos - UECE  
3º Membro Interno

  
Prof. Dr. Edson Vicente da Silva - UFC  
4º Membro Externo

  
Prof. Dr. Jáder de Oliveira Santos - UFC  
5º Membro Externo

  
Andrea Bezerra Crispim

## AGRADECIMENTOS

O que seria da nossa vida sem os desafios? Chego ao término de meu doutorado com a sensação de dever cumprido e com ampla certeza da materialização de um trabalho construído ao longo dos anos com a participação primordial das pessoas que citarei a seguir.

Meu agradecimento à minha família, parte crucial da minha vida e a quem amo e estimo. Ao meu pai e minhas mães, pessoas fortes e esforçadas. Aos meus irmãos e irmãs que tanto amo e aos meus sobrinhos amados. Amo vocês.

Meu forte agradecimento ao professor Marcos José Nogueira de Souza pela sua orientação desde o mestrado até o doutorado. Minha admiração a este profissional que com competência, ética e profissionalismo conseguiu ser um dos geógrafos mais bem conceituados na academia. Fica aqui minha admiração e agradecimento pelas experiências vivenciadas no LAGEO.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE), onde tive o prazer de viver a experiência do mestrado, docência e doutorado, além das amizades construídas ao longo deste processo. Meus agradecimentos a Adriana Pereira e Júlia de Oliveira pelo apoio administrativo e as dúvidas tiradas a longo do processo do doutorado. Meus agradecimentos ao Prof. Otávio Costa e a Prof.<sup>a</sup> Lúcia Brito, que deram todo seu empenho na coordenação do PropGeo mesmo com todas as dificuldades enfrentadas na Universidade.

Agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), proporcionando a oportunidade de realizar minha mobilidade acadêmica durante nove meses na Universidade Nova de Lisboa (Portugal), tendo como co-orientadora a professora Dra. Maria José Roxo, que me acolheu e me passou enormes contribuições para o desenvolvimento da minha pesquisa. À professora Maria Roxo, todo meu agradecimento e estima.

Meu forte agradecimento à companheira Lucilene da Marcha Mundial de Mulheres, por ter me ajudado nas informações extremamente relevantes para minha pesquisa, permitindo-me entrevistá-la e me mostrando o verdadeiro Quixadá de lutas.

Meus agradecimentos aos moradores dos assentamentos São Domingos e Boa Vista, ambos localizados em Quixadá, por terem me mostrado a área e me ensinado a importância da agroecologia para as práticas de sustentabilidade ambiental.

Meus agradecimentos aos/as professoras/es do curso de Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), em especial a professora Clélia Lustosa, professor Jeovah Meireles, Professor Paulo Thiers e Professor Edson Vicente da Silva (Cacau). Professoras/es que me ensinaram e continuam ensinando a ciência geográfica pautada na ética e honestidade.

Agradeço aos professores que compõem o quadro docente do curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Meu muito obrigado ao professor Luiz Cruz, professora Adelita, professora Denise Bomtempo e ao professor Edilson Pereira.

Meu agradecimento especial à professora Claudia Grangeiro, profissional extremamente humilde, inteligente e ética. Sempre disposta a ensinar e transferir seu conhecimento. Muito obrigada pela amizade e as grandes contribuições no período de minha qualificação.

Meus agradecimentos as/aos colegas do Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais (LAGEO): Iaponan Cardins, para além dos muros da Universidade, hoje um amigo. Ao Ícaro Paiva, pela amizade e humildade. A Leila Santos, Geyzi Castro e Leandro Almeida, meus/minhas amigos/as de laboratório.

Meu enorme agradecimento a Vanessa Silva, Jaqueline Oliveira e Jocelane Rodrigues, pela ajuda na minha pesquisa. Muito obrigado.

A professora Lúcia Brito, pela oportunidade dada para que eu participasse dos projetos, me proporcionando grande experiência na área de Geoprocessamento e Análise Ambiental.

Aos meus ex-alunos e agora amigos Diego Almeida e Roberto Jarllys, pela enorme ajuda na elaboração do material geocartográfico. Muito obrigado.

Aos meus amigos contemporâneos do Laboratório de Geoecologia da Paisagem e Planejamento Ambiental do Departamento de Geografia da UFC. Em especial, cito as/os amigos/as Otávio Landim, Cícera Angélica, Carolina Magalhães, Jocicléia, Marcelo Moura, Bruna Maria, Pedro Balduino e Juliana Maria. Amo vocês.

Meu imenso agradecimento ao amigo Ronaldo Lourenço por me ajudar na elaboração dos dados de erosividade e erodibilidade e as demais discussões que contribuíram para minha pesquisa. Amo você.

Agradeço a Jeovana da Costa Barbosa pela paciência, amizade e companheirismo. Sem você teria sido muito mais difícil. Amo você.

Meus agradecimentos ao professor Frederico de Holanda por ter aceitado participar da minha banca de defesa.

Ao professor e amigo Jader de Oliveira pelas grandes contribuições dadas na qualificação e durante o desenvolvimento de minha pesquisa. Mesmo com todas suas obrigações sempre esteve disposto a contribuir com meu mapeamento.

Ao professor Edson Vicente da Silva (Cacau), por ter contribuído na minha formação acadêmica durante a graduação e pela enorme satisfação em ter lido minha pesquisa e contribuído de forma grandiosa na elaboração do mapeamento.

Aos que não consegui lembrar neste momento de escrita, mas que estão em meu coração, meu muito obrigado.

*“Não escolhemos de onde viemos, mas podemos escolher para onde queremos ir”.*

(Filme: A vantagem em ser invisível)

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo principal analisar a fragilidade ambiental no município de Quixadá, localizado no Sertão Central do Estado do Ceará. Tem como âncora o estudo da relação sociedade/natureza no entendimento da dinâmica ambiental e socioeconômica do município. A área em estudo tem se configurado nos últimos anos, como um dos municípios interioranos que tem perpassado por mudanças ambientais impostas por diversas atividades socioeconômicas, ocasionando impactos ambientais significativos. Para dar prosseguimento ao estudo foram realizadas leituras relacionadas à pesquisa no âmbito da perspectiva ambiental integrada, realizando atividades empíricas para o entendimento das mudanças ambientais ocorridas no município. Para o estudo da fragilidade ambiental foram produzidos mapas temáticos estruturados na metodologia de Souza (2000) e Ross (2006), bem como mapas em escalas temporais diferenciadas na tentativa de analisar qualitativamente e quantitativamente as mudanças ocorridas nos sistemas ambientais. Ao final da pesquisa, foram estabelecidos os níveis de fragilidade ambiental associando às condições de sustentabilidade ambiental de Quixadá.

**Palavras-chave:** Fragilidade Ambiental. Semiárido. Relação Sociedade/Natureza.

## RÉSUMÉ

La recherche a comme objectif principal d'analyser la fragilité environnementale dans la ville de Quixadá, située dans l'arrière-pays central du Ceará. À que l'étude de la relation société/nature dans la compréhension de la dynamique environnementale et socio-économique de la municipalité d'origine. La zone d'étude a été mise en place ces dernières années, comme l'une des municipalités qui ont également été saisies par les changements environnementaux imposés par diverses activités socio-économiques, entraînant des impacts environnementaux significatifs. Pour continuer d'étudier les lectures effectuées étaient liés à la recherche dans le domaine de la perspective environnementale intégrée, effectuer des travaux empiriques pour la compréhension des changements environnementaux qui ont eu lieu dans la ville. Pour l'étude de fragilité environnementale ont été structurées de cartes thématiques produites méthodologie Souza (2000) et Ross (2006), ainsi que des cartes à des échelles temporelles différenciées dans la tentative d'analyser qualitativement et quantitativement les changements dans les systèmes environnementaux. À la fin de l'enquête, ont été mis en place les niveaux de fragilité environnementale en associant les conditions de durabilité de l'environnement de Quixadá.

**Mots-clés:** Fragilité Environnementale. Semi-aride. Relation Société Nature.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa -*de localização da área de estudo .....	23
Figura 2 - Ilustração dos fatores que impulsionam a fragilidade dos ambientes .....	39
Figura 3 - Fatores de formação da degradação ambiental.....	46
Figura 4 - Processo de degradação ambiental, quando impulsionada por atividades não condizentes com as condições físicas dos geoambientes.....	48
Figura 5 - Processo de degradação ambiental, quando impulsionada por atividades não condizentes com as condições físicas dos geoambientes.....	48
Figura 6 - Procedimentos metodológicos da pesquisa.....	52
Figura 7 - Poligonal do semiárido.....	72
Figura 8 - Ilustração dos componentes naturais associados as atividades humanas.....	76
Figura 9 - Rotas de penetração no sertão nordestino .....	81
Figura 10 - Vista do Açude do cedro no período de sua construção, em 1907 .....	89
Figura 11 - Carro-pipa localizados no município de Quixadá, em maio de 2013 .....	94
Figura 12 - Hotel localizado nas proximidades do distrito de Joatama, em maio de 2013. Observar a piscina à frente.....	95
Figura 13 - Visão geral do projeto Cinturão das Águas.....	96
Figura 14 - Ilustração com problemas ambientais vivenciados no município de Quixadá/CE .....	98
Figura 15 - Mapa básico de Quixadá .....	102
Figura 16 - Vista parcial da Serra do Estevão em Quixadá, Ceará .....	105
Figura 17 - Mapa Altimétrico de Quixadá .....	107
Figura 18 - Vista Parcial da depressão sertaneja em Quixadá, Ceará.....	108
Figura 19 - Perfil longitudinal de Quixadá .....	109
Figura 20 - Inselberg de Quixadá, Ceará .....	109
Figura 21 - Campo de Inselbergs em Quixadá, Ceará.....	110
Figura 22 - Mapa de Declividade de Quixadá .....	111
Figura 23 - Mapa Geológico-Geomorfológico de Quixadá .....	113

Figura 24 - Espacialização dos postos pluviométricos utilizados para as análises pluviométricas em Quixadá .....	115
Figura 25 - Isoietas dos meses de Janeiro e Fevereiro em Quixadá .....	120
Figura 26 - Isoietas dos meses de Março e Abril em Quixadá .....	121
Figura 27 - Isoietas dos meses de Maio e Junho em Quixadá.....	122
Figura 28 - Isoietas dos meses de Julho e Agosto em Quixadá.....	123
Figura 29 - Isoietas dos meses de Setembro e Outubro em Quixadá.....	124
Figura 30 - Isoietas dos meses de Novembro e Dezembro em Quixadá .....	125
Figura 31 - Isoietas do ano de 1992 do município de Quixadá .....	130
Figura 32 - Isoietas do ano de 2009 do município de Quixadá .....	132
Figura 33 - Isoietas do ano de 2012 do município de Quixadá .....	134
Figura 34 - Localização dos Açudes do Cedro e Pedra Branca do município de Quixadá .....	135
Figura 35 - Vista parcial do Açude do Cedro em Quixadá .....	136
Figura 36 - Ambientes de Planossolos no assentamento de Boa Vista, Quixadá ...	138
Figura 37 - Mapa Morfopedológico de Quixadá .....	141
Figura 38 - Caatinga arbustiva densa localizada do município de Quixadá .....	143
Figura 39 - Caatinga arbustiva aberta localizada em Quixadá .....	143
Figura 40 - Floresta Caducifólia localizada em Quixadá .....	144
Figura 41 - Vegetação de várzea ao fundo, às margens dos leitos fluviais.....	144
Figura 42 - Mapa dos Sistemas Ambientais de Quixadá.....	146
Figura 43 - Produto Interno Bruto de Quixadá.....	151
Figura 44 - Especulação imobiliária na entrada do município de Quixadá (setembro de 2015) .....	153
Figura 45 - Informações que deveriam ser levados em consideração na elaboração de políticas habitacionais.....	154
Figura 46 - Expansão de residências nos limites da UPI e em ambientes elevados de Quixadá.....	156
Figura 47 - Expansão urbana próxima aos recursos hídricos em Quixadá .....	157
Figura 48 - Expansão das atividades no rio Sitiá, entre os anos de 2002 (mês de junho) e 2012 (mês de agosto).....	160
Figura 49 - Marcas de degradação ambiental no município de Quixadá. Observar a retirada da cobertura vegetal (Maio de 2013).....	161
Figura 50 - Marcas de degradação ambiental no município de Quixadá. Observar	

a retirada da cobertura vegetal (Junho de 2014).....	1
Figura 51- Atividades agroecológicas em ambientes de Planossolos em Quixadá.	162
Figura 52 - Atividades relacionadas a agropecuárias, no mês de Maio de 2013 ....	164
Figura 53 - Atividades relacionadas a agropecuária, no mês de maio de 2013 .....	164
Figura 54 - Atividades relacionadas a agropecuárias, no mês de maio de 2013 ....	165
Figura 55 - Vista parcial da pedra da galinha choca em Quixadá .....	166
Figura 56 - Ambientes secos próximos ao Açude do Cedro, maio de 2013.....	168
Figura 57 - Ambientes secos próximos ao Açude do Cedro, maio de 2013.....	168
Figura 58 - Carros-pipa para abastecimento nos distritos de Quixadá.....	169
Figura 59 - Cisternas instaladas na área interiorana do município de Quixadá .....	169
Figura 60 - Atividades relacionadas a práticas agroecológicas.....	170
Figura 61 - Tipos de atividades inseridas dentro da UPI de Quixadá.....	172
Figura 62 - Características e relações entre erosividade e erodibilidade .....	176
Figura 63 - Mapa de Erodibilidade Quixadá .....	179
Figura 64 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de jan e fev.....	181
Figura 65 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de marc e abr .....	181
Figura 66 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de mai e jun.....	181
Figura 67 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de jul e ago.....	182
Figura 68 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de set e out.....	182
Figura 69 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de nov. e dez.....	182
Figura 70 - Mapa de fragilidade ambiental .....	189
Figura 71 - Fragilidade ambiental dos sertões de Califórnia/Juá/São Bernardo.....	191
Figura 72 - Fragilidade ambiental dos sertões de Cipó dos Anjos/Várzea da Onça	192
Figura 73 - Fragilidade ambiental dos sertões de Custódio/Dom Mauricio e Riacho Verde.....	193
Figura 74 - Fragilidade ambiental dos sertões de Juatama.....	194
Figura 75 - Fragilidade ambiental dos sertões da serra do Estevão .....	195
Figura 76 - Mapa de uso dos anos de 1985 e 2014 .....	197
Figura 77 - Mapa de dinâmica com relação aos usos e vegetação predominante..	200
Figura 79- Base jurídica referente à legislação ambiental.....	203
Figura 80 - Manchas de solo exposto ao longo da planície fluvial em Quixadá .....	204
Figura 81 - Discussão sobre planejamento ambiental.....	206
Figura 82 - Diretrizes pautando em intervenções sociais, econômicas e ambientais .....	218

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente e Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial.....	40
Quadro 2 - Níveis de sustentabilidade do ambientes, segundo Souza (2000).....	41
Quadro 3 - Níveis de abordagem para a elaboração dos procedimentos metodológicos da pesquisa .....	50
Quadro 4 - Especificações técnicas e metodológicas utilizadas na elaboração do mapeamento.....	56
Quadro 5 - Especificação dos anos-padrão da área de estudo (1988 a 2013) .....	58
Quadro 6 - Especificação numérica da fragilidade ambiental.....	61
Quadro 7 - Graus de Fragilidade das Unidades Geomorfológicas .....	63
Quadro 8 - Graus de Fragilidade em decorrência das classes de declividade.....	63
Quadro 9 - Classes de fragilidade por tipos de solos .....	64
Quadro 10 - Classes de erodibilidade por associação de solos .....	66
Quadro 11 - Classe de fragilidade em decorrência da erodibilidade .....	66
Quadro 12 - Fragilidade ambiental das classes de uso.....	67
Quadro 13 - Estados que possuem parte de seus limites territoriais inseridos na poligonal semiárida.....	71
Quadro 14 - Núcleos de desertificação e áreas susceptíveis a desertificação e outras informações inseridas dentro da poligonal do semiárido .....	73
Quadro 15 - Recomendações de enfrentamento do problema das secas (final do século XIX e início do século XX) .....	88
Quadro 16 - Distritos do município de Quixadá.....	100
Quadro 17 - Unidades Geomorfológicas do município de Quixadá.....	104
Quadro 18 - Classes de declividade estabelecidas para a área de estudo.....	112
Quadro 19 - Médias pluviométricas mensais de Quixadá por postos inserido no município e nos municípios limítrofes .....	118
Quadro 20 - Classificação climática de acordo com Thorntwaite e Mather.....	126
Quadro 21 - Especificação do índice de aridez, índice de umidade e índice efetivo de umidade do município de Quixadá.....	127
Quadro 22 - Solos identificados em Quixadá e sua classificação atual de acordo com SBCS (1999).....	137

Quadro 23 - Características pedológicas de Quixadá e espacialização por unidades geomorfológicas .....	139
Quadro 24 - Entidades executoras e número de cisternas destinadas à Quixadá	167
Quadro 25 - Valores de erodibilidade das associações de solos inseridas na área de estudo .....	177
Quadro 26 - Relação estabelecida entre as condições de fragilidade ambiental dos subsistemas ambientais, as possíveis condições de sustentabilidade ambiental da área .....	208
Quadro 27 - Propostas para a elaboração de Políticas de convivência com o semiárido .....	223

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Média Pluviométrica de Quixadá. Distribuição por postos inseridos no município e nas áreas limítrofes. ....	116
Gráfico 2 - Média mensal das condições pluviométricas durante 25 anos (1988 a 2013) de Quixadá .....	116
Gráfico 3 - Média mensal da temperatura de Quixadá.....	117
Gráfico 4 - Balanço hídrico do município de Quixadá entre os anos de 1988 e 2013). ....	117
Gráfico 5 - Média anual dos postos de Quixadá e municípios limítrofes relacionados aos anos de 1992, 2009 e 2012. ....	128
Gráfico 6 - Balanço hídrico do ano de 1992de Quixadá.....	129
Gráfico 7- Balanço hídrico do ano de 2009 de Quixadá.....	131
Gráfico 8- Balanço hídrico do ano de 2012. ....	133
Gráfico 9- Quantificação em porcentagem da espacialização das classes solos do município de Quixadá.....	137
Gráfico 10- Taxa geométrica de Quixadá.....	151
Gráfico 11- Efetivo de rebanhos no município de Quixadá. ....	159

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - PACS – Programa de Convivência com a Seca .....	92
Tabela 2 - Crescimento populacional da população de Quixadá .....	148
Tabela 3 - Projeção da população de Quixadá .....	149
Tabela 4 - Crescimento da população urbana e rural de Quixadá (1991, 2000 e 2010) .....	150
Tabela 5 - Taxa de urbanização e densidade demográfica do município de Quixadá .....	150
Tabela 6 - Distribuição dos domicílios particulares permanentes da área de estudo.....	155
Tabela 7 - Atividades condizentes às culturas temporárias e permanentes de Quixadá .....	158
Tabela 8 - Erosividade mensal da área de estudo a partir das informações coletadas nos postos inserido em Quixadá e dos municípios limítrofes	180
Tabela 9 - Distribuição geoespacial das unidades de fragilidade e sustentabilidade ambiental de Quixadá .....	188

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP's	Áreas de Preservação Permanente
ASA	Articulação do Semiárido
CAC	Cinturão das Águas do Ceará
CCM	Complexos Convectivos de Mesoescala
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
COMAM	Conselho Municipal de Meio Ambiente
ESALQ	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
EUPS	Equação Universal de Perdas de Solos
ENOS	Eventos El Niño-Oscilação Sul
EIA/RIMA	Estudo de Impacto ambiental/Relatório de Impacto Ambiental
ESPLAR	Centro de Pesquisa e Assessoria ESPLAR
FETRAECE	Federação dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GIS	Sistema de Informação Geográfica
IOCS	Instituto de Obras Contra as Secas
IFOCS	Instituto Federal de Obras Contra as Secas
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
IPECE	Instituto de Pesquisa do Estado do Ceará
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia Física e Estatística
IA	Índice de Aridez
LAGEO	Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais
LAGEPLAN	Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental
LCRH	Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos
LUOS	Lei de Uso e Ocupação do Solo
LANDSAT	<i>Land Remote Sensing Satellite</i>
LI	Linhas de Instabilidade
MDE	Modelo Digital de Elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente

MBH	Microbacia Hidrográfica
MIN	Ministério da Integração
ONG	Organização Não Governamental
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PAE	Programa de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PIB	Produto Interno Bruto
PDDU	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano
PAN	Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PRODHAM	Programa de Desenvolvimento Hidroambiental
P1MC	Programa 1 Milhão de Cisternas
PNM	Pressão ao Nível do Mar
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
SEMACE	Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará
SOHIDRA	Superintendência de Obras Hidráulicas
SRTM	<i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
SBCS	Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos
TSM	Temperatura de Superfície do Mar
UFC	Universidade Federal do Ceará
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UNEP	United Nations Environment Programme
UPI	Unidade de Proteção Integral
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
<b>2</b>	<b>AS ABORDAGENS CONCEITUAIS E METODOLÓGICAS NA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA PARA ESTUDOS AMBIENTAIS .....</b>	<b>27</b>
2.1	DISCUSSÕES CONCEITUAIS DO PENSAMENTO GEOGRÁFICO COMO ÂNCORA PARA ESTUDO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS.....	27
2.2	A GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA NA RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA NOS AMBIENTES SEMIÁRIDOS.....	32
2.3	A PERCEPÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL PELA GEOGRAFIA FÍSICA .....	36
<b>2.3.1</b>	<b>Degradação, fragilidade ambiental e a atuação dos agentes produtores do espaço semiárido.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Os vetores de pressão e a intensificação da fragilidade ambiental no semiárido .....</b>	<b>42</b>
2.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	50
<b>2.4.1</b>	<b>Revisão de conhecimentos para fundamentação teórica e metodológica da pesquisa e análise empírica da paisagem.....</b>	<b>53</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Materiais utilizados e procedimentos técnicos para a elaboração dos mapas temáticos .....</b>	<b>55</b>
<b>2.4.3</b>	<b>Procedimentos para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental..</b>	<b>59</b>
<b>3</b>	<b>A GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO .....</b>	<b>71</b>
3.1	A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO .....	73
3.2	A GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO NORDESTINO: UM TERRITÓRIO DE DESIGUALDADES.....	77
<b>3.2.1</b>	<b>A ocupação como fator de fragilidade ambiental dos ambientes semiáridos .....</b>	<b>78</b>
<b>3.2.2</b>	<b>A relação sociedade/natureza nos sertões: a apropriação da natureza e segregação socioeconômica no semiárido.....</b>	<b>80</b>
3.3	O PARADIGMA DA SECA E O ENFOQUE SOCIAL NA ESFERA DAS DESIGUALDADES: AS INTERVENÇÕES ESTATAIS E A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO.....	82
3.4	AS POLÍTICAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO E AS CONTRADIÇÕES SÓCIOESPACIAIS: O CONTEXTO CEARENSE.....	91

3.4.1	<b>A questão ambiental no semiárido cearense e o contexto do município de Quixadá .....</b>	<b>96</b>
<b>4</b>	<b>A NATUREZA E A DINÂMICA DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ.....</b>	<b>100</b>
4.1	A IMPORTÂNCIA DOS ASPECTOS NATURAIS NA COMPREENSÃO DA PAISAGEM.....	100
4.2	ARCABOUÇO GEOAMBIENTAL DO ESPAÇO GEOGRÁFICO DE QUIXADÁ.....	103
4.2.1	<b>Aspectos geológico-geomorfológicos .....</b>	<b>103</b>
4.2.2	<b>Condições hidroclimatológicas .....</b>	<b>114</b>
4.2.3	<b>Condições pedológicas e cobertura vegetal .....</b>	<b>136</b>
4.3	OS PROCESSOS MORFODINÂMICOS E SOCIOECONÔMICOS NA FORMAÇÃO DA PAISAGEM SEMIÁRIDA DE QUIXADÁ .....	147
4.3.1	<b>A dinâmica demográfica do município de Quixadá.....</b>	<b>148</b>
4.3.2	<b>A produção do espaço no município: vetores de pressão e repercussões na morfodinâmica atual.....</b>	<b>152</b>
<b>5</b>	<b>OS DESAFIOS DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL EM REGIÕES SEMIÁRIDAS .....</b>	<b>173</b>
5.1	A FRAGILIDADE AMBIENTAL EM QUIXADÁ E OS DESAFIOS DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL SUSTENTÁVEL .....	173
5.1.2	<b>A dinâmica dos componentes geoambientais e apropriação do espaço geográfico: análises qualitativas e quantitativas da fragilidade .....</b>	<b>174</b>
5.1.3	<b>A erodibilidade como fator de intensificação da fragilidade dos ambientes .....</b>	<b>176</b>
5.1.4	<b>A erosividade como fator de intensificação da fragilidade dos ambientes .....</b>	<b>180</b>
5.2	A FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ NA PERSPECTIVA DO USO.....	184
5.3	A LEGISLAÇÃO NO ÂMBITO DA PROTEÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL EM QUIXADÁ .....	201
5.3.1	<b>A convivência no semiárido quixadaense na perspectiva da sustentabilidade ambiental: a necessidade de integração das políticas ambientais .....</b>	<b>207</b>

<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>219</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>224</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização pelas sociedades dos elementos naturais como fatores de produção, notadamente de mercadorias, tem ocasionado mudanças significativas no espaço geográfico, que se evidenciam também como mudanças ambientais decorrentes da ação de vários agentes sociais. Por um lado, a supervalorização do espaço que intensifica a inclusão precária e limitam o acesso a bens de usos coletivos para as classes sociais já desfavorecidas pelo sistema sociopolítico e econômico. Por outro, por exemplo, o aumento da degradação do meio ambiente decorrente de atividades relacionadas ao manejo inadequado dos solos, que promovem a diminuição da fertilidade natural, supressão da cobertura vegetal e aumento dos processos erosivos.

Todas essas atividades estão inseridas em um contexto socioeconômico que tem contribuído para o aumento das desigualdades sociais e de mudanças na dinâmica dos ambientes naturais.

A região semiárida brasileira não foge à regra. A pressão das atividades socioeconômicas sobre os ambientes frágeis tem ocasionado perdas irreparáveis no conjunto paisagístico dessa região. O contexto histórico é marcado pela concentração de terras e privatização dos recursos hídricos já tão escassos em alguns setores dos ambientes semiáridos. Isso tem contribuído para que os vetores de pressão, tais como as atividades agropecuárias e a expansão da área urbana do município imponham ações incompatíveis sobre a área, agudizando o processo de desmatamento, degradação dos solos, além da intensificação da fragilidade dos sistemas ambientais.

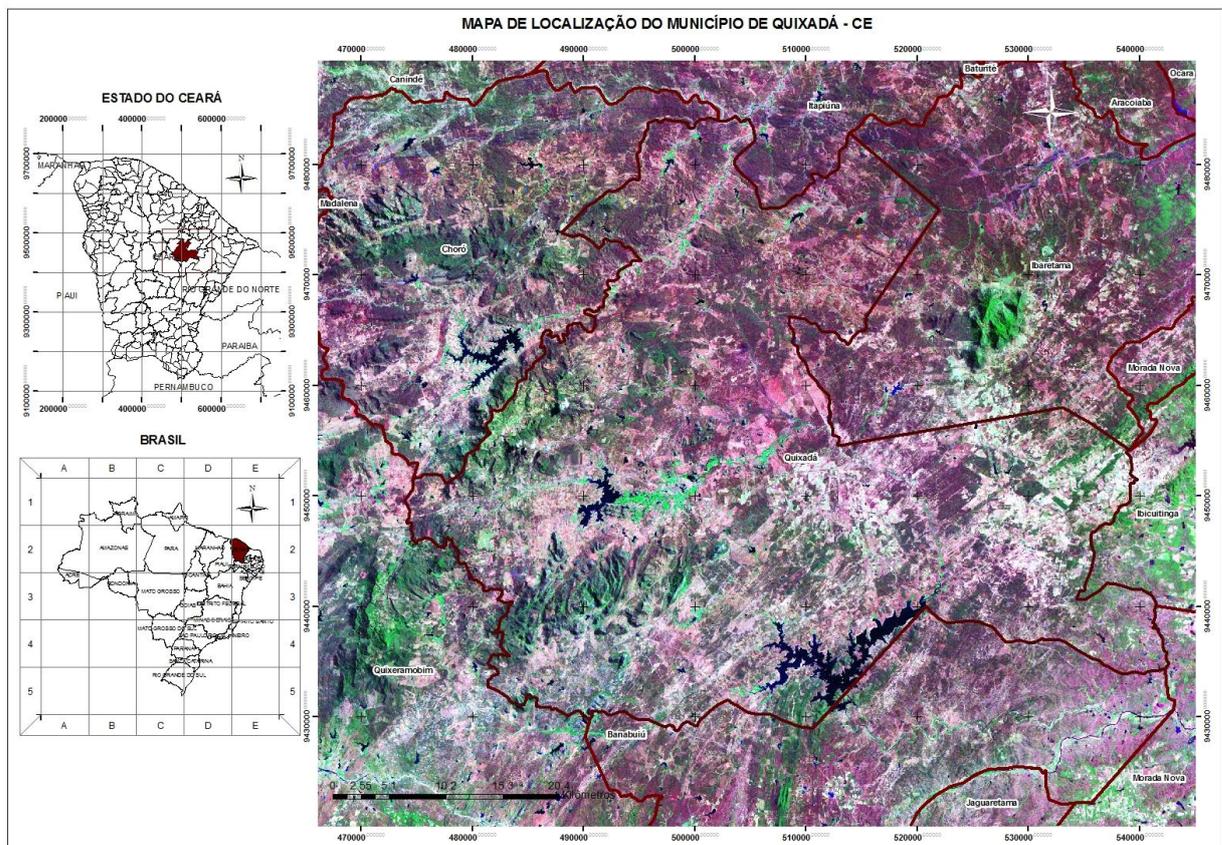
Os estudos relacionados à fragilidade dos ambientes em regiões semiáridas vêm reforçar a importância de estabelecer critérios de uso bem como o monitoramento dessas áreas, evidenciando o potencial ambiental e restrições de usos desses ambientes.

O processo de degradação ambiental tem se caracterizado como um dos maiores problemas enfrentados na atualidade. Dentro dessas questões, colocam-se as seguintes indagações: *qual impacto ocasionado pelas atividades socioeconômicas exercidas nos ambientes semiáridos que têm modificado substancialmente o conjunto de paisagens desta região? O modelo de desenvolvimento experimentado nas regiões semiáridas, pautado no discurso da*

*sustentabilidade ambiental, tem contribuído de forma efetiva para a minimização da degradação ambiental? Como o grau de fragilidade ambiental dos sistemas ambientais se intensifica (ou se modifica favorável ou desfavoravelmente) em cada uma das situações de uso e ocupação destacadas?*

É nesse contexto que o município de Quixadá está inserido. Localizado no Sertão Central do Estado do Ceará, esses ambientes têm passado por mudanças significativas em sua dinâmica ambiental seguido por formas de apropriação do espaço geográfico, intensificando o conjunto paisagístico da área (Figura 1).

**Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo**



Fonte: SEMACE (2010). Elaborado pela autora.

Diante dessas questões, coloca-se como objetivo geral da tese: *compreender as mudanças ambientais no semiárido cearense, a partir da identificação do grau de fragilidade ambiental vinculado ao uso e ocupação territorial no município de Quixadá.*

Os objetivos específicos foram assim delineados:

- a) Discutir o conceito de fragilidade ambiental dentro do contexto das regiões semiáridas referenciadas por uma abordagem geográfica;

- b) Contextualizar e entender a dinâmica socioeconômica, bem como a formação territorial que acentuaram as mudanças ambientais ocorridas na área;
- c) Avaliar os aspectos morfodinâmicos que acentuaram as fragilidades dos componentes físico-ambientais dos sertões de Quixadá, estudando sua capacidade de suporte relacionada aos seus condicionantes naturais e uso e ocupação;
- d) Propor subsídios para a gestão territorial voltada às regiões semiáridas, bem como apresentando práticas sustentáveis para as políticas públicas da área de estudo.

As principais características das regiões semiáridas, do ponto de vista ambiental, associam-se ao seu processo de formação territorial em decorrência da utilização dos seus recursos naturais. Ao longo do processo de formação territorial da região semiárida, verificou-se como as mudanças ambientais estão fortemente atreladas ao modelo de utilização dos elementos ambientais de forma intensa.

Diante do exposto, a hipótese construída na presente pesquisa admite que o estudo da formação territorial do semiárido é peça fundamental no entendimento que, ao longo dos anos, as regiões semiáridas têm sofrido mudanças em seu contexto ambiental e econômico em decorrência da utilização inadequada de seus elementos naturais, destacando que as mudanças ambientais negativas configuradas na área surgem em consequência do manejo inadequado dos recursos naturais e da falta de diretrizes relacionadas ao uso e ocupação, intensificando a fragilidade ambiental dos sistemas naturais existentes no município de Quixadá.

Destaca-se que o estudo da fragilidade ambiental pode dar valiosos indicativos sobre a inadequação do uso e ocupação do semiárido e servir de base para o planejamento territorial ecologicamente e economicamente sustentável.

O desenvolvimento da pesquisa foi dividido em cinco capítulos, seguindo os objetivos específicos delineados.

O segundo capítulo da pesquisa realiza uma abordagem conceitual sobre a relação sociedade e natureza, abordando temas como o método sistêmico e a análise integrada dentro dos estudos ambientais. As leituras baseadas em discussões sobre degradação e fragilidade ambiental foram necessárias para compreender como os ambientes têm se modificado ao longo dos anos, em torno de

uma lógica de apropriação dos elementos naturais em detrimento da falta de um planejamento voltado para as condições ambientais e econômicas da população.

Na discussão sobre fragilidade ambiental, fez-se necessária a leitura de estudiosos como Dulley (2004), Figueiró (2011), Leff (2010), Ross (1994, 2006). No que diz respeito às leituras sobre degradação e questão ambiental foram considerados autores como Suertegaray (2000), Souza (2000), Meneguzzo e Chaicouski (2010), Mendonça (2006) e Mariano e Souza (2008).

No terceiro capítulo é feita uma breve discussão a cerca do processo de ocupação na região semiárida nordestina, relatando e discutindo a forma de ocupação como um dos fatores de desigualdade socioeconômica e aumento das condições de fragilidade e degradação ambiental.

Uma das questões abordadas ao longo do texto relata como as condições hídricas são discutidas dentro de uma visão reducionista, bem como o paradigma da seca, apontado pelo Estado como um dos parâmetros para a intensificação da fragilidade ambiental.

O quarto capítulo traz a caracterização e o contexto paisagístico do município de Quixadá, desde sua estruturação geográfica, perpassando pela caracterização dos componentes geoambientais e a identificação dos principais vetores de pressão atuantes, discutidos dentro da perspectiva dos agentes produtores do espaço. Ressalta-se a importância dos mapeamentos setorializados, bem como o mapa de sistemas ambientais para a discussão da fragilidade ambiental na área.

O quinto capítulo discute a importância dos estudos de fragilidade ambiental voltados para o planejamento territorial, destacando a importância de se trabalhar os parâmetros ambientais dentro de uma perspectiva geográfica.

Para o mapa de fragilidade ambiental foram trabalhados os respectivos parâmetros: os parâmetros relacionados aos aspectos geomorfológicos, condições climáticas (dados pluviométricos), mapa de uso e cobertura vegetal (com análise espaço temporal dos anos de 1985 e 2014), e as condições de erodibilidade da área. Neste capítulo, lança-se o desafio de estabelecer diretrizes voltadas para o planejamento territorial em regiões semiáridas, focando como estudo imprescindível a fragilidade ambiental dos geoambientes.

Destacam-se também as políticas de convivência com o semiárido e políticas alternativas como o modelo agroecológico. Coloca-se a importância do

redimensionamento das Unidades de Conservação e a elaboração de políticas ambientais como o Zoneamento Ecológico-Econômico para área.

## **2 AS ABORDAGENS CONCEITUAIS E METODOLÓGICAS NA PERSPECTIVA GEOGRÁFICA PARA ESTUDOS AMBIENTAIS**

### **2.1 DISCUSSÕES CONCEITUAIS DO PENSAMENTO GEOGRÁFICO COMO ÂNCORA PARA ESTUDO DAS QUESTÕES AMBIENTAIS**

As discussões ambientais pautadas na contemporaneidade têm despertado a necessidade de incorporações teóricas e metodológicas que integrem, cada vez mais, análises direcionadas à relação sociedade e natureza.

A ciência geográfica e suas discussões relacionadas no âmbito de análises referentes à utilização dos elementos naturais como fatores de produção, tem tido o desafio de interpretar os fenômenos da natureza diante das atividades socioeconômicas. Nesta perspectiva, Leff (2010) destaca os fatores de produção, dependentes do meio ambiente e da estrutura social das diferentes culturas, gerando formas de percepção e técnicas específicas de apropriação social da natureza e da transformação do meio.

Estas abordagens, de acordo com Suertegaray (2002), destaca o estudo da natureza dentro dos aspectos geográficos, com ampla possibilidade de análise dos processos sociais e a estruturação de novas técnicas sobrepostas sobre os elementos que compõem a natureza.

Em torno destas discussões, a perspectiva dada a estes conceitos baseados em uma abordagem geográfica tem o enfoque crítico de que ao longo dos tempos, principalmente, a partir da segunda metade do XX, o conceito de natureza passa a ser focalizado na Geografia dentro de uma perspectiva histórica, em que as forças produtivas passam a ser primordiais para a modificação de seus recursos naturais.

As mudanças ambientais ocorridas no espaço geográfico têm levantado novas discussões sobre os conceitos utilizados enquanto estudos científicos voltados à questão dos elementos naturais. A definição de natureza, no entanto, tem sido utilizada em meio a uma série de mudanças econômicas globais desde o início da revolução industrial até os tempos atuais.

A natureza passa a ser vista dentro de novos olhares, como o estudo dos componentes geoambientais, pautado pelos mais diversos pesquisadores no ramo da Geografia Física. Observa-se que a tentativa de tentar integrar de forma

articulada os geoambientes dentro de uma perspectiva sistêmica, ultrapassa a esfera analítica referente à consolidação do que se passou a denominar de natureza (SUERTEGARAY, 2002).

De acordo com a autora, na contemporaneidade, onde todas as atividades socioeconômicas impactam o ambiente seja de forma positiva ou negativa, mesmo que com magnitudes diferenciadas, é necessário deixar de analisar a utilização dos recursos naturais dentro de uma visão reducionista.

Para Grangeiro (2012), é preciso estabelecer e analisar as interações sociais com o meio ambiente, para compreender que toda atividade socioeconômica exercida sobre as paisagens provocam em maior ou em menor grau modificações sobre os sistemas naturais.

Essa abordagem carrega um contexto ambiental com características singulares à apropriação dos elementos naturais sem precedentes, onde a pressão humana sobre a natureza se sobrepõe às discussões pautadas no âmbito da sustentabilidade ambiental.

Diante desta discussão, surge a necessidade eminente de analisar as profundas alterações ocorridas no espaço geográfico semiárido na perspectiva dos estudos integrados. A interação desses ambientes ultrapassa a lógica das análises reducionistas, quando tal análise é feita na perspectiva da relação sociedade/natureza, destacando a forma de apropriação dos recursos naturais.

A discussão em torno da utilização da natureza, hoje, perpassa pelos modos de produção dos recursos naturais, expressa pelas relações de poder refletindo de maneira mais frágil nas populações mais carentes. Faz-se necessário, então, discutir as bases conceituais incorporando metodologias que busquem explicar a atual situação ambiental vivenciada nos espaços semiáridos, considerando tanto as abordagens relacionadas aos componentes naturais, quanto às intervenções socioeconômicas exercidas na área.

Suertegaray (2006) discute a subordinação da natureza, onde ao mesmo tempo em que a degradação dos elementos naturais em decorrência de sua utilização inadequada, recria e reinventa a natureza, a mesma transforma-se em um objeto tecnificado no contexto produtivo da sociedade.

Para Dulley (2004), as condições naturais passam a ser vistas como um produto do conhecimento e mudanças condicionados aos sistemas sociais produtivos. Estes por sua vez, consomem os recursos naturais, causando

desequilíbrios ambientais, e discutindo as definições de sustentabilidade ambiental, questão ambiental dentre outros conceitos abordados na sociedade.

A reflexão sobre a ideia da totalidade nos estudos ambientais remonta o discurso ambiental presente nos aportes teóricos iniciais da Geografia Física (FIGUERÓ, 2011). Para o autor, o levantamento empírico sem tais discussões teóricas, limita os estudos pautados nas atividades socioeconômicas sobre os elementos naturais à reflexão do que move as mudanças ambientais na contemporaneidade. Mas é a capacidade de articular a teoria e prática, que nos coloca diante de uma análise crítica da utilização destes elementos.

A concepção econômica atribuída às novas formas de utilização dos elementos naturais constituiu um jogo de relações entre as atividades econômicas, que intensificaram os impactos ambientais negativos em detrimento de um crescimento econômico seguido de crescentes disparidades socioeconômicas.

Pensando nesta perspectiva, as abordagens referentes aos estudos da análise das paisagens semiáridas relacionadas às questões ambientais recorrentes de atividades inseridas neste espaço geográfico, devem inserir como fator de análise a ausência de tomadas de decisões eficientes, no que condiz na esfera do poder público, seja ele federal, estadual ou municipal.

Ao longo do processo histórico e da aceleração dos meios de produção ocorridos no semiárido, principalmente relacionados a práticas não condizentes com a capacidade de suporte dos sistemas ambientais, percebe-se que os elementos naturais são utilizados como fatores de produção, indagando a concepção de natureza como objeto, sendo alvo de exploração constante da sociedade, resultando em questões que vão desde a degradação dos recursos naturais e expropriação das comunidades mais carentes.

A crise ambiental desencadeada nos últimos anos tem questionado a sociedade sobre a perspectiva de se trabalhar políticas ambientais que visem minimizar os problemas socioeconômicos e ambientais.

Mais do que isso, destaca-se a necessidade de execução e monitoramento de leis específicas, como o Plano Diretor Participativo, Lei de Uso e Ocupação do Solo-LUOS, Estudos e Elaboração de Relatórios de Impactos Ambientais (EIA/RIMA) em grandes obras, delimitação e implementação de Unidades de Conservação, seguindo os pressupostos estabelecidos pelo SNUC, bem como o respeito às mais diversas resoluções do CONAMA, COEMA e COMAM.

Muitas das leis citadas no presente texto não são executadas à luz da necessidade de um planejamento ambiental eficaz. Com a ausência destas, os problemas ambientais ampliam-se em níveis de escala de acordo com a intervenção a ser executada no espaço geográfico.

O Estado, por sua vez, na ausência de execução destas políticas ambientais traduz um contexto vivenciado já destacado em várias conferências, de que os conceitos de sustentabilidade dos elementos naturais, bem como a democratização desses elementos para a utilização das sociedades com respeito à capacidade de suporte das mais diversas paisagens, quando colocado em prática, ampliam o leque de oportunidades de reverter os danos ambientais já ocasionados.

De acordo com Ross (2004), o grau de tecnificação hoje, mais crescente na sociedade, deveria atribuir vantagens nas pautas relacionadas às políticas voltadas a recuperação de áreas degradadas, bem como alternativas com visões atribuídas para a democratização do conhecimento das sociedades.

Conforme descrito pelo autor, o Brasil passou a sofrer forte influência das políticas de desenvolvimento tecnológico, principalmente, na segunda metade do XX. Os problemas ambientais tornaram-se crescentes, devido à permanência das disparidades regionais e pela forte intensificação cada vez mais presente nas diversas camadas sociais.

Isso reflete a materialização de um Estado que não considera as mudanças ambientais negativas presentes na sociedade, como consequência de um modelo de desenvolvimento que amplia cada vez mais as disparidades socioeconômicas.

No contexto do semiárido nordestino, coloca-se a necessidade uma discussão ambiental que analise as mudanças ocorridas nos fatores ambientais no viés entre sociedade/natureza, destacando as mudanças ambientais advindas de atividades socioeconômicas, considerando que cada elemento ambiental, mesmo possuindo potencialidades do ponto de vista de suas características naturais, possui limites ambientais inerentes à forma de como são utilizados.

Caracteriza-se uma discussão de processos ocorridos dentro de atividades que condicionam, na atualidade, como o uso e ocupação da terra deve ser exercida de acordo com a capacidade de suporte dos sistemas. Sendo assim, o estudo dos componentes ambientais passa a discutido dentro da questão ambiental

como elementos de análise. Para Mendonça (2009), a questão ambiental tomou importante dimensão nas esferas públicas e também em todas as questões sociais.

A degradação ambiental tem sido constantemente pautada nos discursos institucionais como fator prioritário na discussão relacionada às políticas ambientais, e, no que concerne o semiárido, a questão ambiental é pautada, primordialmente, em decorrência de características climáticas associando-as aos períodos de estiagens.

No século XIX, os estudos da natureza voltados à análise socioambiental tomaram caminhos diferentes, onde cada processo estava sendo estudado de forma separada. Para Mariano e Souza (2008), nesse momento, a Geografia estabeleceu sua dicotomia, definindo a Geografia como ciência natural e ciência humana. Tal dicotomia passa a ser discutida no início da segunda metade do século XX, tendo na evolução técnica fator primordial para o crescimento econômico, pautado na lógica de utilização dos recursos naturais.

A evolução tecnológica, por sua vez, sempre foi uma medição fundamental à relação da sociedade com seu meio natural e, conseqüentemente, para o desenvolvimento social, até o viés dos modos de produção capitalista, na perspectiva da apropriação desigual da natureza, refletindo-se nos vários agentes sociais.

No contexto da exploração dos elementos naturais, a magnitude e dimensão da exploração destes elementos dependem, primordialmente, da técnica e dos tipos de usos exercidos sobre no espaço geográfico. Para Verdun (2013), os elementos naturais passam a ser artificializados em decorrência da produção humana para as mais diversas atividades.

Rodrigues (2006) evidencia a importância em analisar a intensificação do uso das riquezas naturais, principalmente, a partir da terceira revolução industrial, onde a apropriação de novos territórios fez acelerar o processo de degradação ambiental nos mais diversos conjuntos paisagísticos.

No semiárido, essas apropriações deram-se principalmente em detrimento da ocupação do território, com ênfase na exploração de terras. A exploração dessas riquezas naturais tem criado discussões que muitas vezes oculta as contradições sociais que estabelecem a forma de como os sistemas ambientais são utilizados.

Para Conti (2005), a sociedade mantém com o lugar onde se instala um sistema de trocas exercendo atividades que podem provocar mudanças ambientais,

dependendo da escala de intervenção socioeconômica. Quando as intervenções econômicas são estabelecidas sem levar em conhecimento a execução de relatórios técnicos específicos e os impactos sociais, ambientais e culturais que possivelmente irão ocorrer, a perda para a sociedade torna-se bem maior, devido ao desequilíbrio ambiental já ocasionado.

No semiárido, Souza (2006) destaca o bioma caatinga como um dos ambientes que mais sofrem impactos ambientais negativos, que foram produzidos pelo processo histórico de uso e ocupação e tem degradado de forma progressiva os recursos naturais.

Para o autor, os impactos ambientais têm se traduzido também na perda da capacidade produtiva para os grupos familiares, sem a compreensão de quanto maior a degradação ambiental, maior será a disparidade social entre os mais diversos grupos sociais.

A crise ambiental, hoje vivenciada no semiárido, reflete o desencadeamento de problemas ambientais, ocasionando a perda do potencial produtivo de ambientes no meio rural, não em decorrência de suas especificidades ambientais, mas pela ausência de fiscalização ambiental e implementação de leis já citadas.

Seguindo o pensamento de França (2010), não haverá um planejamento ambiental eficaz nas regiões semiáridas, sem o engajamento participativo e um plano de desenvolvimento que fortaleça a participação local da população.

Essa intensa degradação exercida no bioma caatinga transfigura-se em formas de apropriação da natureza ocasionados pelos mais diversos agentes produtores que atuam no espaço semiárido. Tais intervenções, quando associadas à concentração de terras, aumentam os desníveis econômicos e a degradação ambiental, intensificando a fragilidade dos sistemas ambientais.

## 2.2 A GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA NA RELAÇÃO SOCIEDADE/NATUREZA NOS AMBIENTES SEMIÁRIDOS

A percepção das mudanças ocorridas no espaço geográfico pressupõe uma análise que, para além das discussões teóricas, exige um olhar empírico do/a pesquisador/a. Para Grigoriev (2003), a ciência geográfica, pautando-se a Geografia

Física, está intrinsecamente relacionada com a produção do espaço, principalmente na produção social e transformação da natureza.

De acordo com Suertegaray (2001), ao longo do século XX, com a utilização plena de análises descritivas das paisagens baseadas no método positivista, e posteriormente, com a utilização de métodos neopositivistas, onde eram estabelecidas análises baseadas em procedimentos estatísticos, caracterizou-se uma Geografia ainda enraizada pela Geografia Tradicional.

Todo esse contexto passou a ter um reflexo reducionista no âmbito de análise da natureza, e que se traduziria nas paisagens geográficas até a segunda metade do século XX, com a urgência de mudanças pautadas nas formas de produção socioeconômica, inserida nos mais diversos espaços geográficos.

Nas regiões semiáridas, o discurso em torno da ocupação dos ambientes naturais já seguia preso a uma percepção reducionista e simplista de um ambiente submetido às condições climáticas.

A Geografia dos ambientes semiáridos diversifica-se sobre questões cada vez mais relacionadas aos seus componentes ambientais, quanto ao uso e ocupação exercidos sobre os sistemas. Algumas dessas discussões despontam-se sobre o contexto de um ambiente que tem atravessado inúmeras mudanças no seu quadro físico-ambiental.

Souza (1988) reafirma a importância da Geografia Física, quando trata esta subárea com uma perspectiva de análise abrangente das paisagens, destacando as imensas abordagens metodológicas constituídas ao longo de sua sistematização enquanto ciência.

A visão da natureza, até a segunda metade do século XX, era focada em aspectos em que os geoambientes eram vistos sob uma abordagem setorializada. Até então, alguns enfoques refletiam-se em um processo de estruturação de análises separadas, que de acordo com Souza (1985), desvirtuava a própria tendência de integração buscada e concretizada por geógrafos do século XIX, e princípios do século XX.

Para Mendonça (2009), as intensas e complexas transformações impressas na paisagem decorrentes da intensificação das relações de produção, impuseram as/os geógrafas/os a necessidade de tomá-las sobre perspectivas mais integradoras, pois, ao tratar os estudos ambientais, principalmente nos ambientes semiáridos, compreende-se a necessidade de tratar a degradação e fragilidade

ambiental de um ambiente em uma perspectiva integrada dos elementos naturais, e com ênfase na dinâmica socioeconômica.

Ressalta-se o papel primordial da Geografia Física no desenvolvimento de pesquisas científicas voltadas aos estudos ambientais. Citam-se algumas:

- a) *O estudo dos processos morfodinâmicos, que analise e compreenda as mudanças na dinâmica ambiental, levando em consideração os componentes geoambientais;*
- b) *Interpretar mudanças espaço-temporais no meio físico, quantificando os impactos ambientais e;*
- c) *Entender as atividades socioeconômicas, pautando-se em abordagens precisas e analíticas, voltadas ao planejamento territorial, dentro da perspectiva da sustentabilidade dos sistemas ambientais.*

A compreensão da dinâmica da natureza dentro de uma abordagem que integre os atributos físicos do ambiente natural e o conjunto de atividades ocorridas no espaço geográfico pauta a relação da natureza e sua importância na constituição do espaço, do território e da sociedade (MENDONÇA, 2002).

Estas questões, de acordo com o autor, baseiam-se em uma natureza que não pode ser enfocada a partir de métodos específicos aos estudos da sociedade, assim como a sociedade não o deve ser a partir de métodos das ciências naturais, ainda que a abordagem da problemática ambiental parta de uma ótica social.

Nunes e Neto (2003) destacam que a perspectiva de análise em uma visão abrangente da natureza e da sociedade frente às mudanças ocorridas na contemporaneidade é que destaca o caráter ambiental integrado trabalhado pela Geografia Física.

Esse paradigma entre a relação dos ambientes físicos e das relações sociais tem despertado a necessidade de incorporações teóricas e metodológicas que integrem estudos tanto no viés qualitativo como quantitativo, subsidiando estudos ambientais que visem uma perspectiva sistêmica frente à análise das questões ambientais.

Na Geografia Física, a aplicação de estudos desenvolvidos utilizando o método sistêmico teve seu início mais precisamente na segunda metade do século XX, com enfoque na integração dos componentes naturais.

Para Fierz (2008), as concepções metodológicas tendo como âncora a análise integrada dos ambientes, procura ter em suas raízes teóricas os princípios sistêmicos já levados em consideração na época por grandes filósofos como Sócrates e Aristóteles. Crispim e Souza (2011) discorrem sobre o método sistêmico, preconizando o entendimento das interações ambientais existentes em um sistema ambiental, sua dinâmica e estrutura, fortalecendo a ligação entre os elementos existentes em um sistema.

Baseando-se neste método, muitos estudos foram desenvolvidos no âmbito de tentar estabelecer diretrizes que visem uma perspectiva integrada dos ambientes. Lourenço (2013) aborda o enfoque sistêmico como uma das formas de compreensão e funcionamento da dinâmica na natureza, que estabelece um instrumento lógico nos estudos ambientais identificando, classificando e caracterizando unidades de paisagens submetidas a processos de degradação ambiental.

A abordagem sistêmica como contribuição aos estudos voltados aos elementos geoambientais e a análise socioeconômica que ocorrem no espaço geográfico semiárido, contribui significativamente aos estudos ambientais na perspectiva da relação entre as atividades socioeconômicas e suas intervenções na natureza.

Os componentes ambientais passam a ser configurados dentro de uma perspectiva integrada, destacando suas características naturais bem como suas potencialidades econômicas. As relações entre os elementos naturais permitem assim, estabelecer um nível de organização que passa a contribuir nas pesquisas ambientais semiáridas em decorrência do processo de organização socioeconômica.

O entendimento da dinâmica socioeconômica e ambiental faz com que a análise ambiental tome um caráter de entendimento voltado aos estudos integrados, onde sejam estabelecidas metas voltadas a um planejamento ambiental em regiões semiáridas, com especificidades inerentes frente às suas características ambientais.

Pautando-se no contexto das especificidades ambientais, o semiárido traduz um ambiente que revela um potencial natural regulado pela lógica de apropriação dos recursos naturais, configurando-se em uma área com focos de degradação ambiental resultante da lógica de crescimento econômico não compatível com a sustentabilidade ambiental.

Estudando e diagnosticando tais processos ambientais, a Geografia Física deve conter elementos que contribuam no entendimento de pesquisas ambientais, seja no planejamento ambiental e/ou territorial, onde todo o embasamento teórico-metodológico abordado em sua leitura, deve estar inserido no contexto das intervenções socioeconômicas de forma crítica, especificamente, quando se trata de atividades relacionadas ao uso da terra.

### 2.3 A PERCEPÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL PELA GEOGRAFIA FÍSICA

A relação entre dinâmica ambiental e o contexto socioeconômico tem diversificado formas paisagísticas diferenciadas nos ambientes semiáridos. Silveira (2012) sinaliza o contexto econômico como fator primordial no entendimento de uma lógica de crescimento econômico no semiárido, ocasionado pela expansão dos sistemas pecuários nas áreas mais interioranas, desde o início de sua ocupação.

Nessa lógica, a análise dos estudos ambientais de forma integrada tem sido essencial na análise dos ambientes, subsidiando pesquisas relacionadas à fragilidade dos componentes ambientais face às atividades socioeconômicas.

Assim, não somente para identificação dos ambientes naturais, mas a análise desses elementos de acordo com o objetivo a ser traçado nas pesquisas ambientais, é preponderante a obtenção de indicadores e parâmetros para os estudos das potencialidades dos geoambientes. De acordo com Souza (1983), o entendimento dessa dinâmica constitui um ponto indispensável para estabelecer o aproveitamento adequado dos recursos naturais.

Os parâmetros estabelecidos para as definições dos ambientes quanto à sua estabilidade/instabilidade decorrente dos processos físicos, partem dentre várias análises, das condições decorrentes de fatores geomorfológicos, pedológicos, hidroclimáticos e fitoecológicos. Cada ambiente possui uma especificidade decorrente de seus processos morfodinâmicos. Quanto mais frágil um ambiente se encontra, dependendo do tipo de uso a ser estabelecido, mais vulnerável ele estará em consequência das pressões exercidas pela sociedade sobre a área.

As discussões apresentadas no que diz respeito à fragilidade dos ambientes, relaciona-se em fatores complexos, requerendo a atribuição de parâmetros ambientais para contribuir com a análise integrada dos sistemas ambientais.

Desperta-se para a importância do conhecimento dos recursos naturais de forma setORIZADA, percebendo que todos esses elementos ambientais têm suas características ambientais específicas, passando pelos levantamentos pedológicos, caracterização de rochas e minerais, das suas condições hidrológicas, flora e fauna, condições geológicas e suas feições geomorfológicas.

O estudo integrado desses ambientes e de suas fragilidades passou a ter uma discussão conceitual frente à contradição que emerge entre utilizar os recursos naturais de forma sustentável e considerar seus usos diante do estágio tecnológico, científico e econômico, no qual a sociedade se encontra.

Para Ross (2005), é impossível desconsiderar que a cada dia a expansão do aproveitamento dos recursos naturais torna-se evidente, sendo a degradação ambiental também um reflexo dessa utilização.

O que se coloca diante de tal fato, é a urgência da discussão conceitual no estabelecimento dos estudos ambientais dentro de uma perspectiva integrada, tal como a realização de pesquisas que envolva uma análise que considere todos os elementos naturais, bem como a identificação das tipologias de uso que são exercidas. Ilustra-se a isso técnicas de mapeamentos e análises feitas em escalas tempo-espaciais, para subsidiar a análise ambiental dos ambientes semiáridos.

### **2.3.1 Degradação, fragilidade ambiental e a atuação dos agentes produtores do espaço semiárido**

Entender a dinâmica de um determinado ambiente é, sobretudo, estabelecer características que vão definir os critérios de fragilidade da área em foco. A identificação e análise dos elementos naturais, norteados sobre aportes conceituais e metodológicos com ênfase na perspectiva integrada, trouxeram estudos voltados às condições de estabilidade/instabilidade desses ambientes, elaborando eixos norteadores com vasta contribuição para o planejamento ambiental.

Tendo como base de estudos iniciais as pesquisas voltadas a estabilidade e instabilidade dos ambientes, há de destacar a rica bibliografia trabalhada por Tricart (1962; 1977), com destaque ao livro *Ecodinâmica* (1977), onde o autor trata as características naturais de um ambiente com objetivo de pensar o equilíbrio e dinâmica ambiental em uma concepção integrada.

Ross (1994) concebe a Ecodinâmica dos Ambientes, com objetivos práticos baseados em estudos que consideram a relação entre a alteração na dinâmica dos ambientes e as mais demasiadas formas de intervenções socioeconômicas.

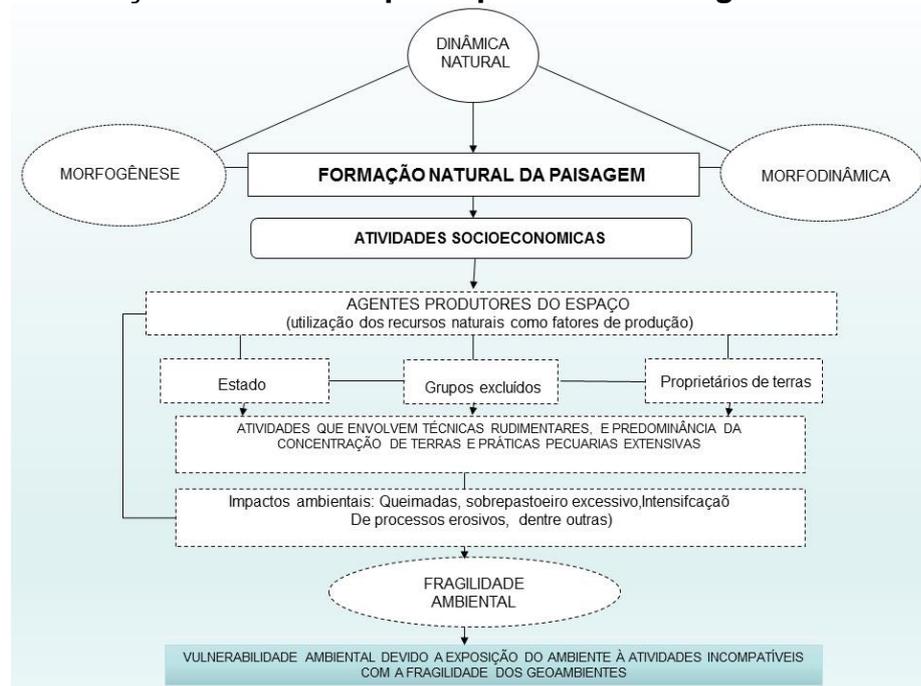
O foco a ser considerado, ao se tratar do contexto semiárido, emerge com objetivo em uma perspectiva de estudos que trate da análise e uso da terra, para além de uma visão descritiva e estática dos ambientes.

Neste contexto, as mudanças ocorridas no espaço semiárido caracterizam-se de acordo com Corrêa (2005), pelas intervenções exercidas por diversos atores que intervêm e modificam de alguma maneira o espaço geográfico. Dentre os autores definidos, três exercem função primordial no contexto de uso e ocupação das regiões semiáridas, destacadas a seguir.

O Estado, pelas mais diversas intervenções e a forma complexa de como atuam e organizam o espaço geográfico. Os proprietários de terras, que no semiárido representam a concentração de grandes parcelas de terras nas mãos de um pequeno grupo de pessoas, ocorrendo muitas vezes mudanças no quadro ambiental em decorrência de práticas como a pecuária extensiva. E, por terceiro, observa-se os grupos sociais excluídos, que traduzem o processo de segregação vivenciado hoje no semiárido, em decorrência da ausência de políticas ambientais e territoriais que visem à equidade social.

A figura 2 pontua algumas características relacionadas à intensificação da fragilidade ambiental, partindo da formação dos componentes naturais até a utilização desses recursos para fins socioeconômicos.

**Figura 2 - Ilustração dos fatores que impulsionam a fragilidade dos ambientes**



Fonte: Elaborado pela autora.

A formação natural das paisagens é estabelecida pelos processos naturais, relacionados aos aspectos morfoestruturais e morfoclimáticos. Estes ambientes são submetidos a fatores socioeconômicos e estabelecidos por atividades socioeconômicas, modificando sua estrutura e funcionamento, independente de localização geográfica, de acordo com as atividades nele exercidas.

A exploração desses recursos naturais está dentro de um ciclo de atividades baseadas na lógica da utilização dos elementos ambientais como fatores de produção, estando cada vez mais vulneráveis as ações socioeconômicas.

Cada componente ambiental possui uma funcionalidade no sistema. Entretanto, as progressivas alterações ocasionadas no meio geográfico têm induzido graves processos de degradação ambiental.

