



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**



MARIA DE FÁTIMA FERNANDES

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL e VULNERABILIDADES NOS
MUNICÍPIOS DE ARARIPINA (PE), CRATO E BARBALHA (CE) E
MARCOLÂNDIA (PI) - CHAPADA DO ARARIPE: Um estudo comparativo.**

Campina Grande - PB

2011

MARIA DE FÁTIMA FERNANDES

**DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E VULNERABILIDADES NOS
MUNICÍPIOS DE ARARIPINA (PE), CRATO E BARBALHA (CE) E
MARCOLÂNDIA (PI) - CHAPADA DO ARARIPE: Um estudo
comparativo.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de DOUTOR EM RECURSOS NATURAIS.

Área de Concentração: Sociedade e Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Gestão de Recursos Naturais

**DR. MARX PRESTES BARBOSA
ORIENTADOR**

**Campina Grande – Paraíba
2011**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F362d Fernades, Maria de Fátima
 Degradação Ambiental e Vulnerabilidades nos Municípios de Araripina
 (PE), Crato e Barbalha (CE) e Marcolândia (PI) – Chapada do Araripe: um
 estudo comparativo/ Maria de Fátima Fernades. - Campina Grande, 2011.
 215 f.: il. col.

 Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de
 Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

 Orientador: Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa.

 Referências.

 1. Degradação das Terras. 2. Uso das Terras. 3. Vulnerabilidades. I.
 Título.

CDU 556 (043)

MARIA DE FÁTIMA FERNANDES

“DEGRADAÇÃO AMBIENTAL E VULNERABILIDADES NO MUNICÍPIO DE
ARARIPINA (PE), CRATO E BARBALHA (CE) E MARCOLÂNDIA (PI) – CHAPADA DO
ARARIPE: Um estudo comparativo”

APROVADA EM: 26/09/2011

BANCA EXAMINADORA

Marx Prestes Barbosa

Dr. MARX PRESTES BARBOSA

Centro de Ciências e Tecnologia - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Vera Lucia Antunes Lima

Dra. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA

Centro de Ciências e Tecnologia - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Joedla Rodrigues de Lima

Dra. JOEDLA RODRIGUES DE LIMA

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Antonio Roberto Formaggio

Dr. ANTONIO ROBERTO FORMAGGIO

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

João Miguel de Moraes Neto

Dr. JOÃO MIGUEL DE MORAES NETO

Centro de Ciências e Tecnologia - CTRN
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

DEDICO:

Ao meu estimado pai: JOÃO JOAQUIM DE OLIVEIRA, que soube transmitir aos filhos sabedoria e dignidade, respeito com as pessoas, meu grande amigo e exemplo de pessoa humana.

A minha querida irmã: FRANCISCA NEUMAN FERNANDES, meu anjo da guarda, que pacientemente soube administrar todas as minhas ausências.

A minha querida mãe, CARMELITA FERNANDES DE OLIVEIRA (in memória), exemplo de mulher, mãe e amiga, minha luz.

Ao meu sobrinho FERNANDO ANTONIO (in memória), meu anjo da guarda.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial a DEUS, por ter me guiado pelos caminhos de luz, dando-me forças para vencer os obstáculos, apoiando-me nas horas de dificuldades, guiando-me para que tivesse a oportunidade de chegar a esse momento tão almejado, permitindo que cruzasse com tantas pessoas que me deram sustentação para que chagasse ao fim dessa jornada com o sentimento do dever cumprido.

Ao Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa, orientador e amigo, pela amizade construída ao longo de tantos anos, por ser uma pessoa especial para todos nós que fazemos parte do seu convívio, pelos ensinamentos e paciência em nos ouvir sempre quando a ele recorremos.

Ao Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto, pela luta e incentivo para submissão do projeto ao Curso de Doutorado em Recursos Naturais, pela amizade e confiança, obrigado meu amigo.

Agradecimento especial aos professores: Prof. Dr. Antonio Roberto Formaggio, Prof. Dr. Alexandre Eduardo de Araújo, Prof. Dr. Eduardo Rodrigues Viana de Lima, Prof. Dr. João Miguel de Moraes Neto, Prof. Dr. José Ivaldo Barbosa de Brito, Prof^a. Dr^a. Vera Lucia Antunes de Lima, Prof^a. Dr^a. Joedla Rodrigues de Lima, Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido, pela atenção e valiosa colaboração e sugestões na avaliação do Projeto de Tese.

A Prof^a. Maria José dos Santos, por ter contribuído com sua experiência, acreditando no meu trabalho, pela amizade e carinho.

Ao Prof. Dr. João Batista de Queiroz e Prof. Ademir Montes Ferreira, pelo carinho e atenção, pelo convívio diário.

Aos meus queridos irmãos, Zilmar, Edmar, Eleomar e Josemar, pelo carinho e dedicação, meus companheiros, de tantas lutas que juntos vivemos e vencemos. As minhas cunhadas, Francisca de Fátima, Nilvana, Patrícia e Deuzimar, amigas de todas as horas, obrigada pelo carinho.

Aos meus sobrinhos, Grazy, Joãozinho, Tainara, Taciana, Maria Eduarda, Rafaela, Felipe Augusto e Alexandre, que tanto amo.

A Aurelina Maria da Silva, Regina Moreira e Raimundo Limeira, pelo respeito e admiração, que tenho por vocês.

A Ana Maria Maia do Amaral, uma amiga muito especial na minha vida.

Obrigado de coração a todos que fizeram parte do meu crescimento dentro da UFPB, aos professores e funcionários que faziam parte do Departamento de Sistema e Computação, os que ainda estão aqui e aqueles que já partiram que muito representaram para mim, em especial ao Prof. Abdon Cavalcanti Itapá e a amiga Maria de Fátima do Nascimento.

Agradecimento especial a Dona Socorro Costa e Seu Antonio Guilherme e família, Dona Maria Fernandes e seu Sebastião e família, pelo acolhimento em seu lar, nos primeiros anos de estudo na cidade de Sousa, sou eternamente grata a vocês.

Aos meus tios, Cecílio Fernandes da Silveira e Doraci Araújo Fernandes (*in memória*) e primos, pelo acolhimento em seu lar nos primeiros anos de estudo em Campina Grande, muito obrigada.

Agradecimento ao SEBRAE Nacional, ao Grupo Gestão e a ATECEL pelo apoio dado ao desenvolvimento desta pesquisa.

Aos amigos, Miguel José da Silva, Davi Oliveira dos Santos, Márcia Clemente, Dona Socorro Oliveira e Wandemberg dos Santos, pelo apoio e carinho.

Aos professores do Programa de Doutorado em Recursos Naturais, em especial, a Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Antunes de Lima, Prof. Dr. Gesinaldo Ataíde Cândido e Prof^a. Dra. Annemarie König, pelo apoio e preocupação pela conclusão desse trabalho.

Ao Prof. Dr. José Dantas Neto, Coordenador do Curso em Recursos Naturais pela atenção dispensada na realização desse trabalho, obrigada pela sua preocupação para que o objetivo fosse alcançado.

A Cleide dos Santos, secretária do Curso, pela presteza e amizade, sempre pronta para atender a todos com carinho, você é iluminada.

Aos colegas do Curso de Doutorado pelo convívio, em especial, as amigas, Werônica Meira, Maria José dos Santos, Simone Mirtes e Luiza Cirne, os amigos, Liconl Elói, Gildarte, Saulo Godim, lembrarei sempre de vocês com muito carinho.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma, para a realização desse trabalho, o meu agradecimento.

.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xviii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xxi
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Geral	3
1.1.2. Específicos	3
1.2. JUSTIFICATIVA	4
1.3. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	5
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA	7
2.1. A Chapada do Araripe	7
2.2. A Floresta Nacional do Araripe	9
2.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO	11
2.3.1. Localização da área de estudo	11
2.3.2. Município de Araripina	11
2.3.3. Município de Barbalha	12
2.3.4. Município do Crato	13
2.3.5. Município de Marcolândia	13
2.4. Infraestrutura de Telecomunicação	13
2.5. Clima	14
2.6. Cobertura vegetal	15
2.7. Caracterização dos Solos	17
2.8. Geomorfologia e geologia	20
2.9. Recursos hídricos subterrâneos	22
2.10. Recursos hídricos superficiais.....	24
2.11. Turismo	26
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	28
3.1. A desertificação: conceitos, causas e conseqüências	28
3.2. Causas e conseqüências da desertificação	31
3.3. Breve visão da desertificação	33
3.4. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca - PAN-Brasil	37
3.5. Áreas em risco a Desertificação no Brasil, e os impactos ambientais.....	38
3.6. Desertificação e secas – sob o ponto de vista das variações climáticas na região Semiárida do Nordeste e suas conseqüências sociais e ambientais.....	45
3.7. Indicadores da desertificação	49
3.8. Risco ambiental e Vulnerabilidade	54

3.9.	Desastres Naturais	56
3.10.	Uso de geotecnologias nas áreas em riscos à desertificação	62
3.10.1.	Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)	62
3.10.2	Sensoriamento Remoto	63
3.10.2.1.	Comportamento Espectral da Vegetação, Água e dos Solos	66
4.	MATERIAL E MÉTODOS	70
4.1.	Material	70
4.1.1.	Aquisição dos produtos sensores orbitais	70
4.1.2.	Dados cartográficos	70
4.2	MÉTODOS	70
4.3.	Processamento digital das imagens	71
4.3.1.	Pré-Processamento	71
4.3.2.	Técnicas de Realce	72
4.3.3.	Classificação de imagens	72
4.3.4.	Operações aritméticas - razão entre bandas – IVDN (Índice de Vegetação de Diferença Normalizada).....	73
4.3.5.	Composição multiespectral ajustada (CMA – (b3 + IVDN + b1))	74
4.3.6.	Operação Segmentação de imagem.....	74
4.3.7.	Classificação de padrões das imagens IVDN.....	74
4.3.8.	Editoração dos mapas temáticos.....	75
4.4.	Análise das Imagens TM/LANDSAT-5 para interpretação preliminar (mapeamento dos níveis de degradação da Terra e classes de cobertura vegetal).....	75
4.5.	Trabalho de campo	75
4.6.	Mapeamento das Classes de Uso das Terras e dos Níveis de Degradação das Terras	76
4.7.	Estudo das Vulnerabilidades	79
4.7.1.	Magnitude da Vulnerabilidade	80
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	82
5.1.	Análise das Classes de Uso das Terras - municípios de Araripina-PE, Barbalha-CE, Crato-CE, parte da Floresta Nacional do Araripe-FLONA e Marcolândia-PI, compreendendo os anos de 1987, 2003 e 2008.....	82
5.1.1.	Município de Araripina-PE	82
5.1.2.	Municípios de Barbalha e Crato-CE	89
5.1.3.	Floresta Nacional do Araripe – FLONA, compreendendo parcialmente os municípios de Barbalha e do Crato-CE.....	102
5.1.4.	Município de Marcolândia-PI	109
5.2.	Análise dos Níveis de Degradação das Terras - municípios de Araripina-PE, Barbalha-CE, Crato-CE, parte da Floresta Nacional do Araripe-FLONA e Marcolândia-PI, compreendendo os anos de 1987, 2003 e 2008.....	114
5.2.1.	Município de Araripina-PE.....	114