A análise do comportamento dinâmico frente a essas mudanças na paisagem semiárida, quando analisada partindo da identificação das feições de paisagens denominada pelas unidades ecodinâmicas, propõe que os ambientes sejam analisados de forma conjunta, com o estabelecimento de características no âmbito da estabilidade e instabilidade das unidades ambientais.

Tricart (1977) estabeleceu uma classificação Ecodinâmica, conforme a estabilidade/instabilidade identificada em cada geoambiente. Quando os ambientes

naturais se encontram em equilíbrio dinâmico, classificam-se em ambientes estáveis, ou seja, os processos pedogenéticos sobrepõem-se aos morfogenéticos. Autores como Souza (2000), fizeram algumas adaptações, classificando o ambiente como medianamente estável, levando em consideração que os ambientes (rural e urbano), estão sobre processos de ocupação, passando por gradativas mudanças em suas características ambientais.

Havendo a superação da morfogênese sobre a pedogênese, o ambiente passa por um processo de instabilidade. Quando há um relativo equilíbrio entre morfogênese e pedogênese, atribuem-se os meios de transição, sendo estes ambientes muitas vezes modificados pela ação humana. Considerando os processos erosivos como um dos fatores primordiais na configuração da paisagem, a fragilidade ambiental passa a ser uma característica representativa das condições de uma determinada área.

O quadro 1 especifica a ampliação destes conceitos, nos quais Ross (1994) estabelece uma adaptação à concepção Ecodinâmica sem desconsiderar a importância desta para o estudo dos recursos naturais, classificando-as entre unidades ecodinâmicas estáveis ou de instabilidade potencial e unidades ecodinâmicas instáveis ou de instabilidade emergente, para classificar a fragilidade dos ambientes.

O autor trabalha na perspectiva de que a sociedade não somente modifica o ambiente, mas passa a estabelecer um papel primordial do ponto vista econômico, social e cultural, sendo estes parâmetros necessários a serem utilizados nas políticas ambientais, seja ela em ambiente urbano ou rural.

A configuração territorial de um determinado espaço geográfico passa a ser resultado da interação da sociedade e suas intervenções nos sistemas ambientais.

**Quadro 1 - Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente e Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial**

<b>Unidades Ecodinâmicas Instáveis ou de Instabilidade Emergente</b>
São caracterizadas por ambientes com características naturais frágeis, onde as intervenções humanas modificaram intensamente os ambientes naturais através de práticas de queimadas, intervenções socioeconômicas sem medidas de controle ambiental. Muitos desses ambientes estão destituídos de cobertura vegetal, intensificando seus processos erosivos. Em maior parte de seus ambientes, no caso da região semiárida, há exposição de afloramentos rochosos e solos degradados a parcialmente degradados.
<b>Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial</b>

São as que se encontram em equilíbrio dinâmico com cobertura vegetal primária conservada, limitando processos erosivos desencadeados por atividades humanas. Os ambientes possuem boas condições pedológicas, favoráveis ao agroextrativismo, com limitações periódicas (SOUZA, 2000).

Fonte: Adaptado de Ross (2006) e Souza (2000).

Na perspectiva de ampliação metodológica do estudo da fragilidade aplicada ao planejamento ambiental, Ross (1994) estabeleceu níveis de fragilidade tanto para as unidades ecodinâmicas instáveis ou de instabilidade emergente, como para as unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial.

Levando em consideração que mesmo em ambientes que possuem condições de equilíbrio dinâmico, estes estão susceptíveis a mudanças ambientais significativas em decorrência dos possíveis usos de caráter socioeconômico.

Nessa concepção, foram definidos cinco níveis de fragilidade para as unidades de fragilidade emergente e fragilidade potencial, ficando assim estabelecidas: (1) Muito baixa; (2) Baixa, (3) Média, (4) Alta, (5) Muito Alta.

A concepção conceitual da fragilidade ambiental perpassa pelo caráter integrador e de conhecimento dos componentes ambientais, na perspectiva de estudos voltados ao planejamento ambiental. Destaca-se, também, a importância dos estudos setorializados como peça fundamental dos estudos de fragilidade ambiental. Estes, por sua vez, foram trabalhados nos procedimentos metodológicos.

Como critério para análise dos ambientes, de forma a contribuir com os estudos de fragilidade ambiental em Quixadá, levou-se em consideração os estudos de Souza (2000) quanto ao potencial dos recursos naturais, no que condiz a sustentabilidade dos ambientes (Quadro 2), relacionando as características ambientais do município de Quixadá.

#### **Quadro 2 - Níveis de sustentabilidade do ambientes, segundo Souza (2000)**

<b>Sustentabilidade Muito Baixa</b>
Áreas em que a capacidade de produção dos recursos naturais é mínima e onde os efeitos da degradação ambiental adquirem características praticamente irreversíveis, em função da degradação da vegetação, da ablação dos solos associados aos índices negativos do balanço hídrico.
<b>Sustentabilidade Baixa</b>
Áreas com sérios problemas quanto à capacidade produtiva dos recursos naturais renováveis, incluindo-se: pequeno potencial produtivo dos recursos naturais hídricos superficiais e subterrâneos; predominância de irregularidade acentuada das condições climáticas, e com pouca ou ausência de tecnologias que minimizem o impacto das secas, especialmente em algumas áreas do semiárido; balanço hídrico deficitário durante quase todo o ano; solos rasos, intensamente erodidos em decorrências de atividades não condizentes com a capacidade de suporte dos geoambientes. Áreas com predominância afloramentos rochosas e com baixa fertilidade natural.
<b>Sustentabilidade Moderada</b>
Áreas com razoável capacidade produtiva dos recursos naturais, em que se incluem condições satisfatórias quanto ao potencial hídrico, considerando o escoamento fluvial, os reservatórios com razoável a boa quantidade de água e as reservas paisagísticas; condições climáticas subúmidas a semiáridas moderadas solos moderadamente profundos, com média a alta fertilidade natural e em bom estado de conservação por parte da cobertura vegetal primária ou a

derivada da sucessão ecológica com dinâmica progressiva.
--

<b>Sustentabilidade Alta</b>
------------------------------

Áreas dotadas de boa capacidade produtiva dos recursos naturais e com restrições ambientais que podem ser mitigadas com aplicações de tecnologias simples, incluindo-se: condições satisfatórias quanto ao potencial hídrico considerando o escoamento fluvial, os reservatórios com boa quantidade de água acumulada e as potencialidades de utilização das águas subterrâneas, condições climáticas úmidas, com chuvas bem distribuídas, solos moderadamente profundos com média a alta fertilidade naturais, pouco susceptíveis à erosão em função do estado de conservação da vegetação.
--

Fonte: Adaptado de Souza (2000).

A análise da sustentabilidade, conforme o autor foi baseado com critério em três categorias, levando em consideração os aspectos naturais e as condições socioeconômicas identificadas em cada setor ambiental.

- a) O potencial geoambiental e usos restritos frente às características naturais dos geoambientes;
- b) As condições ecodinâmicas da área;
- c) Análise de Indicadores quanto ao uso compatível do solo de cada unidade geoambiental, relacionado às condições socioeconômicas.

### **2.3.2 Os vetores de pressão e a intensificação da fragilidade ambiental no semiárido**

A discussão sobre a degradação ambiental nas regiões semiáridas tem aumentado gradativamente, devido à forma como algumas áreas têm sido utilizadas para as atividades socioeconômicas. Alguns questionamentos surgiram nos últimos anos, mediante o discurso entre avanços tecnológicos e sustentabilidade ambiental.

Tais atividades, em sua grande maioria, baseiam-se na lógica do crescimento econômico, com questões estruturadas em um processo de utilização dos elementos naturais sem relevar a importância dos estudos pautados na sustentabilidade desses ambientes.

A abordagem exposta aponta, ao longo dos anos, que a degradação ambiental dos ambientes semiáridos é, sobretudo, decorrente da forma como seu complexo geográfico foi ocupado desde sua formação territorial até a atualidade.

Diante do contexto apresentado, Thomaz (2008), ressalta a discussão sobre a degradação dos ambientes, destacando que a mesma surge diante de vários fatores, surgindo a premissa de que as atividades socioeconômicas, não somente ligadas as práticas rudimentares, mas as atividades de maior impacto, como a pecuária extensiva, o agronegócio e a mineração tem ocasionado mudanças significativas nesta região.

O primeiro ponto a se colocar, conforme a discussão abordada pelo autor, é estabelecer a afirmação de degradação partindo de alguns questionamentos: como saber se os processos superficiais foram alterados em uma determinada área? Se foram, em que magnitude? Como fazer diagnósticos sem realizar mensurações e comparações dessas áreas?

A atribuição de conceitos voltados à definição de degradação ambiental tem como base fundamental a concepção da perda produtiva no caráter biológico e demais adversidades ambientais ocasionadas em um determinado ambiente.

No que condiz às políticas que regem as leis ambientais brasileiras que consolida esta definição, bem como o fortalecimento das políticas voltadas aos estudos e proteção do meio ambiente, tem-se como destaque, dentre outras, a lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). De acordo com o artigo 2º

*Art 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.*

Destacam-se, ainda, os incisos VIII e XIX do presente artigo, onde se coloca de forma concisa a importância de estudos voltados à recuperação de áreas degradadas e proteção de áreas ameaçadas de degradação ambiental.

Outros pontos são destacados na lei, conforme estabelecido no Artigo 3º. O inciso II define degradação ambiental como a alteração adversa das características do meio ambiente. Para Maneguzzo e Chaicouski (2010), mesmo com a definição pautada em lei, o conceito definido ainda não especifica que as alterações significativas em uma determinada área, passam a ser consequência de atividades socioeconômicas não compatíveis com o potencial natural do ambiente.

Nestas situações, entram como contribuição algumas resoluções do CONAMA, que definem atribuições para tipos de degradação específicos, como atividades advindas de prática da mineração ou poluição dos recursos hídricos. Almeida e Guerra (2005) destacam que a degradação ambiental pode ser proveniente das mais diversas atividades, a exemplo da cobertura vegetal retirada em consequência de práticas agropecuárias.

Alguns desses fatores, segundo os autores, estariam relacionados às práticas voltadas ao desmatamento, superpastoreio a bioindústria e as atividades agrícolas.

Independentemente da localização geográfica em que a atividade esteja sendo exercida, a perda da capacidade e do potencial produtivo está calcada na forma de como os recursos naturais estão sendo utilizados.

A expansão da degradação ambiental no território semiárido passa a expor perdas ambientais direcionadas à capacidade produtiva dos solos, especificamente, em ambientes onde há predominância de solos rasos, afloramentos rochosos e vegetação de porte arbustiva.

Nestes ambientes, a degradação ambiental é bem mais intensificada, visto a ampla utilização dos geoambientes em detrimento de usos incompatíveis com a área.

O bioma caatinga, visto como um dos principais elementos que caracterizam a paisagem semiárida foi ocupado ao longo da formação dos sertões, estando submetida às práticas agroextrativistas, pecuária extensiva, elevando a perda progressiva do potencial fitoecológico. A degradação desses ambientes tem como um dos fatores de mudanças ambientais a falta de planejamento ambiental e a não utilização de legislações específicas.

Mesmo com uma grande discussão em torno da exploração dos elementos naturais e em como trabalhar formas de amenizar os impactos ambientais no semiárido, percebe-se que, ao longo dos anos, o crescimento econômico em torno do potencial ambiental da região, trabalha em uma perspectiva de manejo, cujo objetivo é o lucro do capital sobreposto a exploração dos sistemas ambientais.

Conforme assinala Cunha (2003), à medida que a degradação aumenta e se amplia espacialmente em um determinado ambiente que esteja sendo explorado por atividades humanas, a sua produtividade tende a diminuir, a menos que sejam pensados planos de recuperação ambiental.

Práticas como atividades itinerantes vêm ocasionando nos sertões semiáridos perda na biodiversidade da flora e da fauna, erosão pedológica em algumas áreas com fragilidade mais acentuada e degradação em torno dos cursos fluviais.

Lima e Roncaglio (2001) colocam que a definição de degradação ambiental perpassa, primordialmente, pelo entendimento das questões naturais e

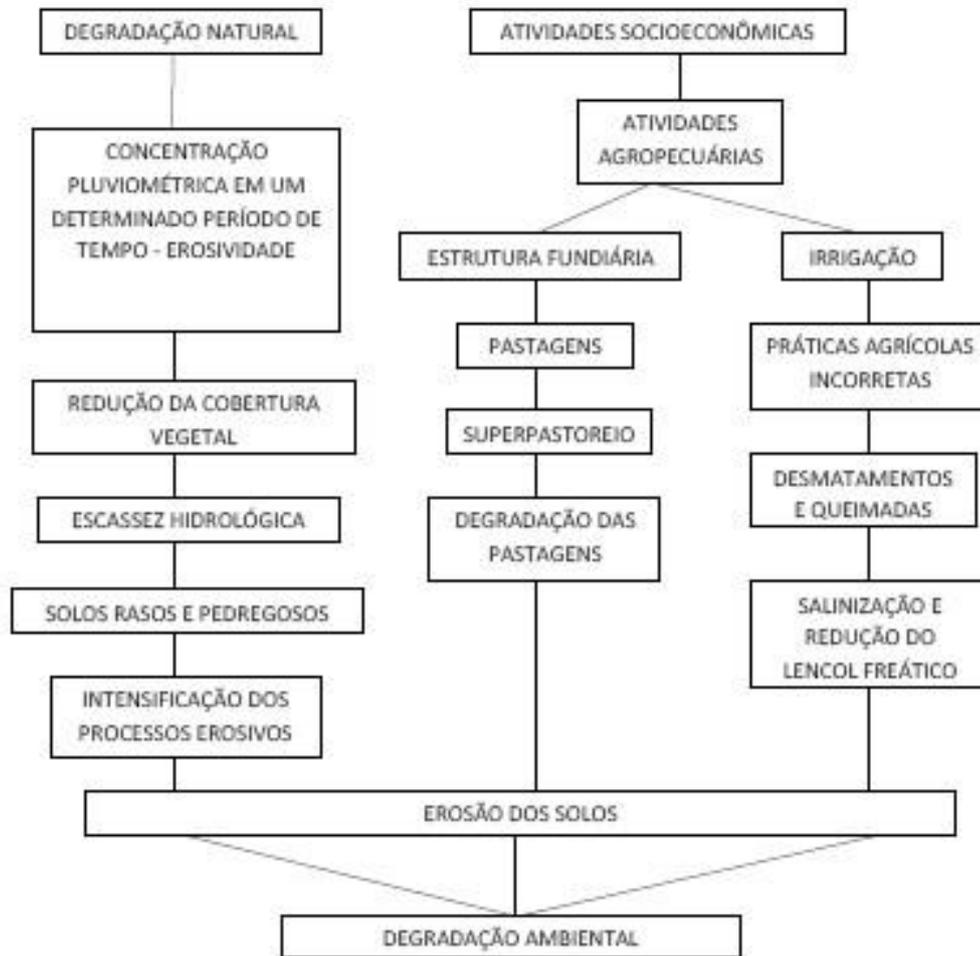
socioeconômicas que afetam as classes menos favorecidas, principalmente, no início da década de 70 do século passado.

Questões como os desgastes dos solos em decorrência de práticas agrícolas, a instalação de residências em áreas frágeis, bem como a constante poluição dos recursos hídricos, contribuem para a uma ampla discussão em torno da definição de degradação ambiental.

A degradação ambiental associa-se aos fatores naturais, mas, sobretudo, a apropriação dos elementos naturais de forma indevida. A erosão dos solos, a perda ou não da capacidade biológica da terra, são fatores naturais que podem ser impulsionados, dependendo da forma como os sistemas produtivos são exercidos sobre a área.

A figura 3 expõe os fatores naturais de formação da paisagem semiárida e a degradação ambiental, quando impulsionadas pelas mais diversas atividades. Neste caso, citam-se as atividades agropecuárias como um dos fatores responsáveis, resultando na degradação ambiental dos ambientes semiáridos, com ênfase da erosão dos solos.

**Figura 3 - Fatores de formação da degradação ambiental**



Fonte: Adaptado de Nolêto (2005) e Roxo (1998).

A relação entre degradação e atividades econômicas aborda variáveis com intensidades diferenciadas. Esta relação, por sua vez, resulta em perdas do potencial biológico da terra.

A degradação ambiental não se apresenta somente pela fragilidade dos elementos ambientais, bem como os fatores que formam suas características específicas. A pressão das atividades socioeconômicas, sobretudo, atividades que não são compatíveis com a capacidade de suporte da área, promovem impactos ambientais decorrentes de atividades como o desmatamento e queimadas, muito presentes na região semiárida.

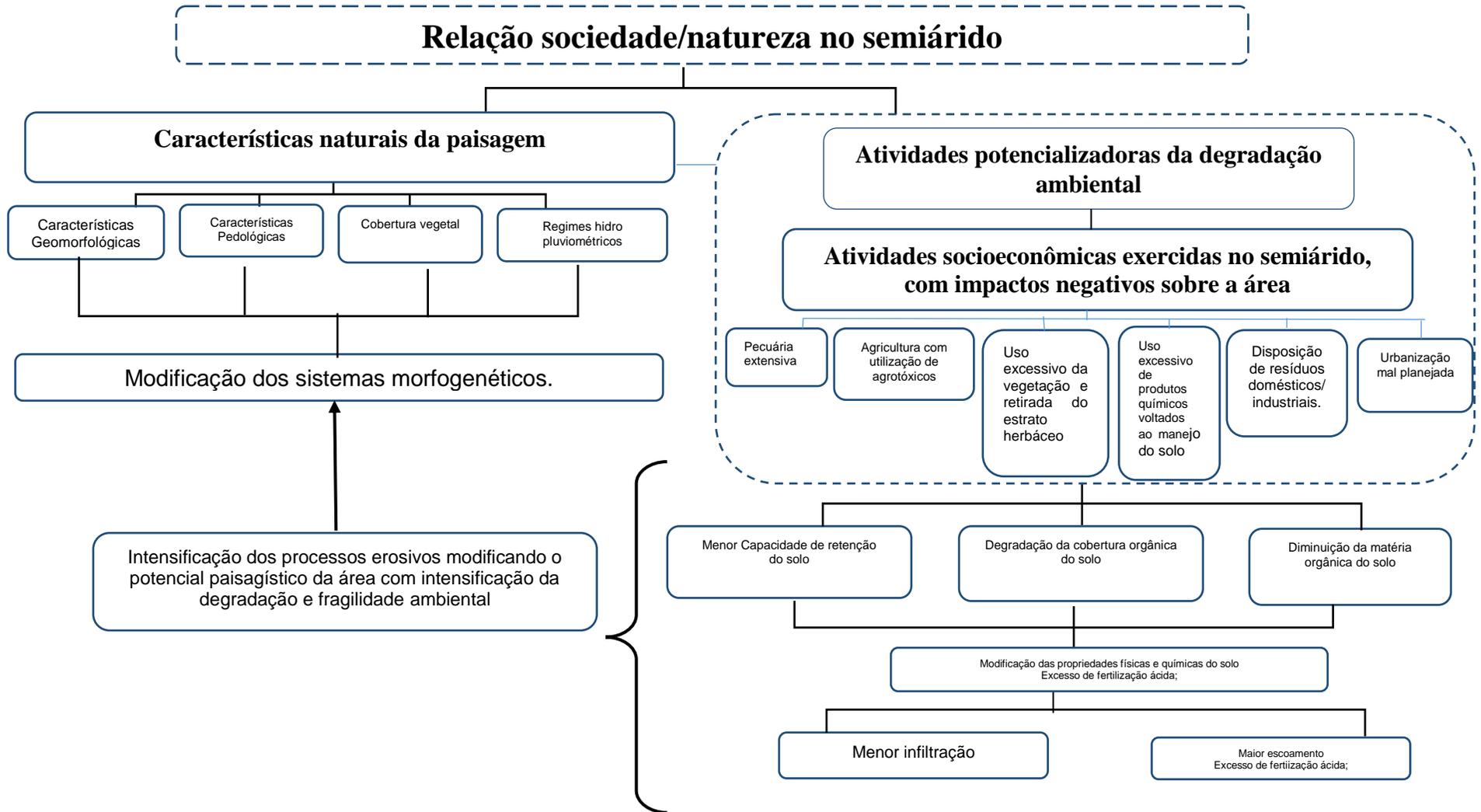
A degradação ambiental constitui-se na perda da produtividade química, física e biológica dos recursos naturais associados aos problemas socioeconômicos.

A figura 4 ilustra o processo de degradação ambiental, quando impulsionada por atividades não condizentes com as características físicas dos geoambientes.

A degradação da cobertura orgânica do solo, conforme ilustrado anteriormente, converge a um planejamento agrícola sem levar em consideração as características naturais de cada componente natural.

O conhecimento destas condições, principalmente, do ponto de vista pedológico, da fitomassa e das condições topográficas podem especificar análises mais precisas que diminuem os processos erosivos, sem prejudicar o potencial produtivo da área.

Figura 4 - Processo de degradação ambiental, quando impulsionada por atividades não condizentes com as condições físicas dos geoambientes



Fonte: Elaborado pela autora.

As observações acima consideradas demonstram as inúmeras intervenções que contribuem na modificação dos sertões semiáridos. Esse quadro é caracterizado pelos impactos ambientais negativos produzidos ao processo de formação de uso dos sertões semiáridos.

De acordo com o PAE (2009), o processo de deterioração ambiental tem sido realizado de forma contínua e gradativa, produzindo paisagens com características degradacionais intensas, necessitando de sistemas de ações de recuperação ambiental.

Nos sertões semiáridos, há um mosaico de atividades que interferem sobremaneira na estabilidade dos ambientes. A concentração de renda e o uso inadequado no que diz respeito ao manejo do uso do solo, sem levar em consideração as condições edáficas do ambiente e suas características morfodinâmicas, acentuam cada vez mais a degradação ambiental.

A degradação da cobertura orgânica do solo, ocasionada por práticas relacionadas às queimadas modifica em níveis diferenciados (de acordo com o tempo de atividade) os sistemas morfogenéticos passando a diminuir gradativamente a capacidade nutritiva dos solos, interferindo na capacidade de retenção dos solos e o aumento em seu processo de escoamento superficial, ocorrendo estágios de degradação ambiental desencadeados pelo uso indevido dos sistemas ambientais.

Mesmo com características ambientais bastante diversificadas que destacam um ambiente onde processos erosivos são bem mais acentuados, o fator primordial para a degradação ambiental no semiárido tem sido efetivamente o uso e ocupação exercida de forma ineficaz.

A questão da degradação torna-se mais complexa quando se diferenciam os vários tipos de impactos que podem ocorrer em virtude das atividades socioeconômicas no uso inadequado dos recursos naturais (DRUMOND; SÁ, 2010). Para os autores, a ausência de políticas direcionadas a alternativas de sobrevivência, leva os agricultores a utilizar os elementos naturais de forma intensiva, gerando efeitos que não condizentes com a capacidade de suporte da área.

Levando em consideração tais discussões, o processo de apropriação na produção do espaço geográfico tem destacado inúmeras possibilidades de degradação, seja pelas atividades agropecuárias, especulação imobiliária, pela

formação de áreas de risco e outras atividades. Todos os casos são colocados como vetores de pressão sobre o ambiente modificando a sua paisagem natural.

A degradação e fragilidade ambiental estão constantemente juntas. Um ambiente quanto mais degradado for, maior será sua fragilidade ambiental. O que o torna vulnerável é a degradação ambiental advinda dos fatores socioeconômicos.

É necessário desmistificar que a degradação ambiental está intrinsecamente relacionada à pobreza. Ela é uma consequência das relações sociais, onde as classes que estão em condições de vulnerabilidade social, convivem em áreas inapropriadas ou são submetidas a trabalhar com técnicas rudimentares. Quem mais degrada o ambiente é quem detém boa parte dos grandes espaços semiáridos e os utiliza de forma intensa e não compatível com os atributos naturais desses ambientes.

## 2.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos estabelecidos ao longo da pesquisa foram necessários para subsidiar o estudo da fragilidade em decorrência das atividades socioeconômicas em Quixadá, no intuito de alcançar os objetivos delineados, sendo esta etapa primordial para o desenvolvimento da pesquisa.

A organização dos procedimentos metodológicos baseou-se nos níveis de abordagem metodológica estabelecido por Silva (1987) e com adaptações realizadas por Souza (2006) e Oliveira (2006) (Quadro 3).

**Quadro 3 - Níveis de abordagem para a elaboração dos procedimentos metodológicos da pesquisa**

Analítica	Decorre da identificação e caracterização dos componentes geoambientais e socioeconômicos, bem como leituras realizadas sobre o processo de ocupação da área.
Sintética	Visa à caracterização dos arranjos espaciais dos sistemas ambientais produtivos e análise das informações socioeconômicas.
Dialética	Análise da capacidade de suporte de uso de cada sistema ambiental e os problemas que se afiguram nos ambientes.

Fonte: Adaptado de Oliveira (2006), Silva (1987) e Souza (2006).

O desenvolvimento metodológico corresponde a uma das principais etapas de pesquisa, pois ilustra de forma sistemática como se dará a elaboração e sistematização dos resultados obtidos, a partir da hipótese trabalhada e dos

objetivos delineados. Das três abordagens citadas, duas foram trabalhadas ao longo da pesquisa: a analítica e a sintética.

A primeira fase caracterizada pela abordagem analítica corresponde à etapa inicial de sistematização das informações ambientais e socioeconômicas da área. Nesta etapa, foram iniciadas a caracterização e o estudo dos elementos geoambientais, sendo esta fase indispensável para a etapa intermediária, dando início à elaboração dos mapas temáticos.

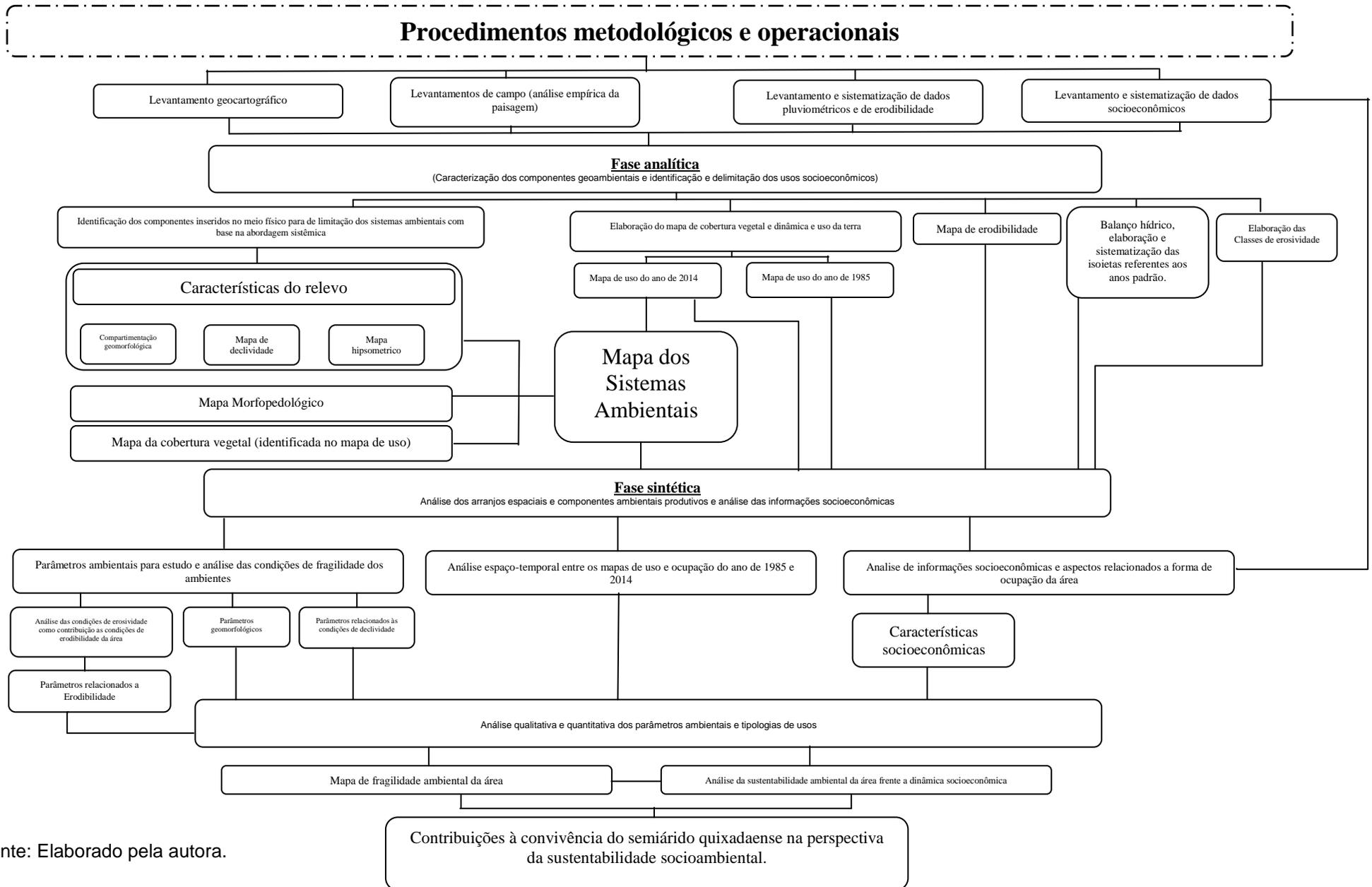
Foram trabalhados e sistematizados os dados relacionados aos estudos pluviométricos, bem como a sistematização destes para a construção das informações voltadas às condições pluviométricas e características relacionadas à erosividade da área de estudo, além da estruturação e elaboração das informações referentes ao mapa de erodibilidade.

Na etapa de síntese, foi realizada a organização dos mapas temáticos e continuidade das análises empíricas das paisagens semiáridas quixadaense, analisando as mais diversas atividades socioeconômicas que contribuem significativamente para as mudanças ambientais da área. Foram utilizados como contribuição ao entendimento da fragilidade da área, os dados de erosividade e erodibilidade como parâmetros de contribuição para o entendimento da dinâmica ambiental da área.

Nesta etapa, foram espacializadas as principais formas de ocupação da área, tendo como subsídio dois mapas de dinâmica de uso da terra dos anos de 1985 e 2014, para melhor ilustração e compreensão da fragilidade da área.

As informações foram sistematizadas com o objetivo de estabelecer de forma qualitativa e quantitativa as mudanças ambientais configuradas na área de estudo. A figura 5 ilustra as etapas desenvolvidas ao longo da pesquisa.

Figura 5 - Procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

#### **2.4.1 Revisão de conhecimentos para fundamentação teórica e metodológica da pesquisa e análise empírica da paisagem**

Esta etapa condiz às fases de leituras realizadas ao longo de todo o desenvolvimento da pesquisa.

Foram consultados livros em meio impresso e digital, teses, dissertações e artigos que possuem os temas relacionados à fragilidade dos ambientes, degradação ambiental, parâmetros ambientais com foco nas condições de erodibilidade e erosividade, legislação ambiental e urbanística, dinâmica das paisagens, dinâmicas territoriais do semiárido, políticas públicas voltadas para o entendimento das questões associadas ao ambiente semiárido e aos impactos ambientais e socioeconômicos relacionados à seca.

Os temas debatidos visam analisar os aspectos históricos e socioeconômicos, buscando compreender a relação entre as mudanças ambientais configuradas na área e algumas políticas de convivência com o semiárido pensadas a nível municipal, estadual e federal.

Para aquisição de dados secundários sobre os estudos socioeconômico e ambiental, foram estabelecidas visitas a órgãos nas mais diversas esferas do setor público.

Foram realizadas visitas nos laboratórios de pesquisas da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Laboratório de Geografia Física e Estudos Ambientais (LAGEO), Universidade Federal do Ceará (UFC), com destaque ao Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos (LCRH), Laboratório de Geografia e Planejamento Ambiental (LAGEPLAN), ambos inseridos no departamento de Geografia da UFC, Laboratório de Análise de Solos da UFC, sendo este laboratório de extrema importância para o estudo e escolha dos parâmetros utilizados para o mapa de erodibilidade, além das leituras metodológicas sobre degradação de solos realizadas na Universidade Nova de Lisboa (Portugal).

Os dados socioeconômicos foram sistematizados a partir de informações fornecidas pelo IPECE e IBGE, além de informações socioeconômicas identificadas nas atividades empíricas e que contribuíram significativamente para o desenvolvimento da pesquisa.

Foram realizadas visitas na Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE) com objetivo de obter informações ambientais específicas para a área. A visita realizada na Federação dos Trabalhadores Rurais, Agricultores e Agricultoras Familiares (FETRAECE), tiveram como objetivo buscar informações sobre atividades realizadas pelos agricultores e agricultoras do município de Quixadá.

As leituras realizadas sobre as legislações específicas para a área de estudo, foram feitas com o objetivo de atribuir a relação entre a intensificação da fragilidade ambiental e a falta de políticas ambientais na área. Foi analisada a legislação urbanística da área, dando ênfase ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano-PDDU e a Lei de Uso e Ocupação do Solo-LUOS.

Sobre as legislações ambientais, foi dado ênfase as resoluções do CONAMA, COEMA, COMAM, PNMA, bem como o manejo de áreas ambientais, com destaque a Unidade de Proteção Integral do Município e as Áreas de Proteção Ambiental-APP'S.

Paralelo às leituras, foram trabalhadas abordagens de campo na área de estudo, sendo esta considerada parte imprescindível da pesquisa.

Esta etapa objetiva identificar de forma empírica as mudanças ocorridas no conjunto de paisagens inseridas na área. Ao todo, foram realizadas 18 atividades de campo divididas em períodos diferentes relacionados à quadra chuvosa (primeiro semestre do ano) e ao período seco.

Em 2012, foram realizados 6 campos na área, sendo 3 executados no mês de março e abril e 3 realizados em outubro e em início de dezembro. No ano de 2013, foram executadas 6 atividades de campo, sendo 3 nos meses de fevereiro, março e junho e 3 nos meses de setembro, outubro e novembro. Em 2014, as últimas aulas de campo foram realizadas nos meses de março e junho e agosto e novembro.

O objetivo das análises empíricas teve como foco analisar as condições ambientais da área no período chuvoso e no período seco, avaliando de forma qualitativa o comportamento da biomassa, bem como algumas áreas com evidências de manchas de solo exposto ou em condições de pousio.

A análise destes setores foi primordial no entendimento de um ambiente que tem passado por um processo de degradação, caracterizado principalmente pelo desgaste ambiental intenso realizado por atividades e impactos diferenciados.

Durante as atividades foram coletadas informações primárias baseadas em entrevistas documentadas em vídeo, sobre os impactos ambientais relacionados à falta de investimentos em políticas públicas voltadas a convivência com o semiárido. Esta etapa foi primordial na contribuição para análise referente às mudanças ambientais ocorridas na área, principalmente, nas partes mais interioranas de Quixadá.

Em alguns trechos da área foram coletados dados, sendo estes georreferenciados através do GPS *Garmin* 12 xl, de 12 canais e um erro aproximado de 15 metros, contribuindo significativamente na elaboração do mapa de dinâmica de uso e cobertura vegetal, do ano de 2014, referente aos campos de 2012, 2013 e início de 2014.

#### **2.4.2 Materiais utilizados e procedimentos técnicos para a elaboração dos mapas temáticos**

A elaboração cartográfica e o trabalho de geoprocessamento foram elaborados tendo como embasamento inicial as bases cartográficas: o mapa de compartimentação ambiental em escala de 1:600.000, do ano de 2004, servindo como base na elaboração do mapa de sistemas ambientais de Quixadá; mapa de solos do estado do Ceará em escala de 1:800.000, do ano de 1973, que subsidiou na elaboração do mapa de solos e do mapa de erodibilidade trabalhado a partir das análises de solos descritas no volume II, do levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Ceará (descrição de perfis de solos e amostras).

As cartas planialtimétricas elaboradas pela SUDENE em escala de 1:100.000, do ano de 1969, serviram como base para a elaboração dos mapas temáticos e o mapas elaborados pelo projeto Radambrasil (1970-1981), também subsidiando na elaboração dos mapas temáticos.

No que condiz as escalas utilizadas na pesquisa, os mapas geológico-geomorfológico, morfopedológico e dinâmica de uso e cobertura vegetal dos anos 1985 e 2014 foram elaborados em escala de 1:40.000. Os mapas de erodibilidade, declividade e hipsométrico foram elaborados em escala de trabalho de 1:150.000.

As especificações técnicas e metodologias abordadas na elaboração de cada mapa estão descritas no quadro 4.<sup>1</sup>

**Quadro 4 - Especificações técnicas e metodológicas utilizadas na elaboração do mapeamento**

(Continua)

<b>Especificações técnicas e metodologias abordadas na elaboração do mapeamento da área.</b>
<b>Mapa de Declividade</b>
Mapa com informações relacionadas à dissecação do relevo. As curvas de nível foram geradas com equidistância de 50 metros, seguindo a metodologia elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. As curvas de nível foram geradas a partir da imagem SRTM, servindo de base para o mapeamento geomorfológico. O procedimento relacionado ao mapeamento foi trabalhado a partir da função <i>projections e transformations – Project raster</i> , para elaboração do MDE. Posteriormente, utilizou-se a função <i>symbolology – classified</i> , para definição das classes de declividade, a partir do <i>software ArcGis 9.3</i>
<b>Mata Hipsométrico</b>
Mapa com informações referentes aos níveis altimétricos da área de estudo, com curvas de nível geradas com equidistância de 50 metros, seguindo a metodologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. As curvas de nível foram geradas a partir da imagem SRTM, servindo de base para o mapeamento geomorfológico. O procedimento relacionado ao mapeamento foi trabalhado a partir da função <i>projections e transformations – Project raster</i> , para elaboração do MDE. Posteriormente utilizou-se a função <i>symbolology – classified</i> , para definição das classes de declividade, a partir do <i>software ArcGis 9.3</i>
<b>Mapa Geológico-Geomorfológico</b>
O mapa foi elaborado com base no Radambrasil (1970-1981), tendo a identificação e delimitação de suas unidades geomorfológicas feitas em escala de mapeamento de 1:40.000. Para o auxílio na delimitação das unidades foi utilizado curvas de nível com intervalo de 10 metros de distância. As curvas de nível foram geradas a partir das imagens <i>Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)</i> com resolução espacial de 90m que permite a aquisição da altura, estando disponibilizada no site da EMBRAPA de forma gratuita, e a imagem <i>Geocover</i> , produto do satélite de média resolução já ortorretificado da <i>Landsat 5</i> , sensor TM datada de 24/07/2004. Com ponto 63 e órbita 217, essa imagem foi disponibilizada pela NASA de forma gratuita e com uma resolução espacial de 30 metros, sendo utilizada a composição <i>R5 G4 B3</i> . Os mapas foram trabalhados a partir do <i>software Arcgis</i> , no formato <i>Shapefile</i> .
<b>Mapa Morfopedológico</b>
Mapa com associações de solos e feições geomorfológicas da área. Foram utilizados como fonte o mapa de solos do estado do Ceará cedido pelo IDACE (1973) e a base geomorfológica da área de estudo, com base no Radambrasil (1970 – 1981). As bases foram trabalhadas a partir da função <i>Analysis tools – Extract – Clip</i> , do <i>Software ArcGis 9.3</i>
<b>Mapa de Erodibilidade</b>
Elaborado com base nas classes e associações de solo do Levantamento Exploratório dos Solos do Ceará (JACOMINE, 1973), a partir das informações referentes à concentração de silte, areia e argila. A erodibilidade foi estimada por associação de solos, através do programa <i>ERODIB</i> , tendo as informações posteriormente vetorizadas no <i>software ArcGis</i> , em arquivos <i>Shapefile</i> .
<b>Mapa dos Sistemas Ambientais</b>
Mapa elaborado partindo da análise conjunta dos elementos geoambientais da área, com foco na

<sup>1</sup> Todas as imagens trabalhadas na pesquisa foram georreferenciadas de acordo com o *Datum WGS 84 (World Geographic System)*, sendo utilizada a função *Georeferencing*, do *software Arcgis*.

distribuição da cobertura vegetal da área, relacionando ao mapa de dinâmica de uso e cobertura vegetal, atribuindo o nome dos distritos aos subsistemas ambientais para melhor entendimento do mapa. As bases foram delimitadas a partir da utilização da função *editor – start editing* do software *ArcGis 9.3*

#### **Mapa de uso e cobertura vegetal, do ano 2014.**

O mapa de dinâmica de uso e cobertura vegetal foi elaborado partindo das análises empíricas e utilização do método do sensoriamento remoto. Foram coletados e georreferenciados aproximadamente 50 pontos na área estudo identificando os principais tipos de usos. Posterior às atividades de campo, foram realizadas etapas de análise da área, para a identificação dos tipos de uso exercidos. Foram utilizados os materiais e equipamentos: imagem de satélite da missão *LANDSAT 8*, resolução espacial de 30 metros com composição 654 (RGB) e resolução espacial de 15 metros após fusão. Banda 8 – pancromática, data da imagem: 22/09/2014. Base digital em formato *shapefile* da SRH 2011 (Secretaria de Recursos Hídricos). Para o não comprometimento do resultado final do mapeamento, não foram utilizadas classificação digital automática da imagem. Através da sobreposição dos dados espaciais disponíveis (*Shapefiles* dos limites municipais e urbanos; arquivos *raster: Landsat 8, SRTM*), o procedimento foi realizado de forma manual através do processo de vetorização das classes determinadas, com a utilização da ferramenta *editor – start editing* do software *ArcGis 9.3*

#### **Mapa de uso e cobertura vegetal, do ano 1985.**

A elaboração do mapa de dinâmica de uso e cobertura vegetal foi elaborado a partir da imagem Landsat 5, composição R5G4B3, resolução espacial de 30 metros. O procedimento foi realizado de forma manual através do processo de vetorização das classes determinadas com a utilização da ferramenta *editor – start editing* do software *ArcGis 9.3*, para a elaboração dos arquivos em *Shapefile*.

#### **Mapa de Fragilidade Ambiental**

Elaboração a partir da metodologia de análise empírica da paisagem trabalhada por Ross (1994). O mapa possui adaptações relacionadas aos parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de fragilidade. Como contribuições para a sistematização do mapa foram trabalhados os parâmetros de erosividade e erodibilidade. Os parâmetros de erosividade e erodibilidade foram trabalhados de forma conjunta, conforme especificado no capítulo da pesquisa, e utilizados de forma conjunta com os outros parâmetros especificados ao longo da metodologia descrita. As classes de fragilidade foram vetorizadas através da análise dos mapas temáticos (etapa intermediária) e do mapa de dinâmica de uso e cobertura vegetal partindo de uma análise qualitativa da área, sendo posteriormente vetorizadas e classificadas de acordo com o grau de fragilidade. Posteriormente, foram vetorizados através da função *editor – start editing*. A separação das classes de fragilidade por subsistemas foram realizadas através da função *Analysis tools – Extract – Clip*, do software *ArcGis 9.3*. Posteriormente a este processo, as classes foram quantificadas para compreensão e discussão ambiental da área.

#### **Mapa da Dinâmica de Uso e Cobertura Vegetal entre os anos de 1985 e 2014**

Mapa elaborado a partir da sobreposição dos mapas de 1985 e 2014 no software *Quantum GIS 2.10.1* através da função *vetor – intersecção*. As informações foram classificadas de acordo com as mudanças ocasionadas nos ambientes e o *layout* trabalhado no *ArcGis 10.2*

Fonte: Elaborado pela autora.

(Conclusão)

Para o cálculo do Balanço Hídrico foi utilizado o programa desenvolvido por Rolim *et al* (1998) da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz) – USP. O balanço hídrico estimou a evapotranspiração potencial a evapotranspiração real (ETR), excedente hídrico (EX) deficiência hídrica (DEF), e as fases de reposição (ARM) e retirada de água no solo.

A análise feita propiciou um maior entendimento sobre a dinâmica ambiental da área, levando-se em consideração os atributos hidroclimatológicos.



2000	Blue	Blue	Blue	Blue	Red	Blue	Blue	Red
2001	Blue	Red						
2002	Red	Red	Red	Red	Blue	Red	Blue	Red
2003	Red	White	Blue	White	White	White	White	Blue
2004	Blue	Red	Red	Red	White	Red	Red	Red
2005	Orange	Orange	White	White	White	Orange	Orange	White
2006	White	White	Red	White	Red	White	White	Orange
2007	White	White	White	White	White	Orange	White	White
2008	Red	White	Orange	White	White	White	White	White
2009	Blue							
2010	Orange	Orange	Orange	Orange	Orange	White	Orange	Red
2011	Red	Blue	White	Orange	White	Red	White	White
2012	Red							
2013	Red							

Fonte: FUNCEME (2014). Elaborado pela autora.

(Conclusão)

Para estimar a temperatura da área estudo, foi utilizado o *Software* CELINA, o que serviu de base para uma melhor na estimativa e análise do balanço hídrico da área.

### 2.4.3 Procedimentos para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental

O estudo da fragilidade ambiental do município de Quixadá, conforme descrito nos outros capítulos, foi baseada na metodologia de Ross (1994) e nas discussões de Souza (2000), no entendimento de sustentabilidade dos ambientes da região semiárida, tendo como um dos principais objetivos contribuir ao planejamento ambiental.

Para o procedimento da análise empírica da fragilidade, foi necessário realizar o estudo dos componentes ambientais inseridos no município de Quixadá, que de acordo com metodologia trabalhada por Ross (1994 e 2005), caracteriza-se pela etapa intermediária, sendo esta essencial na elaboração das informações referentes à fragilidade ambiental.

Conforme discutido no capítulo 1 da pesquisa, sobre as bases conceituais da fragilidade ambiental, levou-se em consideração tanto os atributos naturais (componentes geoambientais), quanto as atividades socioeconômicas.

Ressalta-se que, na região semiárida, as atividades são em sua maioria voltadas às práticas agropecuárias, o que coloca a necessidade de uma análise também voltada ao processo de ocupação da área e como essas ocupações têm alterado significativamente os recursos naturais.

A elaboração, operacionalização e sistematização do mapa de fragilidade ambiental foram pautadas na perspectiva de análise dos componentes básicos do relevo, solo, clima, e especificamente, o uso da terra para a análise das mudanças frente à dinâmica socioeconômica exercida no espaço geográfico.

Baseando-se na análise integrada dos ambientes, bem como as discussões voltadas a relação sociedade/natureza, o estudo da fragilidade ambiental em Quixadá é parte do estudo dos ambientes em decorrência das atividades econômicas.

Para Nóbrega *et al* (2010), os mapas de fragilidade sintetizam as características naturais dos meios e restrições e/ou aptidões diante das diferentes formas e utilização dos recursos naturais.

Para os autores, a elaboração de mapas de fragilidade ambiental demonstra em termos de distribuição espacial, a susceptibilidade do meio físico considerando fatores naturais como a geologia, a geomorfologia, a cobertura vegetal, as condições hidroclimatológicas, os fatores pedológicos e as diversas intervenções socioeconômicas atribuídas em uma determinada área.

A informação trabalhada para a identificação da fragilidade do município de Quixadá teve como uns dos principais focos de análise os critérios qualitativos estabelecidos por Ross (1994), tendo como base os estudos realizados por Souza (2000) na discussão sobre a sustentabilidade dos ambientes semiáridos, com a tentativa de se aproximar da realidade ambiental da área de estudo.

Sobre a perspectiva de análise desses geoambientes, Ross (1994) definiu as classes quanto ao nível de fragilidade ambiental, dividindo-as em fragilidade potencial e fragilidade emergente, onde cada grau de fragilidade é especificado de forma numérica (1 a 5) de acordo com o grau de fragilidade (quadro 6).

O mapa de fragilidade ambiental passa a ser o resultado do cruzamento de informações feitas pelos mapas intermediários e o mapa de uso através da sobreposição dos mapeamentos, relacionando os níveis de fragilidade de acordo com a representação numérica indicada para cada característica relacionada aos elementos ambientais.

Após a sobreposição dos mapas e análise qualitativa através das especificações numéricas de cada componente ambiental, foram indicados a fragilidade para cada setor, estando representadas espacialmente no mapa de fragilidade ambiental.

Após a análise qualitativa para a elaboração do mapa de fragilidade, o mesmo foi quantificado tendo sua distribuição geoespacial por subsistemas ambientais, conforme descrito no capítulo 5 da pesquisa.

**Quadro 6 - Especificação numérica da fragilidade ambiental**

FRAGILIDADE POTENCIAL		FRAGILIDADE EMERGENTE	
Qualitativa	Numérica	Qualitativa	Numérica
Muito Baixa (FPMB)	1	Muito Baixa (FEMB)	1
Baixa (FPB)	2	Baixa (FEB)	2
Média (FPM)	3	Média (FEM)	3
Alta (FPA)	4	Alta (FEA)	4
Muito Alta (FPMA)	5	Muito Alta (FEMA)	5

Fonte: Adaptado de Ross (1994) e Santos (2011).

A possibilidade de se estabelecer níveis de fragilidades nos ambientes semiáridos teve como objetivo delimitar áreas passíveis de ocupação de acordo com suas condições ambientais. Destaca-se que, quanto mais frágil uma área se encontra, mais vulnerável ela poderá ficar em decorrência do nível de ocupação, gerando riscos ambientais e maiores transtornos para a população.

Levando em consideração que cada área possui uma dinâmica própria em seus atributos naturais, as etapas intermediárias da área de estudo foram sistematizadas, tendo como resultados a elaboração dos mapas temáticos, parte importante no desenvolvimento da pesquisa. Estes, por sua vez, fazem parte da análise qualitativa dos componentes ambientais.

Cada componente ambiental possui uma característica específica, demonstrando a necessidade do estudo setorizado para se chegar à análise integrada do ambiente. Os materiais elaborados e utilizados na etapa intermediária condizem aos mapas de declividade, geomorfológico, uso e cobertura vegetal, erodibilidade, assim como informações referentes às condições hidroclimatológicas da área.

No que se refere às características do relevo estabelecidas na etapa intermediária, Quixadá possui boa parte de seus ambientes com níveis topográficos abaixo de 250 metros, correspondendo à depressão sertaneja pediplanada.

Foram utilizadas as classes de declividade e as unidades geomorfológicas da área de estudo. Nos índices relacionados ao padrão de drenagem ou dimensão fluvial, ao que se refere o grau de entalhamento dos vales fluviais, foi escolhido à fragilidade média devido às suas condições de relevo.

#### a) Características relacionadas aos parâmetros das unidades geomorfológicas

A escolha das classes de fragilidade no que concerne às unidades geomorfológicas foi analisada a partir do mapa geomorfológico e das análises empíricas, tendo como base as características naturais de cada componente geomorfológico.

Apesar de serem áreas que possuem em suas características topográficas ambientes que variam entre planos a parcialmente ondulados, os ambientes degradacionais das depressões sertanejas estão constantemente suscetíveis aos processos erosivos, em ambientes destituídos de cobertura vegetal em decorrência das atividades socioeconômicas.

A depressão sertaneja pediplanada (com condições altimétricas que não ultrapassam os 250 m) enquadra-se no setor de fragilidade média e a depressão sertaneja dissecada em colinas rasas encontra-se na classe de fragilidade alta.

As planícies fluviais são ambientes de exceção nas regiões semiáridas, estando distribuídas ao longo dos canais fluviais. Com exceção de alguns trechos de Quixadá, a exemplo da Serra do Estevão, as planícies fluviais estão espacializadas em áreas com relevos baixos a moderadamente elevados, estando mais sujeitas a inundações, enquadrando-se na categoria de fragilidade alta. Destaca-se, no entanto, que são áreas com potencialidades naturais propícias a atividades como o agroextrativismo e a agricultura irrigada.

A Serra do Estevão foi enquadrada na classe de fragilidade média, devido seus ambientes declivosos (ambientes com declives acima de 20%), estando classificada nos ambientes medianamente estáveis. As cristas residuais na classe

de fragilidade alta e o campo de inselbergs na classe de fragilidade muito alta (Quadro 7).

**Quadro 7 - Graus de Fragilidade das Unidades Geomorfológicas**

Atributo	Classes de Fragilidade	Unidades Geomorfológicas
1	Muito baixa	-
2	Baixa	-
3	Média	Depressão Sertaneja pediplanada Serra do Estevão
4	Alta	Planícies Fluviais Áreas de Inundação Sazonal Cristas Residuais Depressão Sertaneja dissecada em Colinas Rasas
5	Muito Alta	Campo de Inselbergs

Fonte: Souza (2000); Ross (2006). Adaptações feitas por Crispim (2014).

b) Características relacionadas à declividade

Mesmo possuindo parte expressiva de sua área submetida a declives inferiores ou iguais a 3%, é necessário enfatizar que os ambientes com declives acentuados como a Serra do Estevão e as cristas residuais que possuem ambientes acima de 45% possuem um determinado grau de fragilidade natural. Destaca-se que quanto maior a declividade de um ambiente, maior será a capacidade de escoamento hídrico, intensificando os processos erosivos na área. O principal fator limitante desses ambientes será, portanto, a declividade.

O quadro 8 expõe a fragilidade para cada classe de declividade, adaptando as classes de declividade de acordo com a área de estudo.

**Quadro 8 - Graus de Fragilidade em decorrência das classes de declividade.**

Atributo	Classes de Fragilidade	Declividade
1	Muito baixa	0 – 3%
2	Baixa	3% - 8%
3	Média	8% - 20%
4	Alta	20% - 45%
5	Muito Alta	45% - 75%

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Ross (2006).

c) Características relacionadas aos parâmetros das condições pedológicas

Para os aspectos pedológicos, os critérios para a escolha dos parâmetros passaram pela análise de estudos de fertilidade natural específica de cada solo, de acordo com o Levantamento Exploratório dos Solos do Ceará (JACOMINE, 1973). Leva-se em consideração que quanto maior o fator de erodibilidade, maior será a tendência à fragilidade.

Fator importante na relação entre morfogênese e pedogênese, os solos expõem as características de ambientes que sofrem ou não processos erosivos intensos, de acordo com suas características naturais. Os Argissolos estão localizados, particularmente, nos setores da depressão sertaneja dissecada e na Serra do Estevão, enquadrando-se na classe de fragilidade média. Os Neossolos Litólicos são solos rasos e mal drenados estando suscetíveis aos processos erosivos localizados, em sua maioria, nos setores da depressão sertaneja dissecada em colinas rasas, enquadrando-se na classe de fragilidade muito alta.

Os Luvisolos são solos típicos da depressão sertaneja. Eles possuem características de ambientes com textura argilosa, sendo moderadamente drenados e bastante suscetíveis aos processos erosivos, os principais fatores de degradação natural dos Luvisolos está associado à erosão hídrica (chuvas concentradas em um curto período do ano) e elevada erodibilidade.

Os Planossolos são solos que possuem altos teores de sódio, com características de solos rasos a pouco profundos e mal drenados, estando constantemente suscetíveis aos processos erosivos. Estão localizados em alguns setores da depressão sertaneja pediplanada e nas margens das planícies fluviais, enquadrando-se na classe de fragilidade alta.

Mesmo sendo solos imperfeitamente drenados, os Neossolos Flúvicos enquadram-se na categoria de fragilidade média, pois estão localizados em ambientes com potencialidade naturais específicas (Planícies fluviais).

O quadro 9 mostra a distribuição dos pesos com adaptações feitas a partir de estudos realizados por Souza (2000) e Jacomine (1973), no que se refere às características naturais dos solos na região semiárida.

**Quadro 9 - Classes de fragilidade por tipos de solos**

Atributo	Classes de Fragilidade	Tipos de Solos
1	Muito baixa	-
2	Baixa	-
3	Média	Neossolos flúvicos Argissolos Vermelho Amarelo

		Eutrófico e Distrófico
4	Alta	Luvisolos, Planossolos
5	Muito Alta	Neossolos Litólicos

Fonte: Souza (2000); Ross (2006). Adaptações feitas por Crispim (2014).

Um dos principais fatores potenciais para o desencadeamento dos processos erosivos dos diferentes tipos ou associações de solos corresponde aos fatores de erodibilidade e erosividade. Observa-se que, no semiárido, as chuvas são concentradas em um curto período de tempo, onde dependendo de sua precipitação pluviométrica e das condições ambientais direcionadas a cobertura vegetal, bem como as características de relevo e condições de usos socioeconômicos, a erosividade passa a ser substancial ao fator erodibilidade.

Como contribuição aos estudos relacionados à fragilidade dos solos, esta foi trabalhada e analisada considerando os fatores direcionados a erodibilidade, baseando-se em informações produzidas por Jacomine (1973). Os resultados destas análises foram discutidos no quarto capítulo da tese.

#### d) Cálculo para a Determinação do Índice de Erodibilidade

Para o cálculo da erodibilidade da área, foi considerada a equação estabelecida por Ronkens *et. al.* (1987), como critério para o estabelecimento das classes de erodibilidade.

Os dados de solos foram trabalhados tendo como base o Levantamento das Classes de Solos do Estado do Ceará, feito por Jacomine *et. al.* (1973), para a análise da suscetibilidade da textura do solo em decorrência dos fatores erosivos. Foram trabalhadas informações como textura do solo (concentração de silte, areia e argila), estrutura e permeabilidade dos solos. A equação segue abaixo:

$$K = 7,594(0,0034 + 0,0405 \exp((-1/2)(\log(Dg) - 1,659)/0,7101)^2)$$

Onde:

K: erodibilidade do solo, em ton.ha.h/há.mj.mm;

Log: logaritmo decimal;

Dg: é a média geométrica do diâmetro das partículas primárias, em mm, calculada tendo como base Shirazi e Boersma (1984).

A aplicação da fórmula foi trabalhada com a utilização do programa computacional estabelecido por Oliveira (<sup>2</sup>comunicação pessoal), com a utilização da função *ERODIB*, sendo assim calculado a erodibilidade dos solos tendo como base a equação de Romkens (1987).

O quadro 10 especifica as classes de erodibilidade por associação de solos, sendo o resultado final a média ponderada baseada na média entre os perfis de solos identificados em cada associação, destacando as amplitudes relacionadas à erodibilidade (K) e com intervalos que variam de 0,006 a 0,044, relacionando com as classes de erodibilidade que segue de muito baixa a muito alta.

**Quadro 10 - Classes de erodibilidade por associação de solos**

Amplitudes de K	Classes de erodibilidade	Atributos
0,006 a 0,013	Muito Baixa	K1
0,014 a 0,021	Baixa	K2
0,022 a 0,029	Média	K3
0,030 a 0,037	Alta	K4
0,038 a 0,044	Muito Alta	K5

Fonte: Romkens *et. al.* (1986); Shirazi *et. al.* (1984); Romkens *et.al.* (1987)

Como contribuição à pesquisa, o quadro 11 traz as adaptações feitas nas classes de erodibilidade para estudo da fragilidade ambiental. Levando em consideração muitas das condições de erodibilidade são potencializadas pelas atividades socioeconômicas, a mesma enquadrou-se nas condições de fragilidade emergente.

**Quadro 11 - Classe de fragilidade em decorrência da erodibilidade**

Amplitudes de K	Classes de fragilidade emergente	índices
0,006 a 0,013	Muito Baixa	1
0,014 a 0,021	Baixa	2
0,022 a 0,029	Média	3
0,030 a 0,037	Alta	4
0,038 a 0,044	Muito Alta	5

Fonte: Romkens *et. al.* (1986); Shirazi *et. al.* (1984); Romkens *et.al.* (1987). Adaptado por Crispim (2014).

#### e) Classes de cobertura vegetal e uso da terra

<sup>2</sup> *Erodib* é um programa computacional desenvolvido por Oliveira para estimar o cálculo de erodibilidade e acordo com as informações realizadas por Jacomine (1973).

A análise dos tipos de uso e ocupação da terra é parte fundamental na análise da fragilidade ambiental de uma área, já que as regiões semiáridas possuem em seu histórico de ocupação atividades voltada à agropecuária, como a utilização de queimadas com possível retirada da cobertura vegetal, componente natural primordial na estabilidade de um ambiente.

Um dos pontos cruciais desta classe refere-se à densidade da cobertura vegetal. Sendo um componente preponderante para a estabilidade dos ambientes, as condições fitogeográficas de uma área contribuem significativamente no grau de proteção dos ambientes ao que se refere à dinâmica dos processos erosivos. Quanto maior a densidade da cobertura vegetal, maior será a estabilidade da área.

O desmatamento provocado no município de Quixadá, em sua maioria realizada sobre as depressões sertanejas, caracteriza-se pelo uso intenso de várias atividades. Conforme verificado em visitas de campo, a prática agropecuária tem sido fator primordial na intensificação da degradação ambiental na área de estudo.

O mapa de uso e ocupação dos anos de 2014 surge com o objetivo de analisar a dinâmica da área, o que estimou mesmo que aproximadamente quanto o ambiente foi modificado em um espaço temporal de 29 anos (Quadro 12).

**Quadro 12 - Fragilidade ambiental das classes de uso**

Atributo	Classes de Fragilidade	Classes de Proteção	Tipos de Usos (2014)
1	1- Muito Baixa	Muito Alta	-
2	2- Baixa	Alta	Vegetação de Caatinga arbórea conservada
3	3- Média	Média	Caatinga Arbustiva
4	4- Alta	Baixa	Agropecuária Mata Ciliar/ produção agroextrativista
5	5- Muito Alta	Muito Baixa	Solo exposto associado a práticas de desmatamentos e queimadas

Fonte: Elaborado pela autora. Adaptado de Ross (2006).

#### f) Fragilidade Climática

O critério para a escolha da fragilidade em decorrência do regime pluviométrico foi estabelecido a partir do resultado das médias mensais em uma análise espaço-temporal de 25 anos, em que foram utilizados os postos pluviométricos cedidos pela FUNCEME (2013), sendo necessário enfatizar a

importância da análise qualitativa do ambiente em relação às condições pluviométricas, visto a má distribuição dos índices pluviométricos anuais.

Diferente dos outros ambientes onde as condições pluviométricas são bem distribuídas, na região semiárida o regime de chuva é marcado pela escassez pluviométrica, com exceção de eventos extremos. Mesmo as chuvas estando concentradas em um curto período de tempo, a quadra chuvosa é essencial para o potencial ambiental dessa região e para o planejamento de atividades socioeconômicas.

De acordo com Ross (2005), dependendo da extensão da área ou das características do relevo, a variável relacionada às condições climáticas podem possuir as mesmas características.

O município de Quixadá tem parte significativa de sua área condicionada a níveis topográficos abaixo de 250 metros, com exceção de alguns ambientes como o campo de inselbergs e a Serra do Estevão, com níveis altimétricos que chegam a 500-600 metros.

Levando em consideração que a área possui índices pluviométricos anuais entre 400 mm a 600 mm, com exceção de 2009, que foi considerado um ano excepcional, a fragilidade da área em decorrência dos índices pluviométricos será atribuída à fragilidade alta, em decorrência das baixas taxas pluviométricas identificados em Quixadá.

Diferentemente de outras regiões brasileiras, onde a fragilidade alta é atribuída aos altos índices pluviométricos e intensificação da erosividade, na região semiárida conforme especificado, a fragilidade se dá em decorrência da escassez pluviométrica e em decorrência da falta de planejamento para a área.