5.2.2.	Municípios de Barbalha e do Crato-CE.....	123
5.2.3.	Floresta Nacional do Araripe – FLONA, compreendendo parcialmente os municípios de Barbalha e do Crato-CE.....	134
5.2.3.1.	A ocorrência de queimadas em área da Floresta Nacional do Araripe, nos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará.....	141
5.2.4.	Município de Marcolândia-PI	144
5.3.	Indicadores que provocaram alterações ambientais e afetaram a qualidade de vida da população da área de estudo	149
5.4.	A dinâmica populacional em áreas de riscos a desertificação	152
5.5.	A produção pecuária e sua relação com a desertificação	155
5.6.	Vulnerabilidades das famílias frente ao processo de degradação das terras .	156
5.6.1.	Análise da Vulnerabilidade social	157
5.6.1.1.	Educação	158
5.6.1.2.	Habitação	160
5.6.1.3.	Destino do lixo	161
5.6.1.4.	Tipo de esgotamento sanitário	163
5.6.1.5.	Forma de abastecimento de água	164
5.6.1.6.	Participação em organização	166
5.6.1.7.	Saúde - Principais morbidades hospitalares	166
5.6.1.8.	Morbidades Hospitalares.....	169
5.6.1.9.	Saúde da criança	169
5.6.2.	Análise da vulnerabilidade econômica	171
5.6.2.1.	Indicadores econômicos	171
5.6.3.	Análise da vulnerabilidade tecnológica	175
5.6.3.1.	Ações de controle de resíduos sólidos e produtos tóxicos	175
5.6.3.2.	Ações de gestão dos recursos florestais, solo e outras ações	176
5.6.3.3.	Tamanho das propriedades e Condição legal do produtor rural (Tipo de posse).....	177
5.6.3.4.	Assistência técnica	180
5.6.3.5.	Estruturas Administrativas	181
5.6.4.	Análise da Vulnerabilidade as secas	181
5.6.4.1.	Forma de armazenamento de água	182
5.6.4.2.	Água armazenada seca nas pequenas estiagens	182
5.6.4.3.	Instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos	183
5.6.4.4.	Uso de irrigação e cultivo em vazantes	184
5.6.4.5.	Ocupação no período de estiagens, orientação técnica para as secas e forma de observação de previsão de chuvas.	184
5.6.4.6.	Redução do rebanho	184
6.	CONCLUSÕES	186
7.	RECOMENDAÇÕES	188
8.	REFERÊNCIAS	189
9.	ANEXOS	205

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição das fontes por Estado na Bacia Sedimentar do Araripe	8
Figura 2	Localização da área de estudo nos Estados do Piauí, Pernambuco e Ceará	11
Figura 3	Áreas em riscos à desertificação no Brasil	39
Figura 4	Mapa de Ocorrência de Desertificação no Nordeste	41
Figura 5	Áreas Susceptíveis a Desertificação e Núcleos de Desertificação	42
Figura 6	A desertificação no município de Gilbués-PI	43
Figura 7	Trabalhadore (a)s em uma casa de farinha - jornada de 12 horas de trabalho com início às 3 horas da manhã e diária média de cinco a seis reais.....	45
Figura 8	Esquema da sequência temporal dos diversos tipos de seca	48
Figura 9	Passos para a definição de indicadores	54
Figura 10	Imagem GOES - (a) Visível - Ch1 - (b) Imagem Realçada - Ch4.....	58
Figura 11	Desastre ambiental, provocado por falhas na construção da Barragem de Camará, município de Alagoa Grande - PB.....	59
Figura 12	Desastre natural - enchentes nos Estados do Maranhão; Pernambuco e Alagoas; Tornados, chuva de granizo em Santa Catarina; incêndio na Chapada Diamantina, entre outros	60
Figura 13	Exemplo de coleta de informações da superfície da terra por meio de sensoriamento remoto orbital e o papel da radiação eletromagnética neste processo	64
Figura 14	Composição RGB - 27/06/2003. Área de Degradação Muito Grave. Município de Fronteiras - PI.....	65
Figura 15	Curva espectral da vegetação, da água e do solo.....	67
Figura 16	Etapas metodológicas a serem desenvolvidas no trabalho de Tese	71
Figura 17	Manipulação de contraste das bandas 5, 4 e 3 de imagens Landsat-5 (ano 2008), onde destaca o uso agrícola no topo da Chapada.....	72
Figura 18	Composição multiespectral ajustada – CMA – identifica-se a vegetação na encosta da Chapada representada na composição pela coloração verde e, no topo revela um intenso uso agrícola e solo exposto na coloração magenta ou ciano.....	74
Figura 19	Indicadores de desertificação - níveis de degradação e características a serem observadas no campo.....	78
Figura 20	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Araripina - PE. 1987.....	83
Figura 21	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Araripina - PE. 2003.....	83
Figura 22	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Araripina - PE. 2008.....	84
Figura 23	Percentual das Classes de uso das terras. Araripina. A) 1987; B) 2003; C) 2008.....	85
Figura 24	Análise comparativa das classes de uso das terras. Araripina-PE.....	86
Figura 25	Aspecto geral de extensa área ocupada com a cultura da mandioca (característica dessa região).....	87