Para análise da fragilidade climática, foram utilizados como base os dados pluviométricos trabalhados na elaboração do balanço hídrico da área, baseando-se na análise qualitativa da distribuição dos parâmetros direcionados ao *déficit* e o excedente hídrico, dando uma estimativa da disponibilidade hídrica e os períodos considerados chuvosos e secos na região.

Como contribuição aos estudos da fragilidade ambiental nas regiões semiáridas, optou-se por inserir informações relacionadas à erosividade em Quixadá, sendo esta uma variável importante nos estudos ambientais semiáridos, já que os processos erosivos em decorrência das precipitações pluviométricas nas

regiões semiáridas acontecem em sua maioria na quadra chuvosa, primeiro semestre do ano.

Os impactos ambientais advindos dessas atividades correspondem à retirada do estrato herbáceo e as práticas relacionadas às queimadas, intensificando os processos erosivos. Optou-se analisar a erosividade por meses, tentando associá-las à erodibilidade e ao uso do solo, visando contribuir para o estudo da fragilidade ambiental.

As informações utilizadas para a análise da erosividade foram estimadas a partir da média mensal relativa aos dados pluviométricos cedidos pela FUNCEME (2013), entre os anos de 1988 e 2013. As informações foram calculadas e sistematizadas por meses para uma melhor análise da área.

Em seguida destaca-se a metodologia utilizada para o cálculo da erosividade.

#### g) Cálculo para a Determinação do Índice de Erosividade

O fator erosividade (R) é definido como um índice que avalia o valor médio anual de um local e a capacidade dessa chuva em erodir o solo (LOURENÇO, 2013). A intensificação do processo erosivo será em decorrência do maior ou menor grau da cobertura vegetal da área.

Lombardi Neto e Moldenhauer (1992) simplificaram o método para o cálculo da erosividade, onde propuseram uma equação em que seriam consideradas os valores das médias mensais e anual das precipitações. O fator R passa a ser adquirido pela soma dos valores mensais do índice de erosão, em uma análise espaço-temporal de 25 anos.

Alguns autores como Lourenço (2013) e Nolêto (2005), trabalharam com a proposta metodológica dos autores citados, considerando ser esta uma boa estimativa de erosividade. Os autores basearam-se na fórmula descrita:

$$EI = 67,355 (r2/P)^{0,85}$$

Onde:

EI = média mensal do índice de erosão, em Mjmm/ha.h.ano;

r = precipitação média mensal, em mm;

P = precipitação média anual, em mm.

Os valores de erosividade foram trabalhados tendo como subsídio o programa computacional *EROSIV* desenvolvido por Oliveira (<sup>3</sup>comunicação pessoal), onde foram computados e trabalhados os dados.

Após análise dos dados, a espacialização foi realizada no *software Surfer 8*, pelo método da *Krigagem*, onde foram utilizadas técnicas geoestatísticas no estabelecimento de interpolação dos dados para estimar as isoerodentes, destacadas no quarto da capítulo da pesquisa.

---

<sup>3 3</sup> *Erosiv* é um programa computacional desenvolvido por Oliveira para realizar o cálculo de erosividade.

### 3 A GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A região semiárida representa um dos conjuntos paisagísticos mais exuberantes do território brasileiro. Possui uma área de aproximadamente 980.133,079 Km<sup>2</sup> (INSA, 2012), representando cerca de 92,97% do território nordestino.

Suas peculiaridades ambientais estão marcadas pela rigidez climática determinada pelos sistemas atmosféricos, caracterizando totais pluviométricos que variam ente 300 a 800 mm anuais, estando sua quadra chuvosa concentrada nos primeiros meses do primeiro semestre.

Oliveira (2006) destaca as condições climáticas de semiaridez associadas à impermeabilidade das rochas cristalinas, condicionando o pouco entalhamento dos vales fluviais, característica singular dos sertões. No que condiz a espacialização dos solos, há uma variada diversidade pedológica na área, com destaque às suas características naturais que envolvem solos com pequena a boa fertilidade natural.

Em termos demográficos, a população total inserida nos limites geográficos da região semiárida está em aproximadamente 23.846.982 milhões de habitantes, contendo maior expressividade nos estados do Ceará e da Bahia, equivalendo a 44% da população nordestina (INSA, 2012), com destaque aos estados baiano onde ocorreu um aumento populacional com percentual de 6,73% e o cearense, com um aumento de 4,05%.

O quadro 13 destaca a área em km<sup>2</sup> dos Estados que possuem parte de seus limites territoriais inseridos na poligonal semiárida.

**Quadro 13 - Estados que possuem parte de seus limites territoriais inseridos na poligonal semiárida**

(Continua)

UNIDADES DE FEDERAÇÕES E GRANDES REGIÕES	ÁREA EM KM <sup>2</sup> E POPULAÇÃO TOAL ESTIMADA (2014)		
	Espaço geográfico do Semiárido	População Total (2010)	População Total (2014)
Alagoas	12.579,185	900.549	951.427
Bahia	391.485,078	6.406.97	7.227.399
Ceará	129.178,779	4.724.705	4.923.919
Minas Gerais	102.567,248	1.232.389	1.283.938
Paraíba	48.676,947	2.092.400	2.170.530
Pernambuco	85.979,387	3.655.822	3.873.673

Piauí	149.463,382	1.045.547	1.067.485
Rio Grande do Norte	49.097,482	1.764.735	1.880.424
Sergipe	11.105,591	441.474	468.187
Semiárido	980.133,079	-	23.846.982

Fonte: INSA (2015), adaptado de IBGE (2010 e 2014).

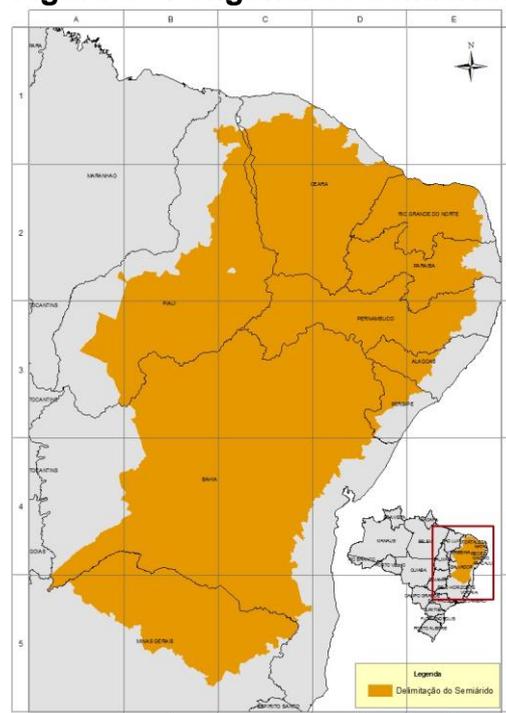
(Conclusão)

As primeiras áreas oficialmente delimitadas com incidências de períodos de seca foram estabelecidas em 1936, tendo a denominação de Polígono das Secas.

No ano de 2004 foi estabelecida uma portaria pelo Ministério da Integração Nacional (MIN) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), com propostas para uma nova delimitação da região semiárida, de acordo com os critérios que estabelecessem as seguintes características: precipitação pluviométrica que esteja inferior a 800 mm anuais; características relacionadas ao índice de aridez de 0,5; sendo este calculado pelo balanço hídrico e ambientes que obtivessem risco de seca maior que 60%, tendo como análise espaço-temporal entre os anos 1970 e 1990.

Diante destas características foi realizada a delimitação a região semiárida, sendo esta oficializada e utilizada como critério para os estudos realizados na área (Figura 6)

**Figura 6 - Poligonal do semiárido**



Fonte: Base cedida pelo BNB (2013). Elaborado pela autora.

A região de acordo com o PAN (2005) passa a compreender o espaço de atuação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE, servindo como base para a elaboração de demais pesquisas como o próprio estudo e delimitação de áreas susceptíveis a desertificação, caracterizada com tipologias climáticas do clima semiárido e subúmido seco.

A nova delimitação corresponde também como área de abrangência pra estudo do PAN (2005), caracterizando as áreas susceptíveis a desertificação, conforme especificado no quadro 14.

**Quadro 14 - Núcleos de desertificação e áreas susceptíveis a desertificação e outras informações inseridas dentro da poligonal do semiárido**

NÚCLEOS DE DESERTIFICAÇÃO
Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas
Áreas do Entorno das Áreas Semiáridas e Subúmidas Secas
Novas Áreas Sujeitas a Processos de Desertificação
Características Principais das Áreas Susceptíveis à Desertificação – ASD
Relação das ASD com o Bioma Caatinga, o Polígono das Secas e a Região Semiárida do FNE.

Fonte: PAN (2005). Org. da autora (2015).

A delimitação também serviu como critério geográfico para estabelecer novas metodologias de estudos sobre degradação ambiental em ambientes semiáridos, estabelecendo diretrizes de uso frente às atividades socioeconômicas.

O PAN, antes projeto de lei, foi aprovado no dia 25 de fevereiro de 2015, tornando-se Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, institucionalizando o plano no âmbito de Estado, tendo como um dos objetivos estabelecer diretrizes para minimizar os efeitos da seca na região, como estabelecer políticas de convivência com o semiárido e projetos de recuperação ambiental.

### 3.1 A FRAGILIDADE AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

O entendimento da fragilidade ambiental no semiárido brasileiro, tendo como base a formação territorial deste complexo geográfico, enfatiza um ambiente que tem em seu conjunto paisagístico inúmeras marcas das atividades econômicas exercidas durante sua ocupação.

Nesse contexto, a apropriação da natureza, independente do tipo de uso que lhe será aplicada, passa a ser reflexo das relações da sociedade e de seu contexto socioeconômico, retratando o conjunto de mudanças que ocorreram na paisagem semiárida, bem como os impactos ambientais negativos que afetam esse ambiente.

De acordo com Ab'Saber (1990), os processos de formação desse ambiente resultam da interação dos componentes básicos das paisagens sertanejas, dada as especificidades de cada elemento ambiental, com características fisiográficas específicas típicas do ambiente semiárido, com destaque para às condições climáticas e uma abrangência geográfica bastante extensa das áreas pediplanadas.

O semiárido tem se destacado como um dos ambientes inseridos no território brasileiro, que tem enfrentado problemas socioeconômicos e ambientais relacionados à apropriação dos elementos naturais, e a forma como a dinâmica socioeconômica age sobre seus geoambientes.

As abordagens sobre esta dinâmica socioeconômica têm sido inúmeras devido às atividades não condizentes com as especificidades ambientais da área. Para o entendimento de estudo sobre a intensificação da fragilidade ambiental nas regiões semiáridas, colocam-se como ponto de análise as mudanças ambientais e socioeconômicas ocorridas durante a ocupação do semiárido, sendo estas questões cruciais para o entendimento das questões ambientais.

Mediante as abordagens feitas a respeito da importância dos estudos integrados da paisagem e no contexto de seus aspectos naturais, soma-se o desafio de estabelecer uma análise feita pelo viés das relações entre a sociedade e natureza.

Oliveira (1981) reafirma a necessidade de análise frente às ocupações que modificaram estes ambientes, tratando-se da relação do Nordeste algodoeiro-pecuário não somente no âmbito dos elementos naturais que compõem o semiárido, mas de toda uma estrutura social que perdurou durante anos na região e que, para além do aumento das desigualdades socioeconômicas advindas da concentração fundiária, ocasionou perdas ambientais em detrimento de atividades como a pecuária extensiva.

A compreensão e entendimento da dinâmica ambiental e socioeconômica semiárida permeiam primordialmente pelas potencialidades vistas na área em detrimento das atividades citadas.

O estabelecimento da organização geoespacial dos elementos que compõem o semiárido parte de análises realizadas por Ab'Sáber (2003), quando o autor analisa a dimensão fisiográfica desses ambientes como uma das regiões de maior excepcionalidade ambiental.

Para o autor, os sertões são dotados de grande originalidade, tratando-se de suas condições hidroclimatológicas e seu potencial ecológico, destacando como fator primordial nos ambientes secos o clima, que passa a projetar elementos fundamentais como o ambiente semiárido quente e temperaturas elevadas.

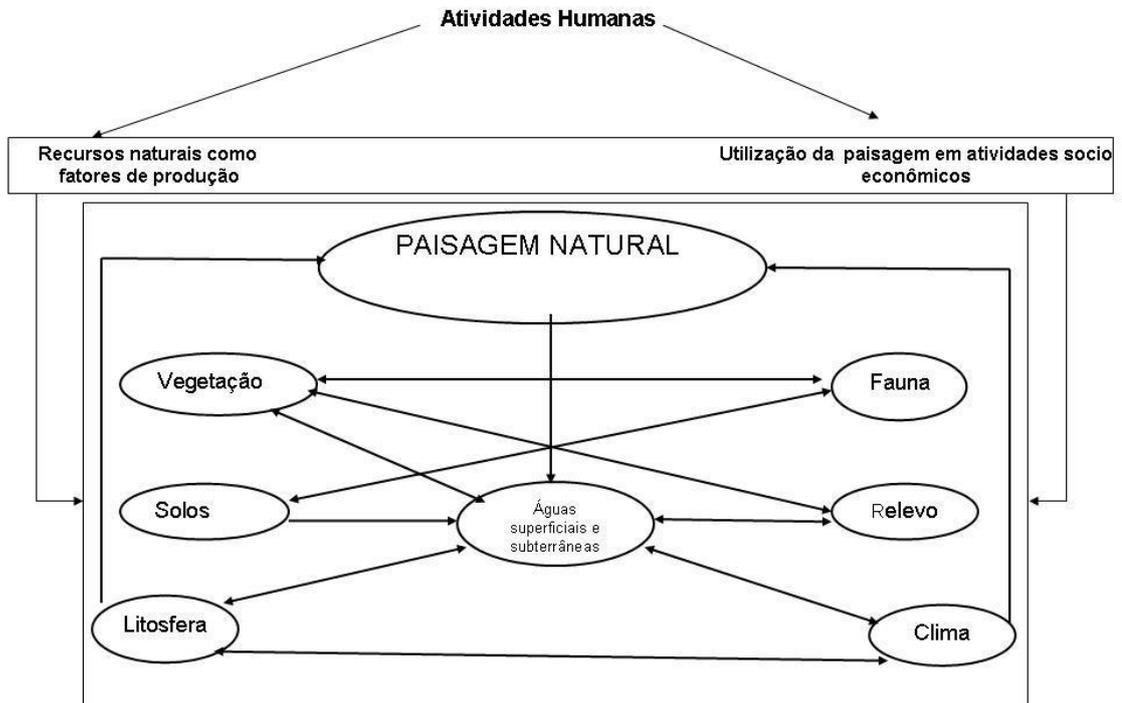
Outro fato marcante condiz aos aspectos morfodinâmicos do ambiente, excepcionalmente quando os estudos ambientais desta área comportam variáveis que envolvem suas condições topográficas, características do material rochoso, condições hidroclimatológicas e da cobertura vegetal, sendo estes analisados de forma conjunta e estabelecidos dentro da relação entre morfodinâmica e a morfogênese.

Um dos pontos de investigação para dar início à análise das condições ambientais do semiárido é estabelecer nitidamente que o termo ambiental tem suas definições baseadas nas características naturais e nas atividades socioeconômicas exercidas.

Partindo desta abordagem, leva-se em consideração para análise as mudanças ocorridas no meio biofísico da região semiárida. Uma das primeiras indagações baseia-se na estrutura fundiária, ponto crucial para o entendimento dos níveis de degradação da área em decorrência da intensa concentração de terra, e a inserção de atividades impactantes como a pecuária extensiva.

A figura 7 mostra a relação dos fatores socioeconômicos e a utilização das paisagens naturais como forma de apropriação.

**Figura 7 - Ilustração dos componentes naturais associados as atividades humanas**



Fonte: Adaptado de Zonneveld (1995), Silva e Rodriguez (2010).

Toda atividade socioeconômica, independente de sua localização geográfica, enfatiza questões que vão para além dos fatores naturais. A quebra paradigmática de estudos reducionistas levando em consideração a evolução da técnica como fator de desenvolvimento econômico, tem estabelecido um laço de contradições na região semiárida.

Mediante estas questões, além da importância dos estudos integrados da paisagem, é necessário focar o modelo de desenvolvimento que foi estabelecido, bem como as bases econômicas em que se sustentou a concentração de terras e a intensificação da degradação ambiental.

O fato é que as intervenções humanas têm afetado sobremaneira a dinâmica natural do ambiente e, dependendo da forma como o ambiente é utilizado, a capacidade de suporte da área passa a sofrer danos de pequena, média ou grande magnitude.

Tais indagações somam-se a um leque de tomadas de decisão desde o início de sua formação territorial, particularmente, na apropriação de terras que somatizou o início da concentração fundiária na região, até as decisões tomadas

pelo Estado, agente que protagonizou um planejamento baseado no sistema econômico capitalista (OLIVEIRA, 1981).

### 3.2 A GEOGRAFIA DO SEMIÁRIDO NORDESTINO: UM TERRITÓRIO DE DESIGUALDADES

As várias intervenções ocorridas ao longo dos limites geográficos da região semiárida destaca um ambiente com disparidades regionais marcantes, que tem em suas características ambientais, marcas das contradições socioeconômicas exercidas ao longo dos anos.

Estas desigualdades, reflexo do desenvolvimento desigual e combinado, estabeleceu uma área em constante disputa de espaços territoriais desde a inserção da pecuária que, segundo Oliveira (1981), serviu primordialmente para o surgimento de uma economia voltada à estrutura de terras, servindo para maximizar os problemas socioeconômicos já existentes.

Dentre os produtos cultivados, o algodão passou incentivar a industrialização com a inserção de fábricas direcionadas à fabricação de tecidos têxteis, ocasionando mudanças no âmbito econômico, mas com a intensificação da segregação socioespacial no semiárido.

Dentro desta abordagem, Andrade (2005) destaca que um dos principais fatores de segregação socioeconômica e degradação ambiental do semiárido são caracterizados pela forma de sua ocupação territorial, baseada na lógica de exploração socioeconômica e segregação socioespacial, salientando que, os desníveis econômicos de boa parte população rural, é uma consequência da lógica econômica exercida na área.

Apontado como a região das secas desde seu período colonial, o semiárido tem sido uma região que, atingida pelos preceitos do capitalismo, evidencia diversos contrastes socioeconômicos, com disparidades que vão desde a ocupação de grandes terras - retrato da formação territorial nordestina - até a intensificação das disparidades socioeconômicas.

Dada a sua complexidade, no que condizem suas paisagens geográficas, um dos principais elementos ambientais que formam esse conjunto paisagístico e que tem se configurado como uma das características mais marcantes no contexto de formação dos sertões tem sido a variável climática.

De acordo com Andrade (2004), dessa diversidade climática surgiria à dualidade consagrada pelos nordestinos e expressa no período colonial em dois sistemas de exploração e que tem se complementado mais economicamente que socialmente: O Nordeste da cana-de-açúcar e o Nordeste do gado.

Historicamente, o semiárido tem sido marcado pela ocupação da terra e contrastes sociais, sendo a pecuária quem conquistou para o Nordeste grande parte de sua extensão territorial.

Neste entendimento, Farias (2004) destaca que a forma de ocupação do sertão nordestino deu-se, mais precisamente, por rotas dominadas pelos pernambucanos até o Rio Grande do Norte e em direção ao Maranhão; e a rota controlada pelos baianos que seguia do médio São Francisco até o sul do Maranhão. As correntes de interiorização marcaram o início de mudanças econômicas na área no que refere o processo de utilização dos elementos naturais.

Ao que corresponde às características naturais do semiárido como fator preponderante nas formas de ocupação da região, destaca-se que, mesmo não sendo um fator determinista para a área, vale ressaltar que devido às suas peculiaridades ambientais, principalmente no que condiz à disponibilidade hídrica, a forma de ocupação do território sertanejo deu-se também através do curso dos rios, ambiente com maior potencial para cultivo em práticas de subsistência.

Nesta compreensão, o resgate histórico da ocupação do semiárido é um dos pontos cruciais para entender a formação socioeconômica e que consequências estas atividades e intervenções se refletiram nos geoambientes.

Silva (2012) destaca que na medida em que se consolidava a atividade pecuária, a expansão demográfica nos sertões e as prolongadas estiagens vividas no semiárido, esta região passou a configurar espaços de contrastes socioeconômicos que se refletiriam, conseqüentemente, na utilização dos elementos naturais de forma excedente.

### **3.2.1 A ocupação como fator de fragilidade ambiental dos ambientes semiáridos**

A ocupação dos sertões através de atividades como a pecuária perpassa não somente pelo processo de territorialização do espaço semiárido, mas, sobretudo, pela distribuição desigual da terra.

Nunes (2011) relata que o processo de ocupação do interior nordestino pode ser visto diante de três aspectos: distribuição de terra por sesmarias; catequização ou extermínio de grupos indígenas e ocupação do solo pela pecuária, com a disseminação crescente de currais e o surgimento mesmo que informal, da concentração de terra e renda.

A apropriação do território semiárido foi iniciada dentro de um conjunto de relações que se transfigurou como parte do processo de formação socioeconômica deste ambiente.

De acordo com Ab'Saber (1999), as depressões interplanálticas do semiárido, ambientes de maior expressão, tornaram-se o refúgio para as atividades socioeconômicas com destaque para a pecuária, já que nas serras úmidas, ambientes de condições topográficas desfavoráveis a esta prática, eram realizadas atividades voltadas à práticas agrícolas.

Para o autor, os terrenos dos agrestes passam a ser mais reconhecidos pela presença de um conjunto de paisagens relacionadas à sua estruturação tradicional do que pelo seu conjunto de feições já tão marcadas pela estrutura agrária.

As vastas extensões de terras na área interiorana foram intensamente ocupadas pela expansão pecuarista, que conforme Farias (2004), esta expansão resultou na exploração de pastagens abundantes (sobretudo na época das chuvas, chamadas pelos sertanejos de “inverno”, entre janeiro e maio). O autor, por sua vez, destaca as potencialidades naturais do semiárido como um fator preponderante à sua formação territorial.

A condição natural do semiárido foi uma forte característica no estabelecimento das formas de ocupação no que se refere à pecuária realizada em uso extensivo. Em torno deste processo, na segunda metade do XVII, surgiram regiões com extensas áreas, a exemplo do estado do Ceará, “onde a distribuição de terras havia sido bem maior do que as permitidas pelas capitânicas” (FARIAS, 2004).

A injusta distribuição da terra desde os primórdios da ocupação incentivou também a intensificação na utilização dos elementos naturais de forma desigual e em caráter de degradação desses ambientes.

Autores como Silva (2012) e Oliveira (1981), colocam que as mudanças ocorridas do ponto de vista econômico deram-se através do cultivo de algodão, no início do século XX, onde a região passou a receber várias indústrias têxteis.

Essas mudanças socioeconômicas são fundamentais para o entendimento da análise das marcas de degradação em boa parcela dos limites geográficos que compõem a região semiárida.

Mesmo com a intensificação da industrialização e atividades voltadas ao setor de bens e serviços, a degradação ambiental passa a ser um retrato das intervenções da pecuária e do algodão, bem como da inserção de atividades como a industrialização, o que se leva a questionar a forma como a região sempre foi planejada em termos de controle e uso de suas terras.

### **3.2.2 A relação sociedade/natureza nos sertões: a apropriação da natureza e segregação socioeconômica no semiárido**

Muito do que se coloca em decorrência do processo de degradação dos ambientes semiáridos e em torno dos problemas socioeconômicos, remonta-se para o início da ocupação da região e os principais produtos explorados.

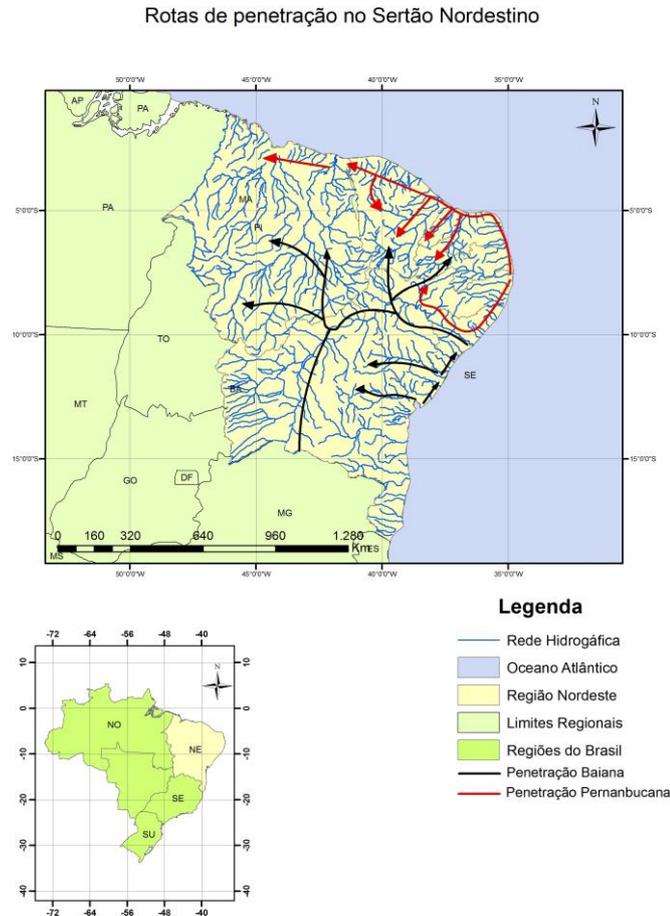
Levando em consideração sua linha histórica, a ocupação do semiárido constituiu-se, desde ocupações indígenas até meados do século XVII, parte de um conjunto de resistência desde seu processo de colonização (SILVA, 2012). De acordo com o autor, o processo de ocupação do semiárido está relacionado a etapas baseadas em dois pontos fundamentais: a ocupação de áreas do agreste com práticas direcionadas a policultura e a pecuária e as expedições de exploração de minerais ao longo das margens do rio São Francisco.

Os primeiros passos de ocupação do semiárido nordestino atribuíram-se na exploração da terra com foco na inserção da pecuária, na cana-de-açúcar e a policultura que intensificaram fortes impactos ambientais negativos, bem como o crescimento demográfico e a necessidade do aumento da produção de alimentos.

Nesse caso, surgiram questões como o processo de desmatamento, impacto até hoje configurado na região. Pode-se dizer que a formação socioeconômica da região Nordeste baseou-se na lógica da degradação dos componentes ambientais, com a intensificação de práticas rudimentares e queimadas.

A figura 8 ilustra a penetração realizada no sertão nordestino, dando início a sua formação territorial e socioeconômica, configurando-se em mudanças significativas dos geoambientes.

**Figura 8 - Rotas de penetração no sertão nordestino**



Fonte: Base cedida pela FUNCEME. Org. de Oliveira e Crispim (2013)

A relação entre a ocupação do território semiárido e a utilização de seus elementos naturais tem sido um dos pontos de análise para tentar entender como se deu o aproveitamento dos recursos disponíveis na natureza, o processo de degradação e a intensificação da fragilidade ambiental.

Para Nunes (2011), a partir da década de 70 do século passado, a estrutura social da região semiárida passou por mudanças econômicas, com o surgimento de técnicas relevantes e a inserção de novas atividades na área.

No semiárido, a pecuária se coloca ainda como uma das atividades presentes, mas também como forma de entendimento de que a degradação ambiental vem acompanhada mediante ao uso constante de seus ambientes.

Apesar de haver predominância de atividades vinculadas ao setor terciário nos núcleos urbanos, o histórico de uso da região semiárida, no que se refere ao histórico da degradação ambiental, encontra-se fortemente relacionada a atividades como a agropecuária.

De acordo com PAE-CE (2010), as marcas da formação territorial na região através pela pecuária foram bastante aceleradas. Em início, houve considerável predomínio da agricultura, com as práticas de subsistência. Já na segunda metade do século XVIII houve o avanço da cotonicultura, e uma vasta expansão do ciclo agropecuário, estendendo-se por todo o sertão.

Esta atividade teve sua expansão na segunda metade do século XVIII, dando início ao processo de exportações do produto, com a sua expansão em decorrência de conflitos internacionais como a Guerra da Secessão dos Estados Unidos, ocorrida na segunda metade do século XIX, seguido até a Primeira Guerra Mundial, com a ampliação das indústrias na área.

Mesmo sendo um produto de grande demanda e visto como foco de desenvolvimento para a região, o semiárido continuou a ser um ambiente controlado pela estrutura fundiária e com formas indevidas de uso da terra, impedindo assim um amplo desenvolvimento socioeconômico, aumentando a segregação socioeconômica, bem como o crescimento na utilização dos elementos naturais de forma ineficaz.

### 3.3 O PARADIGMA DA SECA E O ENFOQUE SOCIAL NA ESFERA DAS DESIGUALDADES: AS INTERVENÇÕES ESTATAIS E A CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO

Visto como fator de fragilidade ambiental, a questão da seca, hoje, não é mais analisada somente em seu contexto natural, mas discutida dentro de uma perspectiva das intervenções estatais realizadas ao longo dos anos.

Nobre e Magalhães (2013) discute o acúmulo de intervenções estatais ocorridas no final da primeira metade do século XX, tanto no aspecto de contribuir ao entendimento dos impactos ocorridos com os efeitos da seca, como identificar políticas que visassem amenizar os problemas ambientais ocorridos em detrimento das perdas das atividades econômicas voltadas a agricultura.

Mesmo com as intervenções estatais pensadas neste período, o Programa Nacional de Combate a Desertificação (2005) destaca que a área afetada pela seca aumentou mais de 50% durante o século XX. De acordo com o relatório,

as áreas mais afetadas pela seca são aquelas cujo processo de ocupação ocorreu a partir do consórcio gado-algodão-lavouras alimentares.

Diante do quadro ambiental do semiárido brasileiro, resgatado historicamente dentro do âmbito degradação e fragilidade ambiental, coloca-se a necessidade de discussão em torno da definição da palavra “seca” para a área, pois ao longo dos anos, os problemas socioeconômicos e ambientais encontrados hoje no semiárido, possuem um recorte de análise espaço-temporal vivenciados desde o período colonial até este início do século XXI.

Mediante problemas que vão desde a relação entre degradação ambiental e pobreza no semiárido, esta questão deve ser bastante debatida não mais dentro de um viés determinista, mas em um contexto que estabeleça a relação entre a sociedade/natureza.

O quadro histórico da seca caracteriza-se como um fenômeno climático que se fez presente na região semiárida desde antes da ocupação portuguesa (TARGINO; MOREIRA, 2006). Autores como Figueiredo (2003), destacam a região semiárida como um ambiente que tem marcas históricas de ocupação e que se refletem primordialmente em sua cobertura vegetal, onde, na segunda metade do XX, parte expressiva do bioma caatinga já estava sendo ocupado por vegetação secundária.

As questões relacionadas à seca enfocam várias visões: a histórica, caracterizada pelo processo de ocupação e análise dos principais agentes que produziram o espaço semiárido desde seu processo de colonização até a contemporaneidade; a visão natural, pautada na caracterização dos elementos geoambientais que compõem o conjunto paisagístico dos ambientes semiáridos, índice de aridez elevado e presença de solos com características frágeis.

De acordo com o PAE-CE (2010), há três tipos de seca: a seca hidrológica, que pode ser entendida como a indisponibilidade hídrica nos reservatórios; a seca meteorológica, caracterizada pelo *déficit* hídrico, que fica bem abaixo da média esperada em uma determinada região e a seca agrícola, caracterizada pela indisponibilidade hídrica para o cultivo de plantas.

Para Santos (2011), estudar as particularidades relacionadas às terras secas exige, sobretudo, compreender a teia de relações complexas entre as relações humanas e os elementos naturais.

Assim, o processo relacionado à problemática da seca como um elemento de fragilidade do semiárido na presente pesquisa é analisado em cima de fatores naturais e socioeconômicos que, conforme Travassos *et. al.* (2013), as atividades socioeconômicas apesar de não serem determinadas pelas condições hidroclimatológicas da área, caracterizam-se por ser um fator preponderante e que deve ser levado em consideração na perspectiva do planejamento ambiental nas regiões semiáridas.

Estas questões colocam um ambiente que, além de suas características ambientais bastante expressivas, pode-se através de seu histórico de uso, analisar a intensificação de uma fragilidade ambiental construída no discurso da seca como fator das disparidades socioeconômicas da área.

Souza (1979) relata que a primeira notícia relacionada aos “efeitos da seca”, deu-se no início da segunda metade do século XVI, destacando grande perda do potencial produtivo de vários cultivos, ocasionando a saída de vários grupos do sertão.

A segunda maior seca do século XVI afetou a criação do gado, até então única atividade de destaque nos sertões da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte. Em consequência, populações rurais do Nordeste migraram para as regiões de Minas Gerais e na Paraíba, inúmeros escravos morreram de fome, pois não lhe eram permitido comprar alimentos (SOUZA, 1979).

Conforme destaca Targino e Moreira (2006), no século XVII, ocorreram ainda seis grandes períodos de estiagens, que foram marcadas pela invasão de grupos indígenas nas grandes fazendas em decorrência da fome e escassez hídrica.

As consequências dessas invasões, segundo o autor, foram marcadas pela ocupação das grandes fazendas na área, que começavam a se espacializar e formar o conjunto paisagístico do semiárido.

Essa apropriação da Geografia semiárida por grandes fazendas acentuou a forma de ocupação da região, seguido de grandes secas no século XVIII, com destaque para a seca ocorrida na década entre 1790 e 1793.

Com efeito, à medida que a corrente de povoamento ia penetrando no semiárido, instalando fazendas e desenvolvendo atividades agrícolas, os efeitos das secas foram se tornando mais graves, com efeitos socioeconômicos negativos na população mais vulnerabilizada (TARGINO; MOREIRA, 2006).

Os problemas relacionados à escassez hídrica entraram para os relatos históricos, destacando a calamidade da questão da fome, dando início a relação entre seca e pobreza formando um quadro determinista que se instalava na sociedade com tentativa de naturalizar as desigualdades socioeconômicas do semiárido.

As grandes estiagens ocorreram mediante disputas desde o início de ocupação dos sertões, enfatizando a então segregação socioeconômica vivenciada até a atualidade. A decorrência da severidade climática deu-se mediante uma rede de conflitos, colocando desde o início a disputa e supervalorização dos recursos hídricos.

Neste período, a disputa pelos recursos hídricos enfatizou a pauta dos elementos naturais já vistos como moeda de troca, onde para os grandes donos de terra, a seca tornava-se um grande negócio, visto as práticas assistencialistas e dependência da população em decorrência da necessidade de se obter alimentos e água.

A multiplicidade dos problemas socioeconômicos em decorrência desse fator, que supostamente está associado à questão ambiental do semiárido, decorre não somente de suas condições naturais, mas da ausência de prioridades voltadas às intervenções governamentais.

Ao longo do século XIX, a escassez hidroclimatológica era pautada como um dos maiores agressores da paisagem semiárida, e dos problemas e disparidades socioeconômicas que abrangia o sertão. O processo de ocupação ocasionado na região, no final do século XVIII, fez com que o Governo percebesse a necessidade de elaboração de políticas governamentais que mitigassem os problemas socioeconômicos presentes na região, principalmente em áreas que estavam sendo ocupadas por grandes fazendas.

O ano de 1856, de acordo com Silva (2012), ficou destacado como um das maiores secas do século. Não somente pela escassez hídrica, consequência das características climáticas da região, mas pelo processo de segregação também ocorrido nos sertões semiáridos ao longo dos anos.

Os problemas socioeconômicos na região tiveram a contribuição das grandes oligarquias que, conforme iriam se apropriando de grandes lotes de terras, atribuíam a fome e a miséria às questões climáticas, com o objetivo de justificar a segregação socioeconômica que se acentuava.

As paisagens naturais da região semiárida foram sendo substituídas pelas grandes fazendas, sendo a seca usada como justificativa para as grandes disparidades socioeconômicas. Com o quadro configurado na região durante a segunda metade do século XIX, tanto econômico quanto ambiental, o Governo procurou trabalhar na formulação de medidas que procurassem mitigar os “efeitos da seca” sobre a região.

Em 1831, surge a primeira obra oficial contra as secas, quando a regência ordenou a abertura de fontes artesianas profundas (SOUZA, 1979). Outro fator importante foi o surgimento da Lei 884 de 10/1856, onde foram criadas as primeiras comissões de estudos das secas, com a proposição de projetos que combatessem os problemas socioeconômicos agravados pelas grandes estiagens.

Em 1856, foram pensadas formas de intervenção estatal na área das secas (SILVA, 2012), com objetivo de conhecer de forma mais aprofundada os ambientes semiáridos, dando uma conotação mais científica para a proposição de políticas de combate à seca, assim como era chamada na época e segue até a contemporaneidade em alguns discursos.

Neste período, de acordo com o autor, surgiram vários projetos: a realização de planos de estradas para incentivar pequenos produtores, recomendação para a construção de açudes de forma mais sólida, elaboração de técnicas para aumento da pluviosidade, dando ênfase ao papel do reflorestamento. Já nesta época, a transposição do rio São Francisco era discutida, pautando-se nas obras de canalização e açudagem.

Com toda problemática vivenciada deste a segunda metade do século XV, a questão da seca como fator problema afetou toda a população em um contexto geral. Foram impactos negativos que tentaram ser minimizados de acordo com a estrutura econômica da época, submetido aos grandes propriedades de terra.

Obviamente que, em grandes períodos de estiagens, a perda de produções agrícolas bem como a perda do gado gerava problemas econômicos em todas as camadas socioeconômicas, mas não em mesmas proporções.

No século XX, as grandes secas continuaram a agir no semiárido, tendo como relevante fator as pesquisas que tiveram como base os estudos realizados no século XIX. Silva (2007) enfatiza que somente na primeira metade do século XX, a questão da miséria e degradação nos ambientes semiáridos passou a ser vista

dentro de análises críticas, mas sem maiores efetivações no contexto da efetivação de projetos sociais e ambientais.

O aumento de perdas agrícolas, concentração de terras, intensificação do êxodo rural e o aumento da degradação ambiental serviram como indicadores de que os problemas enfrentados na região semiárida não era uma questão imposta pela natureza, mas por uma série de fatores socioeconômicos que impulsionavam uma rede de problemas presentes na área.

Dentre inúmeras consequências, destacava-se no semiárido uma base econômica estagnada. A pobreza da região continuou andando junto ao processo de concentração dos elementos naturais nas mãos dos grandes produtores no período das grandes estiagens.

A questão ambiental nos grandes sertões se fez mais presente neste século com o aumento do processo de degradação ambiental, bem como a preocupação com o surgimento de áreas em processo de desertificação, na segunda metade do século XX.

Sales (2006) enfatiza esta questão quando a preocupação com os problemas ambientais na região semiárida, principalmente no tocante a desertificação, surgiu em detrimento das grandes secas ocorridas na região.

Adiciona-se a esta discussão que a seca não foi o principal fator de degradação ambiental, mas a ausência de políticas que minimizassem os impactos que a escassez hídrica trouxe para a área.

Remetendo às questões anteriores, as primeiras medidas tomadas no início do século, basearam-se na questão hidráulica e nas políticas de açudagem. Tal política era utilizada para manter pequenas e grandes propriedades, sendo que, na primeira metade do século XX, açudes foram construídos em áreas particulares, favorecendo ainda mais a disparidade socioeconômica.

De acordo com Nobre e Magalhães (2013), boa parte dos recursos públicos que deveriam ser utilizados de forma a combater os efeitos da seca, eram trabalhados na perspectiva da dependência econômica da população que vivia em constante vulnerabilidade socioeconômica.

A seguir o quadro 15 destacando as principais intervenções trabalhadas no início do século XX.

**Quadro 15 - Recomendações de enfrentamento do problema das secas (final do século XIX e início do século XX)**

(Continua)

Implantação de postos meteorológicos, espalhados em todo o semiárido, para coletar dados pluviométricos, possibilitando a previsão das secas com anos de antecedência por meio de comparações de informações meteorológicas no decorrer das séries anuais.
Construção de estradas de rodagens e de ferro para atender às necessidades das populações que residiam no interior do Nordeste, facilitando a circulação de mercadorias e a retirada dos flagelados no período da seca.
Incentivo às práticas de piscicultura, utilizando as águas acumuladas nos açudes com finalidades comerciais e nutricionais, sendo uma das justificativas da solução hidráulica.
A transferência da população que residia no sertão semiárido para as áreas do litoral nordestino ou para outras regiões de clima úmido, como áreas de fronteira agrícola no Maranhão, no Centro-Oeste e nas áreas de extração de borracha na região Norte.
As práticas de lavoura seca (ou <i>dry-farming</i> ), utilizando um conjunto de técnicas de manejo de solos e da vegetação, de modo para obter o maior rendimento agrícola com as precipitações fluviais. Trata-se de uma influência de práticas agrícolas que eram desenvolvidas nas áreas áridas e semiáridas dos Estados Unidos da América.
Adoção e disseminação da agricultura conservacionista, considerada como método científico no combate às secas, com ampliação de alguns princípios racionais com o objetivo de prevenir a erosão do solo e melhorar a absorção da água da chuva no solo.
Cultivo de lavouras resistentes às secas, plantas nativas e exóticas de interesse industrial, a exemplo da carnaúba (cera), da oiticica (óleo) e do algodão mocó.
Utilização da agricultura irrigada, enfatizada por diversos autores como a medida de combate à seca mais eficaz, para garantir a produção agrícola e a manutenção do rebanho, utilizando as águas acumuladas nos açudes.
Incentivo à criação de ovelhas (ovinocultura) e cabras (caprinocultura), como animais que haviam se adaptado às condições climáticas do semiárido e à vegetação da caatinga.

Fonte: Alves (1982), Pompeu Sobrinho (1982). Adaptado de Silva (2007).

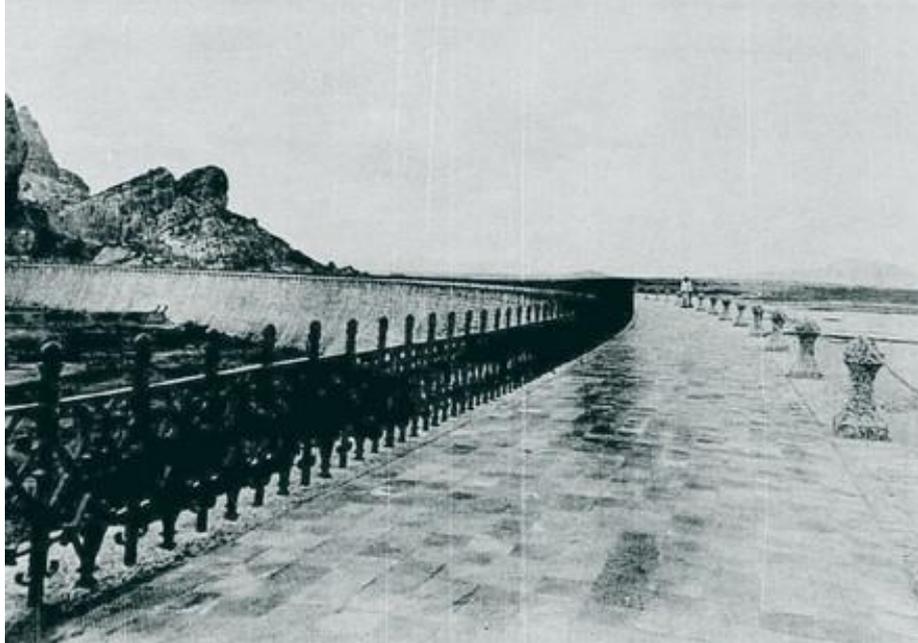
(Conclusão)

Para Nobre e Magalhães (2013), o Estado passou a criar instituições e recursos que pautaram formas de planejamento para o desenvolvimento da região, com o desafio de superar o quadro de pobreza vivenciado na área. Exemplos destas instituições estão voltados à Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste-SUDENE.

Na segunda metade do século XX, o Estado estabelecia a criação da Inspetoria de Obras Contrás as Secas (IOCS), incorporando uma nova abordagem de intervenção estatal no Nordeste brasileiro.

Uma das principais obras realizadas pelo IOCS no estado cearense atribuiu-se a continuidade da construção do Açude do Cedro, em Quixadá, ocorrendo o início de sua engenharia na segunda metade do século XIX, estando dentro dos primeiros grandes projetos de açudagem na época. Hoje comporta aproximadamente 126.000.000 m<sup>3</sup>, sendo um dos principais açudes do estado do Ceará (Figura 9)

**Figura 9 - Vista do Açude do cedro no período de sua construção, em 1907**



Fonte: <http://www.ibamendes.com/2012/06/fotos-antigas-de-cidades-do-ceara-iv.html>

A importância dos estudos ambientais neste período foi de caráter imprescindível, já que não se poderia pautar um planejamento ambiental e territorial para a área sem se ter um conhecimento prévio das características naturais semiáridas.

As pesquisas voltadas aos estudos ambientais e condições socioeconômicas da região, caracterizavam o início de uma nova etapa, no que concerne a elaboração das políticas públicas da época.

Mesmo com a criação da Inspeção de Obras Contra as Secas (IOCS), as diretrizes econômicas e ambientais lograram a outro patamar.

Com a decorrência de outros períodos de seca no semiárido, ao invés de aumentar as fontes de pesquisa voltadas aos problemas em decorrência dos períodos de estiagens, o Estado passou a diminuir as pesquisas científicas em longo prazo para o semiárido, de acordo com as decisões políticas tomadas na época, desde os problemas relacionados à escassez de recursos financeiros, aos atrasos das intervenções sociais pautadas em projetos como irrigação.

O atraso das pesquisas e a falta de prioridades do Estado caracterizou uma série de questões voltadas ao planejamento territorial, não levando em consideração a relação entre sociedade e natureza, em uma perspectiva fundamentada na sustentabilidade dos componentes geoambientais inseridos na região semiárida. A falta de visão do Estado em relação às intervenções

governamentais refletiu-se em abordagens reducionistas que passou a integrar o planejamento desta área.

O Estado fez as primeiras mudanças relacionadas às políticas públicas pautadas na questão da seca, mudando o nome do antigo Instituto de Obras contra as Secas, sendo agora denominada Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), direcionando ao órgão novas atribuições e reiniciando um novo planejamento para as políticas públicas de combate aos efeitos da seca.

Esse novo processo político no Nordeste, apesar dos avanços, atravessou os mesmos problemas como a deficiência em executar os projetos planejados, além da falta de repasse de verbas para as grandes obras.

No final da segunda metade do século XX, a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS), foi substituída pelo Departamento de Obras Contra as Secas (DNOCS). A instituição ficou responsável por obras e implementações de políticas de emergência, para combater os problemas socioeconômicos sempre atribuídos à seca, estando esta instituição responsável pelo monitoramento e gerenciamento dos açudes.

Mesmo com mudanças institucionais, o DNOCS passava por grandes problemas como o desafio relacionado à questão de domínios de terras, que outrora, deveriam ser aproveitadas para práticas de irrigação.

No início da segunda metade do XX, as desigualdades socioeconômicas do semiárido se intensificaram em decorrência do modelo de crescimento econômico ocorrido no país. Enquanto áreas geográficas vivenciavam um crescimento industrial significativo, como no Sudeste, a região nordestina tinha como destaque o atraso econômico ainda com boa parte das terras concentradas nas mãos de grandes proprietários.

Relembra-se, que como a pecuária exigia grandes parcelas de terras, constituindo-se base de formação dos latifúndios, bem como a agricultura de subsistência, base do minifúndio (SILVA, 2003), mantiveram-se práticas agropecuárias tradicionais como queimadas, desmatamento do bioma caatinga e uso intensivo dos cursos fluviais, ocasionando degradação das matas ciliares, dentre outros usos inadequados.

Mesmo com a inserção de outras atividades, como a industrialização, principalmente na segunda metade do século XX e o surgimento de pólos

agroindustriais, o histórico de degradação da região semiárida associou-se às marcas da agropecuária.

As novas políticas direcionadas à questão da seca criou um caráter desenvolvimentista, que conforme estabelece Nobre e Magalhães (2013), à luz da continuidade das obras relacionadas à questão hidráulica, foi executada a obra do Açude do Castanhão, na década de 90 do século XX, e concluída em 2002, mesmo tendo seus primeiros estudos de engenharia no início do século XX, sendo considerado um dos maiores açudes para diversos usos do Brasil.

### 3.4 AS POLÍTICAS DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO E AS CONTRADIÇÕES SÓCIOESPACIAIS: O CONTEXTO CEARENSE

Conforme destacado, as intervenções estatais voltadas à mitigação dos efeitos da seca na região nordestina, em particular no território cearense, suscitam novas discussões sobre as políticas de convivência com o semiárido e seus resultados, com o objetivo de serem mais amplas e não somente em caráter paliativo.

No início da segunda metade do século XXI, algumas políticas começaram a ser pensadas com o intuito de amenizar a problemática relacionada à seca.

Conforme Silva (2003), algumas políticas de “combate à seca”, além de ineficazes, passaram a contribuir com a cultura de que a seca era o principal fator de desigualdade socioeconômica da área.

A desconstrução deste discurso suscitou em uma realidade que a região semiárida deveria ser pensada, do ponto de vista de sua gestão territorial, em políticas públicas elaboradas não dentro de um viés desenvolvimentista, e sim analisando todo o processo de segregação socioespacial que a população atravessava.

Destaca-se no pensamento de Ab’Saber (1999), que o complexo geográfico dos sertões secos possuem características naturais que, para além de seus conhecimentos técnicos, necessita-se estabelecer diretrizes de uso sustentável e de inserção social condizentes com as condições naturais do semiárido.

Os discursos e perspectivas no que diz respeito à elaboração de políticas públicas foram pensadas em uma visão paliativa do Estado, para tentar amenizar

e/ou reduzir a vulnerabilidade socioeconômica da maioria dos moradores que convivem com a escassez hídrica. Atualmente, existem várias iniciativas (aliadas ao discurso de convivência com o semiárido) que procuram encontrar alternativas para amenizar os problemas relacionados ao período da seca. Dentre elas, serão pautadas ao longo do texto algumas pontuadas como relevantes.

Dentre os projetos de caráter importante, há o Programa de Desenvolvimento Hidroambiental – PRODHAM, que atua, principalmente, realizando obras e serviços voltados no manejo sustentável dos recursos naturais.

O PRODHAM procura desenvolver, em caráter piloto e em moldes participativos, ações articuladas e sustentáveis para a recuperação e preservação dos recursos naturais no âmbito das microrregiões de quatro microbacias hidrográficas de municípios da região do semiárido cearense: Microbacia Hidrográfica – MBH do Rio Cangati - Canindé /CE; MBH do rio Pesqueiro - Aratuba / CE; MBH do rio Batoque - Paramoti/ CE; MBH do rio Salgado – Palmácia/Pacoti/ CE.

Outro projeto com diretrizes também pautadas no âmbito das políticas públicas tem sido o PAE (2010), onde o objetivo centrou-se na delimitação dos núcleos de desertificações e as áreas susceptíveis a desertificação.

A tabela 1 ilustra as áreas de intervenções que atuam no programa de convivência com a seca, assim como é chamado presente relatório.

**Tabela 1 - PACS – Programa de Convivência com a Seca**

	<b>DESCRIÇÃO</b>
<b>Área de intervenção</b>	152 municípios no período de 2007 a 2009, cobrindo 100% dos municípios mais afetados pela estiagem.
<b>Objetivo Geral</b>	Aumentar a segurança hídrica e a segurança alimentar da população do Estado.
<b>Objetivos específicos</b>	Construir infraestruturas hídricas; Implantar sistemas de abastecimento de água.
<b>População Beneficiada</b>	População dos municípios mais afetados com a estiagem
<b>Ações em andamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 245 sistemas de abastecimento – Projeto São José (convênio com os municípios) Valor: R\$ 19.600.000,00 Famílias beneficiadas: 16.870</li> <li>• 227 sistemas de abastecimento – Projeto São José (convênio com a União) Valor: R\$ 19.939.636,00 Famílias beneficiadas: 8.510</li> <li>• 35 Programas Alvorada Valor: R\$ 9.309.345,59 Municípios beneficiados: 4.950</li> <li>• 23 sistemas de abastecimento d'água rurais Valor: R\$ 1.0013.633,82</li> </ul>

	Municípios beneficiados: 15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 sistemas de poços com dessalinizador</li> </ul> Valor: R\$ 4.600.000,00 Municípios beneficiados: 45 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 recuperações de poços com dessalinizador já existentes</li> </ul> Valor: R\$ 2.250.000,00 Municípios beneficiados: 33 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 19.949 cisternas de placas este ano</li> </ul> Valor: R\$ 29.429.036,24 Municípios beneficiados: 74 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção e ampliação de açudes e adutoras, construção do Açude de Orós/Feiticeiro e projeto do Cinturão das Águas do Ceará (CAC)</li> </ul> Total do investimento do Estado: R\$ 175.218.210,50 Aquisição de equipamentos Aquisição de 3 Comboios de Perfuração de Poços Valor: R\$ 8.892.000,00 Aquisição e instalação de radar de monitoramento de precipitação e execução de obras de acesso ao radar Valor: R\$ 8.830.000,00
<b>Prazo/Duração</b>	PPA 2008-2011
<b>Recursos financeiros</b>	Do estado serão investidos cerca de R\$ 213 milhões, da União, cerca de R\$ 468 milhões, cabendo aos municípios parcela de aproximadamente R\$ 8 milhões
<b>Site</b>	<a href="http://www.srh.ce.gov.br">http://www.srh.ce.gov.br</a>
<b>Instituição</b>	Secretaria de Recursos Hídricos

Fonte: Secretaria dos Recursos Hídricos, Programa de Ação Estadual de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE/CE, 2010.

Uma das primeiras iniciativas até então trabalhada sobre a perspectiva da participação popular, foi à elaboração do Programa “Um milhão de cisternas” e que vem sendo posta em conjunto com a Articulação do Semiárido.

De acordo com Pontes (2009), o P1MC foi iniciado como projeto piloto e está atualmente na fase executiva, e hoje possui característica de política pública, acercando-se do apoio formal dos governos.

Outros projetos são trabalhados de forma integrada, como o projeto Territórios da Cidadania, que objetiva trabalhar entre todas as esferas do Governo (Federal, Estadual e Municipal). Projetos como o Bolsa Família, Garantia Safra, Bolsa Estiagem, Água para Todos (integra o Brasil sem Miséria), Programa Água Doce, PRONAF, além de outros projetos que trabalham na perspectiva de fortalecer os pequenos agricultores, como a agroecologia e agricultura familiar.

Alguns empreendimentos de grande porte foram pensados pelo Estado com o objetivo de combater a escassez hídrica. No caso de adutoras, algumas são utilizadas somente para o perímetro irrigado.

Nota-se, do ponto de vista empírico, que muitas famílias residentes na região semiárida não tem acesso aos recursos hídricos localizados há menos de 1 Km de distância de suas residências. No caso destas famílias, ou se espera pelo período da quadra chuvosa, ou pela distribuição de água através de carros-pipa para abastecer as cisternas. A figura 10 ilustra um carro-pipa em Quixadá, com destino às áreas mais interioranas do município.

Outro ponto de contradição em torno da prioridade hídrica pauta-se no redimensionamento dos recursos hídricos. Ao mesmo tempo em que há predominância de escassez hídrica em boa parte do território de Quixadá, há o crescimento em torno da economia turística local, destacando no município um modelo de desenvolvimento pautado na intensificação da segregação socioespacial (Figura 11).

**Figura 10 - Carro-pipa localizados no município de Quixadá, em maio de 2013**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 11- Hotel localizado nas proximidades do distrito de Joatama, em maio de 2013. Observar a piscina à frente**



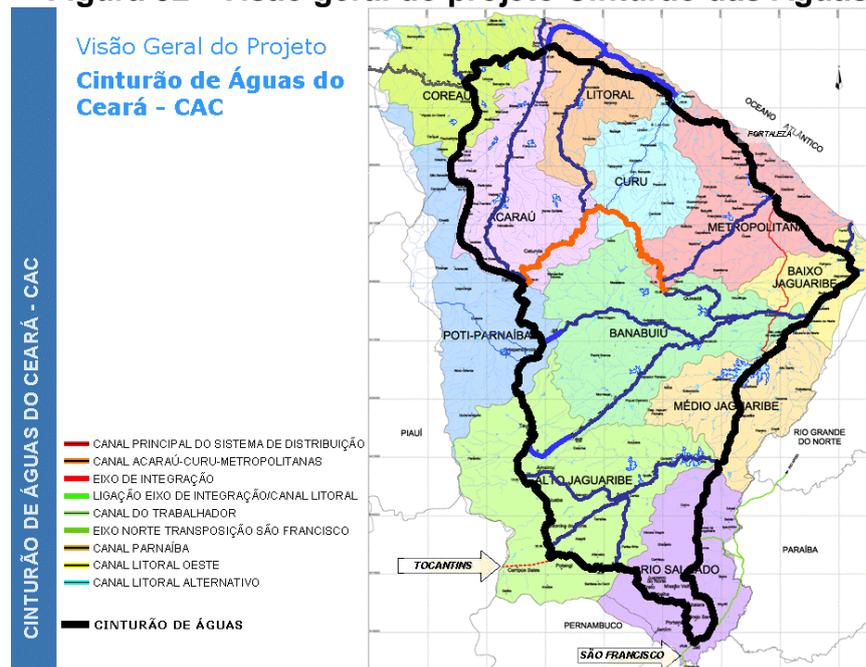
Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Algumas medidas voltadas ao gerenciamento de recursos hídricos no Estado Ceará, tem levantado polêmicas em torno das prioridades no que condiz ao redimensionamento e direcionamento.

Dentre vários projetos elaborados pelo Governo do Estado do Ceará, a tentativa de integração dos recursos hídricos, através da interligação das bacias hidrográficas foi chamada de Cinturão das Águas (Figura 12), onde o principal objetivo tem sido o canal da integração, que tem como meta interligar a sub-bacia do baixo e médio Jaguaribe, Banabuiú e Metropolitanas para abastecer os complexos industriais de Maracanaú e Pecém, bem como os demais municípios da Região Metropolitana de Fortaleza-RMF (LINS, 2011).

A lógica do processo de reestruturação socioespacial a partir da utilização dos recursos hídricos como fatores de produção, tem cada vez mais se distanciado da população diretamente afetada pela escassez hídrica.

**Figura 52 - Visão geral do projeto Cinturão das Águas**



Fonte: CEARÁ (2012).

Em visão mais crítica relacionada ao projeto, percebe-se que, apesar do objetivo geral ter sua pauta direcionada a democratização dos recursos hídricos, muitos impactos socioeconômicos e ambientais são visíveis.

Nota-se que uma política antes pautada dentro do contexto da “integração e descentralização dos recursos hídricos”, hoje faz parte de uma proposta de privatização dos recursos naturais voltadas ao mercado agroindustrial e ao Porto do Pecém.

Os demais trechos do projeto estão em andamento, e conseqüentemente virão acompanhados de maiores impactos ambientais e processos de exclusão socioeconômica. Pois, maior parte da população que sofre com as conseqüências da seca e da ausência das políticas de recursos hídricos na região, não está tendo acesso direto à água como deveria.

### 3.4.1 A questão ambiental no semiárido cearense e o contexto do município de Quixadá

A problemática ambiental no semiárido cearense sempre esteve associada às suas condições naturais, base da estrutura econômica da região.

As mudanças no padrão de desenvolvimento do semiárido, de acordo com o exposto, demonstram que a degradação dos componentes geoambientais tem se configurado em um quadro de problemas ambientais.

Oliveira (2006) trata as consequências advindas das intervenções socioeconômicas como um ponto crucial para o entendimento das mudanças ambientais na região semiárida.

A autora aborda as alterações ocorridas no bioma caatinga, destacando que atividades como queimadas e práticas extensivas, ainda ocorrem em boa parte do espaço geográfico semiárido, tendo alterado significativamente sua vegetação.

Tais atividades caracterizam uma região que tem sido palco de impactos ambientais negativos, que mesmo com a intervenção de algumas políticas ambientais que constituem a base para a preservação dos elementos naturais, como a Política Nacional do Meio Ambiente-PNMA, o semiárido possui ainda um lento processo no que condiz o respeito pela preservação e conservação do conjunto paisagístico inserido neste espaço geográfico.

O monitoramento de áreas passíveis de proteção ambiental tem se transfigurado em ambientes com elevados índices de degradação ambiental, como os núcleos de desertificação e as áreas susceptíveis a desertificação. Estas áreas sofrem com a pressão de atividades ensejadas desde seu processo de ocupação, baseada predominantemente na pecuária extensiva.

Ao mesmo tempo em que políticas de intervenção são pautadas em políticas públicas, como o redimensionamento dos recursos hídricos e inovação tecnológica, caracterizam-se ainda no sertão semiárido o discurso da escassez hídrica como um dos fatores de impossibilidade ao planejamento agrícola eficiente.

O que se coloca, é a necessidade de um planejamento específico, levando em consideração tanto as condições naturais, como também um planejamento que alcance todas as classes sociais, com destaque para as populações com condições sociais mais vulneráveis, indagando o verdadeiro discurso da sustentabilidade ambiental.

De acordo com Oliveira (2006), dentre os componentes geoambientais que compõem a paisagem semiárida, os solos apresentam-se como um dos retratos marcantes do grau de degradação ambiental.

Os solos em boa parte da região encontram-se erodidos, a exemplo dos Luvissoles. Em algumas áreas, o comprometimento da capacidade produtiva está relacionado à ausência de políticas de conservação dos solos.

É necessário desmistificar as condições climáticas como fator de problemas ambientais no semiárido, e sim a ausência de um planejamento ambiental. Pois, em períodos chuvosos, algumas áreas da região apresentam um quadro de problemas socioeconômicos como inundações, aumento de problemas relacionados ao saneamento básico, poluição hídrica e agravamento dos problemas habitacionais, conforme verificado no município de Quixadá (Figura 13).

Cavalcanti (2011) discute a questão ambiental no semiárido, enfatizando que a degradação ambiental não se remete somente ao desmatamento do bioma caatinga. Outros fatores levantam esta discussão como a questão fundiária, problemas habitacionais e privatização dos recursos hídricos.

**Figura 63 - Ilustração com problemas ambientais vivenciados no município de Quixadá/CE**

**SECA em QUIXADÁ > Prefeito decreta “estado de emergência”**

Publicado em 21/04/2012 - 8:00 por E889f | Comentar

**Categorias:** Agricultura, Meteorologia, Pecuária

Quixadá > Depois de Quixeramobim, Madalena, Choró e Ibaretama, o prefeito de Quixadá, Rômulo Carneiro, também decreta estado neste Município do Sertão Central. Através de nota emitida por sua assessoria Rômulo Carneiro aponta a prolongada estiagem, castigando a Terra dos Monótilos, causando enormes prejuízos ao homem do campo, onde as perdas de plantios superam os 60% e a falta de água potável para quem mora na zona rural, como causas da decretação de estado de calamidade pública.

Enquanto o Exército não normaliza o abastecimento de água para as comunidades rurais através de carros-pipa, paralisado desde o início do mês por falta de repasse para a 10ª Região Militar, as famílias continuarão sendo atendidas, através da Secretaria de Desenvolvimento Rural, assegurou o gestor municipal. Uma das regiões mais afetadas é Cipó dos Anjos, maior produtora de feijão do município, mesmo assim o quilo do grão ainda está na média de R\$ 5,00 na cidade.