Figura 26	Aspecto geral da área cultivada com mandioca, ao fundo área de pastagem que se intercala com a vegetação natural de caatinga - algumas cactáceas. Sítio Serra da Palma-Araripe-PE.....	87
Figura 27	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Barbalha - 1987.....	90
Figura 28	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Barbalha - 2003.....	90
Figura 29	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Barbalha - 2008.....	91
Figura 30	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Crato - 1987.....	92
Figura 31	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Crato - 2003.....	92
Figura 32	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Crato - 2008.....	93
Figura 33	Percentual das classes de uso das terras: A) Barbalha - CE. B) Crato - CE. 1987.....	95
Figura 34	Percentual das classes de uso das terras: A) Barbalha - CE. B) Crato - CE. 2003.....	95
Figura 35	Percentual das classes de uso das terras: A) Barbalha e B) Crato - CE. 2008.....	96
Figura 36	Análise comparativa das classes de uso das terras. Barbalha e Crato - CE. Anos: 1987, 2003 e 2008.....	96
Figura 37	Área de exploração agrícola intercalando-se com área de pastagem - capoeira e ao fundo a chapada do Araripe.....	97
Figura 38	A) Exploração agrícola das áreas de várzeas ao fundo - focos de incêndios - área de relevo forte ondulado. B) Área de várzea explorada com capim, fruteiras, com cultura de cana-de- açúcar, ao fundo área de relevo forte ondulado com pastagem e vegetação natural.....	98
Figura 39	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e Crato-CE. 1987.....	102
Figura 40	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e Crato-CE. 2003.....	103
Figura 41	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e Crato-CE. 2008.....	103
Figura 42	Percentual das classes de Uso das Terras - FLONA: A) 1987; B) 2003; C) 2008.....	104
Figura 43	Vista parcial, a partir do topo da Chapada, do padrão de organização agrícola da Depressão Sertaneja do município do Crato-CE.	105
Figura 44	Área da Floresta Nacional do Araripe - preservada. Rodovia CE-492- Município do Crato-CE.....	105
Figura 45	Percentual das classes de uso das terras - FLONA: A) Barbalha B) Crato - CE. 1987.....	107
Figura 46	Percentual das classes de uso das terras - FLONA: A) Barbalha-CE. B) Crato-CE. 2003.....	107
Figura 47	Percentual das classes de uso das terras - FLONA: A) Barbalha e B) Crato - CE. 2008.	108

Figura 48	Análise comparativa das classes de uso das terras, FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato - CE. Anos: 1987, 2003 e 2008.....	108
Figura 49	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Marcolândia - PI. 1987.....	109
Figura 50	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Marcolândia - PI. 2003.....	110
Figura 51	Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Marcolândia - PI. 2008	110
Figura 52.	Percentual das classes de uso das terras. Marcolândia-PI. A) 1987; B) 2003; C) 2008.....	111
Figura 53	Análise comparativa das classes de uso das terras, município de Marcolândia-PI.....	112
Figura 54	Vista panorâmica no município de Marcolândia - em direção ao município de Francisco Macedo-PI.....	113
Figura 55	Mapa digital dos níveis de degradação das terras. Araripina - PE. 1987.....	115
Figura 56	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras. Araripina - PE. 2003.....	115
Figura 57	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras. Araripina - PE. 2008.....	116
Figura 58	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 1987. Araripina-PE.	117
Figura 59	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2003. Araripina-PE.....	117
Figura 60	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2008. Araripina-PE.....	118
Figura 61	Área infestada por cupins e formigueiros - sendo preparada para o plantio de mandioca.	119
Figura 62	Encosta com palma forrageira – na parte mais alta nível de degradação das terras: GRAVE.....	119
Figura 63	Aspecto geral de ocorrência do nível de degradação GRAVE e MUITO GRAVE. Sítio Batinga - Araripina-PE.....	120
Figura 64	A) Aspecto geral da mina de gipsita ; B) área de rejeito da mina.....	121
Figura 65	A) Área de pasto infestada por cupim. B) Área de solo exposto, explorada com pastagem. Município de Araripina - PE.....	121
Figura 66	Na parte baixa – capim elefante e buffel - fruteiras - neste ponto, a encosta da serra presença de erosão em sulcos. Nível de degradação: MUITO GRAVE.....	122
Figura 67	Análise comparativa dos Níveis de Degradação das Terras. Araripina-PE. 1987, 2003 e 2008.....	123
Figura 68	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Barbalha. 1987.....	124

Figura 69	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Barbalha. 2003.....	124
Figura 70	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Barbalha. 2008.....	125
Figura 71	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Crato. 1987.....	126
Figura 72	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Crato. 2003.....	126
Figura 73	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Crato. 2008.....	127
Figura 74	Percentual dos níveis de degradação das terras. 1987. A) Barbalha; B) Crato.....	129
Figura 75	Percentual dos níveis de degradação das terras. 2003. A) Barbalha; B) Crato.....	129
Figura 76	Percentual dos níveis de degradação das terras. 2008. A) Barbalha; B) Crato.....	130
Figura 77	Análise comparativa dos níveis de degradação das Terras: Barbalha e Crato - CE. 1987, 2003 e 2008.....	130
Figura 78	Nível de degradação MUITO BAIXO. Transição para a vegetação de cerrado.....	131
Figura 79	Vista do interior da FLONA. Nível de degradação MUITO BAIXO. Município do Crato-CE.....	131
Figura 80	Vista parcial da encosta da serra do Araripe, mostrando as áreas de deslizamentos. Barbalha-CE.....	132
Figura 81	Aspecto geral da ocorrência de exploração de argila. Nível de degradação GRAVE.....	132
Figura 82	A) Área de exploração de argila. B) Outro ângulo da área de exploração de argila. Ao fundo detalhe das queimadas.....	133
Figura 83	Área com nível de degradação MODERADO GRAVE.....	133
Figura 84	A) Leito do rio Cariús. B) Vista parcial das áreas de relevo forte ondulado, exploradas com capim, no fundo observa-se várias queimadas.....	134
Figura 85	Extensas áreas de capoeirão. Fazenda Garganta, Crato-CE.....	134
Figura 86	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato-CE. 1987.....	135
Figura 87	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras – Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato-CE. 2003.....	135
Figura 88	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras – Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato-CE. 2008.....	136
Figura 89	Percentual das classes de Degradação das Terras - FLONA: A) 1987; B) 2003; C) 2008.....	137
Figura 90	Análise comparativa dos Níveis de Degradação das Terras na FLONA. 1987, 2003 e 2008.....	138