**Diário Sertão Central**

**SEM TETO > Famílias invadem mais terrenos em Quixadá**

Quixadá é uma cidade seca e a situação de seca 2012 no ar já está insuportável para a maioria da população. O problema é que a situação não é apenas de seca, mas também de falta de saneamento básico, o que está afetando a saúde da população. O problema é que a situação não é apenas de seca, mas também de falta de saneamento básico, o que está afetando a saúde da população.

**Moradores sofrem com a seca em Quixadá**

Quixadá é uma cidade seca e a situação de seca 2012 no ar já está insuportável para a maioria da população. O problema é que a situação não é apenas de seca, mas também de falta de saneamento básico, o que está afetando a saúde da população.

Por Tribuna do Ceará e em Gente na TV 13 de novembro de 2014

3 0 0 0 likes tweets plus opiniões

Compartilhe

**Moradores sofrem com a seca em Quixadá**

Fonte: Organizado pela autora (2015).

O município de Quixadá enquadra-se em um contexto de problemas socioeconômicos e ambientais existentes em boa parte dos municípios inseridos no sertão cearense. Conforme Pereira (2014), nos últimos dez anos, esta área tem se destacado com um dos principais centros urbanos localizados no Estado, contribuindo de forma relevante com o crescimento econômico do município.

A inserção de atividades terciárias fez com que a população de Quixadá crescesse consideravelmente nos últimos anos, constando em aproximadamente 80.604 mil habitantes (IBGE, 2010), com uma leve diminuição demográfica em seus distritos e aumento considerável de seu núcleo urbano. Mesmo com esse crescimento, o município ainda vive um palco de contradições socioeconômicas e ambientais.

Para Rossi (2011), a necessidade urgente de uma política integrada é a base para a discussão de que os ambientes semiáridos possuem um potencial ambiental de grande relevância, mas que é necessário traçar e trabalhar planos de recuperação de áreas degradadas e minimizar os impactos socioeconômicos ainda vivenciados por boa parte da população.

Esta problemática ambiental deve ser analisada de forma integrada, evidenciando suas contradições sócioespaciais. Seguindo a discussão realizada por Cavalcanti (2011), o uso dos elementos naturais pertencentes à região semiárida, passa a ser baseado em cima de questões imediatistas ligadas a um modelo de organização e planejamento social e econômico, pautado na concentração da distribuição de renda, ainda com um vasto processo de segregação socioespacial vivenciado na região.

## 4 A NATUREZA E A DINÂMICA DA PAISAGEM NO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ

### 4.1 A IMPORTÂNCIA DOS ASPECTOS NATURAIS NA COMPREENSÃO DA PAISAGEM

A caracterização ambiental é primordial em estudos voltados a questões ambientais, quando se coloca as potencialidades naturais como fatores importantes para os estudos voltados à conservação dos elementos ambientais. Para a delimitação dos sistemas ambientais, tais características foram cruciais no entendimento da dinâmica ambiental da área.

O estudo geoambiental descrito a seguir, teve como auxílio às atividades empíricas e as análises de sensoriamento remoto para a elaboração dos mapas setorizados e o de sistemas ambientais, este último, resultado da análise integrada dos elementos ambientais.

#### a) Arcabouço geográfico da área

O município de Quixadá está localizado na área centro-ocidental do estado do Ceará, mais precisamente entre as coordenadas geográficas 4°50' e 5°30' de latitude sul, e 39°30' e 38°50' de longitude oeste (Figura 14).

Possui uma área de aproximadamente 2024.44 km<sup>2</sup>, tendo em seus limites territoriais os municípios de Choró, Itapiúna, Ibaretama, Ibicuitinga, Banabuiú e Quixeramobim. Está situado na área de abrangência do Complexo Granítico Quixadá-Quixeramobim, que fica situado na porção central do Ceará.

Em relação aos seus limites administrativos, o município está dividido em 13 distritos: Califórnia, Cipó dos Anjos, Custódio, Daniel de Queiroz, Dom Maurício, Juá, Juatama, Riacho Verde, Sede, São Bernardo, São João dos Queirozes, Tapuiará e Várzea da Onça (Quadro 16).

**Quadro 16 - Distritos do município de Quixadá**

(Continua)

DISTRITOS	ANO DE CRIAÇÃO
Quixadá	1870
Califórnia	1993
Cipó dos Anjos	1964
Custódio	1937
Daniel de Queiroz	1933
Dom Mauricio	1938

Juá	1993
Juatama	1933
São Bernardo	1991
São João dos Queirozes	1990
Tapuiará	1943
Riacho Verde	2000
Várzea da Onça	2000

Fonte: IPECE (2013).

(Conclusão)

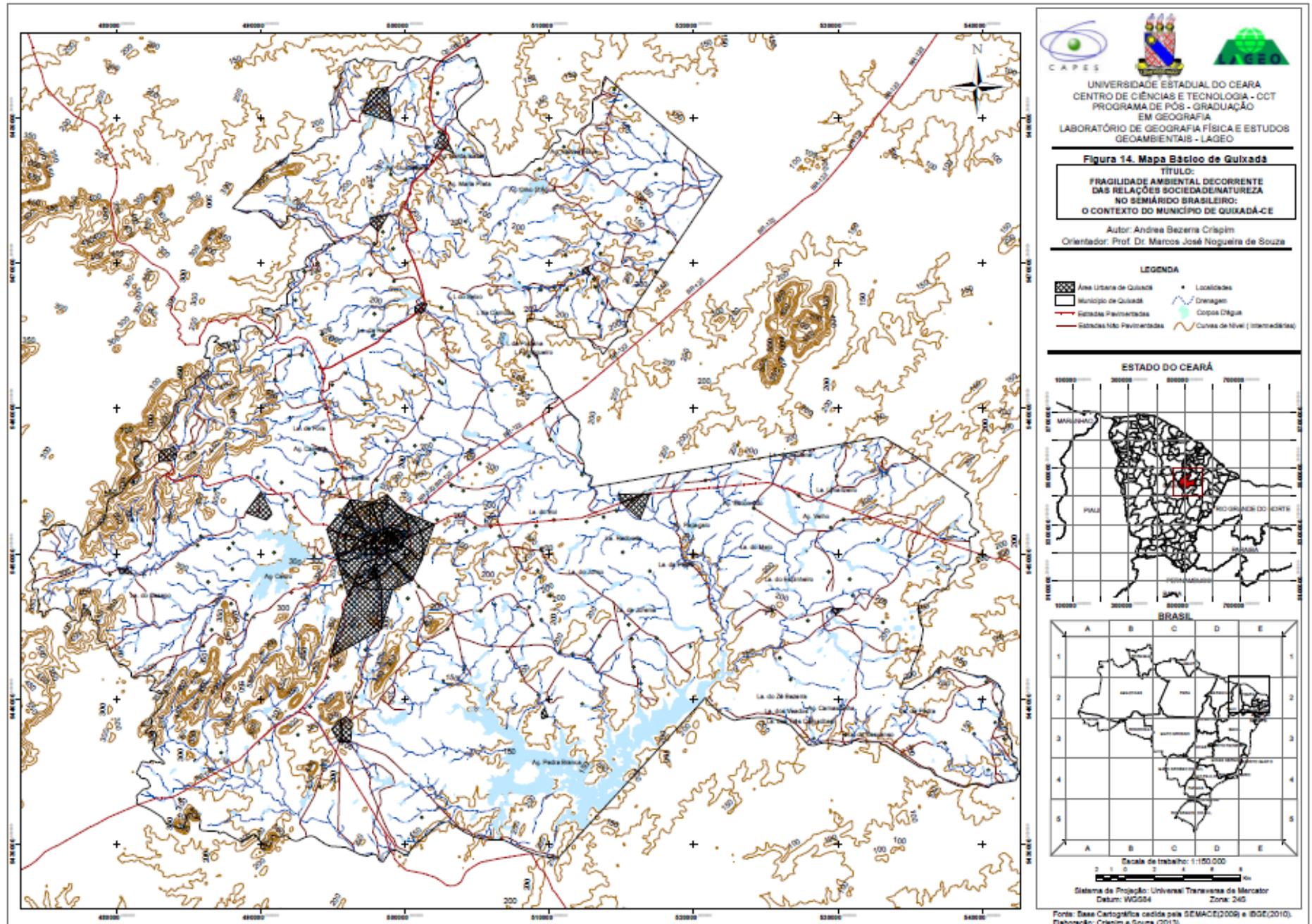
Sobre suas condições geológicas, a área em estudo está inserida no Complexo Granítico Quixadá-Quixeramobim, que fica situado na porção central do Ceará. Conforme Souza (2006), a análise do relevo regional evidencia a convergência de fatores geológicos, paleoclimáticos, e morfodinâmicos sub-atuais e atuais, que se manifestaram de modo dinâmico no decorrer da evolução geoambiental da área.

Há um amplo predomínio de rochas do embasamento cristalino, representadas por gnaisses, migmatitos e granitos, aos quais se associam restos de supracrustais, sobre a forma de estreitas faixas preenchidas por xistos, quartzitos, metacalcários e anfibólitos. Ocorrem, ainda, constituindo manchas isoladas, áreas de coberturas recentes formadas por sedimentos detríticos conglomeráticos, arenosos a argilosos, de espessuras bastante reduzidas e aluviões (SOUSA, 2010).

Suas características geomorfológicas evidenciam a relação da morfologia com os fatores litológicos e as marcas das flutuações climáticas cenozóicas que motivaram as superfícies degradacionais e agradacionais.

Dando destaque aos seus monólitos, as áreas de acumulação inundáveis e seus pedimentos parcialmente conservados e dissecados, enquadrando-se de acordo com o PAE (2010), aos municípios susceptíveis ao processo de desertificação do estado do Ceará.

Figura 14 - Mapa básico de Quixadá



## 4. 2 ARCABOUÇO GEOAMBIENTAL DO ESPAÇO GEOGRÁFICO DE QUIXADÁ

### 4.2.1 Aspectos geológico-geomorfológicos

O processo de evolução do relevo ao longo do tempo geológico é de extrema importância para a compreensão e entendimento da dinâmica dos geoambientes inseridos na região semiárida.

De acordo com a CPRM (2003), as condições geomorfológicas dependem de influências litológicas e estruturais pretéritas, dos mecanismos de flutuações climáticas quaternárias e dos processos subordinados à morfodinâmica atual.

As formações geológicas passam a apresentar características que condicionam a formação conjunta da paisagem, agindo sobremaneira na formação geomorfológica, pedológica e nas condições fitogeográficas.

No que condiz à esta formação geológica, o município de Quixadá encontra-se localizado na porção central da Região de Dobramentos do Nordeste ou Província Borborema, mais precisamente no Sistema de Dobramentos Jaguaribeano, que deve sua configuração atual ao Ciclo Brasileiro, desencadeado no Proterozóico Superior (MORAES, 1989), de grande variação faciológica, que se encontram intrudidas em duas unidades distintas: uma de idade atribuída ao Proterozóico Inferior e a outra, ao Proterozóico Médio.

Como critério para compartimentação e mapeamento do relevo no município de Quixadá, a delimitação das unidades geomorfológicas teve como base as leituras de Ab´Sáber (1969), pontuando os três níveis de abordagens estabelecidos pelo autor (compartimentação topográfica, estrutura superficial da paisagem e fisiologia da paisagem), bem como a aplicação das hierarquias estabelecidas pelo RadamBrasil (1971-1981), no tratamento do mapa geomorfológico.

Conforme metodologia adotada, a compartimentação geomorfológica estaria estabelecida dentro dos níveis hierárquicos: domínios morfoestruturais, compartimentação geomorfológica, feições geomorfológicas e modelados.

O critério desenvolvido para o mapeamento teve como base a compartimentação topográfica da área, analisando de forma criteriosa as condições altimétricas, evidenciando as características relacionadas ao seu modelado.

Devido a pouca diversidade da área do ponto de vista morfoestrutural, Quixadá teve seu relevo compartimentado partindo da compartimentação geomorfológica. A análise de sensoriamento remoto foi imprescindível nesta etapa, já que o mapeamento do RadamBrasil foi realizado em escala de 1:1000.000, não sendo possível identificar todas as feições geomorfológicas de Quixadá, tornando-se necessária a análise empírica e um mapeamento mais detalhado.

Referindo-se à escala de mapeamento, a área de estudo foi mapeada em 1:40.000, tendo a delimitação da compartimentação e feições geomorfológicas, bem como a especificação de cada padrão dominante (Quadro 17).

**Quadro 17 - Unidades Geomorfológicas do município de Quixadá**

<b>UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS</b>	<b>COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA</b>	<b>FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS</b>	<b>PADRÃO DOMINANTE</b>
Sedimentos Aluviais Holocênicos	Planícies de Acumulação	Planícies Fluviais	Formas de planície fluvial
PEgm- mg Complexo Gnássico – PEgr – gm Complexo Granítico – migmatítico Pré - Cambriano	Depressão Sertaneja	Depressão sertaneja pediplanada	Formas de superfícies planas
		Depressão sertaneja dissecada em colinas rasas	
	Campo de inselbergs e cristas residuais	Campo de Inselbergs	Formas de vertentes
		Cristas residuais	
Maçãos Residuais	Serra do Estevão	Formas com topos aguçados	

Fonte: Organizado pela autora (2014).

Foram identificados na compartimentação geomorfológica as planícies de acumulação a depressão sertaneja, campo de inselbergs, cristas residuais e os maciços residuais. Cada feição geomorfológica foi compartimentada de acordo com suas características específicas e padrão dominante.

Nas planícies de acumulação foram delimitadas a feição geomorfológica atribuída às planícies fluviais. A depressão sertaneja, compartimentação

geomorfológica que possui maior abrangência espacial na área de estudo, teve como delimitação as feições geomorfológicas classificadas como depressão sertaneja pediplanada (ambientes até 250 metros), depressão sertaneja dissecada em colinas rasas (ambientes acima de 250 metros), os campos de inselbergs e as cristas residuais.

A Serra do Estevão insere-se na feição geomorfológica relacionada aos maciços residuais. Na área de estudo os maciços residuais estão representados pela Serra do Estevão (Figura 15), ocupando aproximadamente 3.93% da área de Quixadá.

**Figura 15 - Vista parcial da Serra do Estevão em Quixadá, Ceará**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Conforme estabelecido por Souza (1988), as depressões sertanejas possuem suas características naturais associadas a uma vasta superfície pediplanada, com significativa variação litológica e uma rede de drenagem ramificada.

Com níveis altimétricos que chegam a 700 metros (Figura 16) a Serra do Estevão resulta dos processos de erosão diferencial, tendo uma maior resistência aos processos morfogenéticos na área, com relevos fortemente dissecados. Uma das principais características dessa unidade geomorfológica está relacionada ao forte poder de entalhe desenvolvido pela rede de drenagem superficial, com características dendríticas a subdendríticas.

As depressões sertanejas são relevos pertencentes ao complexo gnáissico-migmatítico datado do Pré-Cambriano, possuindo maior abrangência espacial no município (Figura 17).

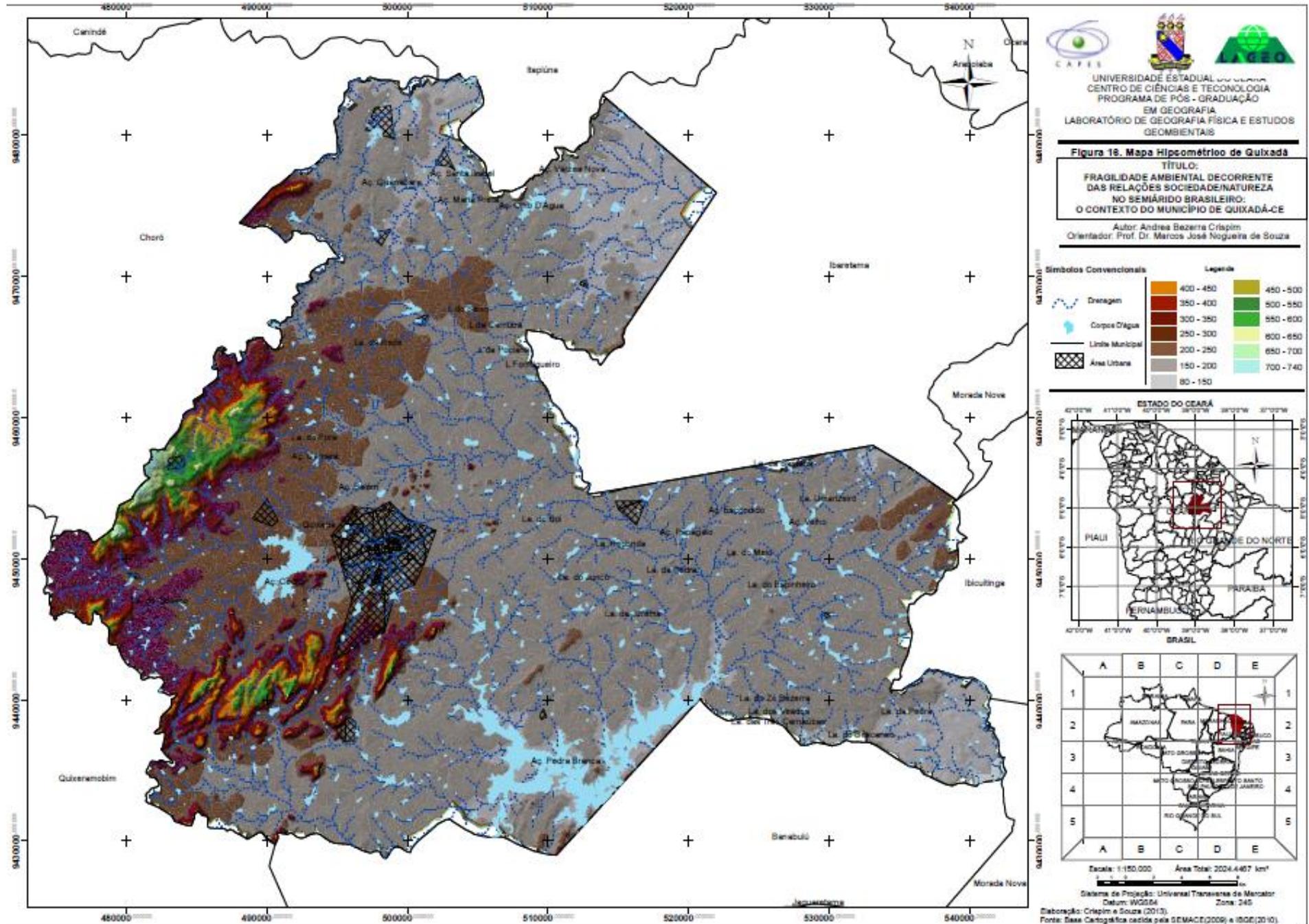
De acordo com Silva (2012), estas superfícies pediplanadas estão submetidas em boa parte do ano aos *déficits* hídricos, em decorrências de suas características climáticas.

Em Quixadá, foram estabelecidas e mapeadas a depressão sertaneja pediplanada (ambientes até 250 metros de altitude) e a depressão sertaneja dissecada em colinas rasas (ambientes acima de 250 metros), caracterizando-se em ambientes que foram submetidos a sucessivas fases relacionadas aos processos de erosão.

Para Santos e Salgado (2010), a perpetuação das condições de aridez do clima favoreceu a coalescência desses pedimentos e a formação de ampla superfície pediplanada denominada de pediplano.

Nessa unidade geomorfológica predomina o padrão de drenagem dendrítico e subdendrítico, devido à própria impermeabilidade das rochas, que conforme Oliveira (2010), a depressão sertaneja passa a ser um reflexo de seus condicionantes litológicos (embasamento cristalino), bem como sua associação às características pluviométricas típicas do semiárido nordestino, com chuvas concentradas nos quatro primeiros meses do ano, caracterizando em sua rede fluvial rios e riachos de caráter torrencial.

Figura 16 - Mapa Altimétrico de Quixadá



**Figura 17 - Vista Parcial da depressão sertaneja em Quixadá, Ceará**

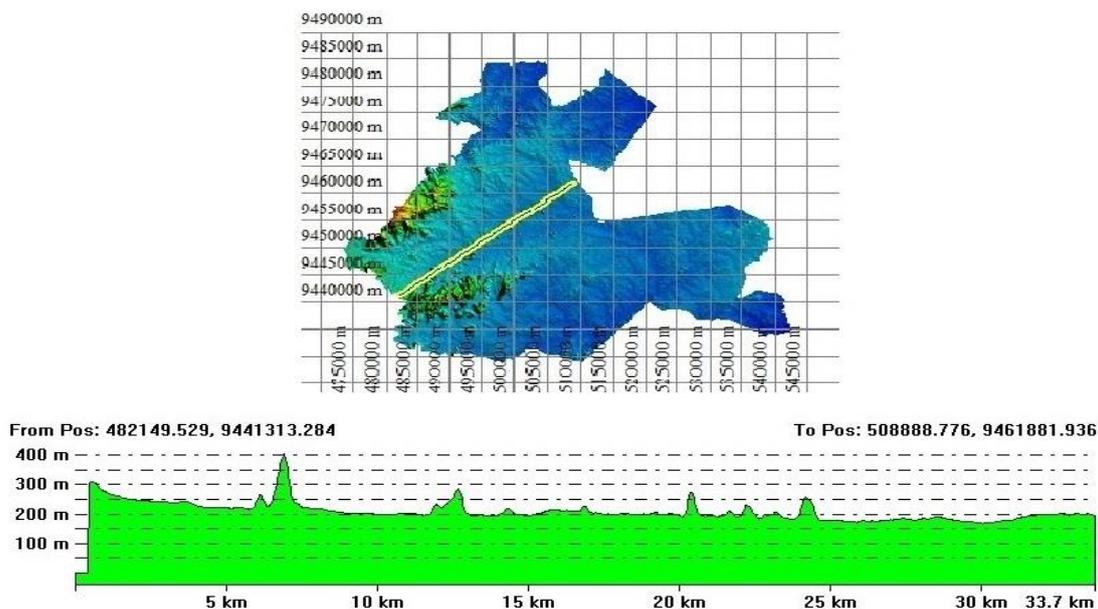


Fonte: Crispim e Oliveira (2013)

Ilustram-se algumas questões pautadas na concepção de Souza (1988), onde o autor discute a morfologia das depressões sertanejas. Esses ambientes compõem superfícies de aplainamento onde o trabalho erosivo truncou indistintamente os mais variados tipos de rochas, não invalidando o processo de erosão diferencial desses ambientes.

A figura 18 expõe os ambientes de Quixadá, dando destaque aos seus níveis de elevação. Boa parte de sua área está submetido a níveis altimétricos abaixo de 250 metros de altitude, diferenciando-se do setor oeste onde está localizada a serra do Estevão e mais a sudoeste, onde estão concentrados os monólitos de Quixadá.

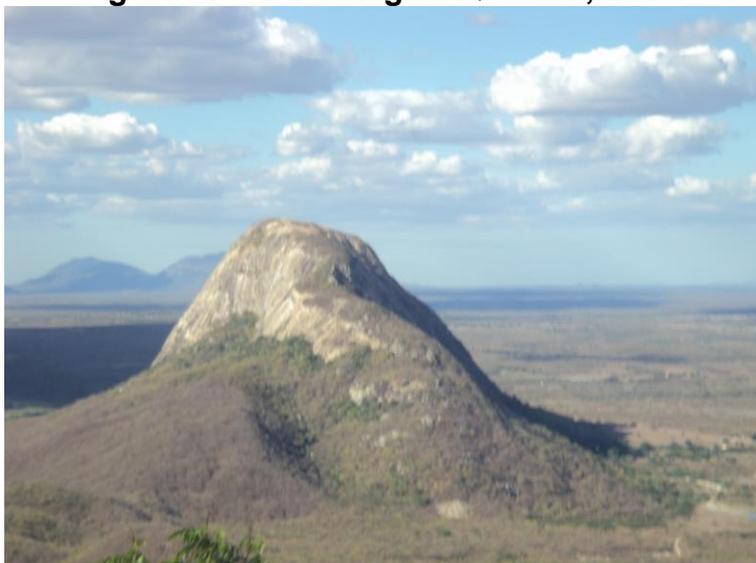
**Figura 18 - Perfil longitudinal de Quixadá**



Fonte: Elaborado pela autora.

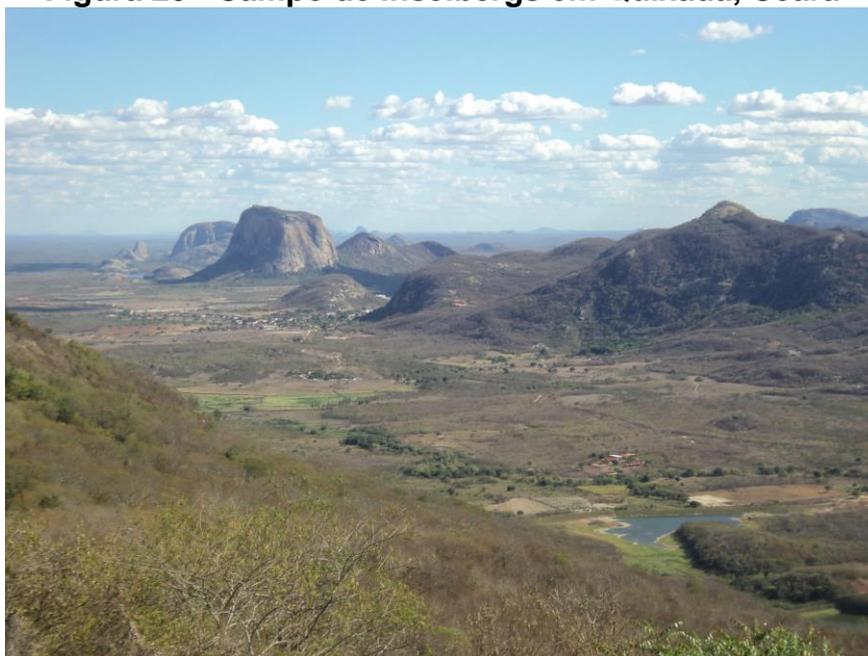
De acordo com o autor, há o destaque de rochas mais resistentes, rebaixando ou dissecando os setores de litologias mais tenras. Na área de estudo, tem-se como destaque os inselbergs, exemplo desses processos degradacionais. Para Souza (1988), as principais características desses ambientes estão relacionados às suas variações litológicas. As figuras 19 e 20 ilustram o campo de inselbergs

**Figura 19 - Inselberg de Quixadá, Ceará**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013)

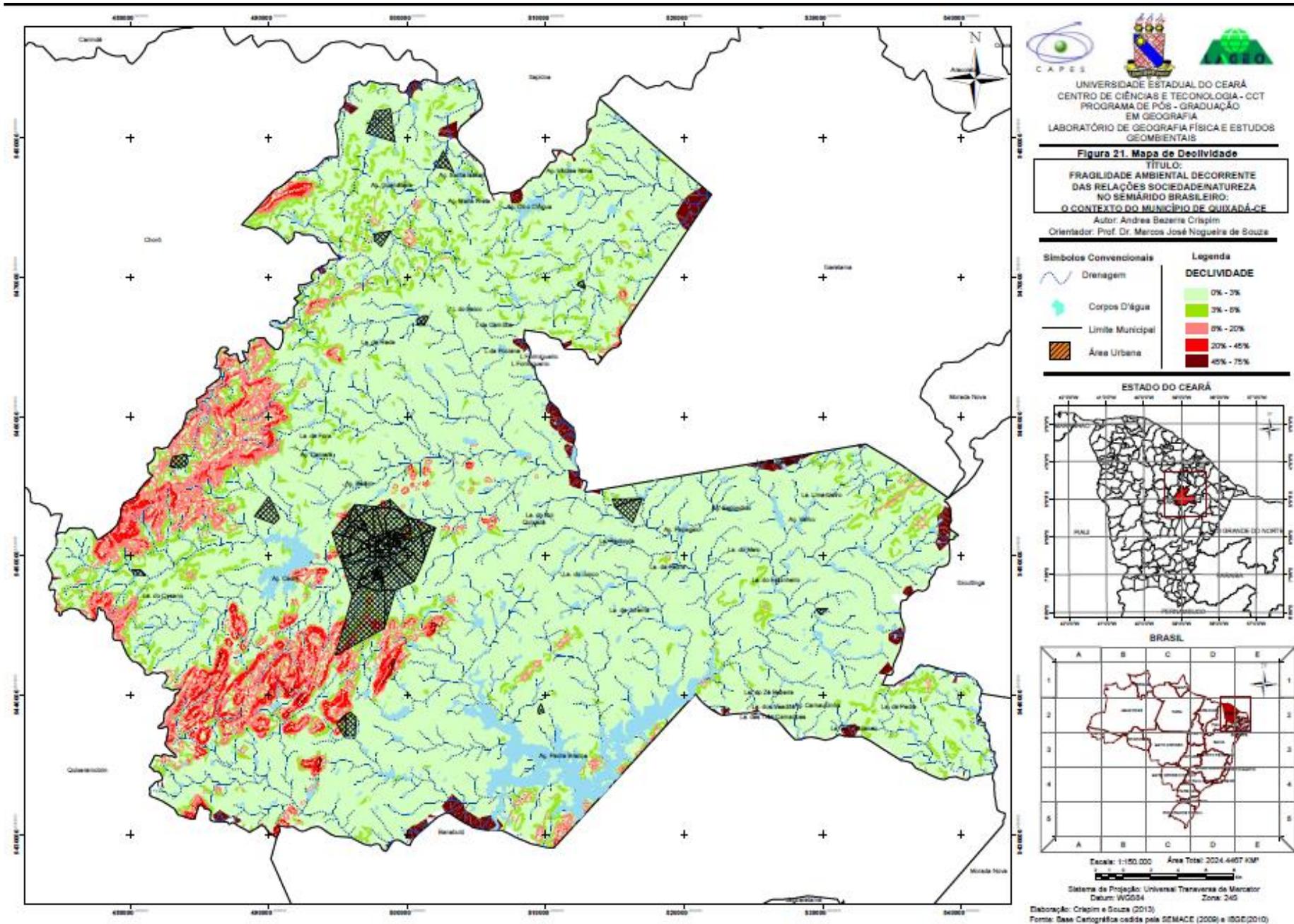
**Figura 20 - Campo de Inselbergs em Quixadá, Ceará**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

A figura 21 demonstra o mapa com a espacialização dos ambientes com maiores declividades no município de Quixadá.

Figura 21 - Mapa de Declividade de Quixadá



É importante destacar a importância do mapa de declividade para estudos de fragilidade ambiental, em decorrência dos tipos de atividades que poderão ser exercidos nestes ambientes, destacando também a necessidade de se estabelecer classes de declividade (Quadro 14) que subsidiem o planejamento ambiental, delimitando e mapeando ambientes que se enquadrem em legislações ambientais específicas e indicando áreas com ambientes mais declivosos.

Estas características contribuem para o direcionamento de diretrizes que poderão ser aplicadas em um possível planejamento ambiental da área. Na elaboração do mapa de declividade, foram estabelecidas cinco classes de declividade, conforme estabelecido no quadro 18.

**Quadro 18 - Classes de declividade estabelecidas para a área de estudo**

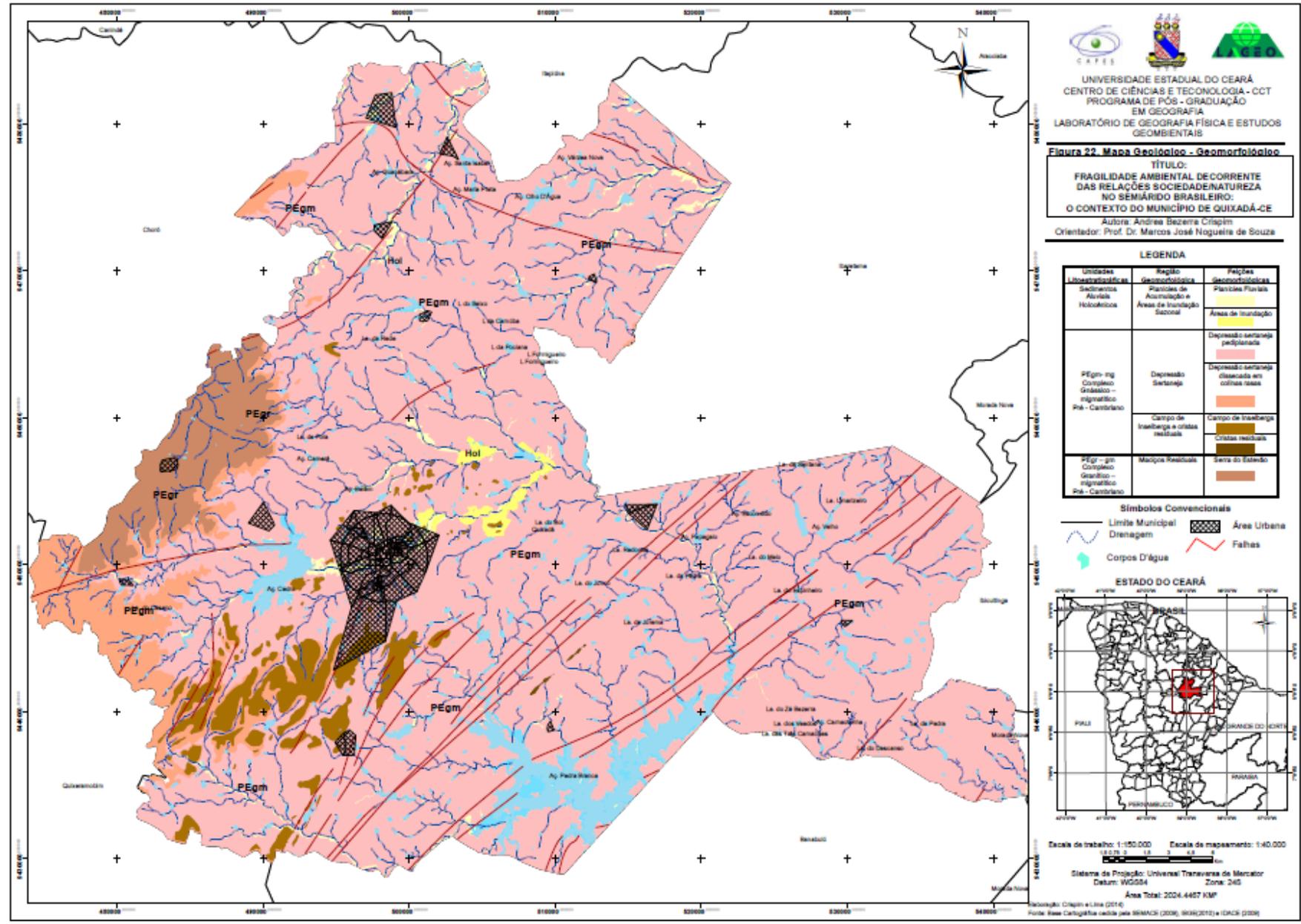
0 – 3%	Relevo plano	Superfícies topográficas com relevo plano
3% - 6%	Relevo suave ondulado	Superfície com topografias pouco dissecadas, apresentando declives suaves.
6% - 20%	Relevo medianamente ondulado	Superfícies topográficas que apresentam declives acentuados
20% - 45%	Relevo ondulado	Superfícies com topografia dissecadas, com formas bastante declivosas.
45% - 75%	Relevo forte ondulado	Áreas com predomínio de formas abruptas

Fonte: Ficha técnica de campo (2013) e adaptado de Oliveira (2011). Org. da autora.

As planícies fluviais são ambientes típicos de acumulação decorrentes da ação fluvial, presente nos dois domínios morfoestruturais. Os sedimentos aluviais que compõem as planícies fluviais são predominantemente areias finas e médias, com inclusões de cascalhos inconsolidados, siltes, argilas e eventuais ocorrências de matéria orgânica em decomposição (SOUZA; SANTOS, 2009).

Esses ambientes se destacam nas regiões semiáridas devido a melhores condições de disponibilidade hídrica. A figura 22 mostra as características geológicas e geomorfológicas da área de estudo, com a espacialização das unidades geomorfológicas inseridas no município.

**Figura 22 - Mapa Geológico-Geomorfológico de Quixadá**  
**Mapa Geomorfológico**



#### 4.2.2 Condições hidroclimatológicas

A região semiárida tem em suas principais características naturais espaços geográficos destacados por condições atmosféricas com variações temporais de elementos climáticos que irão compor um conjunto de condições naturais típicas da região: altas taxas de temperatura, baixos índices e médias pluviométricas anuais abaixo de 800 mm.

Silva (2011) destaca essas variações temporais e espaciais relacionadas aos condicionantes climáticos, como processos físicos interativos e que determinam o comportamento da atmosfera em nível de grandeza inferior e de que modo estes fatores climáticos como a latitude, a maritimidade, continentalidade, condições topográficas e vegetação estabelecem as características climáticas de uma região.

Devido a sua localização geográfica, no Sertão Central do Estado do Ceará, o município de Quixadá possui características climáticas exercidas por condições meteorológicas próprias da região nordestina.

Esses fenômenos meteorológicos são responsáveis por cinco mecanismos: 1) Eventos El Niño-Oscilação Sul (ENOS); 2) Temperatura da superfície do mar (TSM) na Bacia do Oceano Atlântico, Ventos Alísios, Pressão ao Nível do Mar (PNM); 3) Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o oceano Atlântico, 4) Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e 5) Frentes Frias. Além desses mecanismos pode-se destacar a atuação das linhas de Instabilidade (LI), dos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), e do efeito das brisas marítima e terrestre na precipitação.

Dentre os sistemas atmosféricos citados, a Zona de Convergência Intertropical é o principal fator responsável pelas chuvas na região, sendo esta determinante na intensidade do período chuvoso na região semiárida nordestina. Sua atuação ocorre nos primeiros meses do ano, principalmente entre os meses de fevereiro a abril, com uma maior aproximação do litoral nordestino.

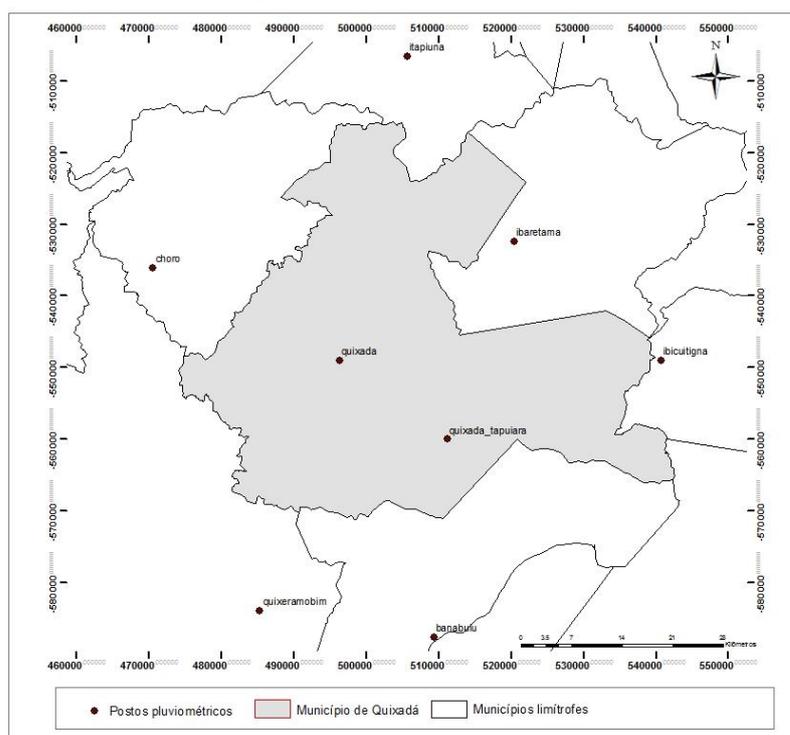
No segundo semestre, ocorre à diminuição da intensidade pluviométrica devido ao deslocamento do sistema, havendo então o chamado período seco, principalmente entre os meses de junho e setembro.

## Aspectos hidroclimatológicos do município de Quixadá

Como contribuição a pesquisa, foi realizado um levantamento da série histórica das condições pluviométricas do município para analisar as condições de chuva da área, destacando que as informações trabalhadas neste capítulo serviram de análise e discussão para a elaboração do mapa de fragilidade ambiental.

Para análise das condições pluviométricas foram utilizados os dados fornecidos pela FUNCEME (2013). Foram analisados, porém, dentre os postos inseridos em Quixadá os postos localizados nos municípios limítrofes que continham informações do ano de 1988 a 2013, o que contabiliza 25 anos (Figura 23).

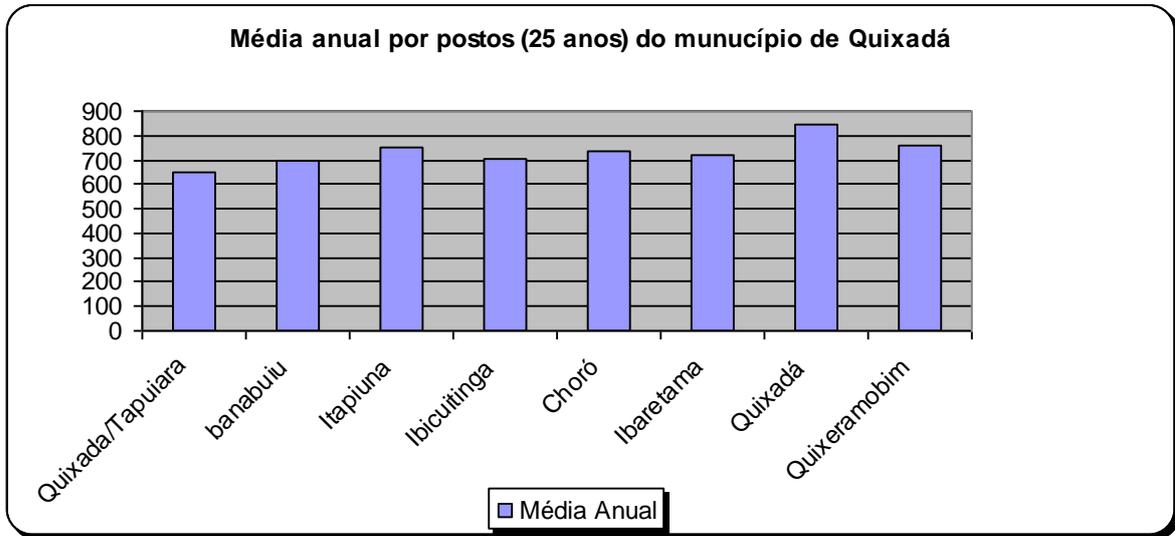
**Figura 23 - Espacialização dos postos pluviométricos utilizados para as análises pluviométricas em Quixadá**



Fonte: FUNCEME (2013).

A média pluviométrica do município de Quixadá foi sistematizada e analisada no gráfico 1.

**Gráfico 1 - Média pluviométrica de Quixadá. Distribuição por postos inseridos no município e nas áreas limítrofes**

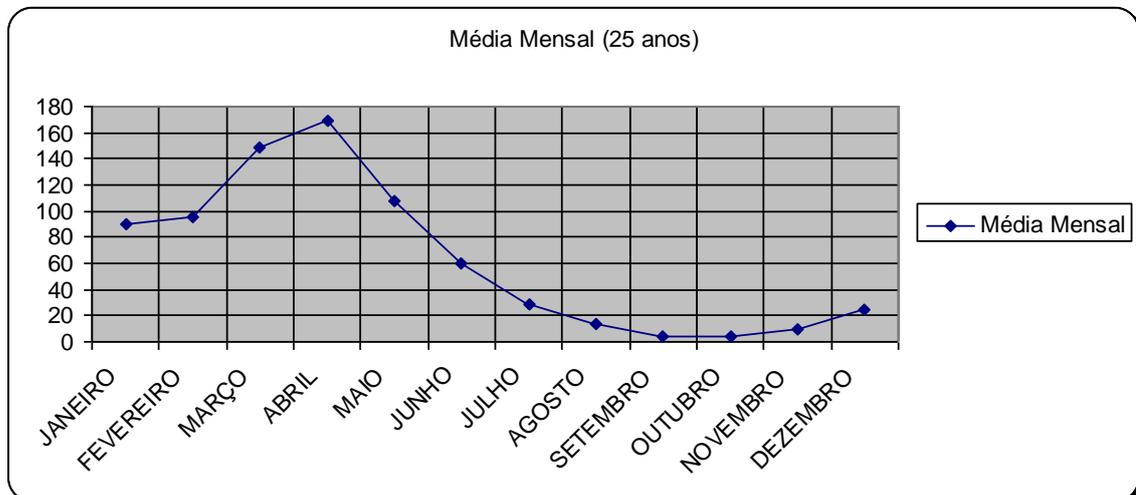


Fonte: FUNCEME (2013). Elaborado pela autora (2014).

A média anual dos 25 anos dos postos pluviométricos com exceção do posto Quixadá, apresentou valores inferiores a 800 mm. Outros postos como de Tapuiará, porção sul do município, apresentou uma média anual de aproximadamente 620 mm a 700 mm anuais.

Como em boa parte do semiárido nordestino, a análise da média mensal dos 25 anos revelou um ambiente onde suas maiores precipitações pluviométricas acontecem, em sua maioria, entre os meses de março e final de junho, conforme verificado na figura 2.

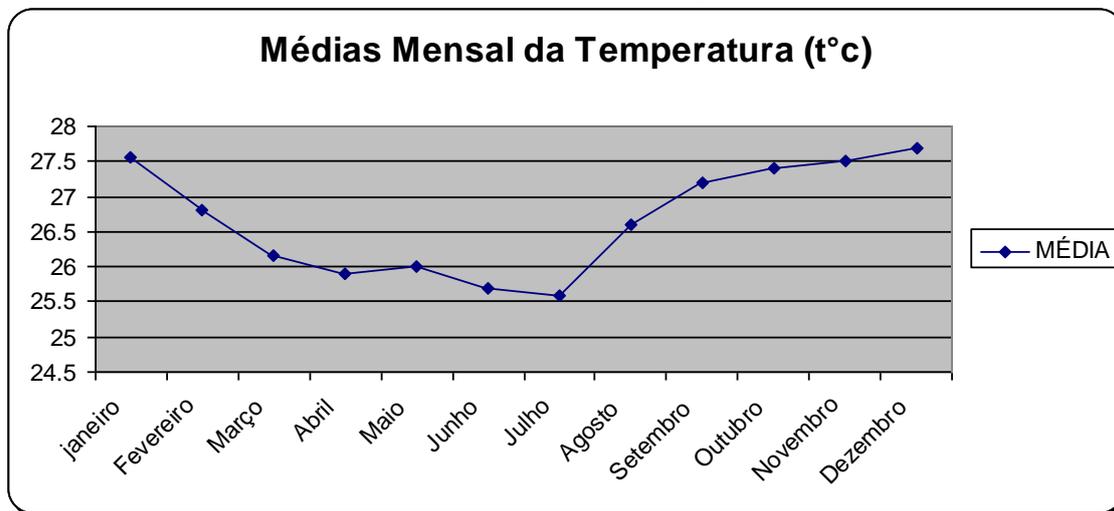
**Gráfico 2 - Média mensal das condições pluviométricas durante 25 anos (1988 a 2013) de Quixadá**



Fonte: FUNCEME (2013). Elaborado pela autora (2014).

As médias relacionadas à temperatura da área enquadram-se entre 25.6 °C a 28.2°C (Gráfico 3) no primeiro semestre e 25°C a 27.9°C no segundo semestre, o que demonstra a pouca variação durante todo o ano.

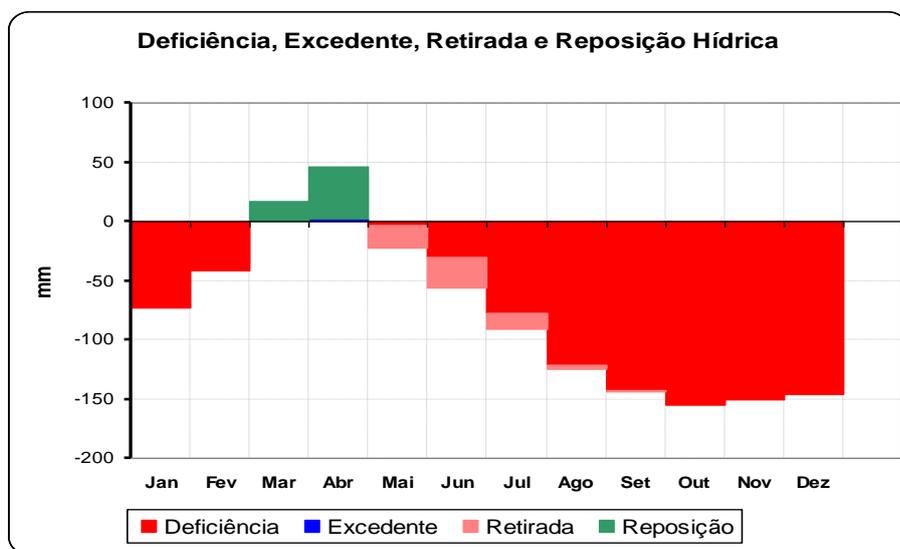
**Gráfico 3 - Média mensal da temperatura de Quixadá**



Fonte: FUNCEME (2013). Elaborado pela autora (2014).

Na tentativa de analisar a disponibilidade hídrica de Quixadá, foi realizado o balanço hídrico da área, para estabelecer o nível de disponibilidade hídrica da região. Vale ressaltar a importância do balanço hídrico como indicador aplicado ao planejamento agropecuário, agroecológico e diagnósticos ambientais (Gráfico 4).

**Gráfico 4 - Balanço hídrico do município de Quixadá entre os anos de 1988 e 2013**



Fonte: FUNCEME (2013). Elaborado pela autora (2014).

Característica singular das regiões semiáridas, o município de Quixadá possui condições hidrogeológicas bem abaixo de outras regiões, mesmo tendo açudes importantes como o Cedro. Um dos fatores deve-se a sua estrutura geológica (ambiente cristalino), e condições pedológicas com pouca capacidade de absorção hídrica e irregularidades pluviométricas, que interferem diretamente na capacidade de armazenamento subterrâneo.

O único período em que há excedente hídrico na área encontra-se no mês de Abril, com aproximadamente 2,72 mm. Nota-se, que a deficiência hídrica ocorre em quase todo período do ano, principalmente entre os meses de Agosto e Dezembro.

Para melhor ilustrar a distribuição pluviométrica da área, foi sistematizada a média mensal da série histórica de 25 anos (1988 a 2013) de Quixadá, com a elaboração de isoietas. As isolinhas foram elaboradas no *Software Surfer 8*, com intervalos de 2mm. As informações foram analisadas no quadro 19.

**Quadro 19 - Médias pluviométricas mensais de Quixadá por postos inserido no município e nos municípios limítrofes**

POSTOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Quixadá/Tapuiara	74.3	74	153.9	146.3	89	66.15	19.6	2.9	0	3.53	3.92	14.12
Banabuiu	91.11	101.7	143.5	156.7	101.1	43.8	29.16	10	0.19	0.95	1.2	20.16
Itapiuna	93.5	93.4	146.3	190	100.4	71.85	24.14	9.7	0.98	0.93	2.72	18.88
Ibicuitinga	79.7	79.6	156.5	175	104.3	52.3	21.33	9.7	0	1.96	0	21.51
Choró	100	104.1	151.3	169	97.4	60.7	19.55	10.28	0.35	1.09	2.94	19.99
Ibaretama	87.2	99.09	149.5	164.1	109.6	52.9	18.8	10.44	0	3.5	0.38	21.47
Quixadá	82.3	110.2	168.2	181.17	117.2	58.3	39.16	18.27	9.4	3.37	21.2	32.4
Quixeramobim	88.8	74.03	127.5	162.3	110.4	68.06	39.24	21	7.82	7.4	19.94	29.60
<b>Média mensal</b>	<b>87.26</b>	<b>92.04</b>	<b>149.6</b>	<b>168.1</b>	<b>103.7</b>	<b>59.30</b>	<b>26.37</b>	<b>11</b>	<b>2.34</b>	<b>2.84</b>	<b>6.54</b>	<b>22.26</b>

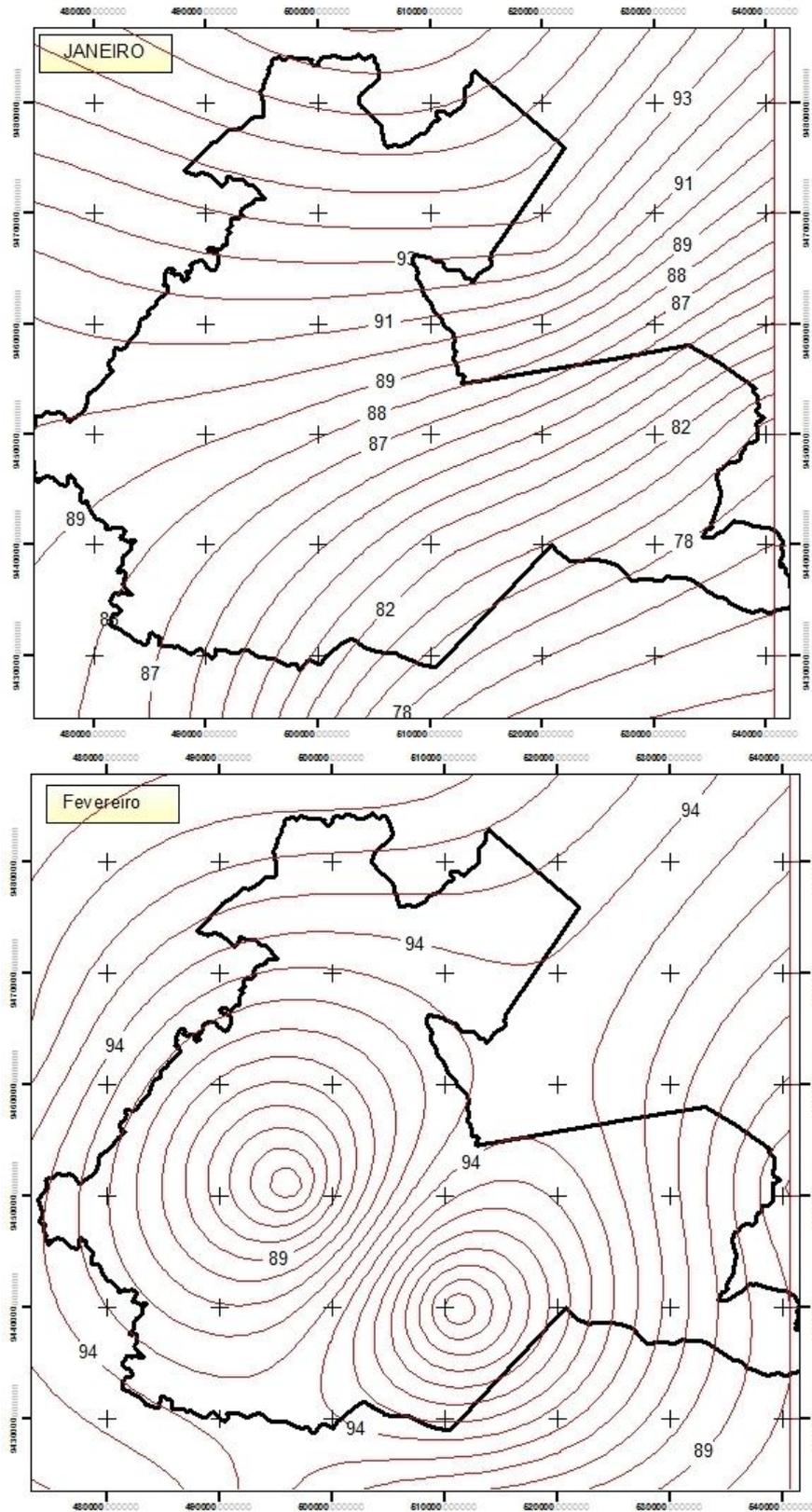
Fonte: FUNCEME (2013). Elaborado pela autora (2014).

A figura 24 destaca a distribuição pluviométrica relacionada à média pluviométrica de 25 anos dos meses de janeiro e fevereiro, tendo um aumento entre os meses de março e abril (Figura 25) com maior intensidade pluviométrica entre os meses de maio e junho (Figura 26).

A maior intensidade pluviométrica na área deve-se primordialmente a aproximação da ZCIT na área, período onde há maior possibilidade de plantio.

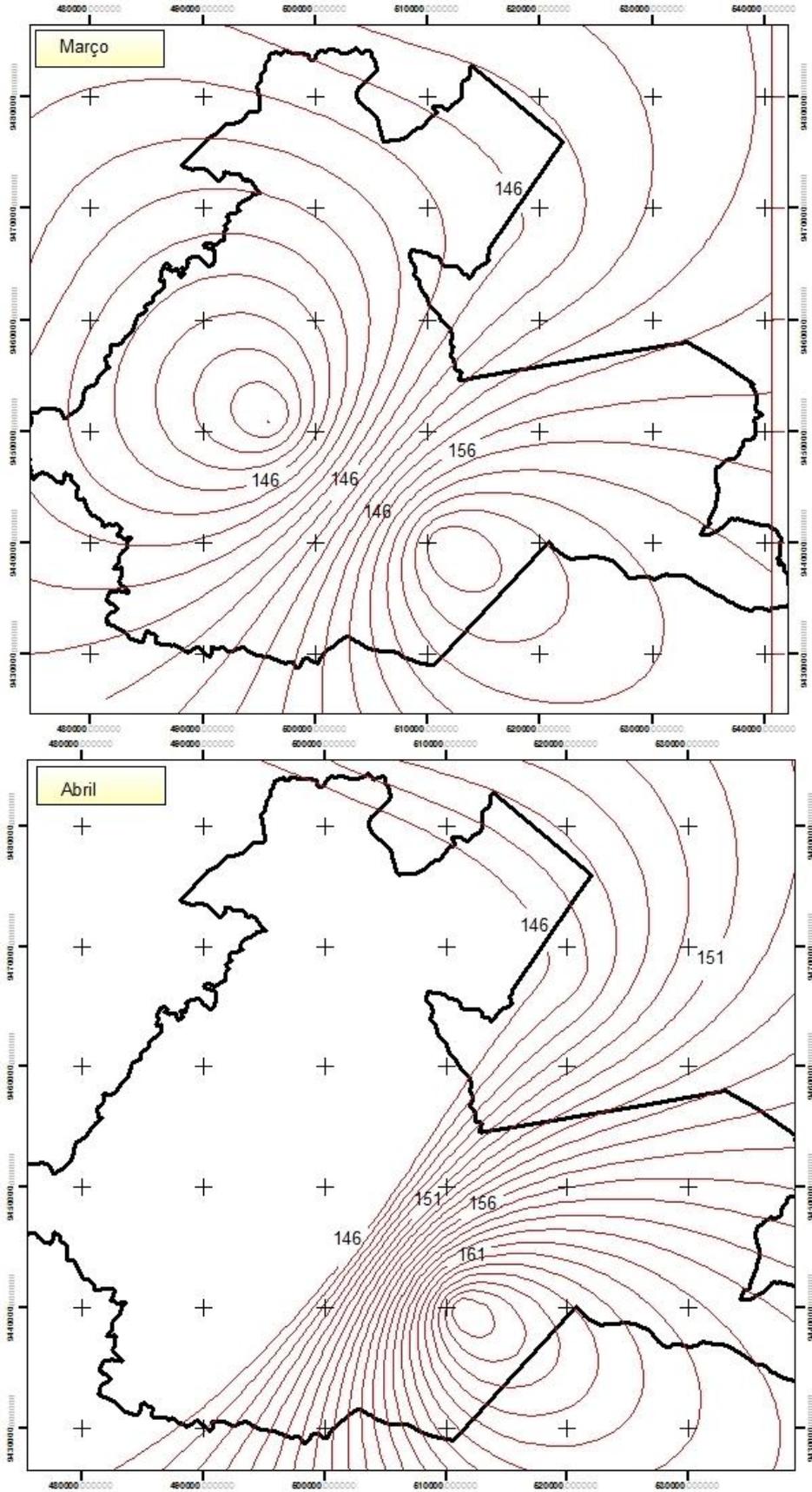
Nos outros meses, como julho e agosto (Figura 27), setembro e outubro (Figura 28), novembro e dezembro (Figura 29), considera-se o período de baixa precipitação na área, ocorrendo a diminuição das taxas de erosividade da área.

**Figura 24 - Isoietas dos meses de Janeiro e Fevereiro em Quixadá**



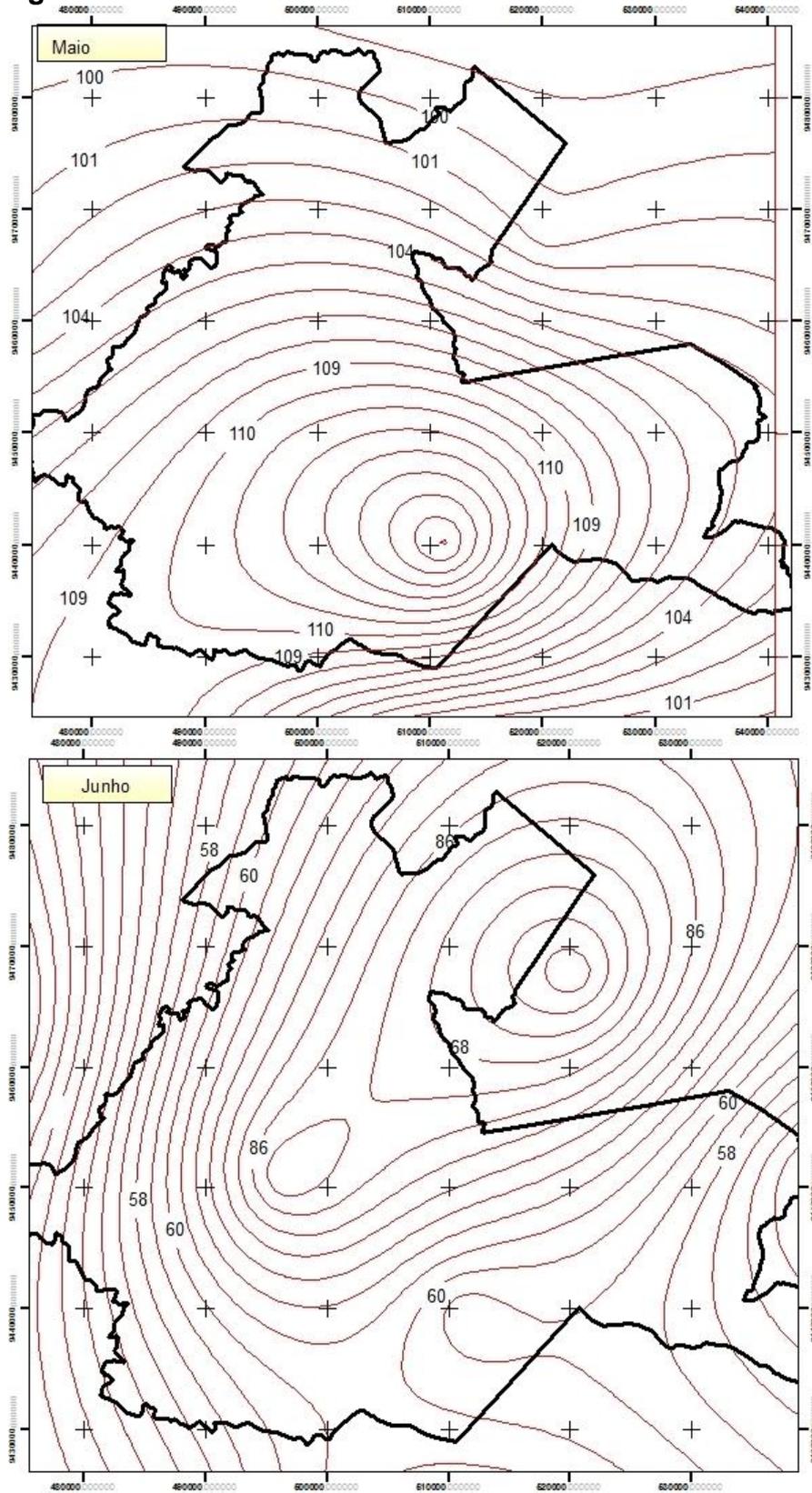
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 75 - Isoietas dos meses de Março e Abril em Quixadá



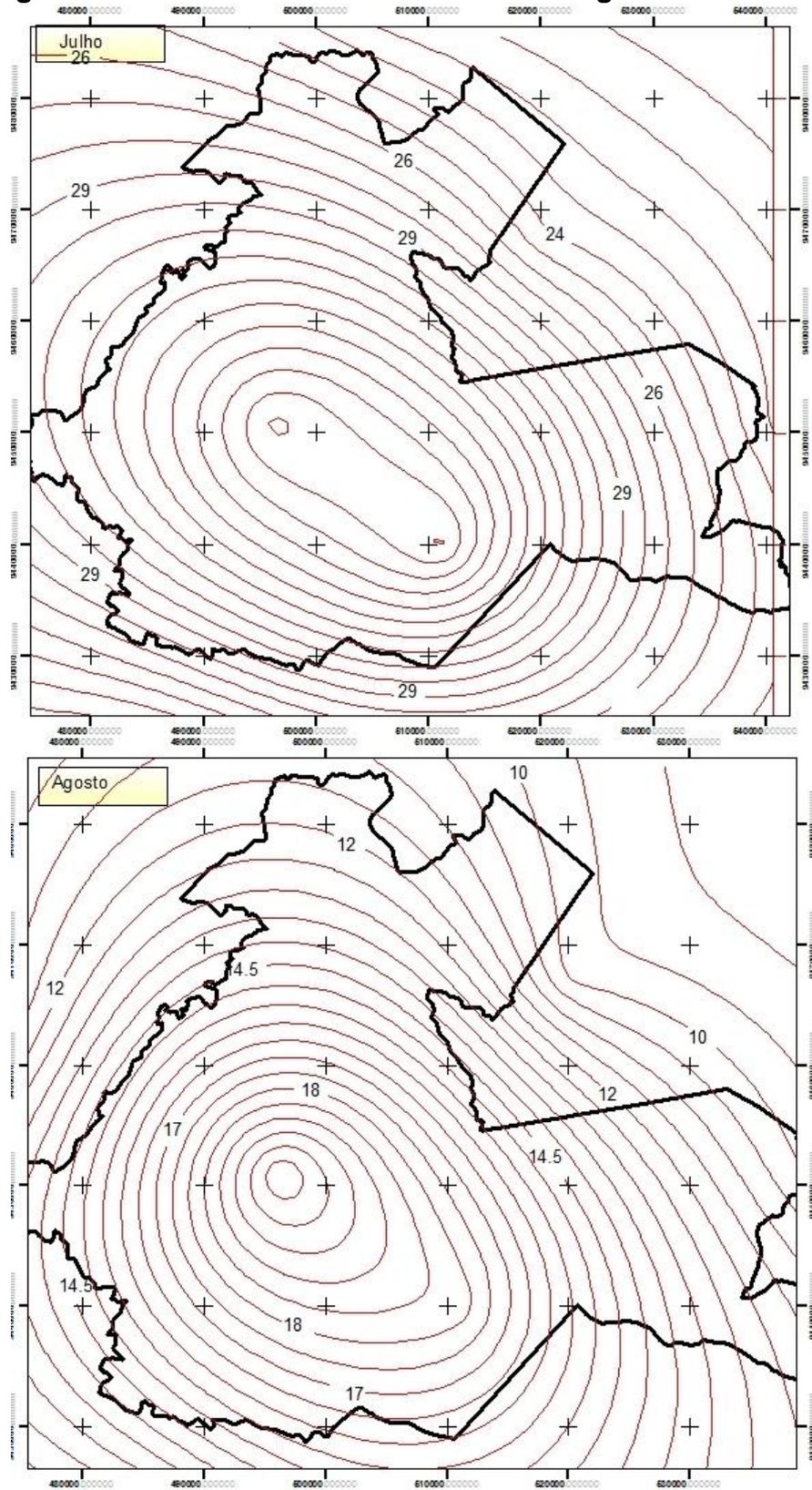
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 86 - Isoietas dos meses de Maio e Junho em Quixadá



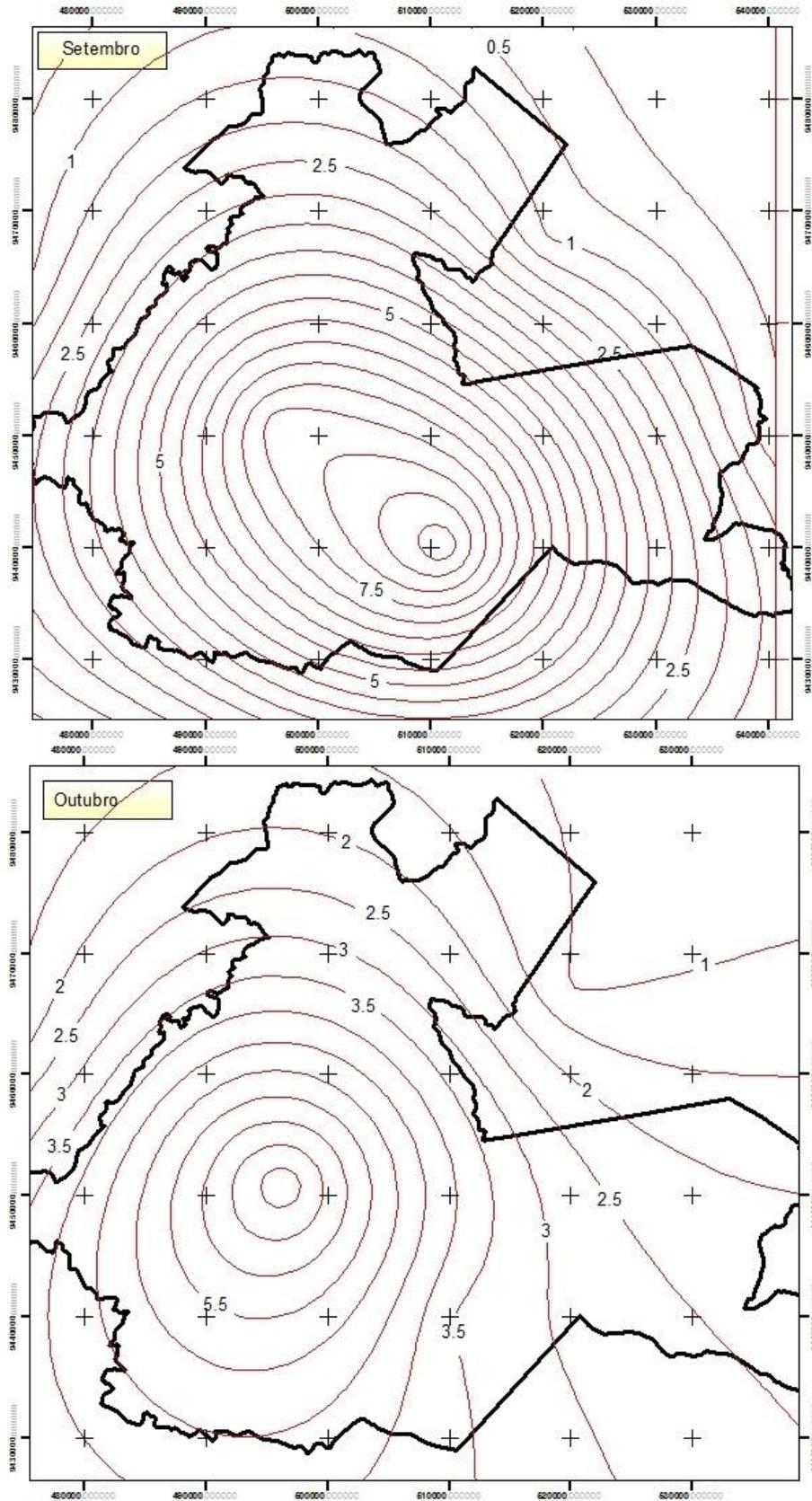
Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 97 - Isoietas dos meses de Julho e Agosto em Quixadá**



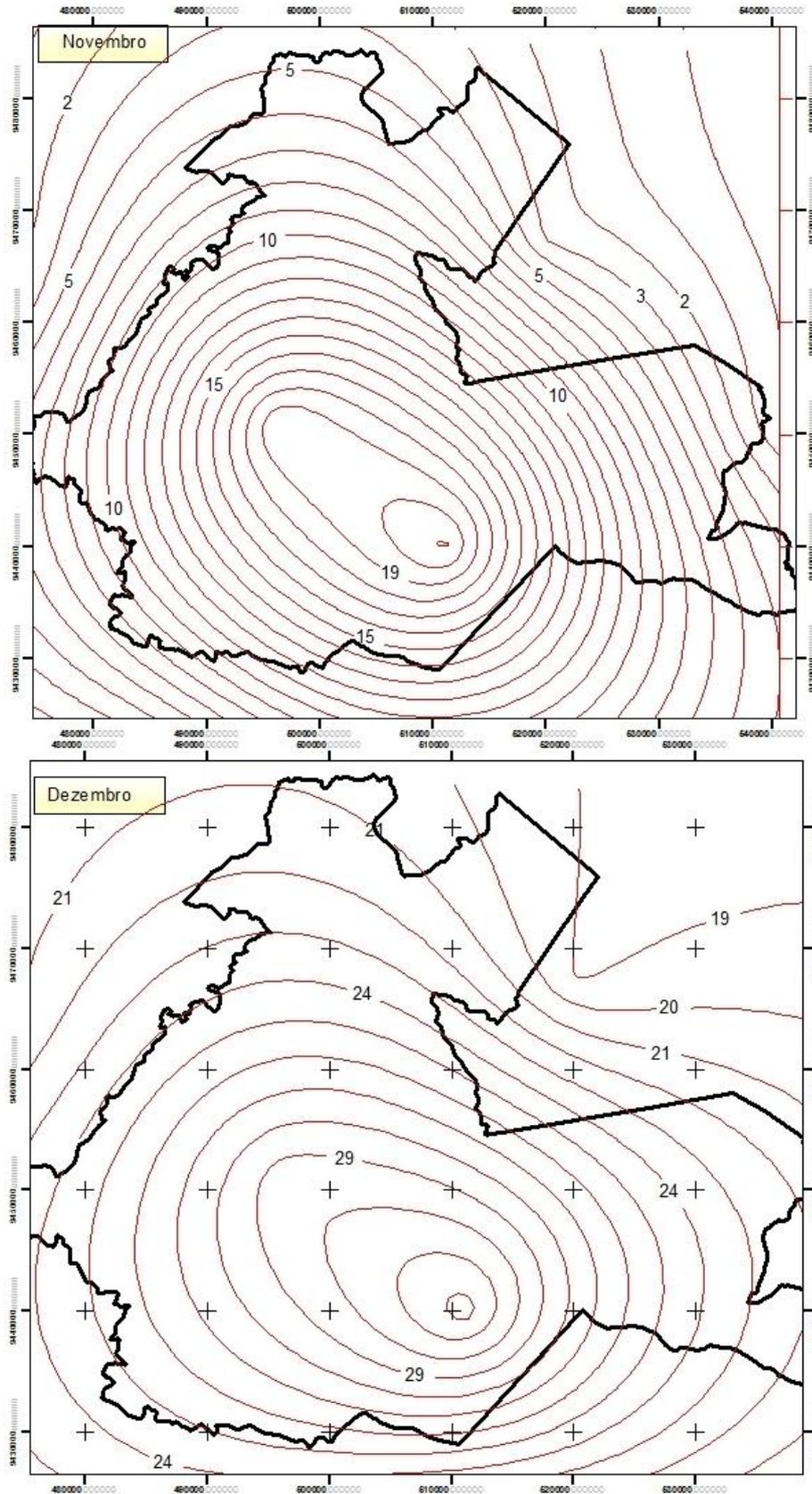
Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 108 - Isoietas dos meses de Setembro e Outubro em Quixadá**



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 29 - Isoietas dos meses de Novembro e Dezembro em Quixadá



Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se uma maior concentração pluviométrica no primeiro semestre do ano, com médias pluviométricas mensais em torno de 78 mm a 178 mm.

Justifica-se que mesmo com índices pluviométricos baixos em relação há esses meses, possuindo ainda um excedente hídrico menor em relação ao seu excedente, faz-se necessário realizar um planejamento ambiental levando em consideração as características climáticas, bem como o redimensionamento e distribuição dos recursos hídricos na região, levando em consideração as taxas pluviométricas da área.

Como contribuição aos estudos da fragilidade ambiental, foram sistematizados e analisados os dados do balanço hídrico, sendo possível calcular os índices climáticos da área de estudo para obter o índice de aridez, o índice efetivo de umidade e o índice de aridez (UNEP). O índice de umidade e o índice de aridez foram estabelecidos pela fórmula abaixo:

$$Iu: (EXC/ETP)*100$$

$$E$$

$$Ia=(DEF/ETP)*100$$

O índice de umidade (Iu) corresponde à relação entre o excedente (EXC) e a evapotranspiração potencial (ETP). O índice de aridez é o resultado da relação entre o *déficit* hídrico e a evapotranspiração.

A relação entre os dois índices resultam nas características de climáticas de uma determinada área, ilustrada pelo índice efetivo de umidade (Im). Quando  $Im > 0$ , a área está condicionada a características climáticas de umidade. Se  $Im < 0$ , a área enquadra-se em ambientes de clima seco.

Tendo como base o resultado das fórmulas descritas acima o índice efetivo de umidade expresso pela fórmula  $Im = (Iu - 0,6Ia)$ , classifica os tipos climáticos de acordo com Thornthwaite e Mather (1955) (Quadro 20).

**Quadro 20 - Classificação climática de acordo com Thornthwaite e Mather**

Grupos de Climas	Tipos de Climas	Símbolos	Índices
Úmido	Super úmido	A	100 e acima
	Úmido	B4	80 a 100
	Úmido	B3	60 a 100
	Úmido	B2	40 a 60
	Úmido	B1	20 a 40
	Úmido Sub-úmido	C2	0 a 20
Seco	Seco sub-úmido	C1	-33 a 0
	Semiárido	D	-66,7 a -33,7
	Árido	E	-100 a -66,7

Fonte: Thornthwaite & Mather (1955). Elaborado pela autora (2014)..

Para o cálculo do índice de aridez, índice de umidade e índice efetivo para cada posto pluviométrico fez-se necessária a utilização do programa *BHSERVER* (OLIVEIRA E SALES, <sup>4</sup>Comunicação pessoal). O índice efetivo de umidade do município de Quixadá enquadra-se em um ambiente seco de clima semiárido, conforme especificado no quadro 21.

**Quadro 21 - Especificação do índice de aridez, índice de umidade e índice efetivo de umidade do município de Quixadá**

POSTOS PLUVIOMÉTRICOS	ÍNDICE DE UMIDADE (IU)	ÍNDICE DE ARIDEZ (IA) UNEP	ÍNDICE EFETIVO DE UMIDADE (IM)
Banabuiú	0.0	0.41	-58.9
Quixadá/Tapuiara	0.0	0.39	-60.6
Itapiúna	0.0	0.40	-59.5
Ibicuitinga	0.0	0.48	-52.4
Choro	0.0	0.48	-51.7
Ibaretama	0.0	0.43	-57.1
Quixadá	0.0	0.50	-48.5
Quixeramobim	0.0	0.46	-54.0

Fonte: Elaborado pela autora.

Indicado pela Convenção Internacional de Combate a Desertificação como um dos parâmetros a serem trabalhados na identificação de áreas susceptíveis a desertificação, a UNEP utiliza a informação referente ao Índice de Aridez como uma das importantes informações a serem trabalhadas em ambientes com vastos processos de degradação ambiental.

No caso de Quixadá, a área encontra-se entre os intervalos de 39 a 50, estando de acordo com o estabelecido pelo UNEP, que enquadra os ambientes que possuem o I.A com intervalos entre 21 a 50, dentro do clima semiárido.

#### 4.2.2.1 Estudo das análises temporais como contribuição ao entendimento da dinâmica ambiental

Na perspectiva de analisar a dinâmica pluviométrica do município de forma mais pontual foram trabalhados alguns anos específicos para analisar melhor a configuração paisagística da área, em detrimento das condições pluviométricas.

<sup>4</sup> *Bhvsr* é um programa computacional desenvolvido para calcular índice de aridez, índice de umidade e índice efetivo de umidade.

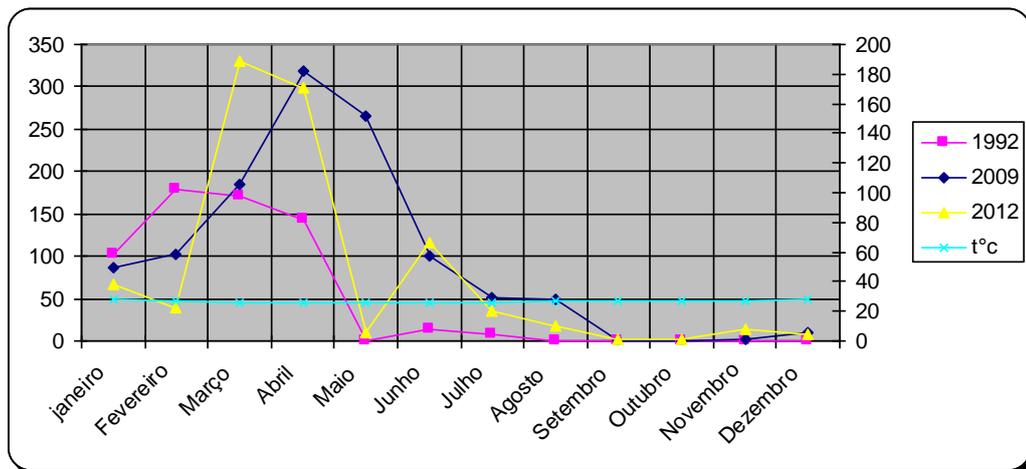
Foram escolhidos e analisados três anos específicos inseridos na série temporal de 25 anos. Para a escolha metodológica da área, foi utilizada a metodologia de Monteiro (1973), que consiste na escolha de anos padrões habituais e excepcionais (SILVA, 2011).

Por meio de tratamentos estatísticos, foram trabalhados dados para especificar os anos em seco, habitual, chuvoso e extremamente chuvoso. Diante das análises estatísticas, foram escolhidos os respectivos anos:

- a) O ano de 1992, classificado como habitual;
- b) O ano de 2009, classificado como extremamente chuvoso;
- c) O ano de 2012, classificado como seco.

O gráfico 5 mostra a média anual dos postos dos respectivos anos

**Gráfico 5 - Média anual dos postos de Quixadá e municípios limítrofes relacionados aos anos de 1992, 2009 e 2012**

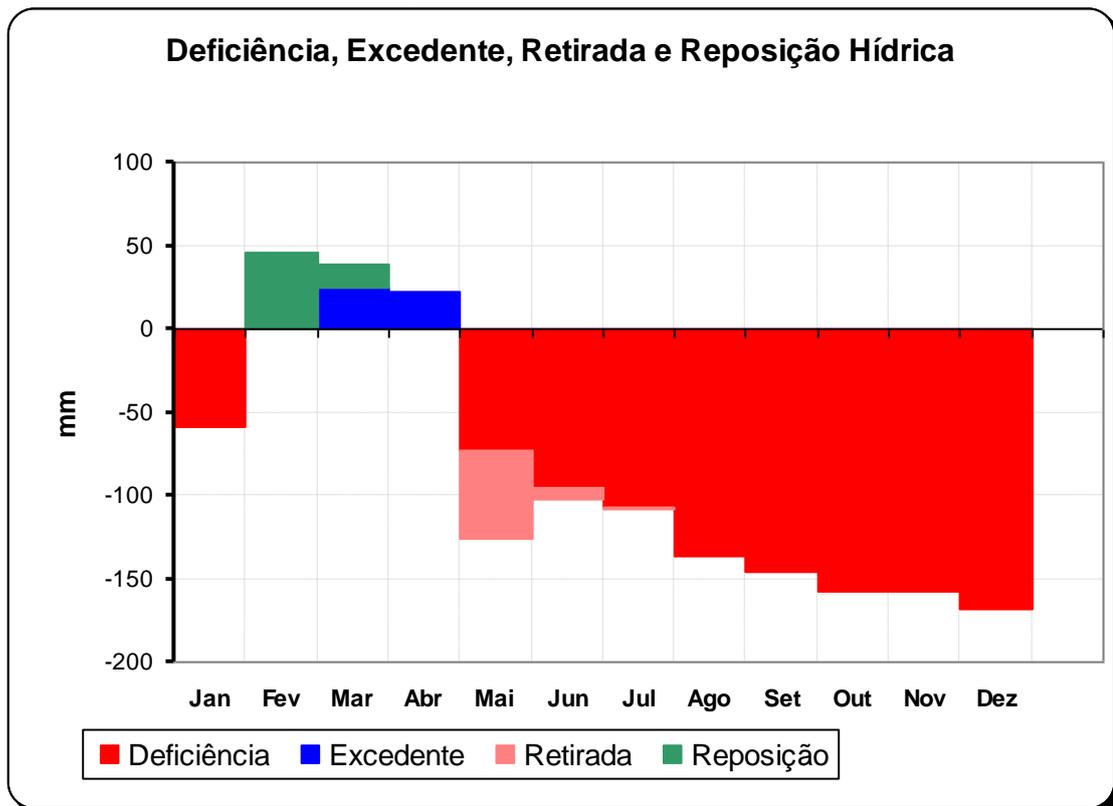


Fonte: Elaborado pela autora.

A relação entre as médias anuais enquadram-se em características similares entre setembro e dezembro, ocorrendo um diferencial entre os meses de abril e junho, onde há permanência da alta precipitação no ano de 2009 até agosto, evidenciando a diminuição pluviométrica da área.

O gráfico 6 mostra o balanço hídrico do ano de 1992, classificado como ano habitual.

Gráfico 6 - Balanço hídrico do ano de 1992 de Quixadá

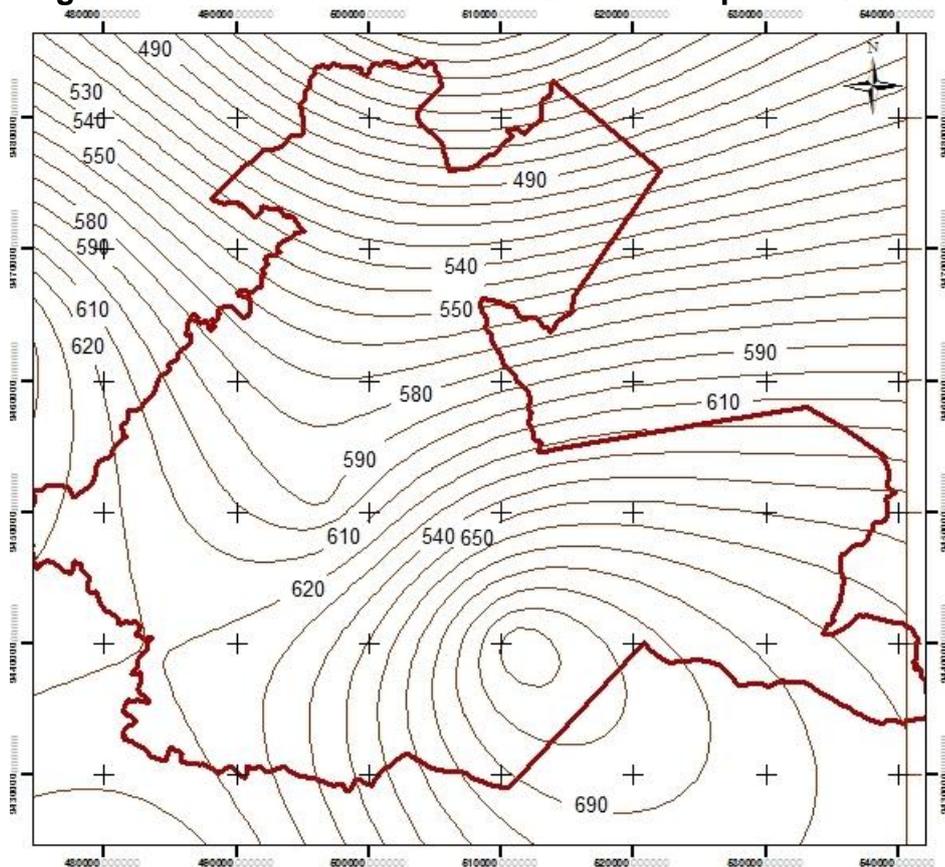


Fonte: Elaborado pela autora.

Entre os meses de Março e Abril do ano de 1992, há excedentes entre 22 mm e 25 mm, o que caracteriza o período chuvoso no semiárido. A taxa de deficiência aumenta no final de Maio e início de Junho. Esse *déficit* está relacionado ao fim da quadra chuvosa, ocasionado pelo afastamento da Zona de Convergência Intertropical na região semiárida.

A figura 30 mostra a espacialização da distribuição pluviométrica da área pelas isoietas, demonstrando maior concentração pluviométrica nas proximidades do Açude Pedra Branca, localizado no setor leste do município.

**Figura 30 - Isoietas do ano de 1992 do município de Quixadá**

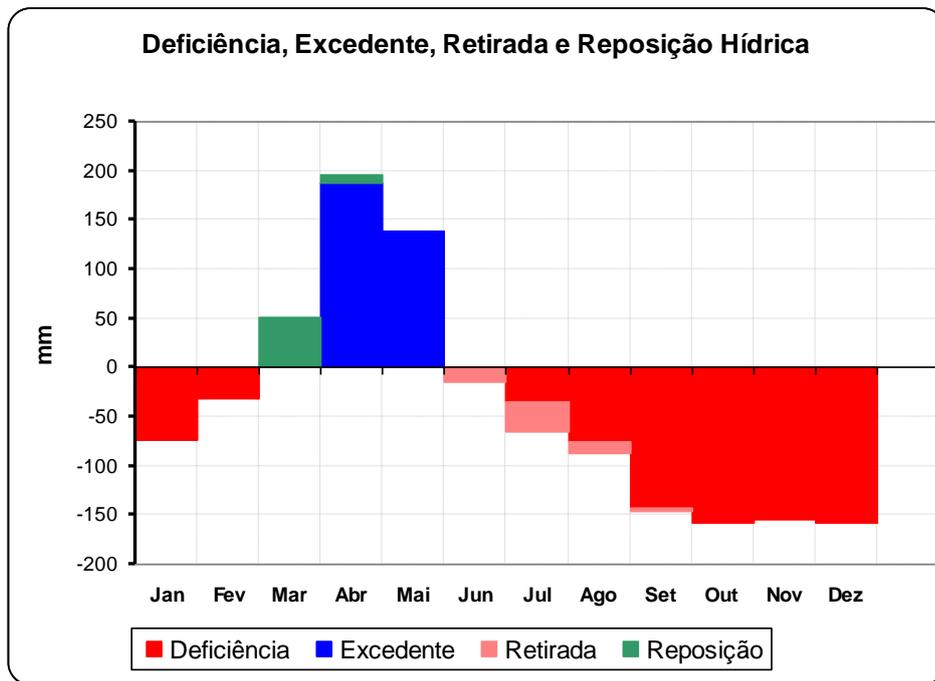


Fonte: Elaborado pela autora.

Considerado como um ano de *la Niña* para a região, o ano de 2009 foi excepcional para o estado do Ceará, com índices pluviométricos muito acima da média (Gráfico 7).

Nesse período, foi identificada na área, como em boa parte dos municípios localizados no sertão cearense, pontos de inundações e intensificação de problemas relacionados à saúde, contribuindo com a hipótese de que os problemas ambientais da região são em decorrência, sobretudo, da falta de investimentos públicos para a área.

**Gráfico 7 - Balanço hídrico do ano de 2009 de Quixadá de Quixadá**



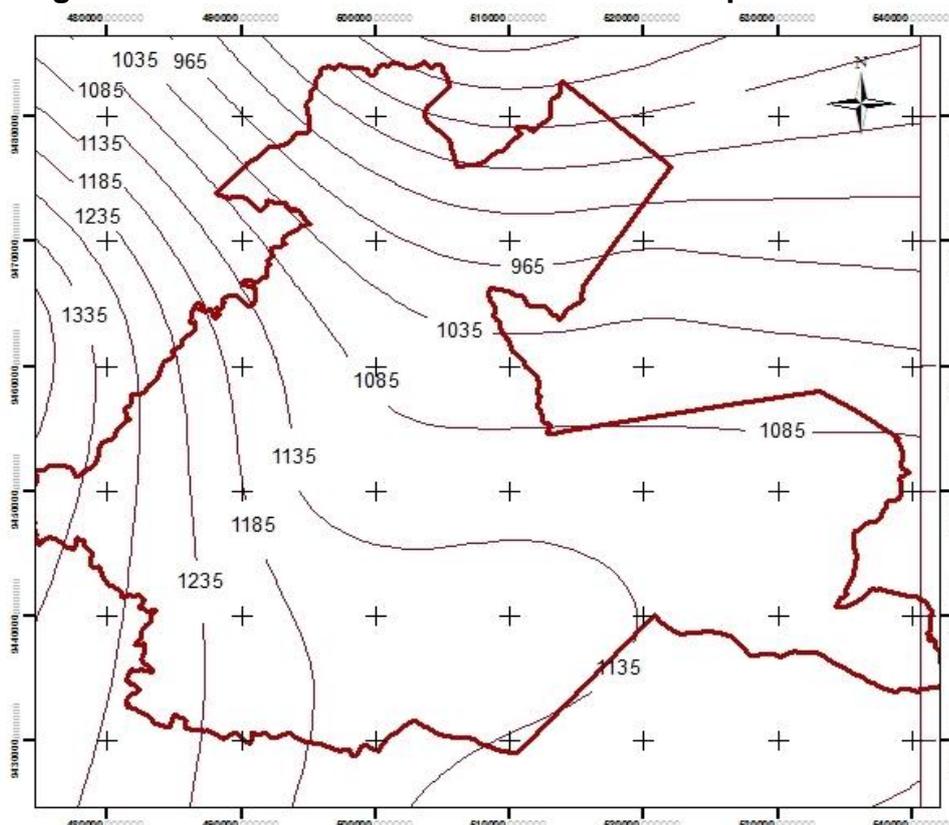
Fonte: Elaborado pela autora.

Em Quixadá, os índices ficaram acima de 1000 mm anuais. Entre os meses de abril e maio foram identificados os maiores índices com um excedente de aproximadamente 200 mm no mês de Abril.

Nesse período, foram ocasionados problemas ambientais, com destaque a ocupação de áreas em ambientes frágeis, como a proximidade de residências nas margens dos ambientes fluviais.

Para uma melhor análise das condições hídricas na área, foram elaboradas as isoietas do ano de 2009, ilustrando a precipitação hídrica neste período (Figura 31).

**Figura 31 - Isoietas do ano de 2009 do município de Quixadá**



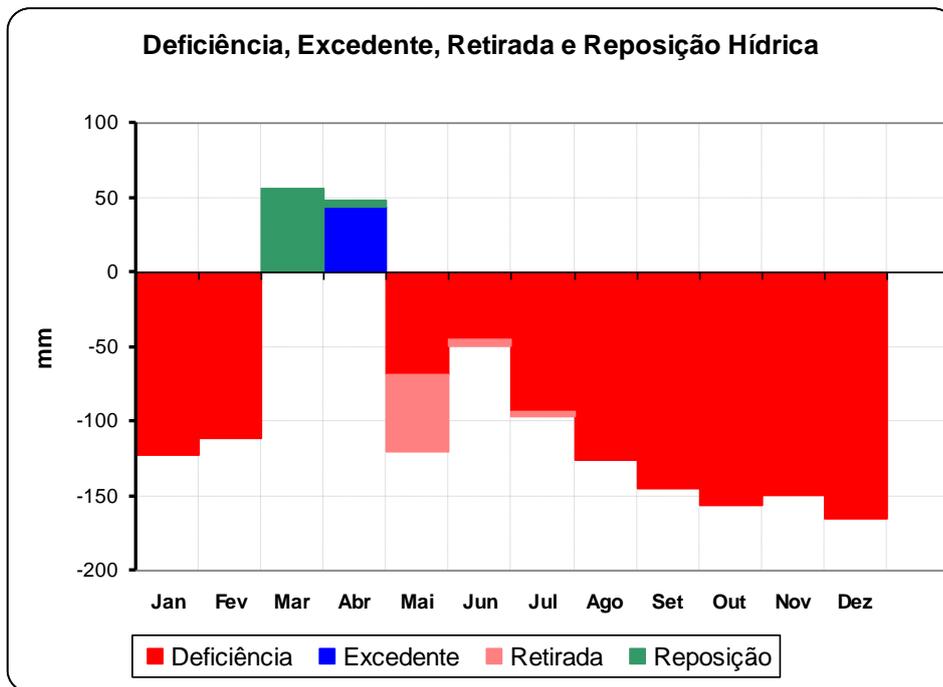
Fonte: Elaborado pela autora.

Considerado um dos períodos mais secos dos últimos 25 anos, o ano de 2012 teve em suas precipitações pluviométricas valores que ficaram abaixo da média (Gráfico 8), aproximadamente 200 mm a 400 mm, no que condizem as médias mensais do ano de 2012.

Mesmo com um excedente hídrico identificado no mês de abril equivalente a 50 mm, os outros meses ficaram bem abaixo da média, com um *déficit* de aproximadamente -50 mm, enquadrando o município dentro do conjunto de áreas em calamidade pública em decorrência da seca.

Esse período seco segue até 2015, seguido da ausência políticas públicas ao longo prazo, intensificando os problemas socioeconômicos já existentes na região.

Gráfico 8 - Balanço hídrico do ano de 2012

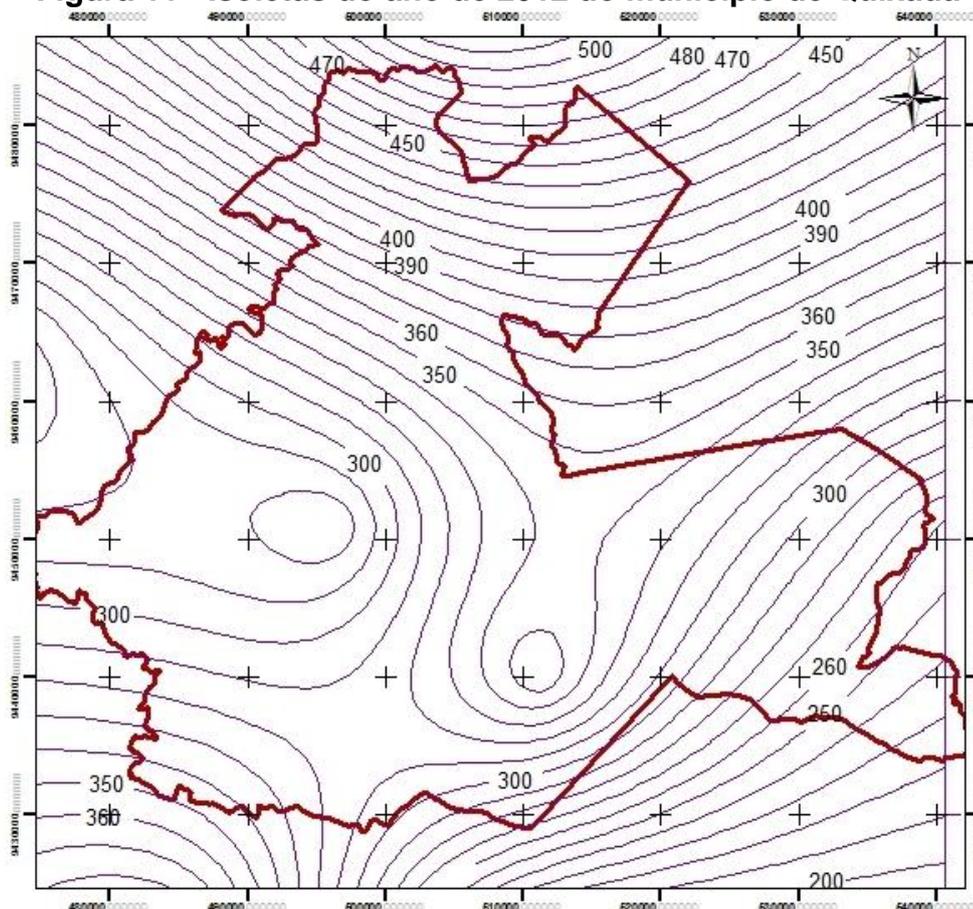


Fonte: FUNCEME (2014). Elaborado pela autora (2014).

A figura 32 mostra a distribuição pluviométrica da área, relacionado ao ano de 2012, impactando de forma negativa a área.

Esse impacto demonstra os efeitos da escassez pluviométrica sobre a população, diferentemente do ano de 2009, com o período extremamente chuvoso. Nota-se como a dinâmica ambiental do semiárido possui um grande potencial natural relacionado às suas condições pluviométricas.

**Figura 11 - Isoietas do ano de 2012 do município de Quixadá**



Fonte: Elaborado pela autora.

Em relação ao potencial hídrico, Quixadá está inserido em sua totalidade na bacia hidrográfica do rio Banabuiú, tendo como principal drenagem superficial o riacho Sitiá e o rio Choró, destacando também os riachos Mossoró, Salgadinho e riacho dos Cavalos (CPRM, 2009).

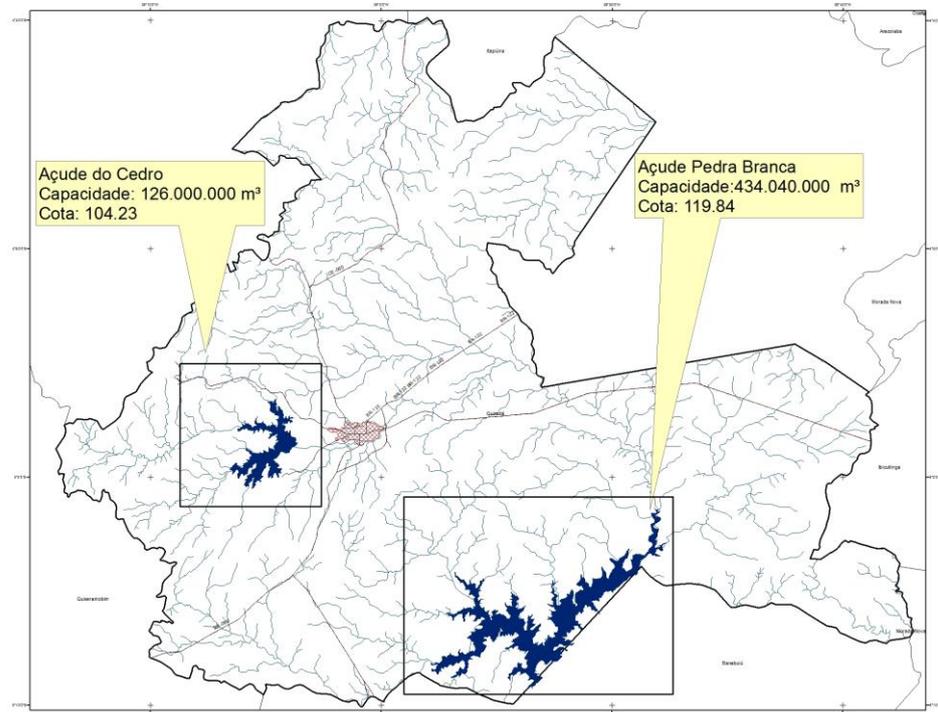
De acordo com a CPRM (2009), o município possui três domínios hidrogeológicos: as rochas cristalinas que predominam em todas as extensões e que são representadas pelo aquífero fissural. As coberturas sedimentares compreendem manchas isoladas de sedimentos detríticos que, em função das espessuras bastante reduzidas, ocasiona expressão como mananciais para captação de águas subterrâneas e os depósitos aluvionares, representados pelos sedimentos areno-argilosos.

De acordo com levantamento dos poços realizados pela CPRM, foram registrados 185 poços, sendo 129 do tipo tubular profundo (53 públicos e 76 privados) e 56 do tipo amazonas (28 públicos e 28 particulares).

Com relação à distribuição desses poços por domínios hidrogeológicos, verificou-se que existem 164 poços em rochas cristalinas, 20 poços ao longo de aluviões e apenas 1 poço no domínio de coberturas sedimentares.

No que se refere aos recursos hídricos superficiais, o município possui dentre vários açudes, dois com potenciais hídricos relevantes (Figura 33).

**Figura 33 - Localização dos Açudes do Cedro e Pedra Branca do município de Quixadá**

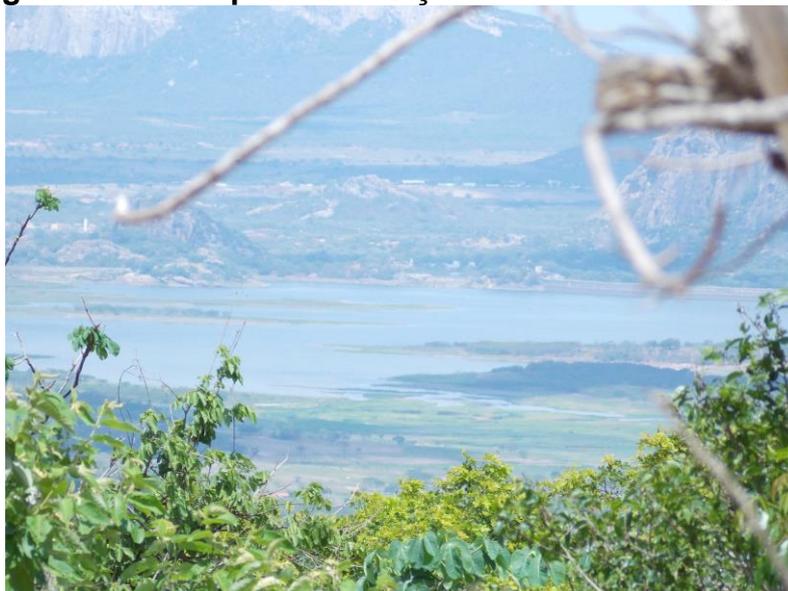


Fonte: Elaborado pela autora.

O abastecimento hídrico da cidade é condicionado pelos dois açudes, sendo o Açude de Cedro (Figura 34) o de maior expressão e pela sua proximidade à área urbana do município.

O açude dispõe de locais para banho, pescaria e prática de esporte náutico, além de ser a fonte de água para uma extensa rede de canais para irrigação, o que contribuiu para o desenvolvimento da área urbana.

**Figura 34 - Vista parcial do Açude do Cedro em Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

#### **4.2.3 Condições pedológicas e cobertura vegetal**

A região semiárida é marcada por possuir características pedológicas relacionadas a solos rasos e pouco desenvolvidos. Para Fontes *et. al.* (2009), esses ambientes caracterizam-se por suas condições bioclimáticas, muitas vezes condicionando a forma de uso e ocupação de atividades como práticas agrossilvipastoris e outras tipologias de usos.

Na região semiárida, os processos erosivos, principalmente relacionados ao intemperismo físico derivados de suas condições climáticas e fatores estruturais, condicionam muitas vezes solos rasos, dando destaque aos Luvisolos e Neossolos Líticos.

Esses processos naturais de formação das paisagens semiáridas, constituem um conjunto de relações que caracterizam seus componentes geoambientais de forma diferenciada dos outros ambientes brasileiros, tendo nestas análises morfológicas fator de fundamental importância para o estudo do meio físico.

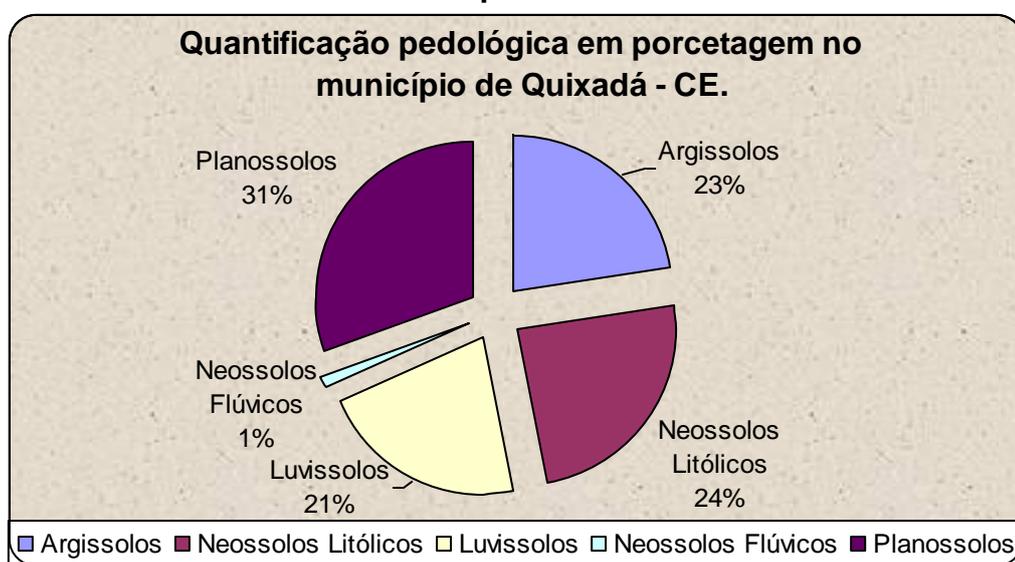
De acordo com Crispim e Souza (2011), o reconhecimento e estudo das classes de solo e da cobertura vegetal de uma determinada área, parte da possibilidade de fortalecer estudos voltados ao uso e manejo dos recursos naturais.

Tenta-se, através do levantamento, mapeamento e caracterização dos solos inseridos no município de Quixadá, classificá-los quanto às suas

características naturais predominantes e suas atribuições no que se refere ao uso e ocupação.

O gráfico 9 mostra a quantificação em porcentagem da espacialização, mesmo que de forma generalizada, das classes solos. Há uma maior predominância dos Planossolos, ocupando aproximadamente 31% do território de Quixadá, seguidos dos Neossolos Litólicos (24%), Argissolos Vermelho – Amarelos Distróficos e Eutróficos (23%), Luvisolos (21%) e Neossolos Flúvicos (21%).

**Gráfico 9 - Quantificação em porcentagem da espacialização das classes solos do município de Quixadá**



Fonte: EMBRAPA (1999). Elaborado pela autora.

Para melhor entendimento, o quadro 22 destaca as classes identificadas na área de estudo, com sua nomenclatura antiga e atual.

**Quadro 22 - Solos identificados em Quixadá e sua classificação atual de acordo com SBCS (1999)**

CLASSIFICAÇÃO ATUAL DO SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS (1999)	CLASSIFICAÇÃO ANTIGA USADA PELA EMBRAPA
Afloramentos Rochosos	Afloramentos rochosos
Planossolos	Solonetz Solodizado
Argissolos Vermelho-Amarelos Eutrófico e Distróficos	Podzólicos Vermelho-Amarelos Eutrófico e Distróficos
Neossolos Flúvicos	Solos Aluviais
Neossolos Litólicos	Solos Litólicos Eutróficos e Distróficos
Luvisolos	Brunos Não - Cálculos

Fonte: EMBRAPA (1999). Fonte: Elaborado pela autora.

Os Planossolos ocupam aproximadamente 31% do município de Quixadá. São caracterizados por possuírem perfis com horizontes A e E, ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt.

De acordo com a FUNCEME (2009), esses ambientes são revestidos, em sua maioria, pela vegetação da caatinga hiperxerófila e a vegetação ciliar localizada ao longo nas proximidades dos leitos fluviais, com um ligeiro excesso de água em um curso período de tempo.

Apesar das condições naturais do solo no qual se impõe restrições quanto ao seu uso, no município de Quixadá foram encontradas várias atividades demonstrando as potencialidades naturais do ambiente favoráveis às práticas sustentáveis, como as encontradas no assentamento Boa Vista.

A figura 35 mostra o ambiente de Planossolos onde são exercidas atividades voltadas a Agroecologia.

**Figura 35 - Ambientes de Planossolos no assentamento de Boa Vista, Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Compondo torno de 21% da porção territorial de Quixadá e aproximadamente 107 mil km<sup>2</sup> na região semiárida, os Luvisolos abrangem boa parte no ambiente geoespacial da depressão sertaneja. É caracterizado por possuir solos rasos, apresentando perfis com horizontes A, Bt e C, com textura argilosa e média (PEREIRA; SILVA, 2005).

No município de Quixadá, as atividades sobrepostas nestes ambientes estão em um arranjo espacial configurado em com práticas voltadas à agropecuária, dando ênfase a caprinocultura e bovinocultura. Outras atividades são ilustradas nos Luvisolos em caráter de políticas alternativas como a agricultura familiar.

Sua distribuição geográfica na área estabelece uma intrínseca relação com suas características de relevo, em níveis altimétricos de 120 a 250 metros.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos são caracterizados de acordo com Pereira e Silva (2005), por apresentarem solos profundos e muito profundos com sequencia de horizontes A, Bt e C, com textura média e argilosa. Ocupa 23% da área de Quixadá, estando distribuídos na porção norte e nordeste da área, com uma predominância da caatinga arbustiva aberta.

Os Neossolos Litólicos ocupam aproximadamente 24% do município de Quixadá. Em relação as suas características físicas, constituem solos com horizontes A ou O hístico com menos de 40 cm de espessura, assente diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume), ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2 mm (cascalhos, calhaus e matacões) (EMBRAPA, 2009), encontrando neste ambientes a vegetação da caatinga( arbustiva e arbórea).

O quadro 23 traz a síntese das características pedológicas da área de estudo, a espacialização por unidades geomorfológicas, suas características dominantes e restrições às atividades não condizentes com a área.

**Quadro 23 - Características pedológicas de Quixadá e espacialização por unidades geomorfológicas**

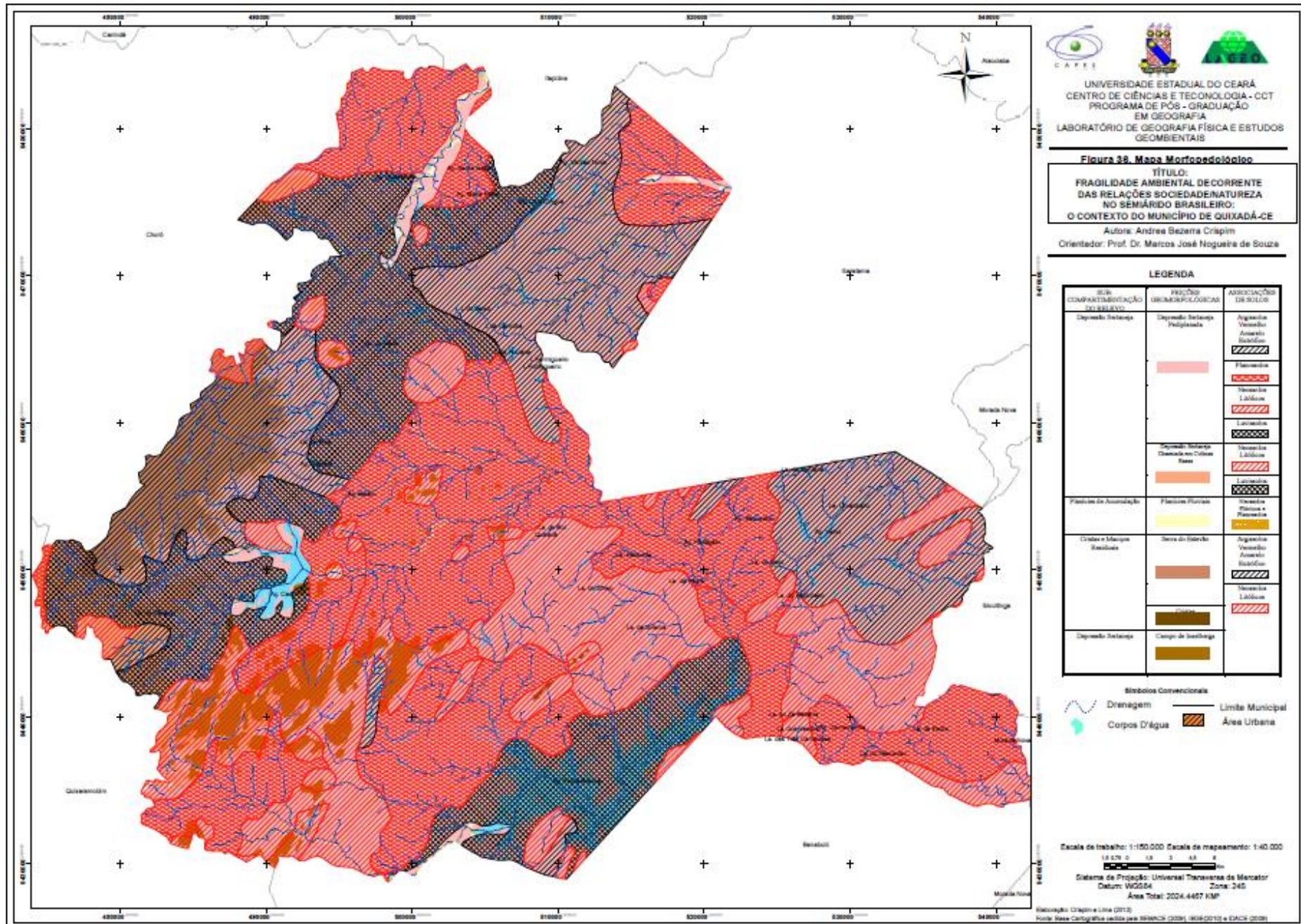
TIPOS DE SOLOS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS DOMINANTES	LIMITAÇÕES DE USO
Neossolos Flúvicos	Planície Fluvial	Solos profundos, mal drenados, textura indiscriminada e fertilidade natural muito baixa	Drenagem imperfeita riscos de inundações altos teores de sódio, suscetibilidade a erosão.
Neossolos Litólicos	Depressões sertanejas e maciços residuais	Solos rasos, mal drenados, fertilidade natural média, bastante suscetível à erosão, com fases pedregosas.	Pouca profundidade, pedregosidade, relevo acidentado, alta suscetibilidade a erosão.
Argissolos Vermelho-Amarelos	Maciços residuais, e depressões sertanejas dissecadas.e ambientes rebaixados da serra do Estevão.	Rasos e profundos, textura média ou argilosa, moderadamente ou imperfeitamente drenados, fertilidade natural média a alta.	Relevo fortemente dissecado, drenagem imperfeita, pouca profundidade, impedimento à mecanização.
Planossolos	Níveis rebaixados das depressões sertanejas semiáridas	Solos rasos a moderadamente profundos, mal drenados, textura indiscriminada, fertilidade natural média a baixa com problemas de	Deficiência ou excesso de água, altos teores de sódio, suscetibilidade à erosão.

		sais.	
Luvissolos	Depressões sertanejas fraca a moderadamente dissecadas	Moderadamente profundos, textura média ou argilosa, moderadamente drenados e fertilidade natural alta	Pouca profundidade, susceptibilidade à erosão, pedregosidade, impedimento a mecanização

Fonte: Adaptado de Souza (2000). Elaborado pela autora.

O mapa morfopedológico ilustra as classes de solos associadas às unidades geomorfológicas (Figura 36). Destaca-se que, devido à incompatibilidade de escalas, a sobreposição dos dois mapas (pedológico e geomorfológico) tenta demonstrar a espacialização (mesmo que de forma generalizada) dos solos sobre as unidades geomorfológicas.

Figura 36 - Mapa Morfopedológico de Quixadá



As unidades fitoecológicas do município de Quixadá inserem-se dentro de um histórico de ocupação típico da região semiárida.

A retirada da cobertura vegetal derivada de práticas de maior impacto tem ocasionado mudanças significativas na estabilidade dos ambientes. Mudanças essas que ocorrem não somente relacionadas às condições fitoecológicas, mas em todo o conjunto geoambiental.

As formações vegetacionais em sua maior importância para o equilíbrio dos ambientes tem um reflexo direto das condições pedológicas, tendo, portanto, um importante papel na estabilidade dos geoambientes, tanto do ponto de vista natural, quanto socioeconômico.

Necessário destacar que em alguns ambientes de Quixadá, coberturas vegetacionais que sofrerem progressivas alterações em seu quadro natural, devido ao processo de desmatamento derivado das culturas de subsistência e a ocupação derivada do binômio gado-algodão, fez com que algumas áreas antes ocupadas pela caatinga arbustiva densa, dessem espaço à caatinga arbustiva aberta.

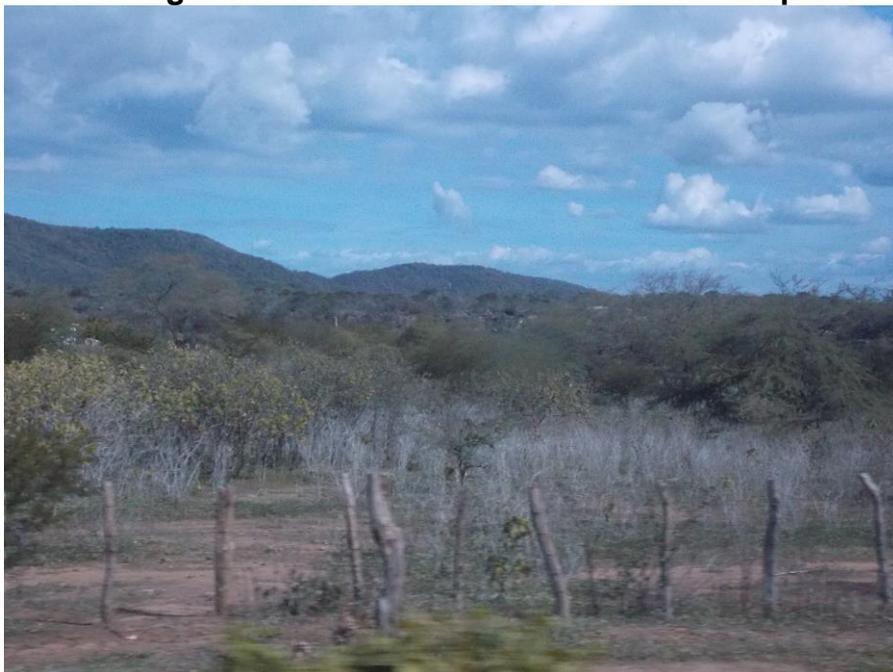
Considerando o estágio de ocupação dessas áreas, verifica-se que a degradação desses ambientes está, sobretudo, relacionada à retirada da cobertura vegetal e a falta de manejo desses recursos.

De acordo com o mapeamento das unidades fitoecológicas elaborado pela FUNCEME (2009), foram identificadas na área de estudo a caatinga arbustiva, caatinga arbustiva aberta (ocupando maior parte do município de Quixadá), a floresta caducifólia espinhosa - caatinga arbórea - (Serra do Estevão) e a vegetação de várzea (localizada ao longo dos cursos fluviais).

A vegetação da caatinga arbustiva densa e aberta está associada aos ambientes cristalinos da depressão sertaneja e parte rebaixada dos maciços residuais, com espécies adaptadas a baixos volumes pluviométricos. Ocupam ambientes que variam entre 150 e 400 metros.

As figura 37 e 38 ilustram um ambiente com predominância da caatinga arbustiva densa associada aos Planossolos. Algumas espécies encontradas na área: *Zyzyphus joazeiro* (juazeiro), *Auxemma onocalix* (pau-branco), *Astronium urundeuva* (aroeira), *Mimosa tenuifolia* (jurema preta)

**Figura 37 - Caatinga arbustiva densa localizada do município de Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 128 - Caatinga arbustiva aberta localizada em Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Outro tipo de cobertura vegetal encontrada na área refere-se à floresta caducifolia espinhosa, localizada na Serra do Estevão Figura (39).

**Figura 39 - Floresta Caducifólia localizada em Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

A Vegetação de Várzea apresenta-se no entorno dos cursos fluviais, com presença das carnaúbas. Na área de estudo verifica-se alguns desses ambientes nas proximidades do Riacho Sitiá (Figura 40).

**Figura 13 - Vegetação de várzea ao fundo, às margens dos leitos fluviais**

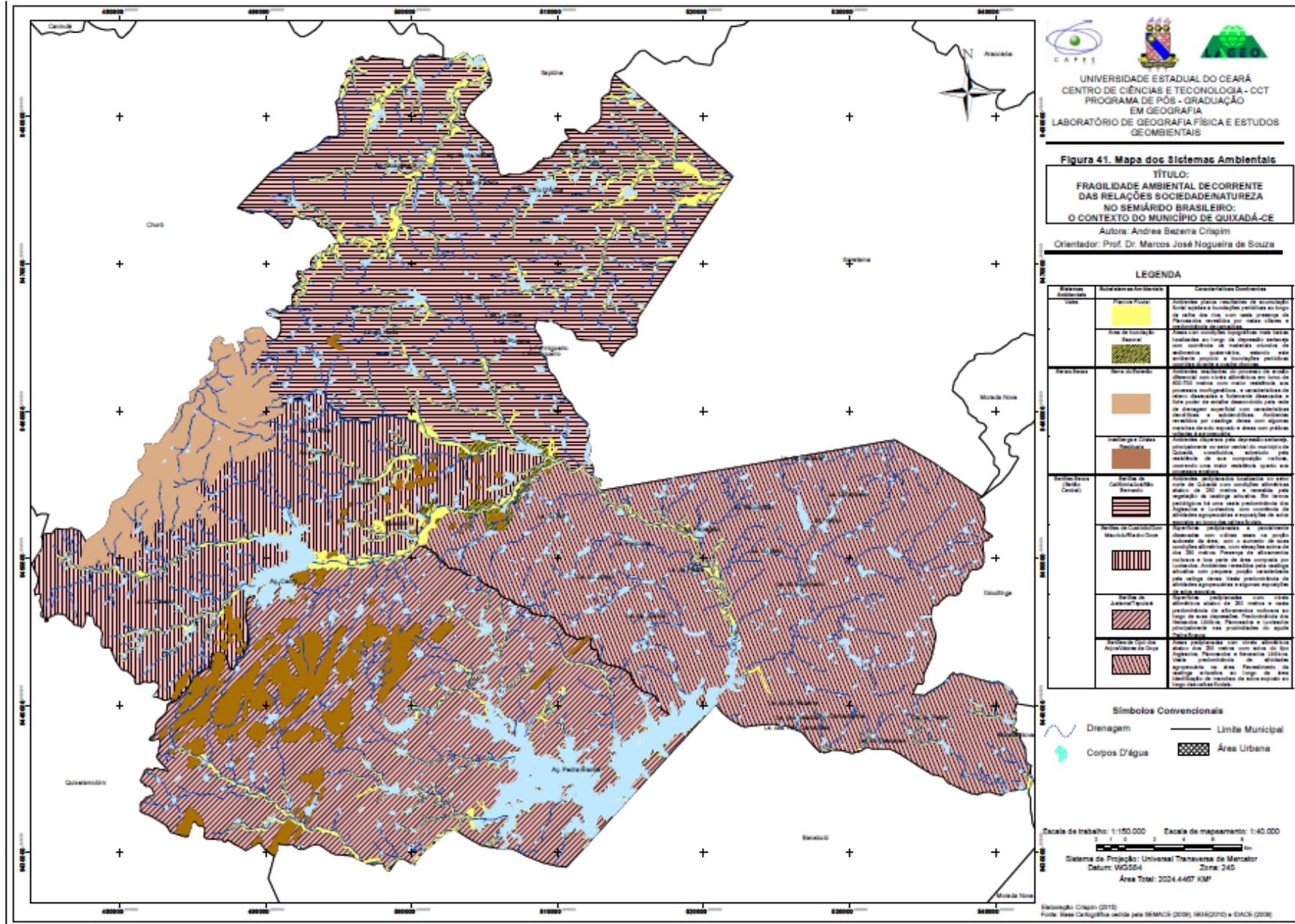


Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Na tentativa de subsidiar os estudos da fragilidade ambiental, as informações referentes à cobertura vegetal foram mapeadas conjuntamente com as tipologias de uso da área, dando ênfase a supressão da cobertura vegetal em detrimento dos vetores de pressão identificados, subsidiando a análise de ambientes que sofreram maiores perdas referentes a este componente ambiental.