Figura 91	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 1987. FLONA. A) Barbalha - B) Crato-CE.....	139
Figura 92	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2003. FLONA. A) Barbalha - B) Crato - CE.....	140
Figura 93	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2008. FLONA. A) Barbalha - B) Crato-CE.....	140
Figura 94	Análise comparativa dos níveis de degradação das Terras: FLONA. Barbalha e Crato - CE: 1987, 2003 e 2008.....	141
Figura 95	Comportamento espectral de ocorrência do nível de degradação muito baixo na FLONA, em uma composição RGB, com data de 12/09/1987 e 23/08/2003, respectivamente.	141
Figura 96	Aspecto da ocorrência de queimada na FLONA. Área de vegetação densa. Município de Barbalha.....	142
Figura 97	A) Área de pastagem em relevo fortemente ondulado com focos de queimadas ao fundo. B) Ocorrência de queimada na encosta da Chapada do Araripe. Crato-CE.	143
Figura 98	Ocorrência de incêndio - Área de Proteção Ambiental - Crato-CE. 17/08/2010.....	143
Figura 99	Incêndios na FLONA, município de Crato-CE ocorrido em outubro de 2010.....	144
Figura 100	Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Marcolândia - PI. 1987.....	144
Figura 101	Mapa Digital das Classes de Degradação das Terras - Municípios de Marcolândia - PI. 2003.....	145
Figura 102	Mapa Digital das Classes de Degradação das Terras - Marcolândia - PI. 2008.....	145
Figura 103	Percentual dos níveis de degradação das terras. A) 1987 B) 2003 - Marcolândia-PI.....	147
Figura 104	Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2008. Marcolândia-PI.....	147
Figura 105	Análise comparativa dos Níveis de Degradação das Terras. Marcolândia-PI. 1987, 2003 e 2008.....	147
Figura 106	Nível de degradação moderado. Escarpa da serra - vegetação de caatinga porte baixo - arbustiva - na parte baixa plantio de mandioca.....	148
Figura 107	A) Áreas de pasto na depressão sertaneja – nível de degradação MODERADO. Subida da serra em direção ao município de Marcolândia-PI. B) Área de nível de degradação MODERADO a GRAVE	149
Figura 108	Indicadores do Meio Ambiente. Condições do Meio Ambiente - 2002. Araripina-PE.....	149
Figura 109	Indicadores do Meio Ambiente. Condições do Meio Ambiente - Paisagem e Áreas Legalmente protegidas - 2002. Araripina-PE.....	150

Figura 110	Indicadores do Meio Ambiente, Condições do Meio Ambiente - 2002. Barbalha.....	150
Figura 111	Indicadores do Meio Ambiente, Condições do Meio Ambiente, 2002. Crato.	151
Figura 112	Indicadores do Meio Ambiente, Condições do Meio Ambiente, 2002. Marcolândia-PI	152
Figura 113	Vulnerabilidade social dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.....	157
Figura 114	Aspecto geral de uma habitação do tipo taipa – sem energia elétrica. Zona rural de Araripina-PE.....	161
Figura 115	Existência de energia elétrica - nos municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia - 2010.....	161
Figura 116	Destino do lixo. Municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.....	162
Figura 117	Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário. Municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.....	164
Figura 118	Forma de abastecimento de água. Municípios Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.....	165
Figura 119	Percentual de Estabelecimentos de Saúde. Araripina-PE.....	166
Figura 120	Percentual de Estabelecimentos de Saúde. Barbalha e Crato - CE.....	167
Figura 121	Percentual de Estabelecimentos de Saúde. Marcolândia-PI.....	167
Figura 122	Saúde da criança - óbitos em menores de 1 ano de idade dos municípios da área de estudo.....	170
Figura 123	Saúde da criança – internações por Infecção Respiratória Aguda (IRA).....	170
Figura 124	Vulnerabilidade econômica dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato - CE e Marcolândia - PI.....	171
Figura 125	Dados Econômicos: Distribuição do Índice de Gini para os municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.....	172
Figura 126	Dados Econômicos - Desigualdades.....	173
Figura 127	Domicílios particulares permanentes - Classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita. Ano 2010. Municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.....	174
Figura 128	Dados Econômicos - Indicadores da Composição de Renda.....	174
Figura 129	Vulnerabilidade tecnológica dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.....	175
Figura 130	Condições de trabalho na zona rural de Araripina, localidade Serra dos Cláudios.....	181
Figura 131	Vulnerabilidade às secas dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.....	182
Figura 132	Uma das formas de captação de água no município e situação de vulnerabilidades das famílias.....	183