Mediante análise dos componentes geoambientais inseridos em Quixadá, elaborou-se o mapa dos sistemas ambientais (Figura 41) da área, como forma de contribuir no desenvolvimento da pesquisa.

Figura 41 - Mapa dos Sistemas Ambientais de Quixadá



#### 4.3 OS PROCESSOS MORFODINÂMICOS E SOCIOECONÔMICOS NA FORMAÇÃO DA PAISAGEM SEMIÁRIDA DE QUIXADÁ

As características territoriais de uma determinada área é peça fundamental para o entendimento das mudanças ocorridas no espaço geográfico. A análise dos componentes ambientais em uma perspectiva integrada, levando em consideração a dinâmica socioeconômica, é primordial para o entendimento da degradação ambiental e intensificação da fragilidade dos ambientes.

Os problemas de ordem ambiental afetam não somente os elementos naturais, mas também questões de origem socioeconômica. A ausência do Estado na efetivação de políticas ambientais em longo prazo direcionadas ao semiárido tem ocasionado à intensificação da degradação ambiental, refletindo nas paisagens sertanejas.

O semiárido segue a lógica de outros ambientes no que se refere à apropriação dos sistemas ambientais. A utilização ainda constante dos elementos naturais e o discurso pautado em uma narrativa reducionista tem justificado, muitas vezes, a degradação ambiental das regiões semiáridas.

Conforme destaca Sales (2006), a implantação de fazendas, principalmente, ao longo dos vales fluviais e o crescimento de culturas direcionadas para o mercado externo, foram peças fundamentais para compreender os primeiros passos de ocupação dos sertões, na segunda metade do século XIX, com a produção do algodão.

A autora enfatiza o surgimento das cidades dentro da lógica do processo econômico, desde as bases de fixação do processo de povoamento surgido no início do século XVII, com as expedições portuguesas.

Nesse recorte, Quixadá surge no processo de colonização, tendo sua ocupação iniciada partindo do vale do rio Jaguaribe, através do afluente do alto Banabuiú. Com a intensificação da cultura do algodão e a implantação do sistema ferroviário, Quixadá entrou na rota que alguns autores costumaram chamar de desenvolvimento da atividade algodoeira.

Com Fortaleza sendo o principal polo de exportação do algodão e com a construção da estrada de ferro em 1891, os produtos, a mobilidade e transporte entre a região do Cariri e Fortaleza passavam também por Quixadá, impulsionando assim o seu crescimento urbano.

Ao longo desse período, o município de Quixadá cresceu economicamente, sendo seguido pela prosperidade da pecuária e da lavoura do algodão.

#### 4.3.1 A dinâmica demográfica do município de Quixadá

Localizado na mesorregião dos sertões cearenses, o município de Quixadá enquadra-se na lista de municípios interioranos que tem passado por um aumento populacional significativo em seu núcleo urbano e diminuição em alguns distritos do município. Muitos dos fatores associados a estas questões estão relacionadas às mudanças socioeconômicas que a área tem atravessado nos últimos anos.

Estas mudanças estruturais e econômicas refletiram sobremaneira em suas características demográficas. Quixadá possuía, de acordo com dados do IBGE (2010), uma população de aproximadamente 69.504 habitantes sendo em sua maioria residentes na área urbana.

Entre 1950 e 2010 (Tabela 2), houve um crescimento populacional de 18.973 pessoas, aproximadamente 23,53% da população. Nota-se o declínio da população entre os anos de 1980, 1991 e 2000. Deve-se, portanto, levar em consideração o desmembramento de alguns distritos no município, como Choró.

**Tabela 2 - Crescimento populacional da população de Quixadá**

PERÍODO	CEARÁ	QUIXADÁ	RANKING
1950	2.695.450	61.631	4 <sup>o</sup>
1960	3.337.856	81.682	2 <sup>o</sup>
1970	4.361.603	66.164	5 <sup>o</sup>
1980	5.288.253	70.787	10 <sup>o</sup>
1991	6.366.647	72.224	8 <sup>o</sup>
2000	7.430.661	69504	
2010	8.452.381	80604	

Fonte: IPECE e IBGE (2010.). Elaborado pela autora (2015).

Os dados mais recentes, referentes à estimativa da população, mostram um crescimento significativo da população total, enquadrando Quixadá como um

município de porte médio em função da sua população de 80.604 habitantes (2010), representando 0,93% da população do Estado.

De acordo com a projeção populacional estimada pelo IBGE (2010), com crescimento anual 1,57 (%A.A), Quixadá irá contar com uma população em torno de 98.698 pessoas (ano de 2023), resultando em um incremento de 18.094 do contingente populacional (Tabela 03).

**Tabela 3 - Projeção da população de Quixadá**

CRESCIMENTO (%A.A.)	ANO	TOTAL DA POPULAÇÃO
	<b>2010</b>	<b>80.604</b>
	2011	81.869
	2012	83.155
	<b>2013</b>	<b>84.460</b>
	2014	85.786
1,57	2015	87.133
	2016	88.501
	<b>2017</b>	<b>89.891</b>
	2018	91.302
	2019	92.735
	2020	94.191
	<b>2021</b>	<b>95.670</b>
	2022	97.172
	2023	98.698
	<b>Incremento total (2010 – 2023)</b>	<b>18.094</b>

Fonte: IBGE (2010). Elaborado pela autora.

Na análise feita a partir dos dados do IBGE (1991, 2000 e 2010), no que se refere à população rural e urbana, verifica-se a diminuição da população rural em detrimento do aumento da população na área urbana, evidenciando mudanças demográficas na configuração espacial de Quixadá no que diz respeito às suas formas de ocupação.

As mudanças demográficas evidenciam uma maior concentração dos serviços públicos no centro urbano da sede municipal, e ausência desses na área rural.

Levantam-se algumas questões em relação a esse fator: a ausência de políticas públicas na área interiorana do município, como o acesso a bens de usos coletivos, tendo como consequência a ida da população rural para o núcleo urbano de Quixadá (Tabela 4).

**Tabela 4 - Crescimento da população urbana e rural de Quixadá (1991, 2000 e 2010)**

DISCRIMINAÇÃO	1991	2000	2010
	Nº	Nº	Nº
Total	72.224	69.654	80.604
Urbana	39.404	46.888	57.485
Rural	32.820	22.766	23.119

Fonte: IBGE (2010). Elaborado pela autora.

As mudanças demográficas ocorridas ao longo dos anos na área de estudo vieram acompanhadas de mudanças significativas em sua taxa de urbanização.

Em um intervalo de nove anos (1991 a 2000), essa taxa teve um acréscimo de 12,54%. Ribeiro e Silva (2010) agregam ao aumento desta taxa fatores como o incremento do setor de serviços, entre os anos de 2000 a 2007, onde ocorreu um aumento de aproximadamente 4,01%.

Associa-se, também, o investimento em infraestrutura que ocorreu nos últimos anos, como a construção de universidades federais e institutos tecnológicos.

Dentre essas questões analisadas, o município de Quixadá tem atraído um maior contingente populacional, havendo assim mudanças em seu contexto demográfico.

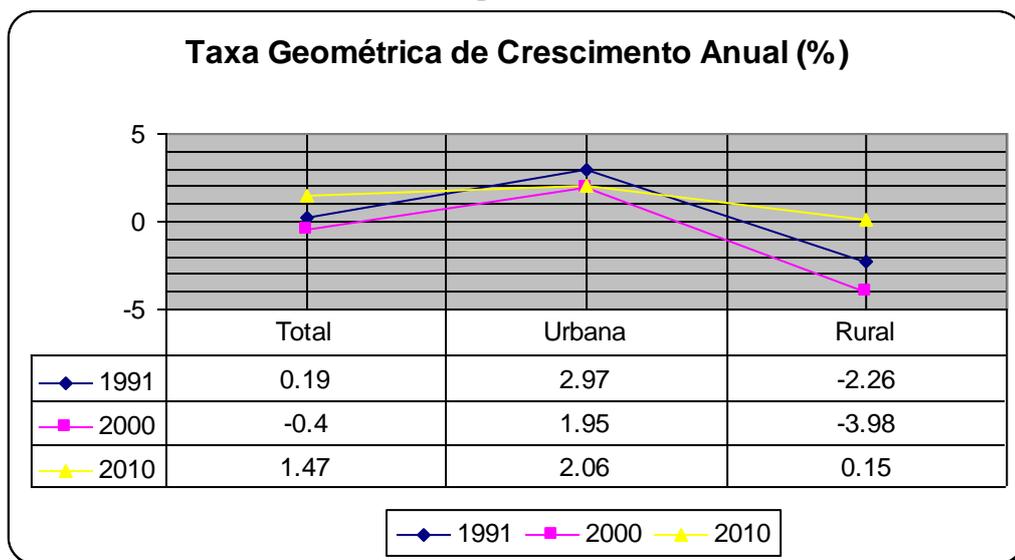
A tabela 5 traz os dados referentes à taxa de urbanização e densidade demográfica, ilustrando em números as mudanças ocorridas em sua área.

**Tabela 5 - Taxa de urbanização e densidade demográfica do município de Quixadá**

	1991	2000	2010
Taxa de Urbanização	54,56	67,31	71,32
<i>Densidade demográfica (hab/km<sup>2</sup>)</i>	25,46	33,97	39,91

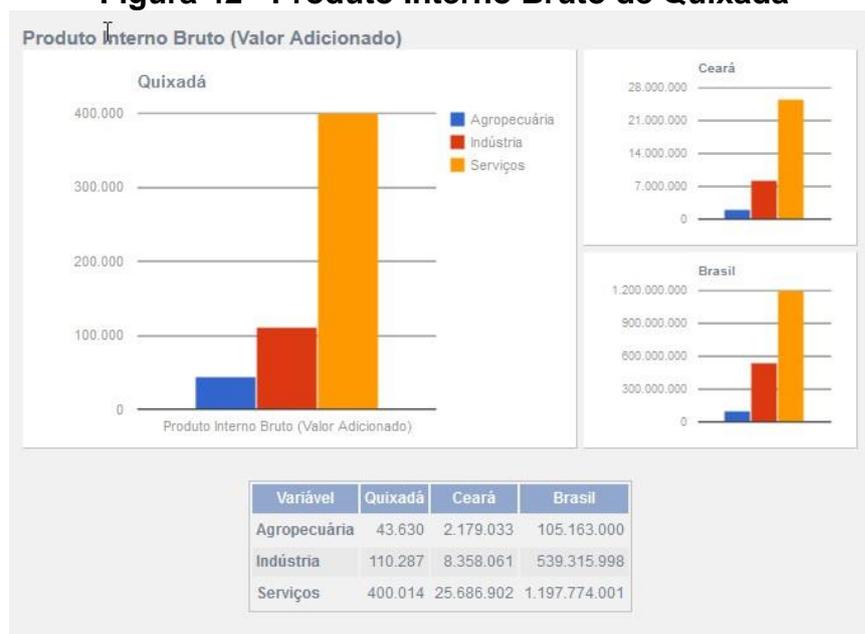
Fonte: IBGE (2010.) Elaborado pela autora.

Observando o gráfico 10, tem-se em consequência dos fluxos migratórios um aumento da taxa geométrica na área urbana, com a diminuição na área rural.

**Gráfico 10 - Taxa geométrica de Quixadá**

Fonte: IPECE (2013). Elaborado pela autora.

Destaque ao Produto Interno Bruto (PIB) do município, com um aumento significativo nos últimos anos relacionados ao serviço e comércio. Mesmo sendo uma atividade ainda presente em Quixadá, a agropecuária (atividade ligada ao setor primário), tem ficado abaixo da indústria e dos serviços (setor terciário). As atividades concentram-se em sua grande maioria na sede urbana do município (Figura 42).

**Figura 42 - Produto Interno Bruto de Quixadá**

Fonte: IBGE (2010). Elaborado pela autora.

### **4.3.2 A produção do espaço no município: vetores de pressão e repercussões na morfodinâmica atual**

A segregação socioespacial em Quixadá: do desenvolvimento urbano aos problemas socioeconômicos

Identificar e analisar as diversas tipologias de usos em um determinado ambiente pressupõe além das abordagens empíricas, entender o contexto histórico em que foram ocasionados e intensificados tais de usos.

O planejamento territorial, em particular na região semiárida, tem sido muitas vezes palco de decisões políticas que tem retratado como o planejamento econômico tem sido incrementado de forma paliativa, não dando propostas efetivas para diminuir os problemas socioeconômicos, de modo a alcançar a superação da desigualdade social existente no semiárido.

A questão social no município tem como principal agente de intervenção o Estado, com políticas públicas que vão desde a valorização de algumas áreas como o centro urbano da cidade, como a falta de políticas públicas em alguns trechos interioranos da área.

O Estado passa a planejar a expansão de uma economia de forma desigual, reestruturando o espaço geográfico da área de forma a aumentar a segregação socioespacial, conforme verificado na área de estudo.

As políticas de Estado no município de Quixadá tem incorporado o discurso de modernização, se apropriando dos espaços na perspectiva de utilização dos elementos naturais.

Contribuindo com as questões levantadas anteriormente sobre a inserção de infraestrutura da área, destaca-se também o potencial turístico, que tem sido um dos pontos atrativos do município. Destaca-se que muitas das atividades realizadas tem estabelecido formas de usos incompatíveis com o que está descrito em legislações pertinentes, como o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) do município, elaborado no ano de 2000.

Ressalta-se que , para efeitos da lei e de acordo com o parágrafo 3º do art. 40, estabelecido pelo Estatuto das Cidades, que a lei que instituir o Plano Diretor deverá ser revisada de dez em dez anos. Ao que condiz a lei do município, a mesma deveria ter sido revisada no ano de 2010.

Conforme o PDDU (2000), as mudanças ocorridas na área têm ocasionado modificações na configuração espacial referente às suas tipologias habitacionais.

Foram identificadas na área habitações subnormais como favelas, cortiços e loteamentos irregulares. Ao mesmo passo que se estabelece essas tipologias habitacionais, foi identificada no município uma política de valorização de alguns espaços voltados à especulação imobiliária, conforme ilustrado na figura 43.

**Figura 43 - Especulação imobiliária na entrada do município de Quixadá (setembro de 2015)**



Fonte: Crispim (2014).

A intensificação da especulação imobiliária contrasta com algumas áreas degradadas ao longo município, bem como locais sem estrutura básicas como saneamento.

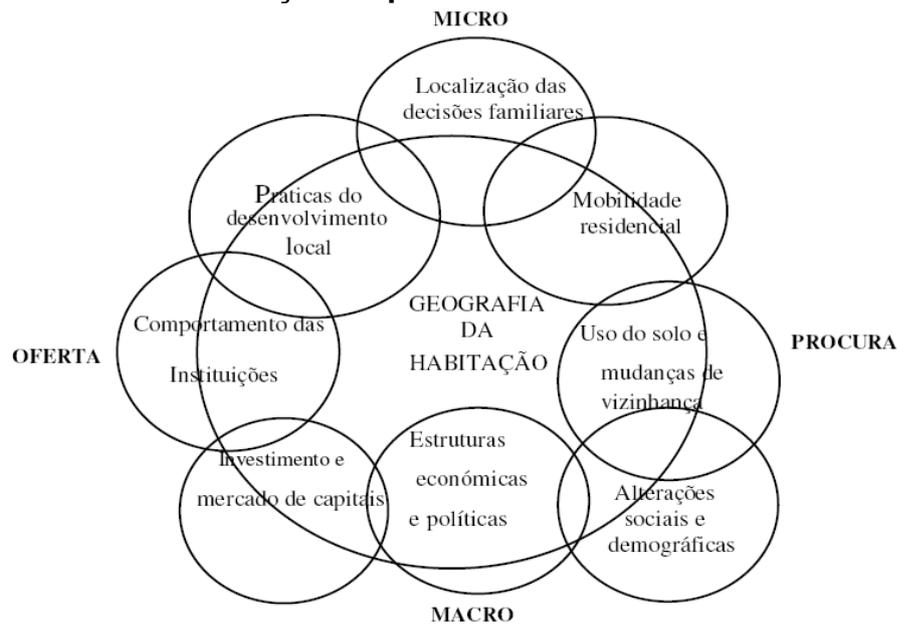
A ocupação em ambientes frágeis tem ocorrido mediante à falta de elaboração de projetos urbanísticos condizentes com a sustentabilidade dos ambientes.

De acordo com Bourne (1981), as condições de habitação são um reflexo da falta de prioridades do Estado. No caso de Quixadá, há uma demanda habitacional decorrente da falta de investimentos do Estado nas áreas interioranas.

Desta forma, a omissão do Estado refletida nas políticas habitacionais, tem ocasionado o aumento de moradias precárias no entorno de áreas frágeis como os monólitos e planícies fluviais.

A figura 44 demonstra alguns pontos que deveriam ser levados em consideração no que se refere à elaboração de políticas habitacionais.

**Figura 44 - Informações que deveriam ser levados em consideração na elaboração de políticas habitacionais**



Fonte: Bourne (1981).

Mesmo saindo do contexto da Região Metropolitana de Fortaleza, onde as questões habitacionais tornam-se mais nítidas do ponto de vista da oferta e da procura, o município de Quixadá perpassa por questões habitacionais que vão desde a valorização de áreas até a necessidade de elaboração de políticas para a remoção de áreas de risco, intensificando a segregação socioespacial da área.

Da elaboração de leis até sua execução, há a ineficiência em executar o que está descrito, conforme estabelecido no Art. 10 do PDDU (2000).

**Art. 10** - A política de desenvolvimento urbano tem por objetivo atuar nos espaços urbanos, procurando promover e harmonizar o seu crescimento e o seu desenvolvimento, controlando conflitos e estimulando usos compatíveis e deve ser orientada pelas seguintes diretrizes:

I - estabelecer as formas de parcelamento do solo, de modo a orientar o processo de urbanização, a integração da malha viária e o direcionamento dos investimentos públicos em infraestrutura e equipamentos urbanos;

*II - controlar o uso e a ocupação do solo, buscando equilíbrio na utilização dos espaços e compatibilizando a intensidade de uso do solo com a oferta de serviços;*

*III - disciplinar os métodos construtivos de modo a tornar compatíveis as edificações aos padrões de salubridade e segurança;*

Esse quadro habitacional do município tem como um dos fatores primordiais a forma como vários agentes sociais atuam no espaço geográfico de Quixadá.

No que confere os dados do IBGE (2010), a tabela 6 demonstra a distribuição dos domicílios particulares permanentes por rendimento nominal mensal. Aproximadamente 80% possuem rendimento mensal abaixo de ½ (hum) salário e meio. Isso evidencia a relação entre as condições sociais de boa parte da população e as condições de moradia na área.

Neste contexto, não somente a população de baixa renda encontra-se sobre os ambientes frágeis como ambientes declivosos e próximos às margens fluviais. Boa parte desses espaços tem passado por um processo de supervalorização em decorrência da beleza cênica e atrativos turísticos.

**Tabela 6 - Distribuição dos domicílios particulares permanentes da área de estudo**

<b>DOMICÍLIOS PARTICULARES PERMANENTES, POR CLASSES DE RENDIMENTO NOMINAL MENSAL DOMICILIAR PER CAPITA – QUIXADÁ- 2010.</b>		
Classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita	Variável	
	Domicílios particulares permanentes (unidades)	Domicílios particulares percentual (%)
Total	22124	100
Até ¼ de salário mínimo	5817	26,2
Mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo	6370	28,7
Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	6180	27,9
Mais de 1 a 2 salários mínimos	1887	8,5
Mais de 2 a 3 salários mínimos	505	2,3
Mais de 3 a 5 salários mínimos	302	1,3
Mais de 5 salários mínimos	175	0,7
Sem rendimento	888	4,0

Fonte: IBGE (2010). Elaborado pela autora.

As figuras 45 e 46 ilustram a expansão de residências em áreas de vertentes em Quixadá, a localização de residências na Unidade de Proteção do município e a expansão urbana em torno dos recursos hídricos.

**Figura 145 - Expansão de residências nos limites da UPI e em ambientes elevados de Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

De acordo com o descrito no Art. 11 do PDDU

**Art. 11** - *A política de proteção ambiental tem por objetivo estabelecer condições de convivência harmônica do homem com o seu meio, visando atingir uma melhor qualidade ambiental para o conjunto da população e deve ser orientada pelas seguintes diretrizes:*

- V - manter a cobertura vegetal indispensável, a fim de diminuir a incidência do intemperismo físico provocado pela irregularidade das chuvas;*
- VI - adotar medidas de restrição de uso nas áreas remanescentes com cobertura vegetal natural, assim como em sua vizinhança imediata, definindo limites das áreas de proteção, indicando os usos apropriados e percentuais de ocupação a serem utilizados;*
- VII - controlar os poluentes, preservando e conservando a integridade natural dos meios receptores dos recursos hídricos, solos e atmosfera.*

**Figura 46 - Expansão urbana próxima aos recursos hídricos em Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Os ambientes fluviais sempre foram superfícies estratégicas na constituição de moradias nas regiões semiáridas, como forma de acesso à garantia dos recursos hídricos, e de prevenção no período de demasiadas estiagens ocorridas no semiárido em decorrência dos períodos de seca.

Estas ocupações ocorrem em decorrência da falta de planejamento urbano e ambiental, ocasionando impactos ambientais como a poluição dos recursos hídricos, quando da ausência de um plano municipal de resíduos sólidos.

As imagens acima demonstram que boa parte da degradação e intensificação da fragilidade ambiental nesses ambientes é ocasionada pela ausência de monitoramento.

Muitas das legislações descritas destacam a necessidade de assegurar a preservação e conservação dos recursos hídricos ao longo dos leitos fluviais. As Áreas de Preservação Ambiental (APP's), estabelecidas pelo novo Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2015), estabelece no art. 4º os ambientes de APP's tanto em áreas rurais quanto em áreas urbanas. Verifica-se no município o avanço de moradias próximas às margens dos leitos fluviais, entrando em divergência com o que está estabelecido na presente lei e nos incisos III, IV do art. 11º do PDDU.

III - assegurar meios que garantam a preservação dos mananciais, adotando a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento, observadas as legislações estaduais e federais pertinentes;

IV - disciplinar os usos dos recursos hídricos, respeitando sua capacidade de carga, bem como controlar e coibir ações responsáveis pela deterioração das águas do Município;

#### 4.3.2.1 As intervenções da agropecuária como vetor de degradação ambiental

Durante muitos anos, o processo de transformação da paisagem semiárida teve como principal fator de degradação as marcas da ocupação relacionadas à propriedade da terra em atividades onde os sistemas produtivos foram exercidos sem levar em consideração políticas de sustentabilidade.

Atividades denominadas como agricultura de subsistência, foram identificadas no município de Quixadá, como o milho e a mandioca. Essas atividades do primeiro setor no município são caracterizadas historicamente por processos também relacionados à intensificação de processos erosivos.

Algumas práticas como o modelo de queimadas periódicas e compactação dos solos através de tratores, têm ocasionado à redução da capacidade produtiva remetendo os processos de degradação intensos, principalmente, em uma área onde há predominância de irregularidades pluviométricas ao longo do ano.

Mesmo ocupando o terceiro lugar no ranking do PIB (Produto Interno Bruto) do município, as atividades condizentes às culturas temporárias e permanentes são essenciais para a economia (Tabela 7).

**Tabela 7 - Atividades condizentes às culturas temporárias e permanentes de Quixadá**

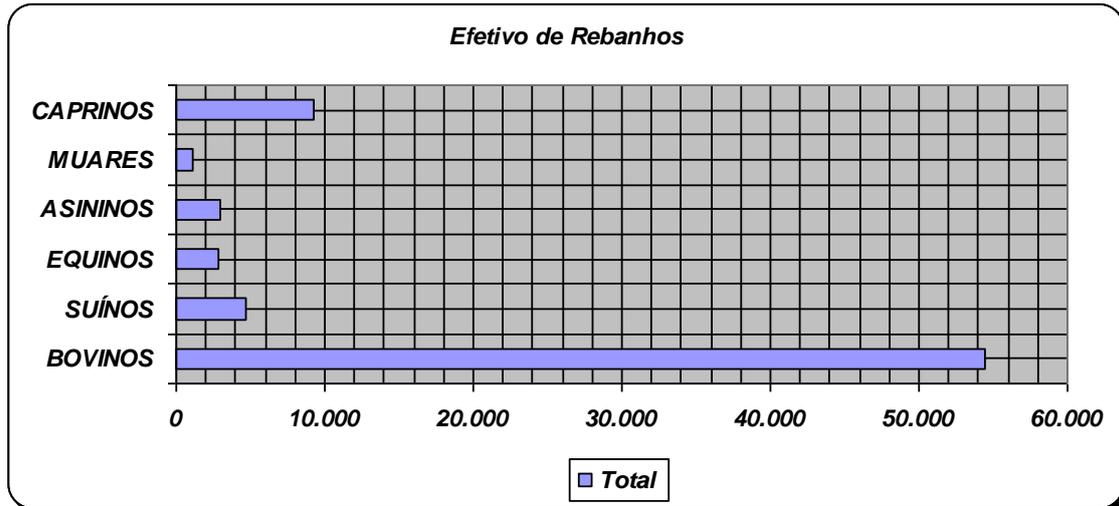
Produto	Área colhida	Área plantada	Volume produzido
Banana	10 hectares	10 hectares	75 toneladas
Castanha de Caju	1240 hectares	1240 hectares	496 toneladas
Algodão Herbáceo (em caroço)	414 hectares	414 hectares	470 toneladas
Feijão	5805 hectares	5805 hectares	3592 toneladas
Mamona	785 hectares	785 hectares	371 toneladas
Mandioca	100 hectares	100 hectares	1000 toneladas
Milho(em grão	5540 hectares	5540 hectares	9972 toneladas
Laranja	2 hectares	2 hectares	10 toneladas

Fonte: IBGE (2010). Elaborado pela autora.

Outra atividade que envolve a reconfiguração geoespacial do semiárido está associada à pecuária. O gráfico 11 demonstra o efetivo de rebanhos, dando destaque ao quantitativo de bovinos.

Essas atividades têm sido um dos principais vetores de pressão na área interiorana, intensificado pela falta de manejo sobreposto aos geoambientes.

**Gráfico 11 - Efetivo de rebanhos no município de Quixadá**



Fonte: IBGE e INSA (2010 e 2102). Elaborado pela autora.

De modo geral, os criadores aumentam o número de bovinos, caprinos e ovinos com limites superiores à capacidade de suporte dos ecossistemas, que é, em geral, muito baixa, estando estes ambientes sob condições edafoclimáticas não adequadas (OLIVEIRA, 2006).

#### 4.3.2.2 A degradação ambiental e as mudanças paisagísticas decorrentes da pressão socioeconômica

A degradação ambiental identificada em boa parte do semiárido tem em seu histórico processos de ocupação relacionada à agropecuária. O curto período de pousio das áreas, onde são praticadas essas atividades, tem intensificado problemas resultantes da pressão desses vetores como a intensificação dos processos erosivos.

A diminuição da produtividade biológica dos sistemas ambientais, a compactação dos solos e o desmatamento, além da intensificação do escoamento superficial, são alguns dos problemas ambientais configurados na área de estudo.

Em um recorte espaço-temporal (Figura 47), na planície fluvial do rio Sitiá, nota-se significativo avanço dessas atividades sobre os recursos hídricos.

**Figura 47 - Expansão das atividades no rio Sitiá, entre os anos de 2002 (mês de junho) e 2012 (mês de agosto)**



Fonte: Google Earth (2010).

A pressão sobre a cobertura vegetal vem intensificando a fragilidade dos ambientes, demonstrando marcas evidentes de degradação ambiental.

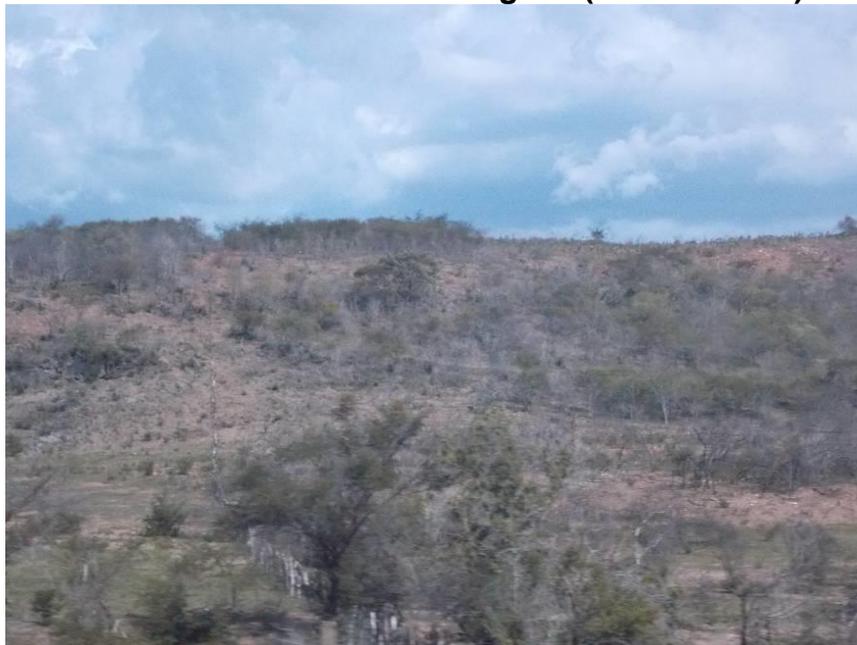
Sendo as atividades exercidas em sua maioria sobre a depressão sertaneja, as planícies fluviais e os maciços residuais, torna-se necessário elaborar planos de uso dos recursos naturais de forma compatível com suas potencialidades.

Um dos pontos essenciais a se colocar em debate é a cobertura vegetal como indicador de estabilidade/instabilidade de uma área.

A cobertura vegetal é ideal para proteger o solo da erosão hídrica. Porém, em áreas agricultáveis por motivos diversos, cabe ao planejador conservacionista, atuar orientando sobre a forma menos agressiva de se utilizar determinada área para produção agrícola, de forma a dar sustentabilidade à produção através da conservação do solo e da água (DOMINGOS, 2006).

Foram identificadas práticas com uso de queimadas, principalmente na depressão sertaneja onde está localizado o assentamento Boa Vista, setor Nordeste de Quixadá (Figuras 48 e 49).

**Figura 48 - Marcas de degradação ambiental no município de Quixadá.  
Observar a retirada da cobertura vegetal (Maio de 2013)**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 49 - Marcas de degradação ambiental no município de Quixadá.  
Observar a retirada da cobertura vegetal (Junho de 2014)**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

De acordo com Lombardi e Bertoni (1990), vários são os benefícios da cobertura vegetal.

Além da proteção direta contra a intensidade relacionada às taxas de erosividade no período chuvoso, melhora a estrutura do solo e a retenção de água mantendo o equilíbrio hidrodinâmico dos ambientes.

Em Quixadá, o principal tipo de manejo verificado nos sistemas ambientais tem sido a prática de queimadas. O contexto de mecanização do campo, partindo do viés de novas tecnologias, não tem pautado questões relevantes como políticas sérias de sustentabilidade ambiental no município.

Em atividades realizadas por pequenos agricultores, notou-se que alguns trabalhadores realizam queimadas em um pequeno espaço de tempo. Outros possuem acompanhamentos técnicos e preferem o processo de compactação do solo através de tratores, evitando assim, o máximo de perda da capacidade produtiva desses ambientes.

A figura 50 ilustra alguns ambientes em áreas da depressão sertaneja e ambientes de Planossolos, onde algumas comunidades trabalham com agroecologia.

**Figura 50 - Atividades agroecológicas em ambientes de Planossolos em Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

O manejo sustentável baseado nas práticas agroecológicas enfatiza os preceitos da sustentabilidade ambiental nas regiões semiáridas, frente aos ambientes que apresentaram práticas mais impactantes como queimadas em lotes

maiores de terras. De acordo com Altieri (2012), a concepção destas práticas agroecológicas se baseia nos princípios ecológicos de sustentabilidade do aumento da ciclagem da biomassa.

A relação do uso da terra e equilíbrio ambiental, além de ocasionar a estabilidade pedológica, aumenta as interações biológicas e o sinergismo entre os mais diversos componentes biológicos, contribuindo para a conservação dos solos, bem como em práticas de recuperação de áreas degradadas.

Em outros trechos do município, há uma vasta predominância de áreas com práticas voltadas ao sobrepastoreio com impactos ambientais diferenciados.

Em áreas com agricultura de subsistência, o impacto é ocasionado em pequenas parcelas da área, com a utilização de ferramentas como a enxada e focos de queimadas para a retirada da cobertura vegetal primária, e o plantio de culturas de subsistência, conforme verificado em áreas como o assentamento São Domingos e Boa Vista.

Foram encontradas em boa parte de Quixadá atividades relacionadas à bovinocultura e caprinocultura, de caráter intensivo e extensivo. Nessas atividades, os impactos ambientais negativos são maiores ou menores em decorrência do número de animais, bem como das características naturais da área, como as condições de declividade, solo e cobertura vegetal e proximidade aos recursos hídricos.

As figuras 51, 52 e 53 destacam estes tipos de atividades, com impactos ambientais que vão desde o comprometimento nas condições da fitomassa, até a intensificação de processos erosivos impulsionados pela destituição da cobertura vegetal e comprometimento da fertilidade pedológica, dependendo da característica de cada solo.

Em ambientes mais íngremes, conforme verificado nas ilustrações, as taxas de erosividade acentua-se, além das condições topográficas, à falta de manejo adequado em relação à necessidade da conservação da cobertura vegetal no que condiz ao equilíbrio hidrodinâmico da área.

Esta problemática relacionada à prática agropecuária amplia-se quando se coloca o sistema de exploração da agropecuária, sem levantar questões como os estudos da capacidade de suporte de cada ambiente.

É necessário estabelecer um modelo de desenvolvimento agropecuário que caracterize em cada parcela de lote da área, as diretrizes ambientais pertinentes à utilização desses ambientes.

De acordo com Leite *et. al.* (2011), a redução da biodiversidade tem sido em níveis gerais, o principal impacto ambiental negativo verificado nestas áreas, pois dentro desta redução, caracteriza fatores como a redução da fertilidade dos solos, com problemas como salinização e o surgimento de áreas com amplos riscos de recorrência a desertificação, com impactos diretos na fauna, flora, principalmente quando associados à utilização de agrotóxicos e fertilizantes.

**Figura 51 - Atividades relacionadas a agropecuárias, no mês de Maio de 2013**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 52 - Atividades relacionadas a agropecuária, no mês de maio de 2013**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 53 - Atividades relacionadas a agropecuárias, no mês de maio de 2013**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

A ocorrência constante de desmatamentos para práticas relacionadas a práticas agrícolas ocorrem de forma contrária dos fatores de sustentabilidade ambiental no campo.

Cita-se o superpastoreio que degrada a cobertura orgânica do solo ocasionando sua compactação (GUERRA, 2005), atividades indiscriminadas como o uso de práticas rudimentares (resultando na perda de nutriente do solo), bem como as atividades agrícolas, com usos de manejo inadequado em ambientes frágeis.

Outra prática realizada na área tem sido a mamonicultura, devido principalmente a abertura de uma refinaria da Petrobrás para a produção de biodiesel no distrito de Juatama.

#### 4.3.2.3 O turismo e lazer no semiárido quixadaense e apropriação da paisagem

As potencialidades naturais em Quixadá ocasionam vantagens ao potencial turístico da região. Pode-se destacar na área atrativos turísticos como a Pedra da Galinha Choca (Figura 54) no campo de monólitos, o turismo religioso como o santuário de Nossa Senhora do Sertão, o turismo pautado nas trilhas ecológicas, as atividades relacionadas à caça e pesca, e o turismo voltado ao conhecimento da vida dos sertanejos no semiárido.

Outras atrações turísticas são encontradas em Quixadá. Devido às condições de altitude, o campo de Inselbergs, conjunto paisagístico diferenciado de

outras regiões do estado do Ceará, tornou-se um ambiente propício a práticas esportivas, como os voos de asa delta e alpinismo.

**Figura 54 - Vista parcial da pedra da galinha choca em Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

O potencial turístico da área tem sido uma das principais rendas de Quixadá. Na parte interiorana, verifica-se a construção de hotéis, destacando o município com um dos ambientes a despontarem no turismo sertanejo do Estado do Ceará.

Esta atividade tem atraído investimentos no que se refere ao porte imobiliário e venda constante de loteamentos, no entorno das áreas de maior destaque paisagístico, como o Açude do Cedro e o campo de Inselbergs, utilizado como fonte paisagística para a especulação imobiliária.

Um dos motivos da expansão urbana do município tem sido sua paisagem diferenciada em relação ao conjunto paisagístico da região semiárida cearense, o que coloca a necessidade da implementação de uma política turística que se enquadre dentro do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

#### 4.3.2.4 A utilização e o redimensionamento dos recursos hídricos em Quixadá

A demanda por recursos hídricos na contemporaneidade vem seguida de um acúmulo de discussões sobre seu redimensionamento. A diversidade natural do

semiárido é, por vezes, visto como uma região cheia de problemas, com uma população destinada a sofrer com o *déficit hídrico*. Sabe-se, portanto, que as políticas dos recursos hídricos hoje são pautadas em sua maioria por uma política de desenvolvimento destinada à indústria e agronegócio.

Algumas políticas como o projeto de açudagem destinado à região Nordeste, tinha como objetivo maior reestabelecer novos parâmetros de utilização das águas, como a garantia da irrigação e o desenvolvimento de culturas de vazante, bem como a piscicultura.

Deve-se ressaltar, o fato de ser esta uma política antiga, podendo-se dizer que, no caso do Ceará, a grande obra a caracterizar seu início é o çude Cedro, localizado na cidade de Quixadá, realizada como política de combate à seca de 1877. Os primeiros trabalhos dessa obra datam de 1890, com finalização em 1906. O açude foi construído com o intento de garantir a irrigação, o desenvolvimento das culturas de vazante, a piscicultura, o aproveitamento das áreas a montante e o abastecimento de água da cidade de Quixadá (NOBRE;MAGALHÃES, 2013, p.53).

As contradições sócioespaciais em torno da apropriação dos recursos hídricos têm condicionando durante anos a questão socioeconômica da população.

Em Quixadá, mesmo com açudes de grande porte como o Cedro (capacidade de 126.000.000 m<sup>3</sup>) e o Açude Pedra Branca (capacidade de 434.000.000 m<sup>3</sup>), há comunidades que ainda sofrem com a falta de acesso aos recursos hídricos.

Algumas políticas regionais são realizadas no município como a distribuição de carros-pipa e a construção de cisternas. O quadro 24 mostra os projetos, as entidades executoras bem como o número de cisternas destinadas à Quixadá.

#### **Quadro 24 - Entidades executoras e número de cisternas destinadas à Quixadá**

<b>PROGRAMA UM MILHÃO DE CISTERNAS – FASE DE TRANSIÇÃO - P1MC-T (ARTICULAÇÃO NO SEMIÁRIDO - ASA)</b>
Apoio: Agência Nacional de Águas Entidade Executora: ESPLAR <u>Quantidade de cisternas: 67 cisternas</u>
<b>P1MC (Articulação no Semiárido - ASA)</b> Apoio: Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) Entidade Executora: CETRA (checar com o CETRA)
<b>Convênio entre o estado do Ceará via Secretaria de Desenvolvimento Agrário e o Fórum Cearense pela Vida no Semiárido</b> APOIO: Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) Entidade Executora: CETRA

**P1MC (Articulação no Semiárido - ASA)**  
Apoio: Fundação Banco do Brasil  
Entidade Executora: ESPLAR – 1020 cisternas  
Entidade Executora: Instituto Antônio Conselheiro - 1182 cisternas  
Entidade Executora: CETRA - 1182 cisternas

Fonte: ESPLAR (2010). Elaborado pela autora (2014).

Em 2013, ano considerado como um dos mais secos dos últimos 30 anos, O Estado reforçou a necessidade de ampliação desses projetos, e a necessidade de se pensar em estratégias de convivência com o semiárido. Nota-se, que alguns trechos próximos ao Açude do Cedro, há ambientes que estão extremamente secos (figuras 55 e 56).

**Figura 55 - Ambientes secos próximos ao Açude do Cedro, maio de 2013**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 56 - Ambientes secos próximos ao Açude do Cedro, maio de 2013**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Nas visitas de campo foram identificadas a cobertura dos carros-pipa em alguns distritos da área. Mesmo constatando a presença de alguns carros, foi verificada a necessidade de mais políticas públicas direcionadas ao redimensionamento dos recursos hídricos. As figuras 57 e 58 apontam alguns carros-pipa e a cisternas distribuídas nos distritos.

**Figura 57 - Carros-pipa para abastecimento nos distritos de Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

**Figura 58 - Cisternas instaladas na área interiorana do município de Quixadá**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

Outra forma de utilização dos recursos tem sido as atividades agroecológicas que têm se destacado no município. Tais atividades têm se tornado uma alternativa aos problemas socioeconômicos que os pequenos agricultores enfrentam, em decorrência da falta de incentivos do Estado (Figura 59).

**Figura 59 - Atividades relacionadas a práticas agroecológicas**



Fonte: Crispim e Oliveira (2013).

As atividades realizadas no município de Quixadá caracterizam uma dinâmica geográfica, em que a organização espacial possui uma diversidade de usos com características que variam de acordo com as condições econômicas da área.

O mapa de uso e cobertura vegetal trabalhado no capítulo 5 da pesquisa ilustra bem estas características, onde foi possível identificar em atividades empíricas a dinâmica de uso vivenciada na área.

Devido a esta dinâmica, o mapa foi trabalhado tentando delimitar as principais atividades caracterizadas no espaço geográfico quixadaense, destacando outras atividades, mas que, não sendo possível mapeá-las em decorrência da escala de mapeamento (1:40.000), foram destacadas ao longo da pesquisa.

Na elaboração de diretrizes voltadas à produção de um plano ambiental, que considere tanto os fatores socioeconômicos como os ambientais, há diretrizes que devem ser descritas e seguidas dentro de documentos importantes como o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano-PDDU e a Lei de Uso e Ocupação do Solo-LUOS.

No contexto da legislação ambiental, encontram-se delimitadas em Quixadá duas Unidades de Conservação. Ambas com seus limites geográficos descritos e estabelecidos dentro do Sistema Nacional de Unidades de Conservação-SNUC.

A primeira refere-se à Fazenda Não me Deixes, localizada na porção noroeste de Quixadá, com uma área de aproximadamente 300 hectares, estando enquadrada no grupo das Unidades de Conservação de Uso Sustentável (Art. 14 do SNUC), pertencente à categoria de Reserva Particular de Patrimônio Particular.

A segunda e de maior expressão, enquadra-se no grupo das Unidades de Proteção Integral-UPI. O Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá teve seus limites geográficos estabelecidos dentro do Decreto 26.805, com uma área de aproximadamente 242 km<sup>2</sup> e abrangendo setores de extrema relevância ambiental tendo, como destaque o campo de Inselbergs.

Vivenciando a lógica de contexto de outros setores da região semiárida, a Unidade de Conservação dos Monólitos de Quixadá evidencia impactos ambientais localizados dentro de seus limites e, que por lei, deveriam ser espaços em constante fiscalização.

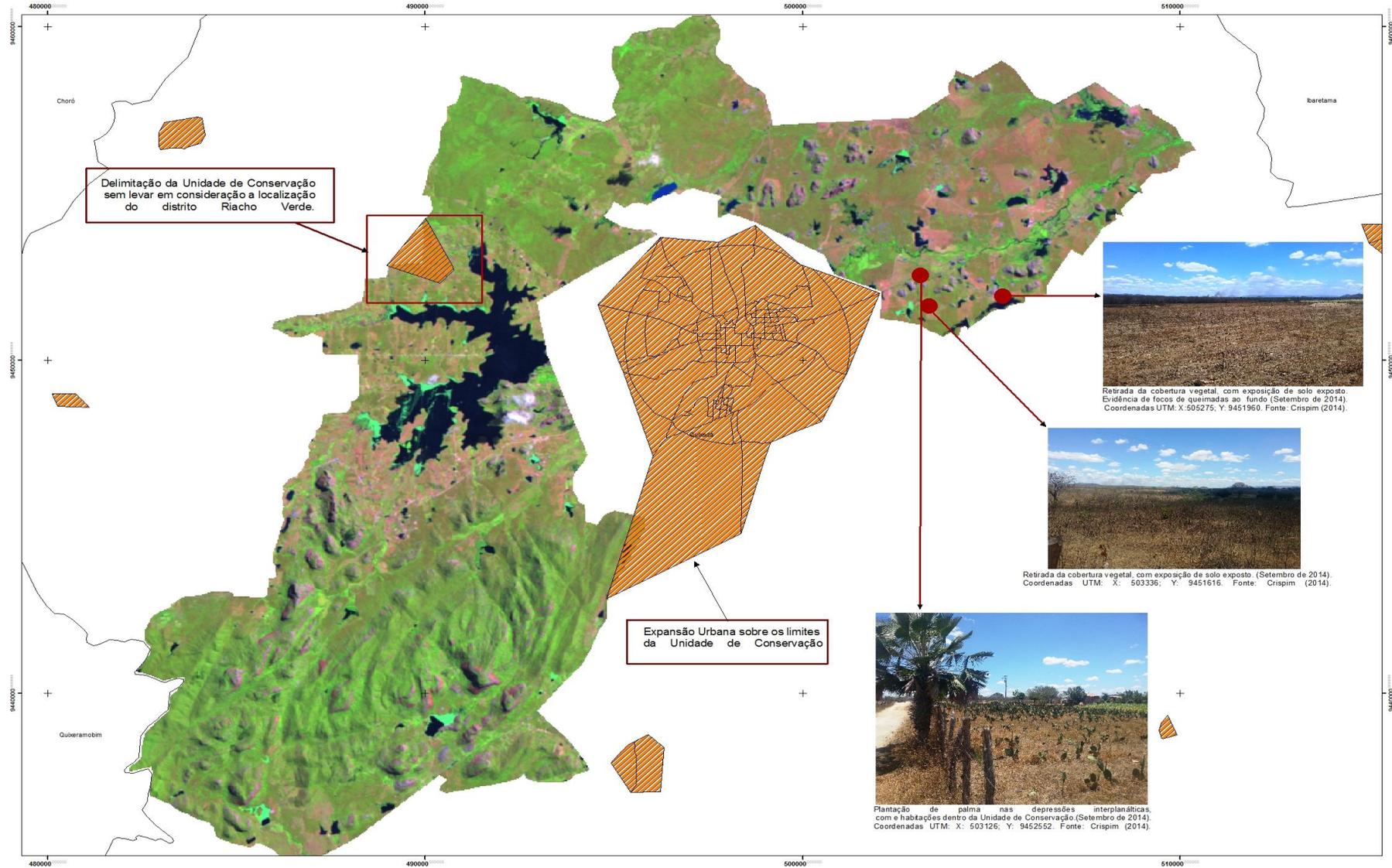
De acordo com a (SEMACE, 2015), o diploma legal da área está em revisão, pois parte dos monólitos encontra-se sobre responsabilidade do IPHAN, o que não descaracteriza-se a necessidade de uma Unidade de Conservação nesta área, já que se constitui um ambiente que se encontra em constante pressão socioeconômica, e possui uma enorme relevância ambiental em decorrência de seus atributos naturais.

A beleza paisagística da área surge como uma variável a mais para justificar a pressão socioeconômica da área, através das práticas turísticas e de lazer como fomento ao crescimento econômico da região, o que se justifica ainda mais a necessidade de implementação da Unidade de Conservação, bem como a delimitação de sua Zona de Amortecimento e elaboração de seu Plano de Manejo.

A figura 60 ilustra algumas atividades identificadas dentro dos limites da Unidade de Conservação, reforçando a hipótese de que a intensificação da fragilidade ambiental nesses ambientes é ocasionada também pela ineficácia do Estado, em não estabelecer critérios no âmbito da fiscalização ambiental.

Estando enquadrado dentro do grupo das Unidades de Proteção Integral, não pode haver nenhum tipo de atividade dentro da área que não seja em caráter de pesquisa científica ou atividades indiretas estabelecidas pelo Plano de Manejo.

**Figura 60 - Tipos de atividades inseridas dentro da UPI de Quixadá**



Fonte: Elaborado pela autora

## **5 OS DESAFIOS DO PLANEJAMENTO TERRITORIAL EM REGIÕES SEMIÁRIDAS**

### **5.1 A FRAGILIDADE AMBIENTAL EM QUIXADÁ E OS DESAFIOS DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL SUSTENTÁVEL**

O estudo ambiental realizado ao longo da pesquisa, demonstra a dinâmica ambiental sobre foco de uma análise que objetivou realizar o estudo integrado dos elementos naturais e suas diversas formas de intervenções socioeconômicas.

Esta análise identificou problemas ambientais múltiplos e complexos, o que necessitou realizar uma abordagem qualitativa e quantitativa da fragilidade ambiental, enfatizando, para além da elaboração do mapa de uso e ocupação, a dinâmica com que estes usos se intensificam frente à lógica da utilização dos elementos naturais em uma vertente de apropriação do espaço geográfico.

Nas regiões semiáridas essa questão torna-se um pouco mais complexa, pois abrange ainda o discurso reducionista de que o semiárido possui grandes limitações ambientais do ponto de vista de seu complexo natural paisagístico, o que reforça o discurso de que a degradação e intensificação da fragilidade ambiental em alguns setores seriam propiciadas não somente pelo tipo de usos, mas pela organização natural dos geoambientes intensificados, sobretudo, pela escassez hídrica.

A elaboração do mapa de fragilidade ambiental teve como objetivo espacializar setores que compõem fragilidades diferenciadas de acordo com uso atribuído, mediante análise das características ambientais de forma setORIZADA (produtos intermediários) e, posteriormente, analisadas na perspectiva integrada, obtendo subsídios para um estudo mais ampliado frente à produção do espaço em Quixadá.

As condições ambientais presentes em boa parte do espaço geográfico semiárido abrange um conjunto dinâmico de uso pertencente a um processo de formação territorial que, historicamente, tem intensificado a degradação ambiental ainda em decorrência da utilização de grandes parcelas de terras destinadas às atividades como a agropecuária.

Em Quixadá, este tipo de uso está espacializado em boa parte dos sistemas ambientais.

As atividades empíricas, associadas às leituras feitas sobre o tema em questão, reforçaram a afirmação da hipótese de que boa parte dos ambientes em Quixadá, que tem em seu quadro ambiental mudanças ambientais com impactos negativos, está associada à forma como a área foi gerida, desde o processo de concentração de terras até às práticas de usos.

Não obstante, este se torna um fator prejudicial associado à falta de planejamento ambiental para a área, estando interligado a inexistências de práticas conservacionistas.

### **5.1.2 A dinâmica dos componentes geoambientais e apropriação do espaço geográfico: análises qualitativas e quantitativas da fragilidade**

A fragilidade dos componentes ambientais de uma determinada paisagem possui para além das formas de degradação ambiental, já evidenciadas em diversas pesquisas, a incorporação da lógica de apropriação dos ambientes semiáridos como fatores de produção associadas às complexidades da produção do espaço semiárido.

Fortalecendo esta discussão, pressupõe-se que a fragilidade ambiental destas áreas está configurada pelo conjunto natural das paisagens e intensificação das pressões socioeconômicas ocorridas sobre esses ambientes.

No que condiz aos fatores de degradação ambiental nas regiões semiáridas, de acordo com (GUERRA, 2011), os processos erosivos presentes em boa parte da região possuem fatores controladores que condicionam as taxas de erosão, como a cobertura vegetal, as condições de declividade, a erosividade da chuva, bem como as propriedades naturais de um solo.

Quando associados a padrões de uso não condizentes com esses processos, insere-se neste ambiente um desequilíbrio ambiental, tendo como consequência a intensificação da degradação ambiental.

Para melhor contribuição na elaboração do mapa de fragilidade ambiental, foram inseridos dois parâmetros que contribuiriam para o entendimento da dinâmica ambiental, com o desafio de compreender de forma integrada com os

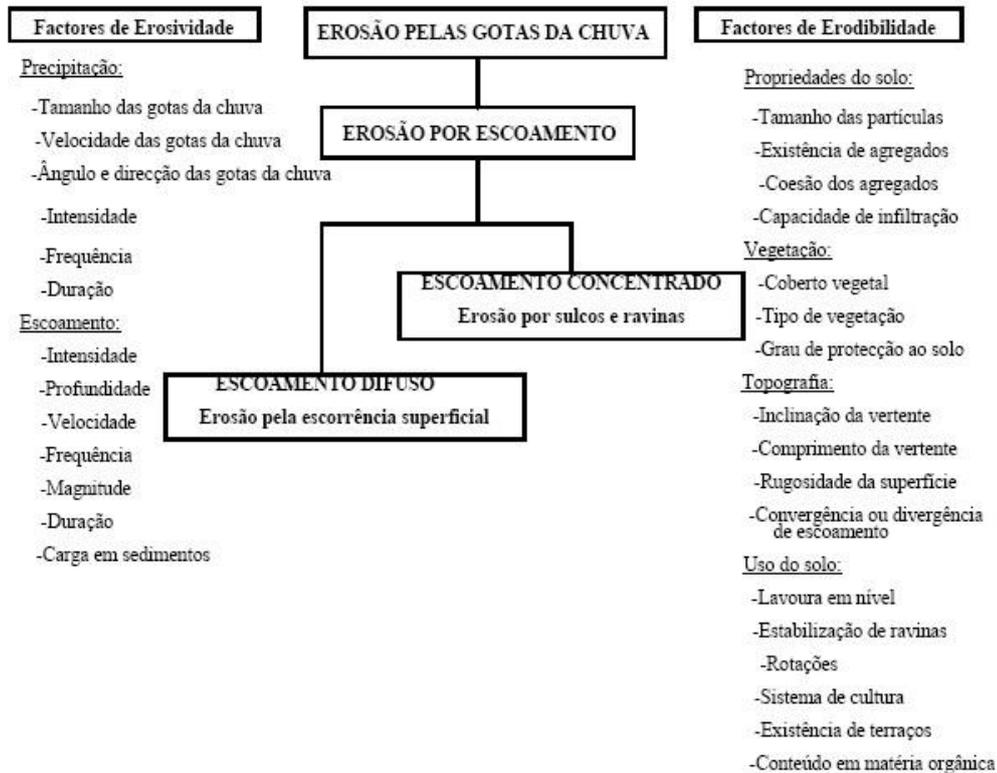
demais elementos como a fragilidade ambiental tem sido potencializada, primordialmente, pelas atividades socioeconômicas.

Os fatores de erosividade e erodibilidade são dois parâmetros que, conjuntamente com outros elementos naturais, condiciona a forma como um ambiente reage à determinada ação. Sendo, a priori, processos naturais, estes fatores quando impulsionados por atividades socioeconômicas, podem modificar a dinâmica natural desses ambientes acentuando os processos erosivos.

De acordo com Roxo (1994), a desagregação das partículas de solo pela ação da chuva é primordial no entendimento da dinâmica ambiental, bem como o estudo da erodibilidade na contribuição dos estudos de fragilidade ambiental.

Estes parâmetros, intrinsecamente relacionados, devem ser analisados de forma integrada com outros componentes como a declividade, as condições de cobertura vegetal e o uso do solo, principalmente em ambientes rurais, conforme especificado na figura 61.

**Figura 61 - Características e relações entre erosividade e erodibilidade**



Fonte: Roxo (1994).

Os fatores expostos são analisados não em uma perspectiva setorizada, mas levando em consideração outros elementos que compõem o conjunto paisagístico da área que quando composto por atividades impróprias, passam a intensificar a fragilidade dos ambientes.

### 5.1.3 A erodibilidade como fator de intensificação da fragilidade dos ambientes

Para dar subsídio na escolha das classes de fragilidade pedológica, conforme especificado na parte metodológica, foram estimadas a erodibilidade baseada na equação de Romkens *et. al.* (1987), onde foram avaliados os valores de erodibilidade dos solos (parâmetro K) do município de Quixadá, tendo como base as classes de associações de solos do Levantamento Exploratório de Solos do Estado do Ceará elaborados por Jacomine (1973).

A erodibilidade identifica a potencialidade natural de um solo estar susceptível aos processos erosivos do ponto de vista de características naturais.

De acordo com Lourenço (2013), há diversas metodologias a serem utilizados para a predição das perdas de solos pelos processos erosivos. Ressalta-

se, no entanto, a Equação Universal de Perdas dos Solos (EUPS), tendo entre esses parâmetros o fator K, utilizado como a quantidade de solo perdido por unidades de área.

Sobre os estudos relacionados à fragilidade dos ambientes, a identificação da erodibilidade dos solos torna-se imprescindível para estimar o quanto este ambiente estará vulnerável a determinados tipos de usos. Lourenço (2013) caracteriza esta aplicação como uma das mais eficientes para a determinação da erodibilidade, com a utilização de variáveis baseadas nos estudos de Jacomine, com possibilidade de espacializar seus resultados.

Os valores de erodibilidade por associações de solos estão identificados no quadro 25 com os tipos, as associações baseadas na classificação atual, a erodibilidade e suas respectivas classes.

**Quadro 25 - Valores de erodibilidade das associações de solos inseridas na área de estudo**

SÍMBOLOS	TIPOS DE ASSOCIAÇÕES	ERODIBILIDADE (TON.HA.H/HÁ.MJ.MM)	CLASSES DE ERODIBILIDADE
PL6	Associação de Planossolo Solódico + Neossolos Litólicos Eutrófico	0.035	Alta
Re26	Neossolos Litólicos + Afloramentos Rochosos	0.016	Baixa
PE9	Argissolos Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico + Neossolos Litólicos Eutróficos	0.026	Média
REe2	Argissolos Vermelho Amarelo abrupto + Neossolos Litólicos + Planossolo Solódico	0.023	Média
NC9	Luvissolos + Planossolo Solódico + Neossolos Litólicos	0.029	Média
PE24	Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico + Luvissolos+ Neossolos litólicos	0.031	Alta
Re4	Neossolos Litólicos Eutróficos + Argissolo Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico	0.019	Baixa
PE29	Argissolo Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico + Neossolos Litólicos + Luvissolos	0.029	Média
Re9	Neossolos Litólicos + Argissolos Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico	0.029	Média
SS1	Planossolos Solódicos + afloramentos rochosos	0.017	Baixa
Red5	Neossolos Litólicos Eutróficos e Distróficos + Luvissolos+ Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico	0.038	Muito Alta

Fonte: Elaborado pela autora.

Com base nas classificações acima, aproximadamente 66% da área encontra-se mais susceptível aos processos erosivos. O Red5 está identificado como a associação em condições de erodibilidade muito alta, com aproximadamente 1.31% da área.

Destaque para o PL6 e PE24 que possuem aproximadamente 66% da área de estudo, com características de alta erodibilidade, o que demonstra como Quixadá possui uma maior fragilidade do ponto de vista pedológico, necessitando de práticas de manejo sustentáveis no que se refere à utilização de seus ambientes. 24% da área estão enquadrados dentro da classe de média erodibilidade e 8.62% dentro da classe de baixa erodibilidade.

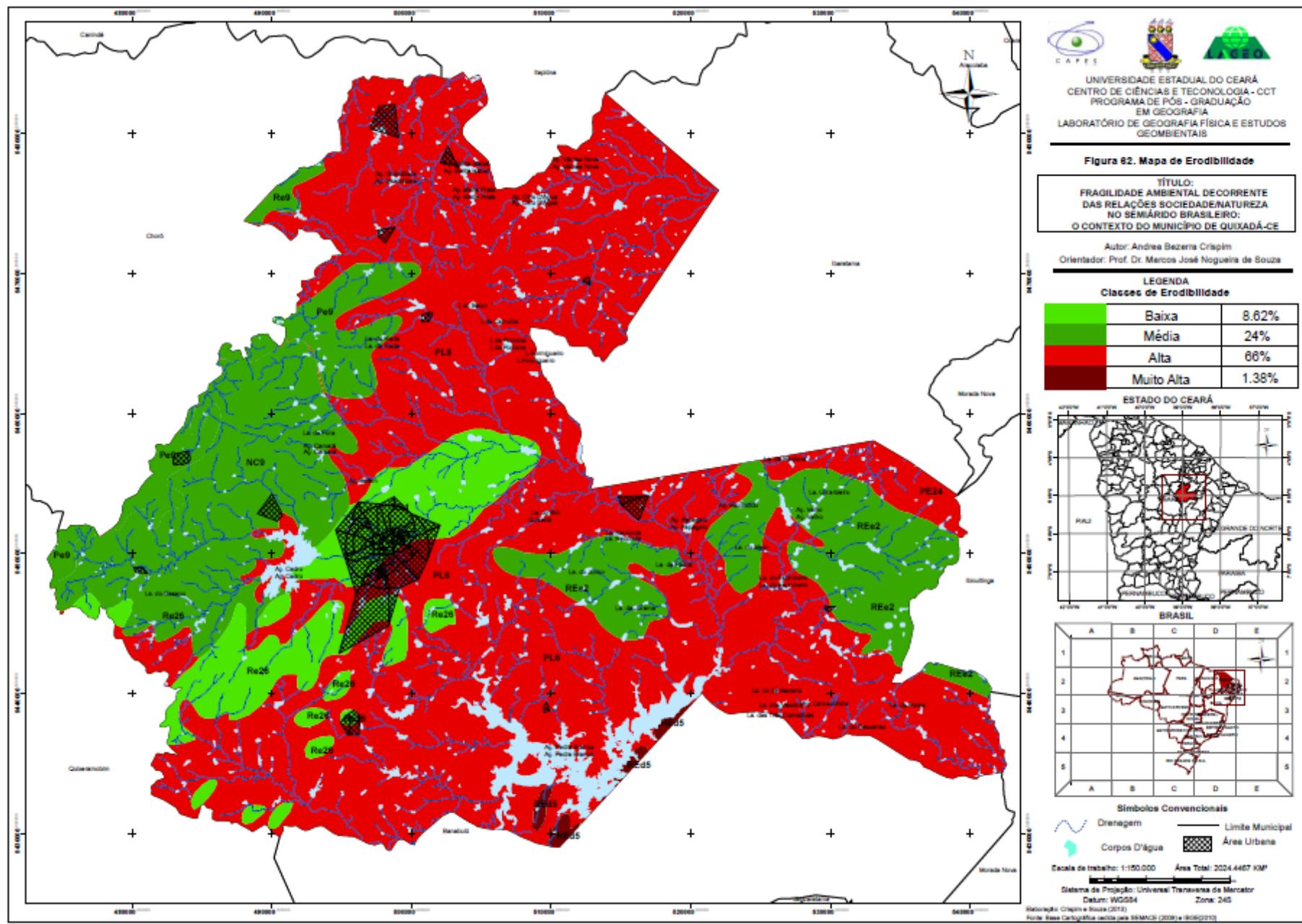
No município de Quixadá, a intensificação da erosividade acontece mais precisamente nos primeiros meses do ano, com o decorrer da quadra chuvosa, destacando as características climáticas e a cobertura vegetal como elementos cruciais na suscetibilidade erosiva de um solo, sendo este último elemento peça fundamental para o equilíbrio erosivo dos solos.