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	População dos municípios da região do entorno da FLONA do Araripe.	10
Tabela 2	Dados econômicos. Telecomunicação - ano 2001.....	14
Tabela 3	Principais espécies encontradas no Cerradão e Cerrado.....	16
Tabela 4	Principais espécies encontradas nas áreas de caatingas hipoxerófila e hiperxerófila.....	17
Tabela 5	Classes de solos ocorrentes na área de estudo.....	18
Tabela 6	Descrição dos domínios geomorfológicos nos municípios do Crato e Barbalha.....	21
Tabela 7	Distribuição dos sistemas aquíferos e das suas áreas de recarga no Estado - Bacia sedimentar do Araripe.....	23
Tabela 8	Situação dos poços cadastrados conforme a finalidade do uso.....	24
Tabela 9	Situação do Estado da Paraíba quanto ao Grau de Ocorrência à Desertificação.....	34
Tabela 10	Níveis de degradação ambiental - município de Picuí-PB.....	35
Tabela 11	Áreas degradadas em riscos a processos de desertificação no Médio Jaguaribe.....	35
Tabela 12	Áreas piloto para investigação sobre a desertificação no Semiárido Brasileiro.....	39
Tabela 13	Classificação Climática em função do Índice de Aridez.....	40
Tabela 14	Classificação dos Riscos à Desertificação em função do Índice de Aridez.....	40
Tabela 15	Área e população afetada pela desertificação no semiárido.....	40
Tabela 16	Municípios integrantes dos quatro primeiros núcleos de desertificação.....	41
Tabela 17	Resumo dos indicadores de situação.....	50
Tabela 18	Resumo dos indicadores de desertificação.....	51
Tabela 19	Critérios para seleção de indicadores.....	52
Tabela 20	Data de passagem das imagens LANDSAT 5.....	70
Tabela 21	Características interpretativas dos níveis de degradação (banda 5 - TM/Landsat-5).....	76
Tabela 22	Classes de vulnerabilidades.....	80
Tabela 23	Classes de uso das terras do município de Araripina-PE.....	84
Tabela 24	Utilização das terras com pastagens - ano 2006.....	86
Tabela 25	Extração Vegetal: município de Araripina. 2004 - 2009.....	88
Tabela 26	Lavouras temporárias e permanentes. Município de Araripina - Ano 2008/2009.....	89
Tabela 27	Outros padrões analisados presentes na imagem Landsat. Barbalha e Crato - CE.....	93
Tabela 28	Classes de uso das terras do município de Barbalha - CE.....	94
Tabela 29	Classes de uso das terras do município do Crato - CE.....	94

Tabela 30	Utilização das terras com pastagens. Municípios de Barbalha e do Crato - 2006.....	97
Tabela 31	Extração Vegetal: município de Barbalha, 2004 - 2009.....	99
Tabela 32	Extração Vegetal: município do Crato. 2004 - 2009.....	99
Tabela 33	Lavouras permanentes - município de Barbalha - Ano 2008/2009.....	100
Tabela 34	Lavouras permanentes - município do Crato - Ano 2008/2009.....	100
Tabela 35	Lavouras temporárias. Município de Barbalha. Ano 2008/2009.....	101
Tabela 36	Lavouras temporárias. Município do Crato - Ano 2008/2009.....	101
Tabela 37	Classes de Uso das terras na FLONA- Municípios de Barbalha e do Crato.....	104
Tabela 38	Classes de Uso das terras na FLONA- Municípios de Barbalha-CE.....	106
Tabela 39	Classes de Uso das terras na FLONA- Municípios do Crato-CE.....	106
Tabela 40	Classes de uso das terras do município de Marcolândia-PI.....	111
Tabela 41	Utilização das terras com pastagens. Município de Marcolândia - 2006.	112
Tabela 42	Extração Vegetal: município de Marcolândia, 2004 - 2009.....	113
Tabela 43	Lavouras temporárias - municípios de Marcolândia-PI. Anos 2008/2009.....	114
Tabela 44	Níveis de degradação das terras para o município de Araripina-PE. 1987, 2003 e 2008.....	116
Tabela 45	Níveis de degradação das terras no município de Barbalha - CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.....	128
Tabela 46	Níveis de degradação das terras no município do Crato - CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.....	128
Tabela 47	Níveis de degradação das terras na FLONA- Municípios de Barbalha e do Crato, para os anos de 1987, 2003 e 2008.....	137
Tabela 48	Níveis de degradação das terras na FLONA, município de Barbalha-CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.....	138
Tabela 49	Níveis de degradação das terras na FLONA, município do Crato-CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.....	139
Tabela 50	Níveis de degradação das terras para o município de Marcolândia-PI, para os anos de 1987, 2003 e 2008	146
Tabela 51	Dados gerais da população dos municípios em 2010.....	153
Tabela 52	Demonstrativo da demografia – população urbana e rural dos municípios.	154
Tabela 53	Efetivos de rebanhos - 2007 e 2009	155
Tabela 54	Índice de Desenvolvimento da Família para os municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia. Data de referência - 2010.....	156
Tabela 55	Percentual de crianças e pessoas analfabetas, nos municípios da área de estudo.....	158
Tabela 56	Pessoas residentes de 60 anos ou mais de idade, por alfabetização e sexo, segundo os municípios - 2000.....	159
Tabela 57	Pessoas residentes - 10 anos ou mais de idade - anos de estudos.....	159

Tabela 58	Taxa de analfabetismo funcional das pessoas de 15 anos ou mais de idade - 2007.....	159
Tabela 59	Taxa de escolarização dos municípios por grupos de idade.....	160
Tabela 60	População residente de 10 anos ou mais de idade, total, alfabetizada e taxa de alfabetização, municípios da área de estudo e respectivos Estados	160
Tabela 61	Destino do lixo - zona urbana e rural dos municípios.....	162
Tabela 62	Tipo de Esgotamento Sanitário	163
Tabela 63	Domicílios sob responsabilidade de pessoas de 60 anos ou mais de idade, por condição de saneamento - 2000.....	164
Tabela 64	Forma de abastecimento de água.	165
Tabela 65	Percentual de estabelecimentos de saúde do Brasil e dos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.....	167
Tabela 66	Principais Morbidades Hospitalares ocorridas nos municípios em 2009.	168
Tabela 67	Morbidades Hospitalares - 2008/2009.....	169
Tabela 68	Informações gerais do Programa Bolsa Família	172
Tabela 69	Rendimento nominal mensal – classes de salário mínimo - 2000.....	173
Tabela 70	Ações de Controle de Resíduos e Embalagens de Produtos Tóxicos.....	176
Tabela 71	Instrumentos de gestão ambiental - recursos florestais, solo e outras ações	177
Tabela 72	Dados gerais da condição legal do produtor - Censo agropecuário - 2006.....	178
Tabela 73	Dados gerais da condição do produtor - Censo agropecuário - 2006.....	179
Tabela 74	Classificação do tamanho das propriedades, segundo o Módulo Fiscal.....	180
Tabela 75	Instrumentos de Gestão Ambiental dos recursos hídricos	183

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAPD	Áreas Afetadas por Processos de Desertificação
AMUPE	Associação Municipalista de Pernambuco
ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
APED	Área Piloto para Estudo da Desertificação
ASA	Articulação do Semi-Árido
ASA/PE	Articulação do Semiárido de Pernambuco
ASD	Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil
CBHS	Comitê da sub-bacia Hidrográfica do Rio Salgado
CCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
CMA	Composição multiespectral ajustada
EI	Avaliação Integrada
CNCD	Comissão Nacional de Combate à Desertificação
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONSLAD	Conferência Nacional e Seminário Latino Americano de Combate à Desertificação
COP's	Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El-Niño – Oscilação Sul
EP	Evapotranspiração Potencial
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação
FLONA	Floresta Nacional do Araripe
FF	Frentes Frias
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
FUNDAJ	Fundação Joaquim Nabuco
GPCD	Grupo Permanente de Combate à Desertificação
GPS	Sistema de Posicionamento Global
GTZ	Agência de Cooperação Alemã
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDF	Índice de Desenvolvimento da Família
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IICA	Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura
IPH	Índice de Pobreza Humana
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IVDN	Índice de vegetação da diferença normalizada
MDS	Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente

ND	Número Digital
PLACD	Plano de Ação Mundial de Luta contra a Desertificação
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
ONU	Organização das Nações Unidas
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos de Seca
PAE-CE	Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação do Estado do Ceará
PAN	Programa de Ação Nacional
PAN-Brasil	Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca
PNCD	Plano Nacional de Combate à Desertificação
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SECTMA	Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente
SEMACE	Secretaria do Meio Ambiente do Ceará
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente
UNCCD	Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

RESUMO

A área de estudo compreende os municípios de Araripina-PE, localizado na Microrregião Araripina, os municípios de Barbalha e do Crato-CE, na Microrregião Cariri e o município de Marcolândia-PI, na Microrregião Alto Médio Canindé. O objetivo do trabalho foi realizar uma análise comparativa das classes de uso das terras e dos níveis de degradação das terras, no período de 21 anos (1987, 2003 e 2008), através de dados de imagem Landsat e do uso do SIG - SPRING versão 5.1.5. Com base em trabalho de campo, questionários e dados censitários, elaborou-se um diagnóstico socioeconômico dos municípios onde se identifica os riscos e as vulnerabilidades das famílias, frente ao avanço da degradação das terras. Com relação ao uso das terras, o estudo evidencia que as áreas caracterizadas como de vegetação densa e densa a semidensa, tem maior ocorrência na Floresta Nacional do Araripe, onde a maior pressão sobre os recursos naturais pode ser observada pelos inúmeros focos de incêndios, como detectado na análise realizada no ano de 1987. Considerando um estágio mais avançado da degradação das terras, entre os anos de 1987 e 2008, os resultados indicam que no município de Araripina-PE, as áreas classificadas no nível de degradação grave correspondem a 25,45% da área e 8,86% se enquadram no nível muito grave; para o município de Barbalha foi identificado que 8,69% da área representa o nível de degradação grave e o muito grave corresponde a 9,55%; no município do Crato, as áreas consideradas grave apresentaram um maior percentual em torno de 16,50% e o nível muito grave um percentual de 19,66%, o que se considera um risco de degradação preocupante por encontrar inserida nesses municípios a Floresta Nacional do Araripe, que no estudo apresentou um incremento positivo para os níveis de degradação moderado baixo e moderado grave, o incremento positivo para o nível muito grave foi de 0,03 km²; no município de Marcolândia-PI entre os anos de 1987 e 2003 o nível de degradação muito grave representou 0,0% da área, no entanto, no ano de 2008 esse nível representa um percentual de 17,51% da área do município, um indicativo do aumento da degradação das terras. Os altos valores de vulnerabilidades (acima de 41%) encontrados significam que as famílias apresentam alta fragilidade econômica, constatada pela dependência das políticas de erradicação de pobreza.

Palavras-chave: degradação das terras, uso das terras, vulnerabilidades.

ABSTRACT

The study area comprises the municipalities of Araripina located in the Microrregião de Araripina, State of Pernambuco, the municipalities of Crato and Barbalha in the Microrregião do Cariri, State of Ceará and the municipality of Marcolândia in the Microrregião Alto Médio Canindé, State of Piauí. The aim of the study was a comparative analysis of levels of land degradation and land use, for 21 years (1987, 2003 and 2008), using Landsat-5 data and the SPRING Version 5.1.5. Based on field work, questionnaires and census data, was elaborated a socioeconomic diagnosis of the municipalities to identify risks and vulnerabilities of the rural families, compared to the progress of land degradation. With respect to land use, the study showed that the areas characterized as dense vegetation and dense to semi dense vegetation has a higher occurrence in Araripe National Forest, where the greatest pressure on natural resources can be seen by the numerous outbreaks of fires, as detected in the analysis for the year of 1987. Considering a more advanced stage of degradation of the lands, between the years 1987 and 2008, the results indicate that in the Municipality of Araripina, areas classified as serious level of degradation had an increase of 25.45% and 8.86% for the very serious level, in the municipality of Barbalha the increase was 8.69% for the serious level and of 9.55% for the very serious level of degradation; in relation to Barbalha in the municipality of Crato, the serious level of degradation had a higher increase of about 16.50% and for the very serious the increase was of 19.66%, which is very preoccupying as these numbers are considered a great risk to degradation as inserted in those municipalities is located the Araripe National Forest, as the studies showed a positive increase of the low moderate and serious moderate levels of degradation and the positive increase for the very serious level was of 0.01%. In the municipality of Marcolândia between the years 1987 and 2003 the very serious level of degradation represented 0.0%, however, that level in 2008 represents a percentage of 17.51% of the total area of the municipality, indicative that the land degradation increased. The high vulnerability values (above 41%) mean that families have a high economic weakness, evidenced by the dependence of policies to eradicate poverty.