Entretanto, mesmo que a erosividade contribua nos fatores erosivos, as condições pluviométricas são primordiais para a formação pedológica de um determinado ambiente.

Em Quixadá, os solos possuem fragilidades específicas decorrentes das ações morfodinâmicas submetidas a baixos índices pluviométricos durante maior parte do ano. Soma-se a este fator, o processo de uso e ocupação dos ambientes, que tem modificado primordialmente a paisagem natural da área de estudo.

A figura 62 mostra a espacialização das classes de erodibilidade no município de Quixadá.

Figura 62 - Mapa de Erodibilidade Quixadá



#### 5.1.4 A erosividade como fator de intensificação da fragilidade dos ambientes

O processo de erosividade está intrinsecamente relacionado às condições pluviométricas de uma determinada região, estando condicionado ao volume e intensidade pluviométrica.

A capacidade produtiva dos usos sobrepostos aos ambientes tem atenuado uma série de mudanças ambientais em Quixadá como a retirada gradativa da cobertura vegetal, influenciando significativamente os processos erosivos.

Os processos erosivos baseados na erosão hídrica dependem primordialmente do período chuvoso. Na região semiárida, onde os índices pluviométricos mais elevados são concentrados em um curto período de tempo, estimar a erosividade passa a ser um dado importante, já que a mesma passa a subsidiar o planejamento agrícola, bem como novas formas de utilização do solo. A tabela 8 mostra a média da erosividade mensal por postos pluviométricos em recorte de 25 anos.

**Tabela 8 - Erosividade mensal da área de estudo a partir das informações coletadas nos postos inserido em Quixadá e dos municípios limítrofes**

Postos	EROSIVIDADE MENSAL ((MJ.MM/HÁ.H.ANO)												EROSIV. ANUAL (MJ.MM/HÁ.H.ANO)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ag	Set	Out	Nov	Dez	
Banabuiu	551	605	1193	1387	659	159	80	13	0	0	0	43	4750
Tapuiara/Quixadá	417	413	1437	1317	567	342	43	2	0	2	3	25	4567
Itapiúna	612	611	1311	574	692	390	61	13	0	0	1	37	4303
Choró	627	661	1248	1514	590	265	38	13	0	0	2	40	4998
Ibaretama	502	623	1253	1467	739	215	37	13	0	2	0	46	4898
Quixeramobim	495	365	915	1379	716	315	123	43	8	7	39	76	4478
Quixadá	396	651	1338	1517	724	221	112	31	10	2	40	2	5123
Ibicuitinga	408	408	1288	1557	1393	200	43	0	1	0	0	44	5354

Fonte: Elaborado pela autora.

Foram trabalhadas para a área a espacialização da erosividade por meses em um recorte de 25 anos, sendo calculada a erosividade dos meses de Janeiro a Dezembro e espacializadas através do *software Surfer 8*, sendo traçadas as isoerodentes pelo método da *Krigagem* e, posteriormente, sobrepostas ao mapa de erodibilidade.

Figura 63 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de jan e fev

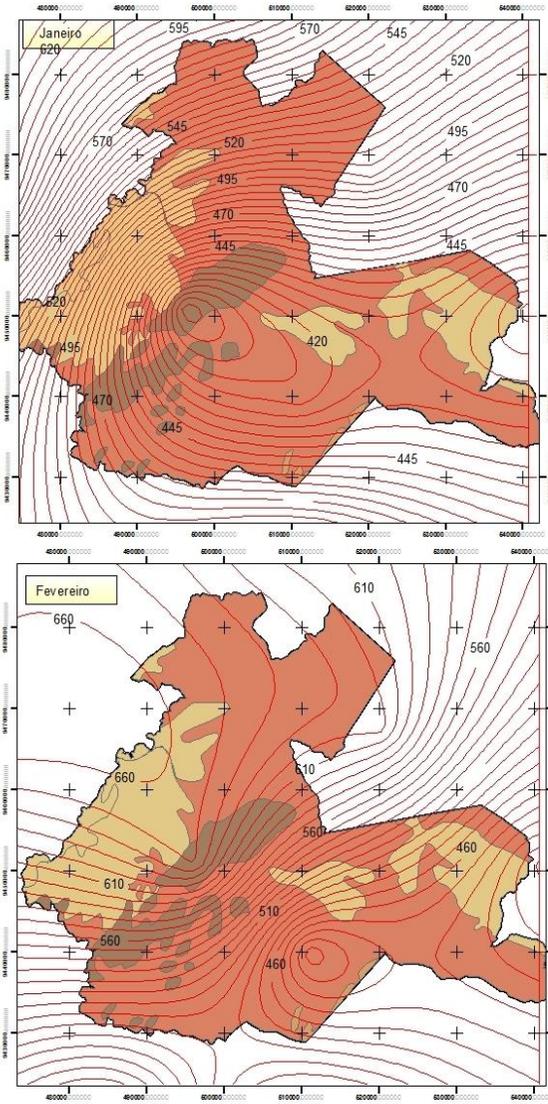


Figura 64 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de març e abr

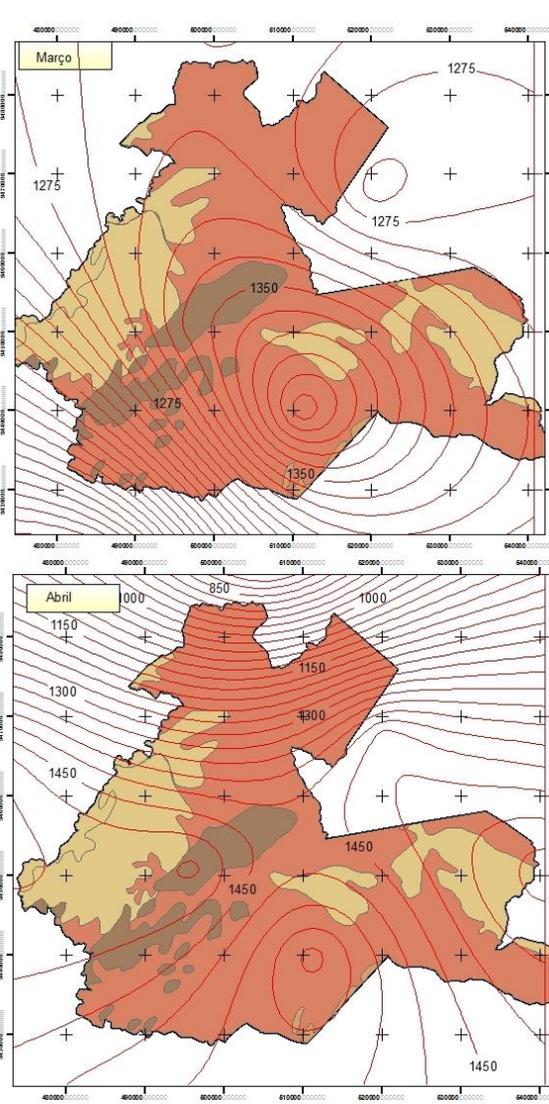
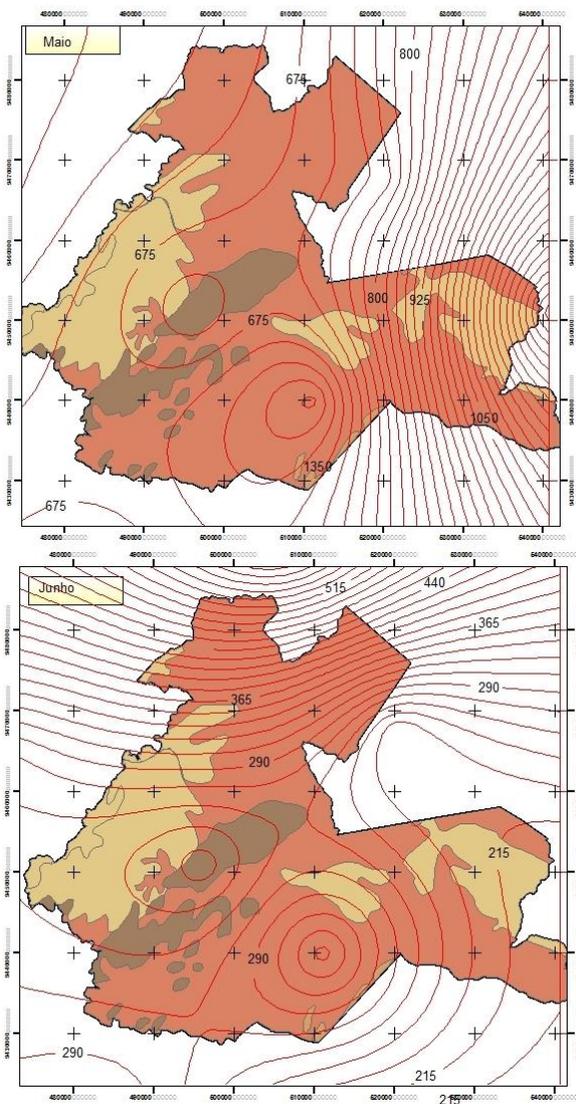


Figura 65 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de mai e jun



Fonte: Elaborado pela autora (2015).

Figura 66 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de jul e ago

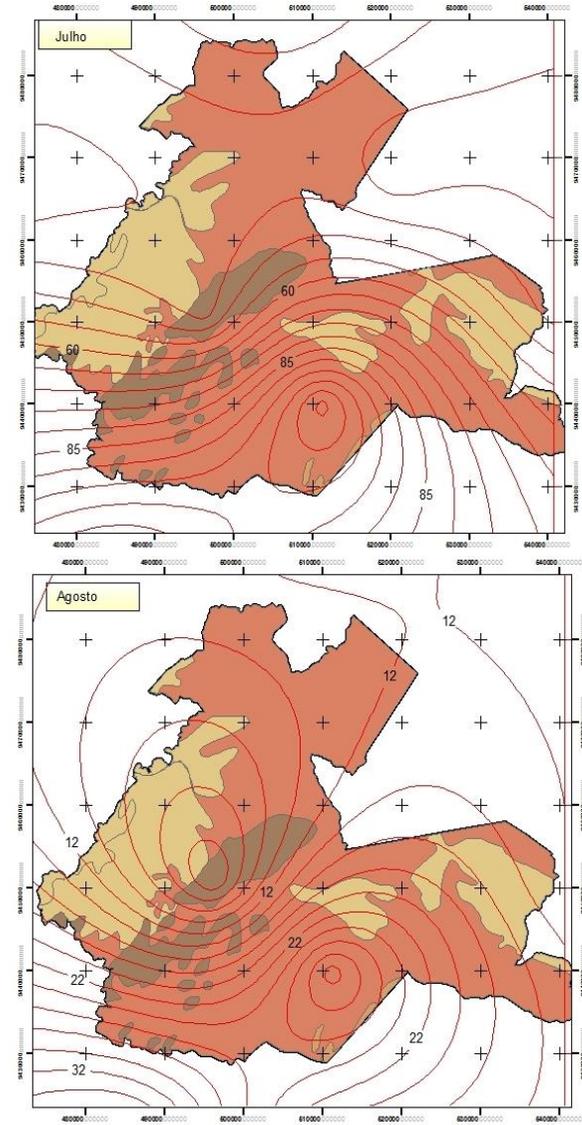


Figura 67 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de set e out.

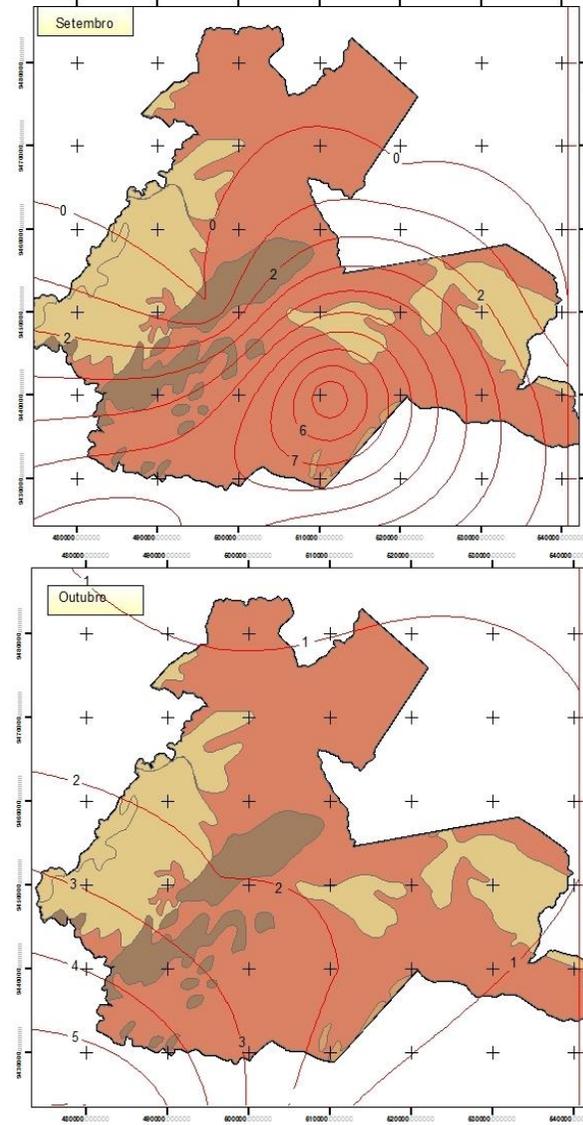
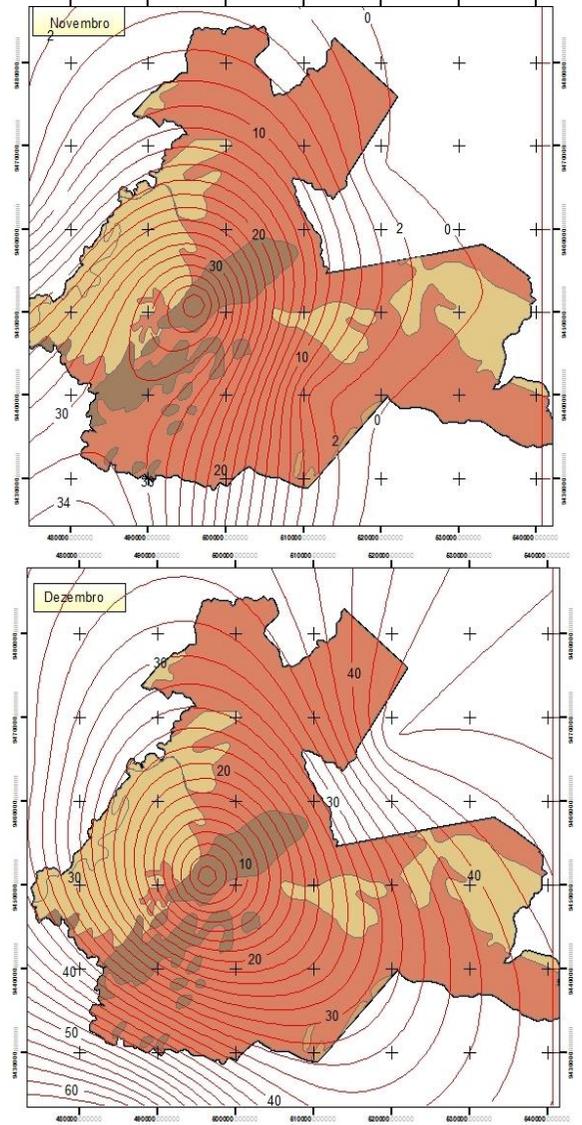


Figura 68 - Relação da erosividade e erodibilidade dos meses de nov. e dez.



Fonte: Elaborado pela autora (2015).

A maior intensidade da erosividade encontra-se concentrada no primeiro semestre do ano, mas precisamente entre os meses janeiro e maio (Figuras 63 a 65). Neste período, consideram-se os efeitos da quadra chuvosa no Estado, com a intensificação dos índices pluviométricos na área.

Entre os meses de julho a dezembro (Figuras 66 a 68), as taxas de erosividade diminuem, levando-se em consideração a intensificação do período seco na região. No segundo, considerado como período seco na região semiárida, há uma maior diminuição da erosividade, principalmente entre os meses de julho a dezembro.

Percebe-se que nos últimos 25 anos, os índices de erosividade não foram tão expressivos na área, mesmo as chuvas sendo concentradas em um curto período de tempo, conforme verificado nas análises pluviométricas para a elaboração das taxas de erosividade.

Soma-se a esta questão, o fato das condições topográficas de Quixadá, com exceção dos ambientes mais declivosos como os monólitos e a serra do Estevão, estarem sobrepostos a uma superfície pediplanada.

Outros fatores estão relacionados aos processos erosivos. A cobertura vegetal da área, de acordo com Guerra (2011), possui um papel primordial no que condizem os processos erosivos. Um destes fatores relaciona-se aos efeitos cinéticos na chuva, que quando submetidos a uma área com cobertura vegetal conservada minimizam a remoção de detritos.

Na Serra do Estevão, onde o fator limitante da área encontra-se em suas condições de declividade, as taxas de erosão diminuem por seus ambientes possuírem uma vegetação densa e parcialmente conservada. Morgan (1986) destaca também a importância da cobertura vegetal nesses ambientes declivosos, na medida em que este componente proporciona uma maior proteção na estabilidade do relevo, bem como na conservação das condições pedológicas.

Diante da análise realizada, a elaboração do mapa de fragilidade ambiental foi trabalhada de forma qualitativa, utilizando-se parâmetros naturais como as condições de erodibilidade, erosividade e os aspectos geomorfológicos, com ênfase nas condições de declividade, bem como atividades exercidas sobre a área.

## 5.2 A FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ NA PERSPECTIVA DO USO

O estudo da fragilidade ambiental em Quixadá demonstra a relação entre a dinâmica dos elementos naturais e sua relação com o uso da terra, buscando além da elaboração do mapa de fragilidade, tentar utilizá-lo como ferramenta na análise de questões voltadas ao planejamento ambiental e territorial.

Na análise utilizaram-se como principais parâmetros as características ambientais inseridas na área e que representam o conjunto de relações que compõem o conjunto de paisagens do município.

A análise geográfica foi realizada sobre o viés do jogo de relações entre os componentes ambientais e as atividades socioeconômicas identificadas, e que trouxeram modificações intensas em alguns trechos da área de estudo.

Conforme estabelecido na metodologia de Ross (1994), a fragilidade ambiental foi trabalhada na perspectiva das Unidades Ecodinâmicas Estáveis ou de Instabilidade Emergente e as Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial.

Para a classificação dos parâmetros, na classificação de fragilidade foi utilizada uma ordenação numérica com numeração de 1 a 5. Cada numeração condiz a uma classificação que estabelece os níveis de fragilidade tanto emergente como potencial: 1 (muito baixa), 2 (baixa), 3 (média), 4 (alta) e 5 (muito alta).

A classificação das unidades de fragilidade foi estabelecida mediante uma abordagem qualitativa dos componentes geoambientais e sua relação com o uso da terra identificado através das análises de sensoriamento remoto e atividades empíricas conforme descrito no terceiro capítulo da tese, sendo crucial para a escolha da classificação dos componentes.

Importante destacar que, mesmo utilizando como critério os componentes mencionados, foram levados em consideração outros fatores como as próprias condições hidroclimatológicas da área.

As condições hidroclimatológicas, debatidas ao longo da pesquisa, tiveram como um dos focos principais a temática da seca e a erosividade como um dos pontos cruciais para o entendimento da dinâmica ambiental e socioeconômica da área.

A questão da seca como fator de fragilidade ambiental é apresentada a partir de uma análise subjetiva, pois mesmo os impactos ambientais e

socioeconômicos sendo visíveis na área, torna-se impossível mensurar no mapa de fragilidade ambiental a complexidade deste fator.

Para estudo da erosividade, a análise realizada foi trabalhada conjuntamente com a erodibilidade por entender que os processos pluviométricos possuem fator relevante neste contexto paisagístico, bem como na contribuição de estudos ambientais e planejamentos voltados às práticas agrícolas.

De acordo com Neto (1995), mesmo com inúmeros trabalhos voltados aos estudos sobre a variabilidade ambiental e análise de regimes pluviométricos, a inserção da erosividade nos estudos ambientais ainda é um parâmetro pouco pautado na área da Geografia Física.

As taxas de erosividade são de extrema importância na análise da erodibilidade dos solos, principalmente em se tratando de estudos voltados a fragilidade ambiental. No contexto do município de Quixadá, a distribuição dos índices de erosividade por meses foi primordial para analisar e entender a distribuição pluviométrica, bem como sua capacidade no processo erosivo dos solos.

A sobreposição das isoerodentes sobre o mapa de erodibilidade foi trabalhada com o objetivo de associar não somente a erosividade de uma forma estática, mas tentar entender que alguns fatores influenciam no desencadeamento desse processo.

Aspectos como a forma e o manejo da terra contribuem para o aumento das taxas de erosão do solo. Apesar de haver erosividade em alguns meses do ano como acontece no segundo semestre (considerado como período seco), as taxas de erosividade não são significativas para que haja intensidade na degradação dos solos, o que contribui na discussão que a forma como as condições de uso da terra são exercidas, é o que ocasiona substancialmente a fragilidade dos geoambientes.

Mediante a forma como a dinâmica natural dos ambientes age em relação entre erosividade e erodibilidade, acredita-se que as taxas de erodibilidade em alguns trechos se acentuam devido à forma como as ocupações foram exercidas na área.

Diante do exposto, a fragilidade das condições pluviométricas foi associada à fragilidade alta como eixo estratégico no âmbito da elaboração de políticas ambientais para a área.

A fragilidade decorrente do estudo de erodibilidade constatou um ambiente com aproximadamente 68% (1350.60 km<sup>2</sup>) de sua área enquadrada em

condições de alta erodibilidade, e aproximadamente 24% (486.54 km<sup>2</sup>) com condições de média erodibilidade, 1.38% (9.90 km<sup>2</sup>) com muito alta erodibilidade e baixa erodibilidade com aproximadamente 8.62% (177.43 km<sup>2</sup>).

Ao analisar as condições de erodibilidade, juntamente com outras informações como o mapa de uso e cobertura vegetal, percebe-se uma relação entre as práticas voltadas à agropecuária e exposição de manchas de solo exposto, demonstrando a relação que estabelece entre degradação e as formas de uso sobrepostas aos sistemas ambientais.

Ross (2005) destaca a importância na análise das condições de erodibilidade dos solos, pois os mesmos passam a subsidiar projetos de avaliação de terras voltadas a aptidão agrícola, bem como relacioná-los a capacidade de suporte dos sistemas ambientais frente às atividades exercidas na área, contribuindo para traçar diretrizes em programas de recuperação de áreas degradadas.

No que se referem às condições geomorfológicas da área, foram levadas como critério de análise as características de declividade, levando em consideração que o fator de declive está diretamente relacionado com a energia cinética e o potencial energético, no que se refere ao processo de escoamento superficial dos recursos hídricos, em ambientes mais declivosos como a Serra do Estevão.

Nesta unidade geomorfológica, os ambientes possuem declividade entre 20% e 45%. Configura-se um ambiente, que do ponto de vista de suas características naturais, há restrições em detrimento de sua declividade em decorrência de seus ambientes declivosos, o que propicia uma maior de velocidade cinética ao escoamento superficial em determinados trechos, quando destituído de cobertura vegetal, sendo classificado, portanto, como o nível de fragilidade alta.

Os outros setores da área possuem variações entre 0%-3% e 3%-8%, estando classificados com fragilidade muito baixa e baixa.

Os outros ambientes que possuem maior expressão na área como as depressões interplanálticas que, conforme especificado nos procedimentos metodológicos da pesquisa, apesar de possuir níveis altimétricos que não ultrapassam os 200 metros, estão caracterizados como fragilidade média, por estarem submetidas a processos degradacionais e terem em seu processo de uso, práticas que ocasionaram mudanças significativas na sua dinâmica natural.

O estudo da fragilidade ambiental em Quixadá foi estabelecido levando em consideração as potencialidades e limitações frente ao uso e ocupação, tentando

avaliar de forma integrada como a produção do espaço em Quixadá tem atribuído novas formas de usos, a partir da utilização dos elementos naturais como fatores de produção econômica.

A fragilidade ambiental soma-se a um conjunto de fatores que estão associados tanto a questão ambiental debatida ao longo de anos em decorrência da ausência de políticas ambientais, bem como a não execução de legislações específicas como o Plano Diretor Participativo do Município. Todas estas questões são analisadas de forma a perceber a intensificação dos problemas ambientais em Quixadá, aumentando a ocorrência da fragilidade ambiental.

A cobertura vegetal, componente de máxima importância no que se refere à discussão sobre estabilidade e instabilidade do ponto de vista ecodinâmico, apresenta-se em aproximadamente 44.07% (892 km<sup>2</sup>) nos limites territoriais de Quixadá, o que aponta uma diminuição significativa deste bioma pela ausência de estratégias voltadas a políticas, intensificando a instabilidade ambiental da área.

A análise feita de forma integrada dos componentes ambientais abordados e a mudança em sua dinâmica ambiental em decorrência do tipo de uso, teve como resultado o mapa de fragilidade ambiental para nortear as diretrizes ambientais da área.

Foram delimitadas 1182 unidades de fragilidade ambiental, sendo distribuídas entre as unidades enquadradas na fragilidade potencial: fragilidade potencial alta (FPA), fragilidade potencial baixa (FPB), fragilidade potencial média (FPM), fragilidade potencial muito alta (FPMA), e as unidades de fragilidade emergente: fragilidade emergente alta (FEA), fragilidade emergente média (FEM) e fragilidade emergente muito alta (FEMA). Em termos de distribuição geoespacial, foram delimitadas 1507 poligonais, inserindo os recursos hídricos.

Na tentativa de atribuir uma relação entre fragilidade ambiental e as condições de sustentabilidade ambiental, foram associadas a cada nível de fragilidade (emergente e potencial) características da sustentabilidade ambiental considerada baixa, média e alta, conforme descrito por Souza (2000), com as devidas adaptações para a área.

A tabela 9 destaca os níveis de fragilidade encontrados em Quixadá com as poligonais e suas abrangências espaciais e sustentabilidade ambiental.

**Tabela 9 - Distribuição geoespacial das unidades de fragilidade e sustentabilidade ambiental de Quixadá**

	<b>FPMA</b>	<b>FPM</b>	<b>FPB</b>	<b>FPA</b>	<b>FEMA</b>	<b>FEM</b>	<b>FEA</b>
<b>Área em km<sup>2</sup> Área total da área (2024 km<sup>2</sup>)</b>	190.61	136.55	2.75	643.67	591.64	18.22	399.11
<b>Números de polígonos</b>	67	80	9	148	819	4	55
<b>Sustentabilidade ambiental</b>	Sustenta- bilidade Baixa	Sustenta- bilidade moderada	Sustenta- bilidade moderada	Sustenta- bilidade moderada	Sustenta- bilidade muito baixa	Sustenta- bilidade Baixa	Sustenta- bilidade muito baixa

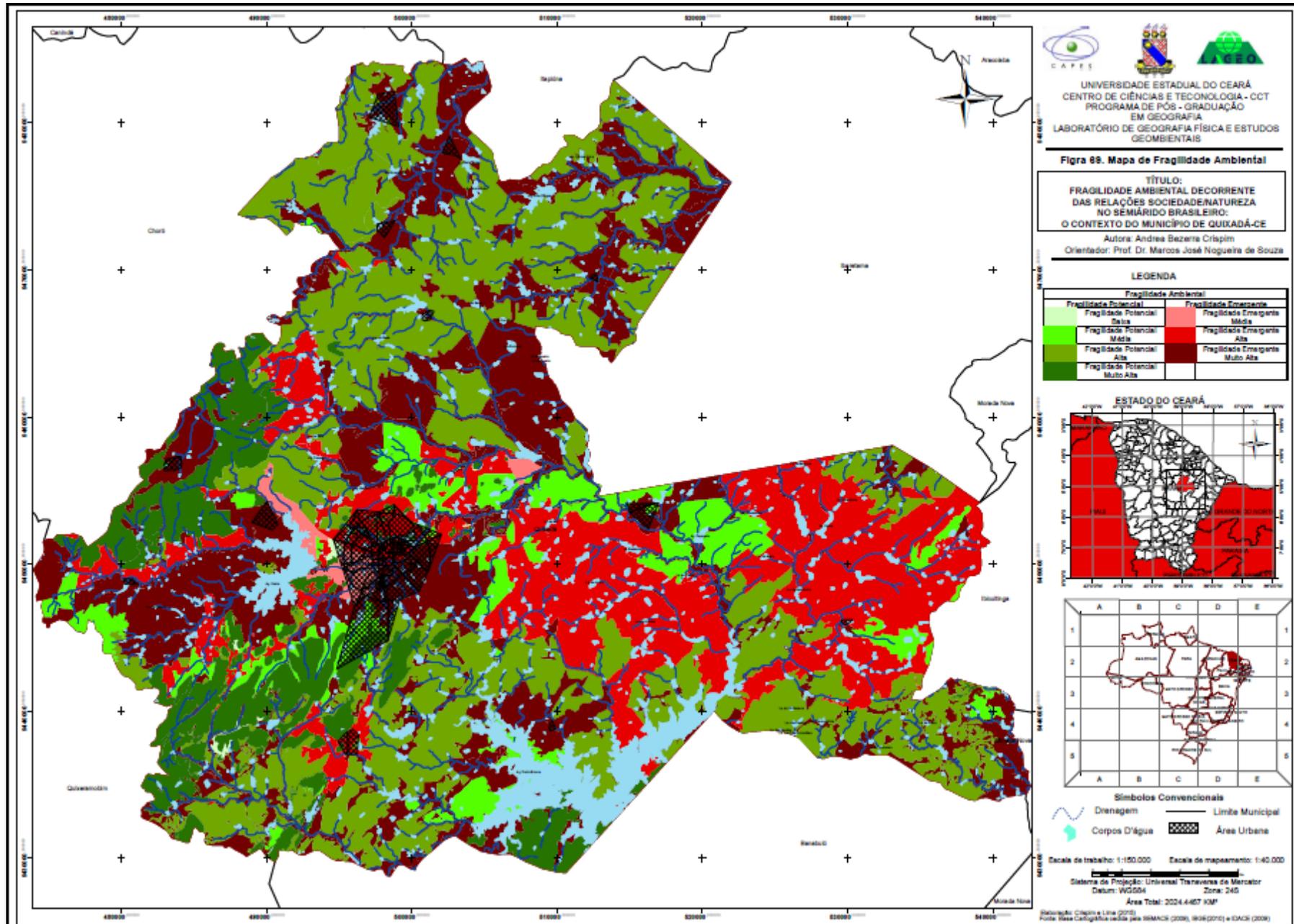
Fonte: Elaborado pela autora.

O resultado do mapa de fragilidade ambiental registra uma série de características atribuídas à intensa utilização dos geoambientes. Nota-se em alguns trechos, como o setor oeste de Quixadá, a predominância de áreas com extensas marcas de atividades voltadas à agropecuária.

Em ambientes como a Serra do Estevão que possui alta declividade, seus trechos foram classificados como fragilidade potencial muito alta, pois apesar de possuir uma vegetação conservada a parcialmente conservada há restrições ambientais quanto à sua declividade.

A figura 69 ilustra o mapa de fragilidade ambiental, com a suposta espacialização dos setores ambientais por tipo de fragilidade.

Figura 15 - Mapa de fragilidade ambiental



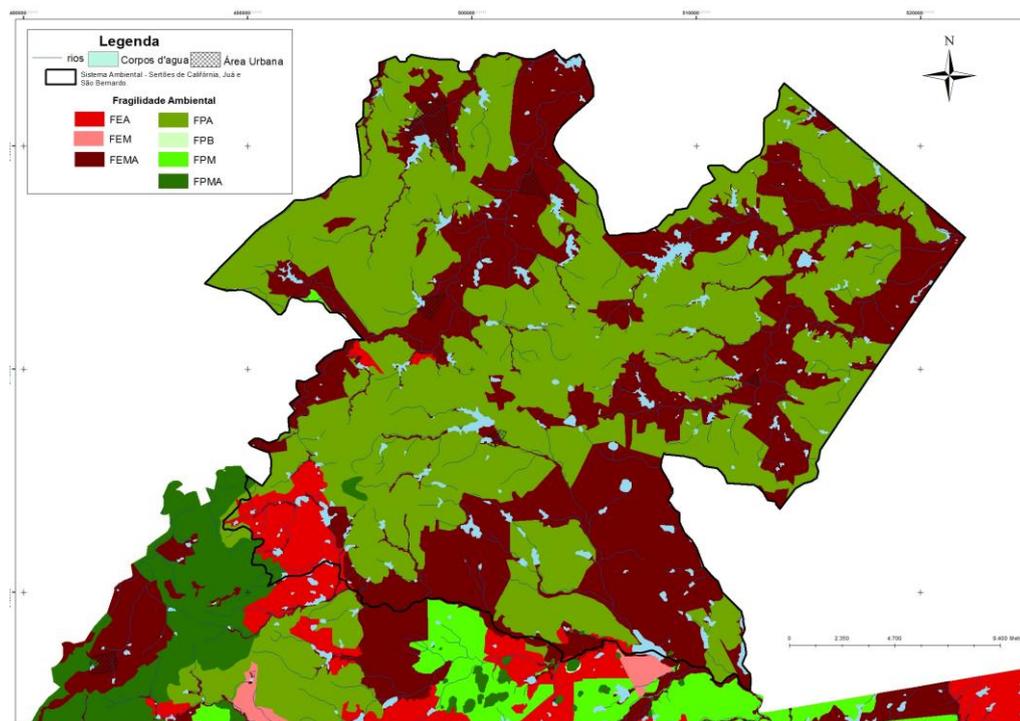
Devido à ampla espacialização de alguns sistemas ambientais na área, optou-se por discutir a fragilidade ambiental dos subsistemas denominados cristas residuais (FPM), planície fluvial (FEMA) e os inselbergs (FPMA) de forma conjunta com os outros sistemas, em decorrência da distribuição destes sobre os demais.

A figura 70 ilustra a fragilidade ambiental inserida no subsistema ambiental dos sertões de Califórnia, demonstrando as principais áreas com maior índice de fragilidade ambiental.

O cenário ambiental dos sertões de Califórnia caracteriza-se em um ambiente com aproximadamente 56% (308 km<sup>2</sup>) atribuídos à fragilidade potencial alta (FPA). Esta área está relacionada principalmente a uma maior incidência de ambientes revestidos pela caatinga arbustiva aberta e caatinga densa, apresentando uma área parcialmente conservada, o que demonstra um ambiente um pouco modificado por processos erosivos encadeados pelas atividades socioeconômicas.

Neste mesmo subsistema ambiental, em análise conjunta com as planícies fluviais, identifica-se aproximadamente 40% (220.10 km<sup>2</sup>) da área com características relacionadas à fragilidade emergente alta, associadas a práticas voltadas à agropecuária.

**Figura 70 - Fragilidade ambiental dos sertões de Califórnia/Juá/São Bernardo**



Fonte: Elaborado pela autora.

As outras unidades de fragilidade ambiental enquadram-se nas categorias de FEA, FEM, FPB, FPM, FPMA, o que somatiza aproximadamente 3.12% (17.21 km<sup>2</sup>).

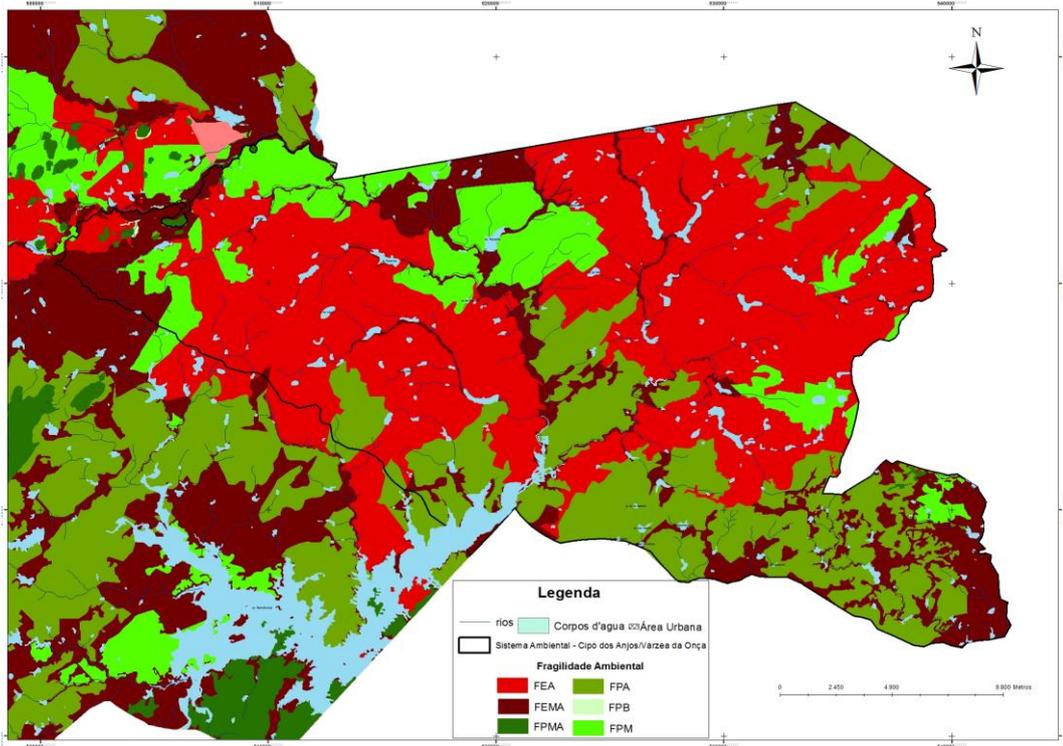
O subsistema ambiental denominado Cipó dos Anjos possui aproximadamente 49.46% (277 km<sup>2</sup>) de sua área submetida às condições ambientais relacionadas à fragilidade emergente alta.

Boa parte desses ambientes possuem índice de erodibilidade média e declividade baixa a média. Concentra-se neste setor ambientes com revestimento da caatinga arbustiva e manchas voltadas a atividades agropecuárias.

Em outros ambientes deste subsistema, há áreas com aproximadamente 58% (126.49 km<sup>2</sup>) atribuídas à fragilidade potencial alta e 15.26% (85.46 km<sup>2</sup>) com características voltadas à fragilidade emergente muito alta.

Esta última, por sua vez, envolve atividades em áreas com características naturais frágeis, como as planícies fluviais e áreas degradadas com manchas de solo exposto e alta erodibilidade (Figura 71).

**Figura 71 - Fragilidade ambiental dos sertões de Cipó dos Anjos/Várzea da Onça**



Fonte: Elaborado pela autora.

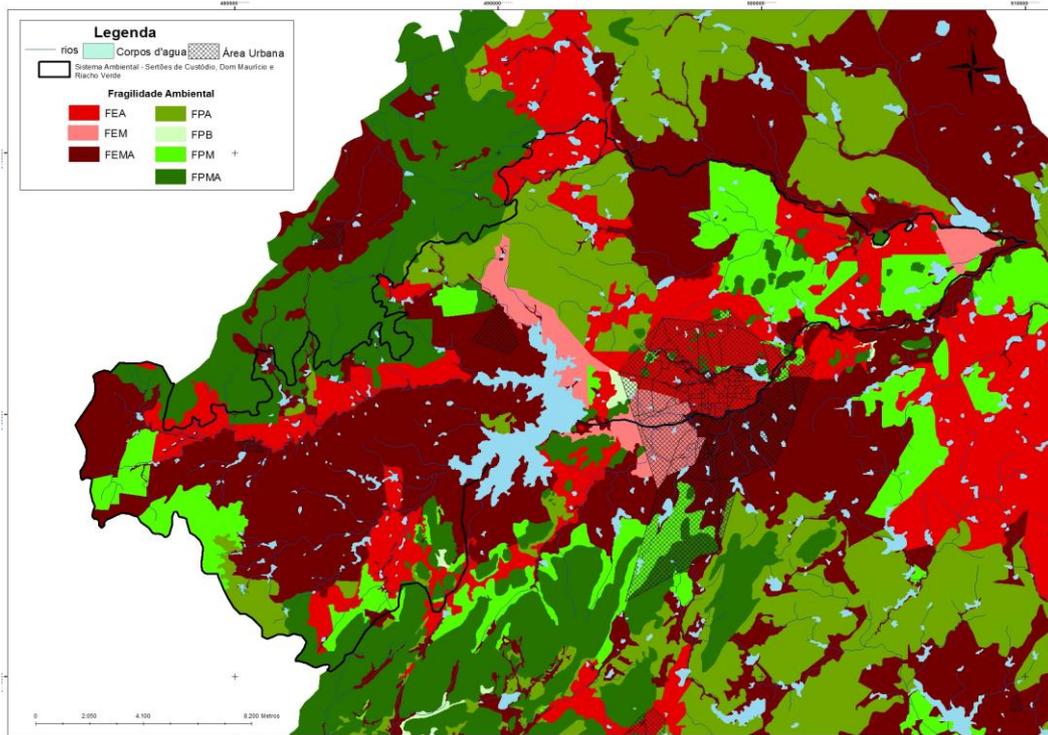
A fragilidade potencial média abrange aproximadamente 11.40% (63.86 km<sup>2</sup>). Os ambientes com fragilidade potencial baixa, fragilidade potencial baixa e fragilidade potencial muito alta possuem cerca de 0.2% (1.12 km<sup>2</sup>) da área, o que atribui uma sustentabilidade muito alta para este subsistema.

Nos sertões de Custódio, Riacho Verde e Dom Maurício, a fragilidade ambiental tem sido atribuída em sua maioria, à fragilidade emergente muito alta com uma área geográfica de 33.55% (102.66 km<sup>2</sup>) e 23.02% (63.23 km<sup>2</sup>) enquadradas na fragilidade emergente alta e 4.46% (12.45 km<sup>2</sup>) em condições de fragilidade emergente média.

Esses ambientes, submetidos a atividades como a agropecuária e práticas agroextrativistas ao longo das de suas calhas fluviais, possuem manchas de solo exposto em alguns trechos da área, possuindo características média de sua erodibilidade e condições de declividade classificadas como baixa.

A figura 72 ilustra a espacialização das unidades de fragilidade ambiental.

**Figura 72 - Fragilidade ambiental dos sertões de Custódio/Dom Maurício e Riacho Verde**



Fonte: Elaborado pela autora.

Os ambientes com características voltadas à categoria de fragilidade potencial classificam-se como fragilidade potencial alta com área de aproximadamente 12.47% (34.80 km<sup>2</sup>), com predominância da caatinga arbustiva.

A área classificada como fragilidade potencial média possui uma abrangência geoespacial de aproximadamente 13.18% (36.79 km<sup>2</sup>), e fragilidade potencial média com uma área de 8.20% (22.98 km<sup>2</sup>). Os outros ambientes enquadrados na categoria de fragilidade potencial baixa possuem uma área de aproximadamente 0.4% (1.21 km<sup>2</sup>).

Estando boa parte destas áreas enquadradas em ambientes com fragilidade emergente, classifica-se em condições de sustentabilidade muito baixa, devido à intensa degradação ambiental presente na área, além de práticas incompatíveis com a capacidade de suporte da área.

Nos sertões de Juatama, parte de sua área possui ambientes com fragilidade emergente muito alta, envolvendo as planícies fluviais com aproximadamente 29.21% (158.36 km<sup>2</sup>).

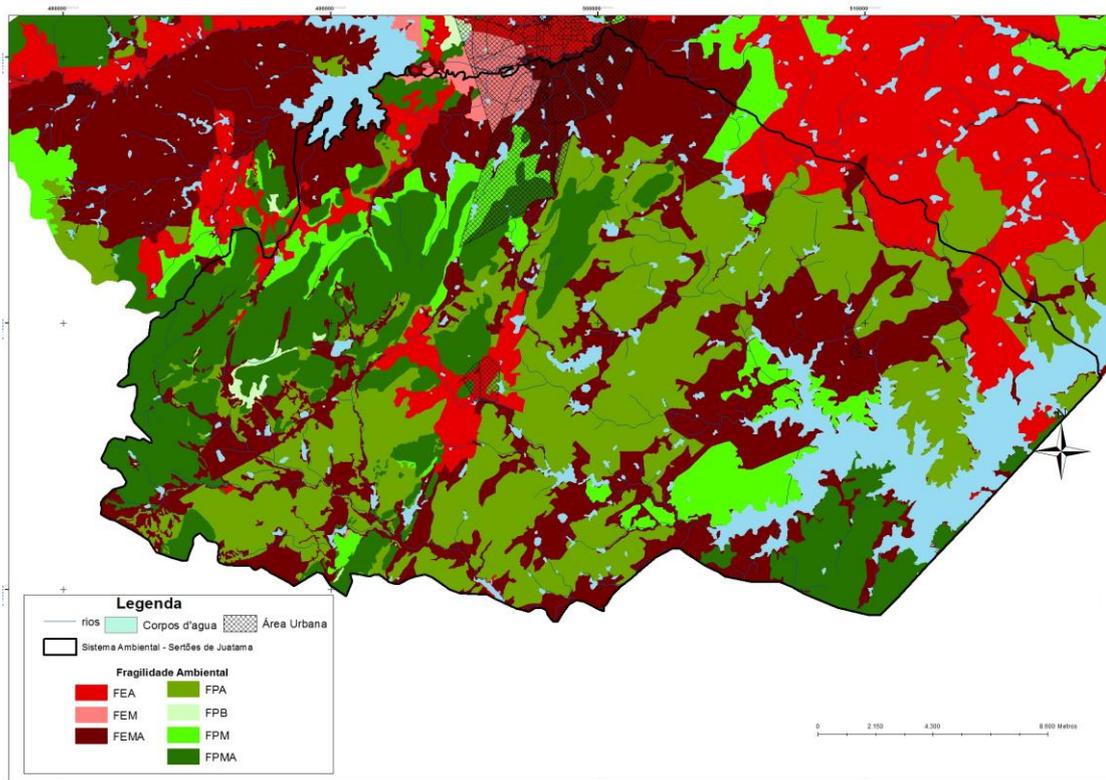
Outra unidade com maior expressão condiz à fragilidade potencial alta. Esta unidade enquadra-se em ambientes com predominância da caatinga arbustiva

e densa, mas com condições de erodibilidade alta, com uma área de 31.52% (170.89 km<sup>2</sup>).

A categoria de fragilidade potencial muito alta está relacionada às exposições rochosas, pois apesar de serem ambientes conservados, estão destituídos de cobertura vegetal e com intervenções voltadas a práticas turísticas e de lazer, podendo ocorrer possíveis mudanças em seu contexto natural paisagístico.

Estes ambientes têm uma abrangência geoespacial com aproximadamente 18.90% (102.47 km<sup>2</sup>). Os demais ambientes enquadram-se nas unidades de fragilidade emergente alta, emergente média, fragilidade potencial baixa e fragilidade potencial média, com uma área aproximada de 14.37% (77.92 km<sup>2</sup>) (Figura 73).

**Figura 73 - Fragilidade ambiental dos sertões de Juatama**



Fonte: Elaborado pela autora.

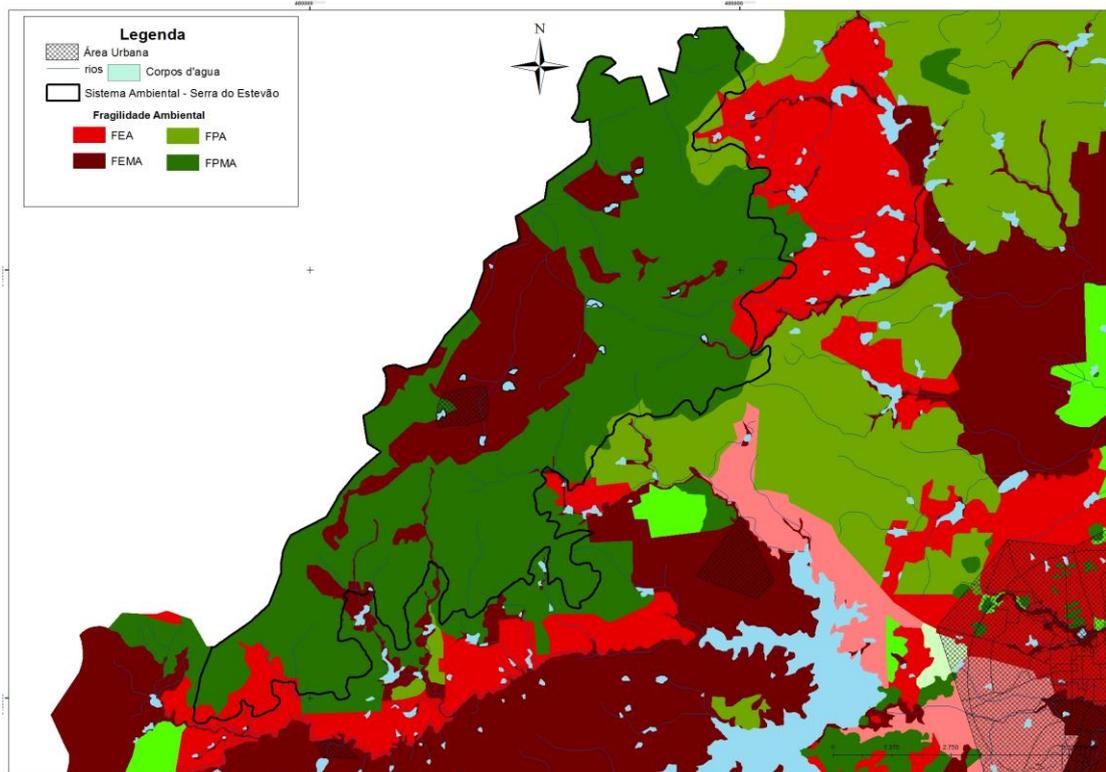
O subsistema ambiental denominado Serra do Estevão, teve quatro unidades de fragilidade ambiental, sendo duas unidades de fragilidade potencial e duas unidades de fragilidade emergente.

A fragilidade potencial muito alta possui uma abrangência de aproximadamente 72.63% (57.47 km<sup>2</sup>). Boa parte da área contém cobertura vegetal

típica da caatinga densa (Figura 74). Possui como principal fator limitante suas condições de declividade, pois seu ambiente encontra-se em áreas com características acima de 45%.

A fragilidade potencial alta abrange aproximadamente 2.28% (1.81 km<sup>2</sup>) da área, estando este ambiente revestido pela caatinga arbustiva e com condições de erodibilidade média.

**Figura 164 - Fragilidade ambiental dos sertões da serra do Estevão**



Fonte: Elaborado pela autora.

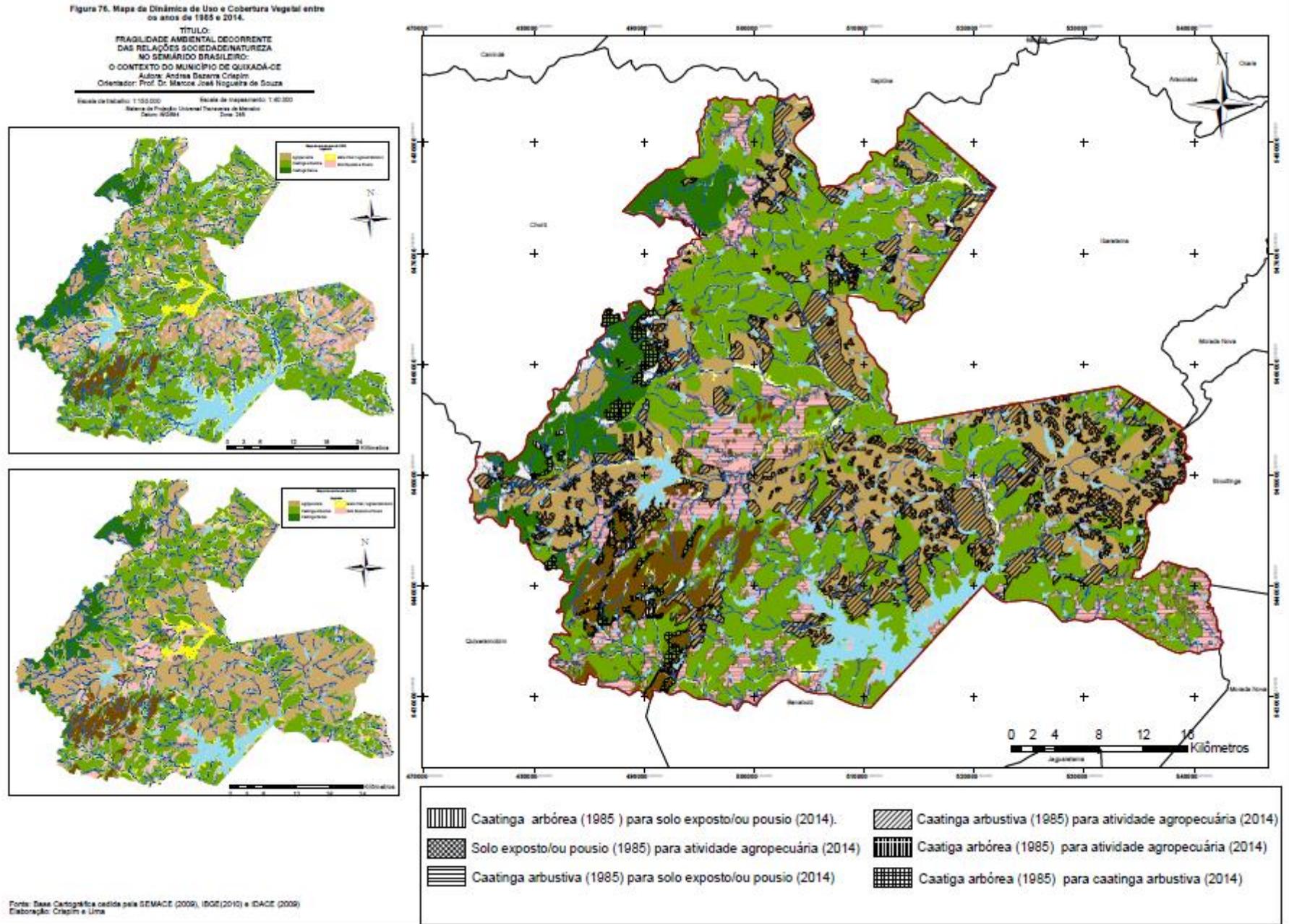
A fragilidade emergente alta engloba cerca de 2.91% (2.31 km<sup>2</sup>), com práticas voltadas a agropecuária e condições de erodibilidade média e ambientes declivosos abaixo de 20%. A última unidade caracterizada pela fragilidade emergente alta possui um ambiente de aproximadamente 22.10% (17.49 km<sup>2</sup>).

Além da área urbana, há ambientes com atividades voltadas à agropecuária e um relevo com ambientes declivosos, que evidencia uma maior probabilidade a intensificação de processos erosivos, tanto pelas características relacionadas ao relevo quanto ao impacto da atividade.

Com base na análise qualitativa e quantitativa da área, as informações acima explanam a dinâmica socioeconômica vivenciada nos últimos anos em Quixadá.

Conforme destacado anteriormente, apesar do município estar dentro de um discurso crescimento econômico em termos de investimentos em seu núcleo urbano, os mapas de uso dos anos de 1985 e 2014 demonstram as mudanças ocorridas condizentes à agropecuária, contribuindo com a ideia que esta atividade ainda se faz bastante presente na área com evidências marcantes na mudança paisagística (Figura 75).

Figura 175 - Mapa de uso dos anos de 1985 e 2014



O mapa ilustra as mudanças ocorridas nas áreas focando em termos quantitativos a diferença ocorrida entre os anos de 1985 e 2014. Tal dinâmica caracteriza áreas com processos de transições intensas na substituição de paisagens com predominância de vegetação arbustiva para ambientes com exposição de solos expostos ou ambientes em pousio.

A diminuição da caatinga arbustiva, que no ano de 1985 tinha aproximadamente 1084,92 km<sup>2</sup>, deu espaço a outras formas de ocupação tendo no ano 2014 uma área de aproximadamente 776,73 km<sup>2</sup>, ocorrendo uma perda de aproximadamente 39.67% da cobertura vegetal.

É necessário enfatizar que, mesmo calculando a diferença destas áreas, é impossível mensurar tais mudanças em sua totalidade, devido à própria dinâmica de uso e atividades socioeconômicas que acontecem na região.

Outra área que possui relação direta com a cobertura vegetal como fator de equilíbrio dinâmico ambiental, associa-se aos ambientes de vertentes. Na Serra do Estevão, onde há predominância massiva da caatinga arbórea, a mesma sofreu uma perda significativa.

Houve uma diminuição de aproximadamente 31,76%, já que no ano de 1985 essa cobertura vegetal compreendia aproximadamente 170,47 km<sup>2</sup> e no ano de 2014 uma área de aproximadamente 116,70 km<sup>2</sup>.

No tocante às mudanças paisagísticas relacionadas à atividade agropecuária, esta obteve um aumento de aproximadamente 49,65%. Esta atividade associa-se intrinsecamente a diminuição de boa parte da cobertura vegetal que compõe a área de estudo.

As manchas de solos expostos ou em condições de pousio tiveram um aumento de aproximadamente 62% entre 1985 e 2014, já que neste primeiro ano, as marcas da degradação ambiental abrangiam uma área de aproximadamente 94,12km<sup>2</sup> e em 2014, uma abrangência aproximada de 252,76%.

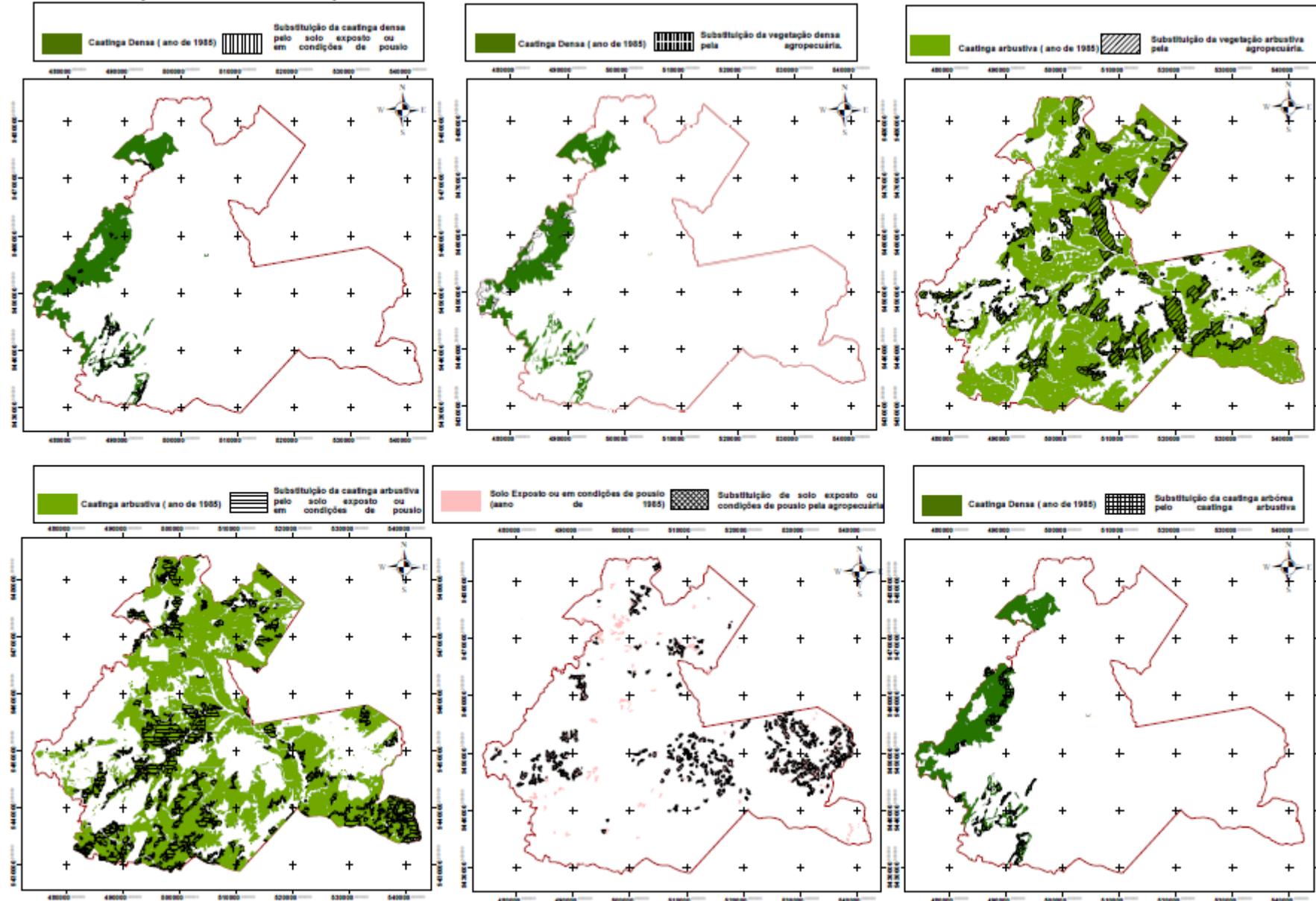
Outro aspecto relevante e que merece destaque na presente pesquisa, condiz em algumas manchas de solo exposto inseridas em áreas com predominância das atividades agropecuárias, que coloca a discussão de um ambiente que passou por um processo de degradação mais intenso anterior a 1985, e que provavelmente passou por condições de um ambiente em estado de pousio, dando lugar novamente a prática agropecuária.

A dinâmica em relação aos usos e vegetação predominantes entre os anos de 1985 e 2014 destaca que, um dos principais vetores de pressão sobre a vegetação da caatinga arbórea, associa-se à agropecuária e outras atividades que tiveram como consequência a exposição de solos expostos.

A figura 76 mostra de forma mais detalhada as mudanças ocorridas na área, destacando os principais vetores de pressão, bem como a intensificação da degradação da área sobreposta aos componentes ambientais.

**Figura 76 - Mudanças ocorridas na área em relação aos vetores de pressão.**

Figura 77. Mudanças ocorridas na área em relação aos vetores de pressão.



Foram ilustradas seis figuras destacando a forma como a dinâmica ambiental da área se modifica em decorrência dos atores sociais que compõem o espaço geográfico.

Tais mudanças passaram a estabelecer uma lógica de utilização da área em decorrência de impactos ambientais atribuídos principalmente à redução da caatinga arbórea e o aumento de ambientes degradados, destacando o uso inadequado da vegetação da caatinga.

Observa-se a exposição da agropecuária como principal vetor de pressão no componente ambiental relacionado à caatinga arbustiva.

### 5.3 A LEGISLAÇÃO NO ÂMBITO DA PROTEÇÃO E PRESERVAÇÃO AMBIENTAL EM QUIXADÁ

O quadro ambiental de Quixadá apresenta-se em uma lógica ambiental regida pelo discurso da sustentabilidade.

A definição do termo quando utilizada de forma pragmática, conforme estabelecido por Souza (2010), soma-se a uma plataforma de ações simplistas que passam a caracterizar um ambiente com mudanças intensas em seu quadro ambiental, demonstrando a fragilidade ambiental da área em decorrência da forma de uso dos geoambientes.

Nesse sentido, perdura-se o discurso de um crescimento econômico paralelo ao desenvolvimento sustentável da área, mas que enfoca um modelo de planejamento típico de outras cidades, como intensificação da pressão socioeconômica sobre os ambientes naturais, a falta de uma legislação específica ou da ausência de execução desta, e o fato de não se estabelecer plataformas ambientais que possam ser seguidas de forma concreta.

Doravante a este quadro ambiental, soma-se a ausência da aplicabilidade dos instrumentos legais que devem nortear a forma como o uso do solo é regido. Estes instrumentos são essenciais no estabelecimento de normas legislativas na consideração da preservação e conservação dos elementos naturais que compõem a paisagem do semiárido quixadaense.

Para Phillippi *et. al.* (2004), um dos grandes paradigmas do planejamento é perceber que os impactos ambientais negativos produzidos, são consequência do

modelo de desenvolvimento frágil correspondentes à administração pública frente à execução das políticas ambientais.

Ao considerarmos os instrumentos jurídicos no âmbito do planejamento ambiental, estabelecemos uma ferramenta de controle ambiental cujo objetivo é diminuir os impactos ocasionados pelas atividades socioeconômicas.

A relação entre estes impactos ambientais e os elementos naturais é indissociável uma vez que todo projeto de intervenção socioeconômica, seja no meio urbano ou rural, age sobremaneira no espaço geográfico.

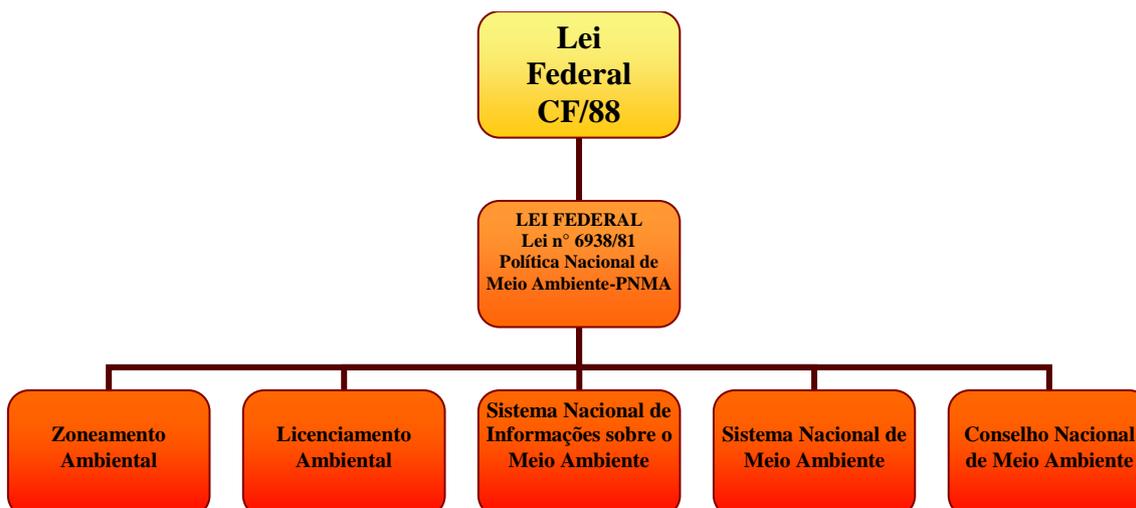
Os níveis de fragilidade mapeados na área de estudo evidenciam o impacto que determinadas atividades ocasionam. Um dos fatores de grande relevância associa-se às áreas urbanas que estão sobrepostas aos ambientes com categorias de fragilidade emergente alta e muito alta, o que levanta a discussão de que a intensificação da fragilidade dos ambientes semiáridos também está associada aos problemas urbanos nas cidades interioranas.

A necessidade de se pensar em novas estratégias para o planejamento ambiental da área é um grande desafio, visto a lógica de valorização do município em torno dos elementos naturais.

Tais estratégias remetem-se a um planejamento ambiental engajado com o estudo integrado dos componentes ambientais, que sigam critérios e padrões de usos do solo, estabelecendo normas de acordo com as legislação federal, estadual e municipal.

A figura 78 ilustra a base jurídica referente à legislação ambiental brasileira, destacando a necessidade do estabelecimento de diretrizes ambientais que sigam a obrigatoriedade do papel das instituições seja de responsabilidade federal, estadual ou municipal, com ênfase na importância de um planejamento sustentável e integrado com outras políticas, a exemplo da política de desenvolvimento urbano, com destaque ao Plano Diretor Participativo.

**Figura 18- Base jurídica referente à legislação ambiental**



Fonte: Elaborado pela autora.

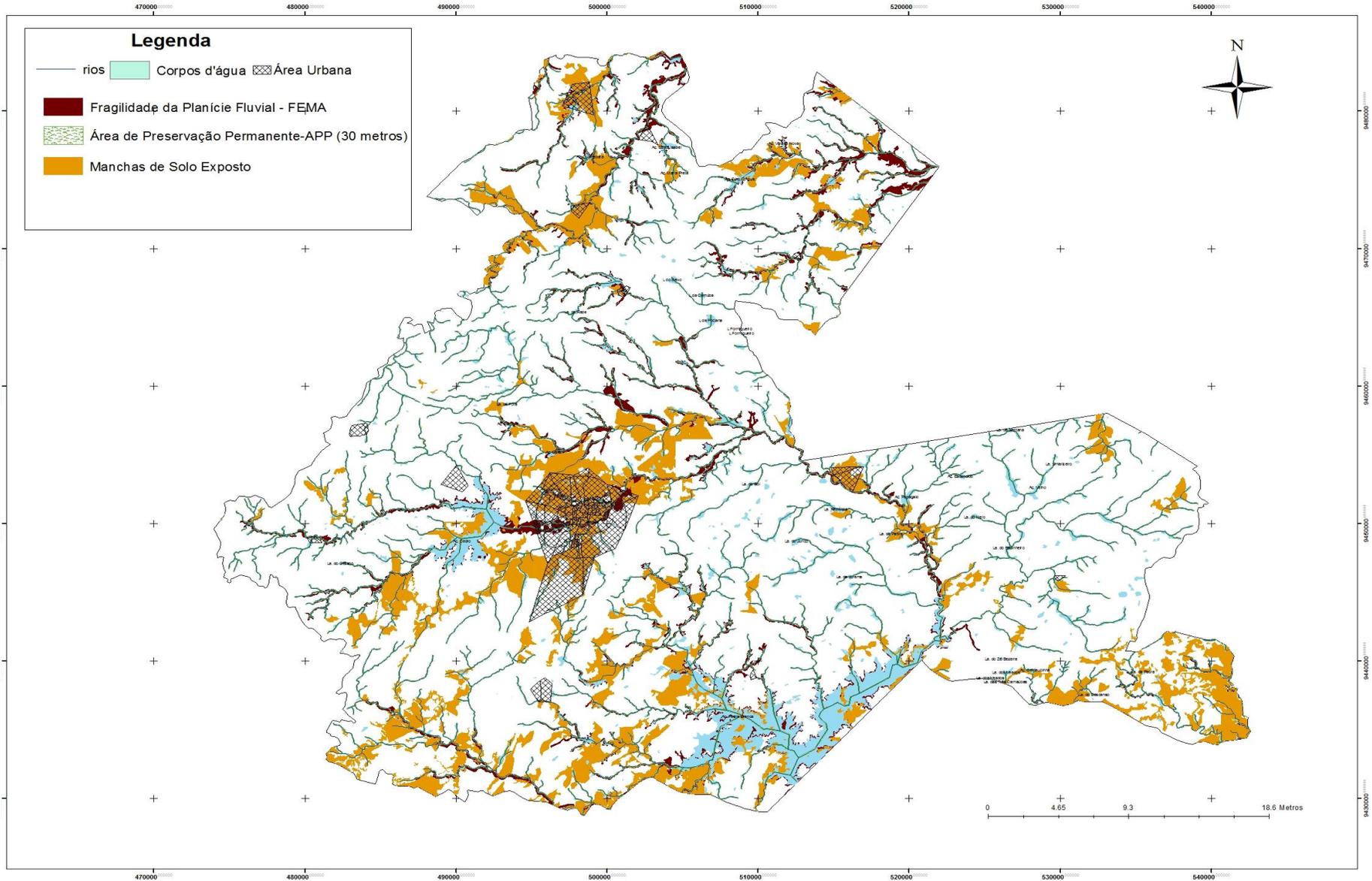
Outras leis são necessárias e somam-se como critério básico para a formulação de políticas ambientais em Quixadá.

O Código Florestal dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, estabelecendo diretrizes quanto ao nível de proteção de áreas consideradas frágeis. Dentre os ambientes passíveis de proteção em Quixadá, destacam-se as áreas de proteção permanente presentes na área de estudo.

Além das características naturais referentes às planícies fluviais, o que denota restrições de uso quanto às características físicas, há o predomínio de manchas de solo exposto no entorno de suas áreas, caracterizando uma intensa pressão de atividades em áreas que deveriam estar sob fiscalização dos órgãos ambientais competentes.

A figura 79 ilustra o mapa com espacialização das planícies fluviais, das manchas de solo exposto e a delimitação das Áreas de Preservação Permanente, seguindo os critérios do Código Florestal com limites de 30 metros de extensão para cursos fluviais com menos de 10 metros de largura.

Figura 19 - Manchas de solo exposto ao longo da planície fluvial em Quixadá



Fonte: Elaborado pela autora.

Coloca-se a necessidade da inclusão e utilização das legislações vigentes no planejamento ambiental em Quixadá, como a delimitação das Áreas de Preservação Permanente-APP's, com ênfase em um modelo de planejamento que democratize o acesso a todos os espaços ambientais da área, respeitando as mais diversas instâncias.

As ferramentas jurídicas que correspondem ao planejamento ambiental nos ambientes semiáridos devem fundamentar as estratégias de composição do planejamento territorial, que compõem uma determinada área com seus limites geográficos bem descritos.

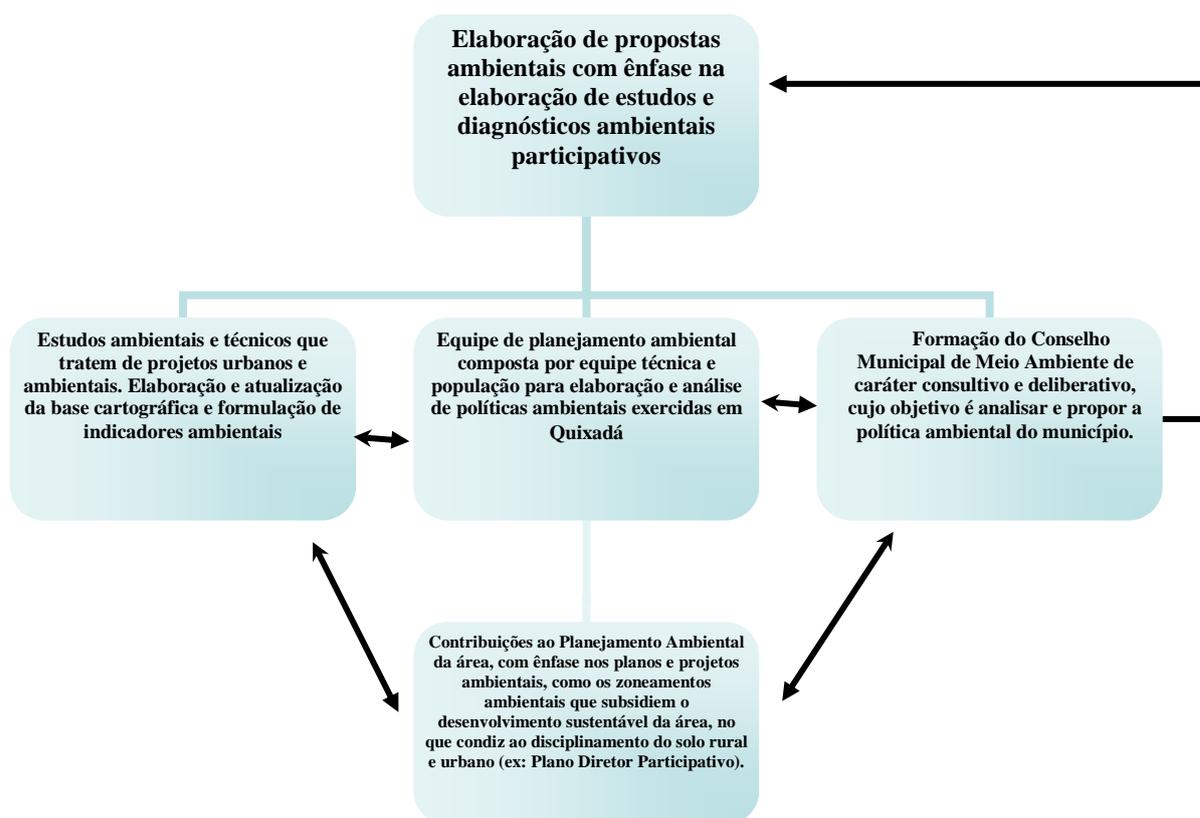
No caso dos municípios, o planejamento ambiental corresponde em uma ferramenta estratégica de organização geoespacial dos atributos naturais, na tentativa de organizar, amenizar e/ou solucionar problemas ambientais decorrentes dos agentes produtores do espaço geográfico.

Rodriguez e Silva (2010), justifica a elaboração do planejamento ambiental como necessidade social, com amplo objetivo de satisfazer as necessidades básicas da população local, com ênfase na tomada de decisões, destacando a necessidade da participação popular como peça fundamental no processo da participação pública, bem como dos agentes econômicos e políticos envolvidos, atuando nos diferentes níveis e âmbitos do planejamento.

Faz-se necessário estabelecer o estudo de fragilidade ambiental em Quixadá nas pesquisas ambientais realizadas, como um eixo prioritário no entendimento dinâmico ambiental e da capacidade de suporte dos sistemas ambientais em decorrência dos usos socioeconômicos.

A figura 80 demonstra a relação que deve ser estabelecida entre o Estado e a população na discussão de um planejamento ambiental que subsidie a tomada de decisões voltadas ao ordenamento territorial.

**Figura 20 - Discussão sobre planejamento ambiental**



Fonte: Elaborado pela autora.

Necessita-se, portanto, de uma maior articulação entre todas as esferas do poder público no âmbito das políticas ambientais.

Todas as proposições devem ser articuladas com as demais políticas de âmbito econômico, cultura e social, estabelecendo novas diretrizes voltadas a um desenvolvimento com ênfase na perspectiva da sustentabilidade ambiental.

Os estudos ambientais e técnicos devem subsidiar eixos estratégicos para Quixadá, já que, na atualidade, a área perpassa por uma série de intervenções em seu núcleo urbano, devido principalmente à supervalorização turística.

Paralela a estas intervenções na área interiorana, perduram-se problemas associados ainda a questões básicas como o não acesso aos recursos hídricos. Estes pontos merecem maior destaque, já que para se realizar um planejamento ambiental justo, é necessário abordar e articular a utilização dos elementos naturais, dando ênfase a sua justa distribuição frente à necessidade de uso da população de forma sustentável.

### **5.3.1 A convivência no semiárido quixadaense na perspectiva da sustentabilidade ambiental: a necessidade de integração das políticas ambientais**

As mudanças ocorridas em Quixadá não acontecem de forma isolada. O município faz parte de todo um contexto socioeconômico e ambiental marcado pelas intervenções humanas ao longo dos anos.

Na medida em que são identificadas áreas onde há evidências de degradação ambiental, observa-se a inconsistência entre a elaboração de políticas ambientais e a efetivação destas no âmbito do que se denomina sustentabilidade ambiental. Quixadá enquadra-se em padrões característicos de uma cidade ausente de políticas ambientais e áreas que apresentam intensa segregação socioespacial.

A intensificação da fragilidade ambiental nos setores ambientais apresenta umas das características mais singulares da situação ambiental de uma determinada área. O quadro 26 demonstra a relação estabelecida entre as condições de fragilidade ambiental dos subsistemas ambientais e as possíveis condições de sustentabilidade ambiental da área em decorrência da intensificação da fragilidade.

A relação entre fragilidade e sustentabilidade ambiental caracteriza a relação entre a utilização dos elementos naturais e sua capacidade de suportar a dinâmica de uso que é exercida.

Em Quixadá, aproximadamente 591.64 km<sup>2</sup> estão classificados com uma fragilidade emergente muito alta. A mesma área encontra-se em condições de sustentabilidade muito baixa. Nesta relação, de acordo com a discussão feita anteriormente no quadro 26, aproximadamente 59% da área estão em condições de sustentabilidade baixa a muito baixa.

**Quadro 26 - Relação estabelecida entre as condições de fragilidade ambiental dos subsistemas ambientais, as possíveis condições de sustentabilidade ambiental da área**

SUBSISTEMAS AMBIENTAIS	FRAGILIDADE AMBIENTAL	SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL	CENÁRIOS TENDENCIAIS	CENÁRIOS DESEJADOS E APLICABILIDADES DAS LEGISLAÇÕES ESPECÍFICAS
<b>Sertões de Califórnia</b>	FEA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com tendência a intensificação da fragilidade em decorrência da ausência de implementação e fiscalização de legislações ambientais específicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaborar e implementar planos de recuperação de áreas degradadas, principalmente em ambientes com maior índice de degradação ambiental. Fiscalizar as áreas classificadas como Áreas de Preservação Permanentes, principalmente, evitando o avanço de ocupações desordenadas ao longo das margens fluviais.</li> <li>Elaborar o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, minimizando o impacto dos resíduos ao longo dos recursos hídricos.</li> <li>Pensar um plano de atividades turísticas na perspectiva da sustentabilidade ambiental, como atividades pesqueiras intensas, principalmente nas proximidades do Açude do cedro.</li> <li>Trabalhar com oficinas de educação ambiental com a</li> </ul>
	FEM	Sustentabilidade baixa	Ambientes parcialmente degradados, com tendência a intensificação de áreas com predominância de solos expostos em decorrência de intensas atividades.	
	FEMA	Sustentabilidade muito baixa	Ambientes com a alta instabilidade ambiental, caracterizando áreas de solos expostos e com tendência a maiores índices de degradação ambiental e processos erosivos acelerados. Em decorrência da falta de projetos de recuperação de áreas degradadas, principalmente em decorrência de diretrizes pautadas no capítulo 9 do Plano Diretor Participativo do Município, ocorrerá a intensificação da fragilidade.	
	FPA	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada, com revestimento da caatinga densa e arbustiva e ausência de solos expostos, com tendência a intensificação dos processos erosivos em decorrência da ausência políticas ambientais.	
	FPB	Sustentabilidade alta	Ambientes com cobertura vegetal	

			conservada, com tendência a degradação em decorrência da ausência da legislação ambiental e das políticas de proteção ambiental pautadas no âmbito federal e municipal.	população local e gestores públicos municipais e estaduais.
	FPM	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e ausência de solos expostos e atividades de grande impacto como processo de queimadas e pecuária extensiva, com tendência a realização de atividades de grande impacto ambiental negativo quando da não efetivação de políticas ambientais e territoriais.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar diagnósticos ambientais nas áreas mais frágeis com fiscalização ambiental mais efetiva;</li> <li>• Atualizar o Plano Diretor Participativo da Cidade, inserindo o Zoneamento Ambiental. Este mesmo Zoneamento deve usar um dos critérios relevantes a fragilidade ambiental dos geoambientes;</li> </ul>
	FPMA	Sustentabilidade baixa	Áreas com restrições ambientais em decorrência de suas características físico-ambientais. Na ausência de políticas ambientais efetivas, poderá ocorrer o avanço de atividades de médio e grande impacto ambiental negativo com intensificação de queimadas e aumento da degradação ambiental da área.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar o mapa de expansão urbana da área, destacando o possível avanço da urbanização nas áreas frágeis e na Unidade de Conservação dos Monólitos de Quixadá;</li> </ul>
<b>Sertões de Cipó dos Anjos/Várzea da Onça</b>	FEA	Sustentabilidade muito baixa	Com espacialização significativa na área, há uma tendência de continuidade da degradação das matas ciliares no entorno das calhas fluviais caso não haja diretrizes ambientais, levando em consideração o respeito ao código florestal brasileiro e as resoluções do COMAM e CONAMA, que possuem resoluções a cerca da proteção dos recursos hídricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensar em propostas de recuperação das matas ciliares já em processo de degradação ambiental;</li> </ul>

	FEMA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas que possuem atividades de grande impacto ambiental com ambientes parcialmente ou totalmente destituídos de recobrimento vegetal com destaques a ambientes com predominância de solos expostos. Tendência à intensificação a degradação ambiental caso não haja um plano de recuperação de áreas degradadas para a área.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pensar em políticas habitacionais para a população de baixa renda do município.</li> <li>• Elaborar a agenda 21 do município de Fortaleza, como foco com foco prioritário nas políticas de sustentabilidade ambiental do município;</li> <li>• Ampliar o número de carro-pipa para os distritos e comunidades mais afastadas da área, e trabalhando na elaboração de mais cisternas; minimizando impactos sociais da população;</li> <li>• Melhorar a rede de esgotamento sanitário do município, melhorando as condições de saúde da população;</li> <li>• Redefinir a Unidade de Conservação de acordo com o SNUC.</li> <li>• Pensar em políticas agroecológicas para o</li> </ul>
	FPMA	Sustentabilidade baixa	Áreas com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada. Mas que poderá passar por intervenções não condizentes com suas características ambientais caso não sejam traçadas diretrizes de disciplinamento do uso do solo.	
	FPA	Sustentabilidade moderada	Áreas com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada, mas características de erodibilidade alta. Tendência a intensificação de atividades de grande ou médio impacto na área, podendo ocorrer intensificação de processos erosivos acelerados, acentuando a degradação ambiental.	
	FPB	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência de um manejo adequado.	
	FPM	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente	

			conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência de um manejo adequado e em decorrência de condições de erodibilidade média.	município na perspectiva do Plano Nacional de Agroecologia;
<b>Sertões de Custódio/Dom Maurício/Riacho Verde e</b>	FEA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência à intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada devido à ausência de elaboração e execução de planos de recuperação de áreas degradadas e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor Participativo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar Planos de Recuperação Ambiental para as áreas mais degradadas da Serra do Estevão, levando em consideração as condições de declividades da área;</li> <li>• Atualizar a Lei de Uso e Ocupação do Solo, intensificando o rígido controle ambiental à cerca da expansão industrial e da especulação imobiliária já presente no município.</li> <li>• Pensar as políticas ambientais com foco na Constituição Federal e no Sistema Nacional de Meio Ambiente.</li> </ul>
	FEM	Sustentabilidade baixa	Ambientes parcialmente degradados, com tendência a intensificação de áreas com predominância de solos exposto em decorrência de intensas atividades.	
	FEMA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas que possuem atividades de grande impacto ambiental com ambientes parcialmente ou totalmente destituídos de recobrimento vegetal com destaques a ambientes com predominância de solos expostos. Tendência à intensificação a degradação ambiental caso não haja um plano de recuperação de áreas degradadas para a área.	
	FPA	Sustentabilidade	Ambientes com cobertura vegetal	

		moderada	conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência de um manejo adequado.
	FPB	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência de um manejo adequado.
	FPM	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência de um manejo adequado.
	FPMA	Sustentabilidade baixa	Áreas com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada. Mas que poderá passar por intervenções não condizentes com suas características ambientais caso não sejam traçadas diretrizes de disciplinamento do uso do solo.
<b>Serra do Estevão</b>	FEA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada devido a execução de planos de recuperação de áreas degradadas

			e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor Participativo.
	FEMA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada devido a execução de planos de recuperação de áreas degradadas e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor Participativo.
	FPA	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência da ausência de um manejo adequado.
	FPMA	Sustentabilidade baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada devido à execução de planos de recuperação de áreas degradadas e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor

			Participativo.	
<b>Sertões de Juatama</b>	FEA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência à intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada, devido à execução de planos de recuperação de áreas degradadas e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor Participativo.	
	FEM	Sustentabilidade baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência à intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada devido à ausência de execução de planos de recuperação de áreas degradadas e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor Participativo.	
	FEMA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com ambientes parcialmente degradados com impactos ambientais negativos produzidos pelas atividades intensas e exercidas ao longo dos anos. Tendência à intensificação dos ambientes em estágio de degradação acentuada devido à ausência de execução de planos de	

			recuperação de áreas degradadas e em consequência da falta de implementação de diretrizes pautadas no Plano Diretor Participativo.
	FPA	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência da ausência de um manejo adequado.
	FPB	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência da ausência de um manejo adequado.
	FPM	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência da ausência de um manejo adequado.
	FPMA	Sustentabilidade baixa	Ambientes com cobertura vegetal conservada a parcialmente conservada e pouca quantidade de solos expostos, com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência da ausência de um manejo adequado.
<b>Cristas Residuais</b>	FPM	Sustentabilidade moderada	Ambientes com cobertura vegetal conservada com tendência ao aumento da degradação ambiental, principalmente em decorrência da ausência de um manejo adequado

			e a não aplicabilidades das leis ambientais específicas.
<b>Planície Fluvial</b>	FEMA	Sustentabilidade muito baixa	Áreas com trechos destituídos de cobertura vegetal (mata ciliar) e com atividades potencializadoras de degradação ambiental, como a poluição dos recursos hídricos e exposição de resíduos sólidos ao longo de alguns trechos das calhas fluviais. Tendência ao aumento da degradação ambiental, em virtude da falta de planejamento e delimitação das áreas de preservação permanente.
<b>Inselbergs</b>	FPMA	Sustentabilidade baixa	Ambientes com características naturais específicas, que necessitam de um maior rigor em decorrência das amplas exposições rochosas. Aumento do número de moradias precárias e culturas temporárias em torno da área, com tendência ao aumento destas atividades caso não haja fiscalização e cumprimento das leis específicas.

Fonte: Elaborado pela autora.

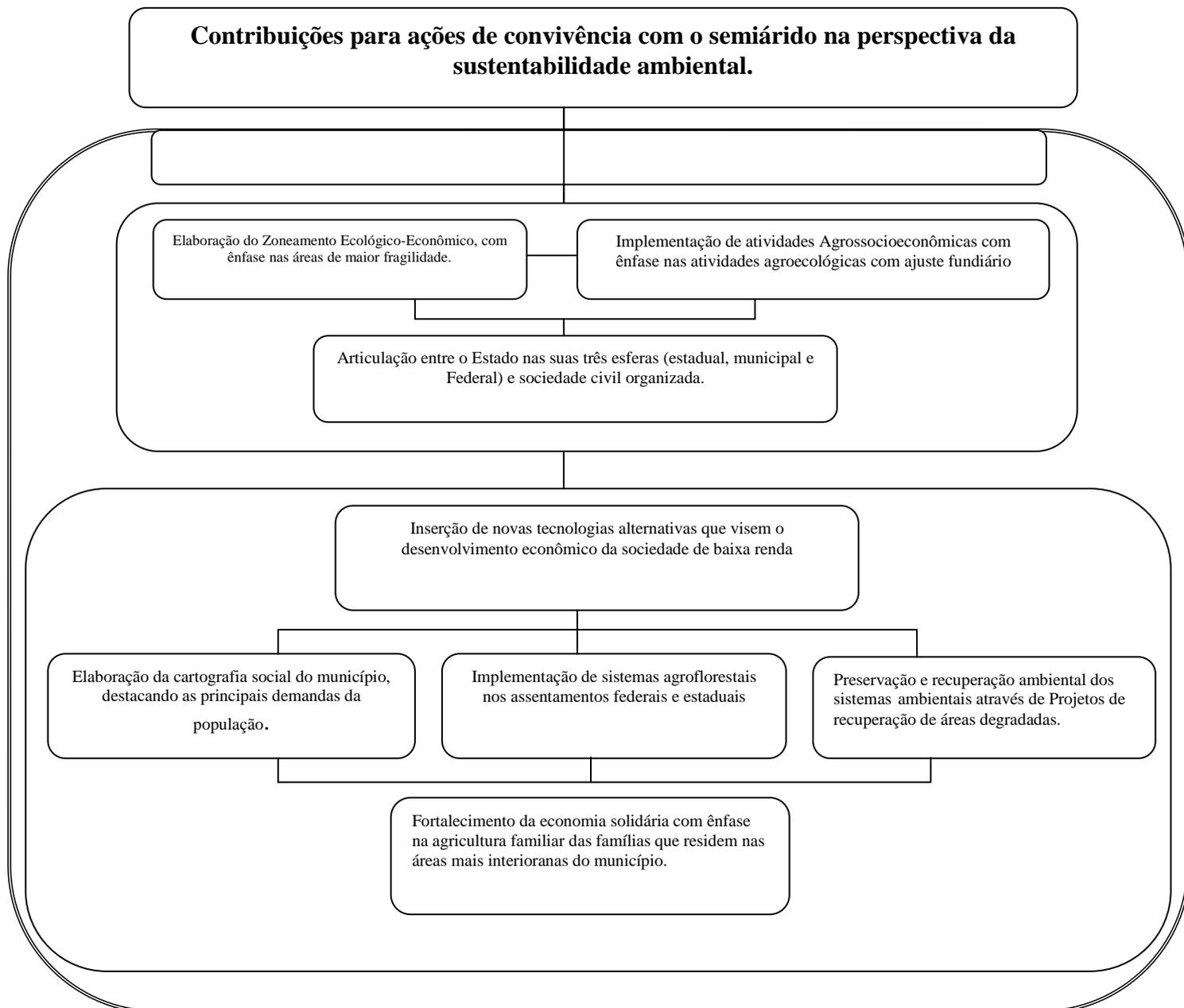
Ao descrever as possíveis mudanças e características frente às condições de fragilidade ambiental de Quixadá, é possível perceber a intensificação de alguns trechos da área em relação à degradação dos ambientes.

Dentre o exposto ao longo do desenvolvimento da pesquisa, percebe-se que a intrínseca relação entre atividades socioeconômicas + falta de diretrizes de uso solo urbano e rural, tornam como efeito um conjunto de mudanças visíveis na paisagem semiárida voltadas à relação degradação ambiental → fragilidade ambiental.

Mesmo com avanços em relação às políticas sociais e projetos ambientais trabalhados na área, torna-se necessário estabelecer critérios em ambientes que estão mais afetados do ponto de vista da degradação ambiental.

A figura 81 estabelece algumas diretrizes pautadas em intervenções sociais, econômicas e ambientais, sabendo que apesar de ser uma pequena contribuição frente à complexidade vivenciada no semiárido, os problemas ambientais possam ser minimizados, partindo da desconstrução do discurso determinista de que essa região foi e sempre será um ambiente hostil.

**Figura 21 - Diretrizes pautando em intervenções sociais, econômicas e ambientais**



Fonte: Elaborado pela autora.

## 6 CONCLUSÕES

A tese apresentada objetivou estudar a fragilidade ambiental no município de Quixadá, decorrente das relações sociedade/natureza.

Considerando os resultados obtidos através dos objetivos delineados, constata-se a intensificação da degradação e da fragilidade ambiental em decorrência das atividades econômicas praticadas ao longo dos tempos, destacando um cenário paisagístico constituído por contrastes socioambientais, típicos de ambientes carentes de políticas públicas.

As leituras feitas no âmbito do processo de formação territorial do semiárido bem como a identificação e análise das principais atividades realizadas ao longo dos anos, e ainda presente em boa parte da área, foram cruciais para o entendimento de um ambiente paisagístico que agrega complexidades naturais e socioambientais submetidas a vetores de pressão que intensificam o processo de degradação, e conseqüentemente, o aumento da fragilidade ambiental, através de atividades agropecuárias, do extrativismo e do processo de expansão urbana.

Pretendeu-se contribuir teoricamente com o estudo da fragilidade ambiental em regiões semiáridas, com ênfase na apropriação seus recursos naturais, fortalecendo a ideia de uma área que tem no cerne de sua formação territorial as primeiras intervenções socioeconômicas, motivando a expansão do processo de degradação ambiental no semiárido.

Esta discussão contribui de forma significativa para justificar o fato de que nas regiões semiáridas é decorrente não somente das limitações naturais, como também dos impactos gerados pela ocupação desordenada e pelo uso de tecnologias rudimentares praticadas no meio rural.

Nos estudos feitos sobre a forma de ocupação da área, através das políticas de desenvolvimento, emergem as primeiras contradições sócioespaciais na área, dando destaque à necessidade de políticas que visem à convivência da população com o semiárido.

Partindo desta discussão, identificou-se que, boa parte dos problemas socioambientais presentes na região, é fruto da ausência de políticas públicas efetivas e da tentativa de estabelecer um discurso determinista em torno da região, voltada para as condições vulnerabilidade socioeconômica e degradação ambiental.

Outro fator importante decorre da discussão em torno da questão da seca como um dos fatores relacionados à problemática ambiental, estudado no terceiro capítulo da pesquisa.

As atividades de campo realizadas no ano de 2012, 2013 e 2014 demonstraram que muitas atividades como as práticas agroecológicas que são exercidas na área, demonstram o potencial ambiental desse ambiente quando trabalhado na perspectiva da sustentabilidade ambiental.

Na perspectiva de identificar as características naturais da área, foi realizada a compartimentação geoambiental, com o objetivo de definir e estabelecer as áreas quanto aos níveis de fragilidade ambiental.

Neste objetivo, foi possível relacionar as condições naturais com a dinâmica socioeconômica, analisando a forma como agentes produtores do espaço interferem de forma impactante o município, o que contribuiu na afirmação da hipótese de que, quanto mais um ambiente é ocupado de forma intensa e sem critérios de um planejamento sustentável, maior será sua fragilidade ambiental.

Nesta etapa, foi possível considerar outros parâmetros ambientais, como as condições de erosividade e erodibilidade da área, contribuindo de forma positiva para os estudos de fragilidade ambiental nos ambientes semiáridos.

Outro ponto relacionado à discussão da fragilidade ambiental do município associa-se à urbanização decorrente da falta de uma política de ordenamento.

O estudo sobre a dinâmica socioeconômica, fundamenta questões como o aumento da urbanização da área, contribuiu com a hipótese de que apesar da degradação ambiental estar mais associada às atividades rurais, o processo de urbanização é hoje, um dos grandes problemas enfrentados nos municípios semiáridos.

Apesar da intensificação da fragilidade ambiental ser associada e impulsionada por práticas como desmatamentos e atividades agropecuárias, o processo de expansão urbana tem contribuído significativamente para o aumento da fragilidade. Isso pode ser observado em decorrência da retirada da cobertura vegetal para implantação de equipamentos urbanos, conforme constatado registrado nos mapas de 1985 e 2014.

Ao analisar a fragilidade ambiental de forma qualitativa e quantitativa, verificou-se que, de uma área com 2,024 km<sup>2</sup> (área total de Quixadá),

aproximadamente 643,67 km<sup>2</sup> encontra-se em condições de fragilidade potencial alta e 591,64 km<sup>2</sup> corresponde à fragilidade emergente muito alta, resultando em um ambiente onde aproximadamente 61,03% correspondem à fragilidade alta e em condições de sustentabilidade moderada a muito baixa.

As áreas que correspondem à fragilidade emergente muito alta estão fortemente associadas às práticas como desmatamento, exposição de solos expostos e atividades agropecuárias.

Mesmo em áreas consideradas de menor fragilidade, como as de fragilidade potencial média, com aproximadamente 136, 55 km<sup>2</sup>, percebe-se que várias atividades ocorrem no entorno destes ambientes, como a própria expansão urbana direcionada à Unidade de Conservação de Proteção Integral localizada no município.

Com base nas informações mencionadas, destaca-se a importância em retratar a fragilidade ambiental e suas condições de sustentabilidade ambiental, dando ênfase às propostas de políticas públicas para a área.

Dentro destas afirmativas, a hipótese trabalhada ao longo da pesquisa, afirma que intensificação da fragilidade ambiental tem sido ocasionada pelo modelo de desenvolvimento por vezes imediatista, sem levar em consideração as especificidades ambientais do município.

Verificou-se que as práticas agropecuárias, classificadas como atividades especiais na Lei de Uso e Ocupação do Solo, devem passar por um processo de atualização, visto que houve aumento significativo desta atividade ao longo dos 29 anos.

Observando a complexidade que é estabelecida entre o planejamento ambiental e territorial estruturado pelo Estado e as discussões sobre a fragilidade ambiental em Quixadá, são destacadas mais algumas diretrizes para a área, com o objetivo de contribuir com o planejamento orientado para a sustentabilidade dos ambientes e equidade social da área.

#### **a) Diretrizes ao planejamento ambiental da área.**

Considerada uma das principais diretrizes no âmbito do planejamento ambiental, o Zoneamento Ecológico-Econômico é um dos principais instrumentos,

cujo objetivo é procurar traçar diretrizes de uso em uma determinada área para buscar evitar e/ou minimizar problemas ambientais configurados.

A área de estudo não possui um Zoneamento que vise tais medidas abordadas anteriormente. Propõe-se, então, a elaboração de um Zoneamento em escala de detalhe pensado e elaborado a partir de uma equipe interdisciplinar, juntamente com a sociedade civil organizada.

Outro fator verificado na área direciona-se para a falta de gestão da Unidade de Proteção Integral dos Monólitos de Quixadá, onde se verificou que a mesma não possui Plano de Manejo.

Propor Programas de Recuperação de Áreas Degradadas para os ambientes mais críticos do município em parceria com as três esferas do poder público e aumentar os projetos agroecológicos já presente na área.

#### **b) Diretrizes ao planejamento urbano da área.**

Revisar o Plano Diretor Participativo, já que o mesmo foi elaborado no ano de 2000, estando portando ultrapassado já que o mesmo possui prazo de execução de 10 anos, bem como revisar todas as legislações urbanas da área, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo-LUOS.

Atualizar zoneamento urbano da área, protegendo áreas impróprias à ocupação como os leitos fluviais e o campo de inselbergs. Deve-se promover a regularização fundiária de algumas habitações em condições precárias e a implantação do Plano de Arborização Urbana.

#### **c) Políticas de Convivência com o semiárido**

Nesta última etapa, ressalta-se a necessidade de ampliação das políticas de convivência com o semiárido visando o desenvolvimento sustentável da área. Dentre elas, citam-se a implantação de Sistemas Agroflorestais-SAF's e implantação de quintais agroecológicos nas escolas municipais e nos assentamentos localizados no município.

Para além de algumas propostas pensadas, partindo da perspectiva do planejamento sustentável, coloca-se como proposta fundamental a consideração da fragilidade ambiental do município como um dos pontos norteadores ao

planejamento da área, no que se refere ao disciplinamento de atividades de grande impacto. As propostas estão sistematizadas no quadro 27.

**Quadro 27 - Propostas para a elaboração de Políticas de convivência com o semiárido**

Propostas para a elaboração de Políticas de convivência com o semiárido		
Propostas	Curto prazo	Longo prazo
Implantação de quintais agroecológicos nas escolas municipais e estaduais.		
Construção de cisternas com prioridade para as comunidades rurais.		
Oficinas de educação ambiental nas escolas.		
Elaboração do Plano Diretor.		
Elaborar o Zoneamento Ecológico-Econômico do município de Quixadá.		
Atualização da Lei de Uso e Ocupação do Solo-LUOS.		
Estudar uma possível proposta de redimensionamento da Unidade de Conservação dos monólitos de Quixadá.		
Elaborar Planos de Recuperação de Áreas Degradadas para o município.		

Fonte: Elaborado pela autora.

Todas as propostas acima delineadas são colocadas como desafio ao fortalecimento do planejamento ambiental de Quixadá, partindo de uma perspectiva ampla de que os desafios a este planejamento são inúmeros.

Para tanto, é necessário traçar diretrizes que considerem a percepção e entendimento de que as mudanças ambientais estão intrinsecamente relacionadas às condições socioeconômicas da população. Admite-se que os problemas ambientais, sociais e econômicos no semiárido, devem ser debatidos considerando a necessidade da concretização de políticas ambientais que sigam os pressupostos da sustentabilidade socioambiental.

## REFERÊNCIAS

- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 3<sup>o</sup> ed. São Paulo. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012. 400p.
- ANDRADE, M.C.A. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 7<sup>o</sup> ed. São Paulo: Cortez, 2005.
- ANDRADE, M.C.A. A questão do território no Brasil. 2<sup>o</sup> ed. São Paulo: HUCITEC, 2004.
- AB'SABER, A.N. **Os Domínios de Natureza no Brasil**: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 155p.
- AB'SABER, A. N. **Subsídios do Instituto Florestal para o Projeto Floram**. *Estud. av.* [online]. 1990, vol.4, n.9, p. 271-280.
- ALMEIDA, J. R. e GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2005. 320p.
- BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1994.
- BOURNE, L. S. **The Geography of Housing**. 1<sup>a</sup> ed. London: Edward Arnold, 1981, p. 13-19.
- BERNARDES, J. A. e FERREIRA, F. P. de M. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. (Org). **A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens**. 7<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005
- CAVALCANTI, E.R. Educação ambiental e educação contextualizada com base na convivência com o semiárido. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**/ Editores: LIMA, R.C.C; BARRETO, A.M; MARIN, A.M.P. Campina Grande: INSA-PB, 2011.
- FIGUERÓ, A.S. Tradição e Mudança em Geografia Física. In: FIGUERÓ, A.S; FOLETO, E. (Orgs). **Diálogos em Geografia Física**. 1<sup>o</sup> Ed. Porto Alegre: Ed. Da Santa Maria, 2011. 206 p.
- CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos. **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, PAE-CE**. Fortaleza: Ministério do Meio Ambiente / Secretaria dos Recursos Hídricas, 2010. 372p.
- CONTI, J. B. A Geografia e Questão Ambiental. In: SILVA, J.B.; LIMA. L. C.; DANTAS, E.W (Orgs). **Panorama da Geografia Brasileira II**. 1<sup>o</sup> Ed. São Paulo: Annablume, 2006.
- CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 2002.

CUNHA, S. B. da. Degradação Ambiental In GUERRA, Antonio José Teixeira e CUNHA, Sandra Baptista (Orgs). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 4ª edição Bertrand Brasil, 2003. Rio de Janeiro.

CUNHA, T.J.F. e DRUMOND, M.A. Desertificação no Semiárido. In: ICID+18, Fortaleza, 2010. p. 16-20.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia** . São Paulo: USP. 106 P, 1979.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem dos Sistemas Ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard, 1999.

CPRM, Sistemas de informações de águas subterrâneas. Disponível em: [http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php). Acesso em: 20/02/2014.

CRISPIM, A. B.. **Sistemas ambientais e vulnerabilidades ao uso da terra no vale do rio Pacoti - Ce: subsídios ao Ordenamento territorial**. Dissertação (Mestrado em Geografia ) – Programa de Pós-Graduação em Geografia , Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2011.

DOMINGOS, J.L. **Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica**. Monografia (conclusão de curso), Departamento de Geografia , UFES, 2006.

SANTOS, J.O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial**. Tese (Doutorado em Geografia ), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2011.

DULLEY, R.D. Noção de Natureza, Ambiente, Meio Ambiente, Recursos Ambientais e Recursos Naturais - **Revista de Agrícola de São Paulo**, v. 51, p. 15-26, 2004

DRUMOND, M.A.; SÁ, I, B.; CUNHA, T,J,F.; TEIXEIRA, A.R.C.; ANGELLOTTI, F. **Desertificação no Semiárido Brasileiro**. In: 2 a Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas, Fortaleza – CE. Anais...2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999.

FONTES, M.P.F; OLIVEIRA, L.B. de; RIBEIRO, M.R; KER, J.C. Gênese, Morfologia e Classificação do Solo: morfologia e classificação de Luvisolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semiárido do nordeste brasileiro. **R. Bras. Ciências do Solo**, v. 33, p. 1333-1345, 2009

GRANGEIRO, C. M. M. **Meio Ambiente Litorâneo E Urbanização: O Ambiente Produzido na Costa Leste da Cidade de Fortaleza – Ceará.** – Brasil. Tese (Doutorado em Geografia ) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal de Quixadá.** Governo do Estado do Ceará. Secretaria do Planejamento e Coordenação, 2012.

FARIAS, A. de. **História da Sociedade Cearense.** Fortaleza: Edições

FIDALGO, E. C. C. e SANTOS, R. F. Proposta para a Caracterização de Indicadores Ambientais. **Revista Geografia** , **Rio Claro. v 28, p.3**, p. 454 – 462, 2003.

FIGUERÓ, A.S. Tradição e Mudança em Geografia Física. In: FIGUERÓ, A.S; FOLETO, E. (Orgs). **Diálogos em Geografia Física.** 1º Ed. Porto Alegre: Ed. Da Santa Maria, 2011. 206 p.

FIERZ, M. S. M. **As Abordagens Sistêmicas e do Equilíbrio Dinâmico na Análise da Fragilidade Ambiental do Estado de São Paulo: Contribuição a Geomorfologia das Planícies Costeiras.** – Brasil Tese (Doutorado em Geografia ) – Programa de Pós-Graduação em Geografia , Universidade de São Paulo, 2008.

FIGUEIREDO, J.B.A. **Educação ambiental dialógica e representações sociais da água em cultura sertaneja nordestina: uma contribuição à consciência ambiental nordestina.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de São Carlos, 2003.

SANTOS, J.O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial.** Tese (Doutorado em Geografia ), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2011.

FRANÇA, V.L.A. Sertão sergipano: Uma visão integradora. In: MOREIRA, E; TARGINO.I. (Orgs). **Desertificação, Desenvolvimento Sustentável e Agricultura Familiar: recortes no Brasil, em Portugal e na África.** João pessoa: Editora Universitária da UFPB: Ministério do Meio Ambiente, 2010. 344p. Edição Bilingue.

TARGINO, I; M, E. Estado e secas no nordeste. In: MOREIRA, E. (Org). **Agricultura Familiar e Desertificação.** Campina Grande: Editora Universitária/UFPB, 2006. 300p.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Base de dados pluviométricos... Fortaleza: FUNCEME, 2010. Disponível em <www.funceme.br >. Acesso em 20 de Outubro de 2013.

FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Sistemas atmosféricos atuantes no Ceará.** Disponível em:

[http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/saiba-mais/sistemas\\_atmosfericos-atuantes-sobre-o-nordeste](http://www.funceme.br/index.php/areas/tempo/saiba-mais/sistemas_atmosfericos-atuantes-sobre-o-nordeste). Acesso em: 20 de Outubro de 2013

GRIGORIEV, A. A. os Fundamentos Teóricos da Moderna Geografia Física. Disponível em: <http://agbpp.dominiotemporario.com/doc/grigorievn15.pdf>. Acesso em 11 de Novembro de 2013.

IBGE. **Pecuária 2011**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 3 de Novembro de 2013.

IBGE. **Lavoura Temporária e Lavoura Permanente 2011**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 3 de Novembro de 2013.

IBGE. **Pecuária 2011**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 3 de Novembro de 2013.

IBGE. **Lavoura Temporária e Lavoura Permanente 2011**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em 3 de Novembro de 2013.

IBGE. Censo demográfico 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>

INSA, Instituto Nacional do Semiárido. **Censo Demográfico do Semiárido Brasileiro**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <http://www.insa.gov.br/censosab/> Acesso em 12 de Fevereiro de 2015.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal de Quixadá**. Governo do Estado do Ceará. Secretaria do Planejamento e Coordenação, 2010.

JACOMINE, P K. T. (et al). **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife: DPP/DNPEA/DRN/SUDENE. 1973. Volume I. (Boletim de Pesquisa n.28).

LEFF, E. **Epistemologia da Geografia Física**. 5º Ed. São Paulo: Cortez, 2010.  
LIBAUT, A. Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica. In: **Métodos em Questão. GEUSP** (São Paulo), 1971.

LEITE, S.P. SILVA, C.R. HENRIQUES, L.C. Impactos ambientais ocasionados pela agropecuária no complexo Aluizio Campos. **Revista Brasileira de Informações Científicas**. v.2, p. 59-64, 2011.

LIMA, M.D.V. RONCAGLIO, C. Degradação Socioambiental Urbana, Políticas Públicas e Cidadania. **Revista Desenvolvimento e Ambiente**. n. 3, p. 53-63, 2001.

LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico Físico-Conservacionista Como Aporte Para A Análise Da Degradação No Médio Curso Da Bacia Hidrográfica Do Rio Aracatiaçu (Ce) – Brasil** Dissertação (Mestrado) - – Programa de Pós-Graduação em Geografia , Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). In: **Bragantia**. Campinas, v. 51, n. 2, 1992, p. 189 – 196.

LOMBARDI NETO, F. BERTONI, J. **Conservação do solo**. 3.ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

LINS, Cíntia dos Santos. Das águas transpostas às águas dispostas: uma análise da implantação do canal da integração (CE). **Revista da Casa da Geografia de Sobral**. Sobral, v. 13, n. 1, P. 23-37, 2011.

MARIANO. Z. F, SOUZA. M.B. Geografia Física e a Questão Ambiental no Brasil. **Geosp – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 23., p. 77 – 98, 2008.

MENDONÇA, F. Geografia Socioambiental. In KOZEL, S. MENDONÇA, F. (Orgs.). **Epistemologia de Geografia Contemporânea**. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002.

MENEGUZZO, I.S; CHAICOUSKI, A. Reflexões a Cerca dos Conceitos de Degradação Ambiental, Impacto Ambiental e Conservação da Natureza. **Revista Geografia (Londrina)**. V.4, n.1, p. 181-185, 2010. Acesso em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geografia/> .

MENDONÇA, F. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, n. 10, p. 139-148, 2003.

MENDONÇA, F. Geografia , Geografia Física e Meio Ambiente: uma Reflexão a partir da Problemática Socioambiental Urbana. **Revista da Anpege**, v. 5, 2009.

MOURA, M.O. **O Clima de Fortaleza sob o Nível do Campo Térmico**. (Dissertação de Mestrado) UFC, 2008. p. 319.

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia**, nº1. São Paulo: Instituto de Geografia /USP, 1971.

NETO, J.L.S. A erosividade da chuva no Estado de São Paulo. Revista do Departamento de Geografia , USP, São Paulo. Disponível em: [www.revistas.usp.br/rdg/article/download/53690/57653](http://www.revistas.usp.br/rdg/article/download/53690/57653)

NOLÊTO, T. M. S. J. **Suscetibilidade geoambiental das terras secas da microrregião de Sobral – CE à desertificação**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – PRODEMA- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

NOBRE, M.C.Q e MAGALHÃES, C.C. Estado, Políticas Públicas e Secas na História do Ceará. In: CUNHA, A.M. e SILVEIRA, I.M.M. (Orgs.). **Expressões da Questão Social no Ceará. Fortaleza: Ed. UECE, 2013.**

NÓBREGA, M.T; PAIVA, R.G; SILVEIRA, H.; SANTOS. R.F. Análise da Fragilidade Ambiental no Município de Tamboara – PR: Aplicação e Estudo Comparativo de Duas Metodologias. **Revista Geoambiente**, v. 14, p. 94 – 119.

NUNES, J. O. R. NETO, J. L. S. A Influência dos Métodos Científicos na Geografia Física. Disponível em: <http://web.ua.es/es/giecryal/documentos/documentos839/docs/texto-terra-livre-final.pdf>> Acesso em 11 de Novembro de 2013.

NUNES, A.N.B. **A (re)pecuarização do semiárido nordestino: reconversões produtivas entre agricultores familiares do pajeú (pe)**. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais, UFCG, Campina Grande, 2011.

OLIVEIRA, F. de. **Elegia para uma Re(li)gião**: SUDENE, Nordeste, Planejamento e Conflito de Classes. 3ªed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1981, 132 p.

OLIVEIRA, V. P. V. de. A problemática da degradação dos recursos naturais no domínio dos sertões secos do estado do Ceará-Brasil. In: SILVA, José Borzacchielloda. Et al. (Orgs.). **Litoral e Sertão, natureza sociedade no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 209-222.

OLIVEIRA, F.F.G. **Aplicação das Técnicas de Geoprocessamento na Análise dos Impactos Ambientais e na Determinação da Vulnerabilidade Ambiental no Litoral Sul do Rio Grande do Norte**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geociência e Meio Ambiente, Universidade do Estado de São Paulo - UNESP, 2011.

OLIVEIRA, S. C. **Análise da desertificação no Município de Canindé – Ceará-Brasil**. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia , Universidade Estadual do Ceará, 2010. p. 169.

PAN, Programa de Ação Nacional de Combate a Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca-PAN- Brasil. 2004.

PEREIRA, R. C. M e SILVA, E. V. **Solos e vegetação do Ceará**: características gerais. IN: **Ceará: Um novo olhar Geográfico**. José Borzacchiello da Silva et.al. Fortaleza: Edições Demócrito rocha, 2005.

PEREIRA, A.Q. Caracterização das atividades terciárias no centro urbano de Quixadá. **BGG**, v.1, p. 157-173, 2014.

PHILIPPI, A. MALHEIROS, T.F. SALLES, C.P. SILVEIRA, V.F. **Gestão Ambiental Municipal**: subsídios para a estruturação de sistema de Meio Ambiente. Salvador, 2004.

PONTES, Emilio Tarles Mendes. MACHADO, Thiago Adriano. Programa um milhão de cisternas rurais no nordeste brasileiro: Políticas públicas, desenvolvimento sustentável e convivência com o semiárido. In: **Encontro de Geografia Agrária 19, 2009, São Paulo**. Anais.São Paulo: USP, 2009. P. 1-25.

RODRIGUES, A. M. Desenvolvimento Sustentável: Dos Conflitos de Classes para o Conflito de Gerações. In: SILVA, J.B.; LIMA. L. C.; DANTAS, E.W. (Orgs) **Panorama da Geografia Brasileira II**. 1º Ed. São Paulo: Annablume, 2006.

RODRIGUEZ, J.M. e SILVA. E. V. da. **Geoecologia: Uma visão das Paisagens**. Fortaleza: Edições UFC, 2010.

ROSSI, S.J. Identificar redes para construir soluções interinstitucionais: diagnóstico de arranjos institucionais colaborativos em regiões áridas e semiáridas do Brasil e no exterior. **Desertificação e mudanças climáticas no semiárido brasileiro/** Editores: LIMA, R.C.C; BARRETO, A.M; MARIN, A.M.P. Campina Grande: INSA-PB, 2011.

ROMKENS, M. J. M; PRASAD, S. N.; POESEN, J. W. Soil erodibility properties. **Anais of the VIII Congress of the ISSS**. Hamburg, 1987. p. 492-503.

ROSS, J. L.S. Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados. **Revista do Departamento de Geografia** , São Paulo, nº 8, FFLCH/USP, p. 65-76, 1994.

ROSS, J. L.S. **EcoGeografia do Brasil: Subsídios ao Planejamento Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

ROMKENS, M.J; PRASAD, S.N; POESEN, J.W. Soil Erodibility Properties. **Anais the VII Congress of the ISS**. Hamburg, 1987. p. 492-503.

ROSS, J. L.S. **Geomorfologia, Ambiente e Planejamento**. 8º ed. São Paulo: Editora Contexto, 2005.

\_\_\_\_\_. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia** , São Paulo, v. 6, p. 17-29, 1992. Disponível em:

<<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/245/224>> Acesso em 10 de Outubro de 2013.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia Aplicada aos EIAs-RIMA. In: Guerra, J.T.G; CUNHA,S.B.C. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 372 p.

ROXO, M.J. **A ação antrópica no processo de degradação de solos: a serra de Serpa e Mértola**. Tese (Doutorado em Geografia ). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 1994.

SANTOS, J.M. Estratégias de convivência para a conservação dos recursos naturais e mitigação dos efeitos da desertificação no semiárido. **Desertificação e mudanças**

**climáticas no semiárido brasileiro/** Editores: LIMA, R.C.C; BARRETO, A.M; MARIN, A.M.P. Campina Grande: INSA-PB, 2011.

SANTOS, J.M e SALGADO, A.A.R. Genese da Superfície Erosiva em Ambiente Semiárido - Milagres/BA: Considerações Preliminares. **Revista de Geografia – UFPE**. v especial, VIII SINAGEO, n 1, 2010.

SANTOS, J.O. e SOUZA. M.J.N. de **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à Revisão do Plano Diretor Participativo-PDPFor/** Marcos José Nogueira de Souza... [et al.]. – Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009. 172 p.

SANTOS, J.O. **Fragilidade e Riscos Socioambientais em Fortaleza-CE: contribuições ao ordenamento territorial.** Tese (Doutorado em Geografia ), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2011.

SALES, M.C.L; OLIVEIRA, J.G.B. de. Análise da degradação ambiental no núcleo de desertificação de Irauçuba. In: SILVA, J.B.S; DANTAS, E.W.C; ZANELLA, M.E; MEIRELES, A.J.A. (Orgs), **Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro.** Expressão Gráfica, 2006. 446p.

SEMACE, Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/2010/12/1639/>. Acesso em: 25 de maio de 2014.

SILVA, J.M.O. **Análise Integrada na Bacia Hidrográfica do rio Pirangi – CE: Subsídios para o Planejamento Ambiental.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia , Universidade Federal do Ceará, 2012.

SILVA, M.A.S. **Entre o combate à seca e a convivência do semiárido:** transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 1º ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012. p. 251.

SILVA. M.A.S. Entre dois paradigmas: combate à seca e a convivência com o semiárido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v.18, n.1/2, p. 361-285, jan-dez, 2003.

SILVA, M.A.S. Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.38, p. 465-595, 2007.

SILVA, T. C. **Metodologia dos Estudos Integrados para o Zoneamento Ecológico-Econômico.** Salvador. Divisão de Recursos Naturais - DRN. IBGE-BA. 1987. Documento datilografado de circulação interna.

SHIRAZI, M. A. BOERSMA, L.A. **A unifying quantitative analyses of soil texture.** **Soil Science Society of America Proceedings**, Las Vegas, 48 (1): 1984, p. 142-147.

SOUZA, J.G. **O nordeste brasileiro:** uma experiência de desenvolvimento regional. Fortaleza: Banco do Nordeste Brasileiro, 1979.

SOUZA, M. J. N. de. MORAES. J.O. **Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará.** In: Souza, M.J.N. Moraes J. O. de e Lima, Luiz Cruz. *Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará, Parte I.* Fortaleza Editora FUNECE. 2000 13-98.

SOUZA, M. J. N. **Geomorfologia, ambientes e problemas conservacionistas.** Fortaleza, UFC, 1983, 140p. Tese (Professor Titular). Departamento de Geografia . Universidade Federal do Ceará, 1983.

SOUZA, M.J.N. de. O Campo de Ação da Geografia Física. **Boletim de Geografia Teórica** (São Paulo), p. 32-40, 1985.

SOUZA, M.J.N. de. **Contribuição ao Estudo das Unidades Morfoestruturais do Estado do Ceará.** In: Revista de Geologia, v.1, p.73-91, Edições Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1988.

SOUZA, M. J. N. e SANTOS, J.O. **Diagnóstico Geoambiental do Município de Fortaleza: Subsídios ao Macrozoneamento Ambiental e à Revisão do Plano Diretor Participativo-PDPFor/ Marcos José Nogueira de Souza... [et al.].** – Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2009. 172 p.

SOUZA, M. J. N. de. A Problemática Ambiental: Cenários para o Bioma da Caatinga no Nordeste do Brasil. In: SILVA, J.B.; LIMA. L. C.; DANTAS, E.W. **Panorama da Geografia Brasileira II.** 1º Ed. São Paulo: Annablume, 2006.

SOUZA, S. A. M. **Avaliação de Implementação de Uma Unidade de Conservação de Proteção Integral: O caso do Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá-CE.** Dissertação (Mestrado em Geografia ) UECE, 2010. p.131.

SOUZA, M. S. de. **Ceará: Bases de Fixação e Povoamento e o Crescimento das Cidades.** IN: **Ceará: Um novo olhar Geográfico.** José Borzacchiello da Silva et.al. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

SUERTEGARAY, D. M. e A. noNUNES, J. O. R. A Natureza da Geografia Física na Geografia . **Terra Livre.** São Paulo, v. 17, p. 11-24. 2001.

SUERTEGARAY, D. M. Questão Ambiental: Produção e Subordinação da Natureza. In: SILVA, J.B.; LIMA. L. C.; DANTAS, E.W. **Panorama da Geografia Brasileira II.** 1º Ed. São Paulo: Annablume, 2006

SUERTEGARAY, D.M.A. Geografia e Geomorfologia: Tema para Debate. Revista da **ANPEGE** (São Paulo). v. 5, p. 17-26, 2009.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geografia Física (?) Geografia Ambiental (?) ou Geografia e Ambiente (?). In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S.(Orgs.) **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea.** Editora UFPR, Curitiba, 2002.

SANJAUME, M.S. VILLANUEVA, R.J.B. **Teoria Y Métodos em Geografia Física.** São Paulo: Editorial Sínteses, S/A. 303p

TARGINO, I; M, E. Estado e secas no nordeste. In: MOREIRA, E. (Org). **Agricultura Familiar e Desertificação**. Campina Grande: Editora Universitária/UFPB, 2006. 300p.

TRAVASSOS, I.S; SOUZA, B.I; SILVA, A.B. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino. **Okara: Geografia em debate**. v.7.n.1, p. 147-164, 2013.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro FIBGE/SUPREN, 1977. 97p.

THORNTHWAITE, C.W. ; MATHER, J.R.. **The water balance. Publications in Climatology**. Centerton, New Jersey v. VIII, p1, 1955.

VITTE, A. C. **Da Metafísica Da Natureza À Gênese Da Geografia Física Moderna**. In: GREGORY, K.J. (Orgs) **A Natureza da Geografia Física**. Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2007.

VERDUM, R. **Bases Conceituais sobre a Questão Ambiental e as Práticas em Geografia** . In: XV Simpósio de Geografia Física Aplicada, Vitória – ES. Anais... 2013.

ZONNEVELD, I.S. Land Ecology. **An introduction to Landscape Ecology, land management and conservation**, S.P.B. Amesterdam, Holand: Academic Publishing, 1995.