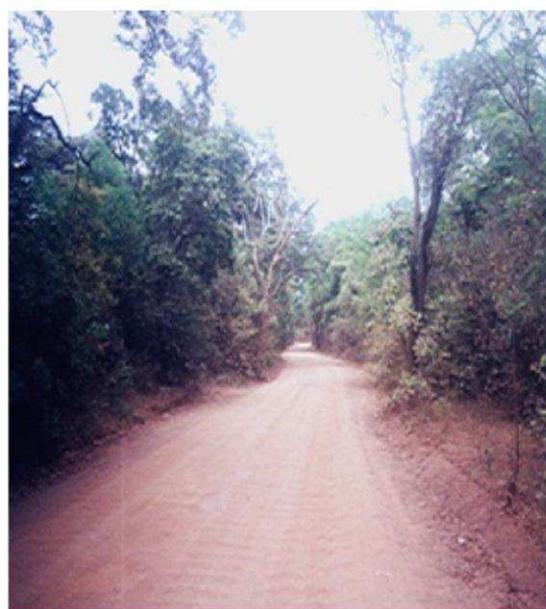
Keywords: land degradation, land use, vulnerabilities.

CAPÍTULO 1

“O criminoso processo de abater as árvores gigantescas do alto da serra, para fins particulares, se deve, principalmente, ao fato de que, muito embora pertençam àquelas terras ao Estado, como já ficou dito, este não tem sabido resguardar seu patrimônio nem feito respeitar o interesse da coletividade, resultando, destarte, que os municípios encravados na zona se arroguem o suposto direito de aforar ou arrendar aludidas terras, o que há redundado na concessão de privilégios a ricos e no prejuízo à população em geral, ameaçada de ser privada de fontes perenes, de grande valor econômico e social”.

ADERALDO, M. S. (1954)

INTRODUÇÃO



1. INTRODUÇÃO

A partir da segunda metade do século XX e no início deste novo milênio, os problemas sociais e ambientais têm sido amplamente discutidos pelos movimentos sociais e por inúmeras conferências nacionais e internacionais onde se analisam a forma insustentável de um modelo de desenvolvimento regido pelas leis de mercado, pelo crescimento econômico, que de maneira grave representou implicações bastante sérias para a humanidade, quando considerados os aspectos sociais, culturais, políticos e ambientais.

PACHECO *et al.* (2006) afirmam que, sob o pretexto do crescimento econômico, processos relativamente recentes de modernização vêm trazendo graves desequilíbrios sócio-ambientais a diversas regiões do Planeta, notadamente aquelas situadas em países pobres. Diversos pesquisadores afirmam como sendo uma das principais causas da degradação ambiental apontadas na atualidade o modelo de globalização vigente no mundo. Conforme CAPRA (1996), a nova forma de perceber o Planeta gera poderosos efeitos sobre a atitude das pessoas em relação ao meio ambiente natural.

Nesse sentido, pergunta-se: como conseguir conter essa forma destrutiva de exploração do meio ambiente em que se vive? Como gerar forma consistente para que se tenha uma nova concepção dos problemas diante desta crise ambiental? Qual é a relação entre consumo e conservação e preservação dos recursos naturais? Assim, há de se reconhecer uma constante e crescente preocupação em se conciliar o crescimento econômico com a conservação e preservação ambiental.

Daí a importância cada vez maior da participação da sociedade no envolvimento com a defesa do meio ambiente, pois a tão falada sustentabilidade econômica mundial tem um forte amparo dos governos neoliberais, principalmente do chamado G-7, como está sendo presenciado na atual crise capitalista mundial, onde todas as medidas são para salvar o sistema financeiro, como afirmou a primeira ministra alemã, Ângela Merkel, em sua fala no parlamento alemão em novembro de 2008. Todos os governos estão injetando bilhões e bilhões de dólares na economia para salvar o sistema financeiro, principalmente os bancos, mas injetam pouquíssimos recursos para combater a pobreza no mundo e para combater a desertificação que vem aumentando.

Neste contexto, diversos trabalhos relativos à desertificação indicam como resultado deste processo a ampliação de problemas sociais, a redução da capacidade produtiva das terras, a estagnação de atividades econômicas, entre outros problemas.

Com o intuito de acompanhar essas transformações surgem ferramentas indispensáveis no estudo do meio ambiente. Entre essas, a utilização integrada de Sensoriamento Remoto e Sistema de Informações Geográficas - SIG, que se constituem um importante conjunto de ferramentas aplicáveis nas mais diversas áreas do conhecimento, sobretudo, no que diz respeito à gestão dos recursos naturais, possibilitando a aquisição, processamento e análise de informações sobre alvos da superfície terrestre, a serem utilizados na investigação do uso da terra, monitoramento de áreas de preservação permanente, áreas em risco de desertificação.

Diante deste cenário, pretende-se analisar as diferentes formas de ocupação e as diversas interferências dos usos humanos, tanto no espaço urbano como rural, nos municípios de Araripina-PE, Barbalha-CE, Crato-CE, em parte da Floresta Nacional do Araripe - FLONA

e Marcolândia-PI, em que grau essas transformações desencadearam problemas ambientais ocasionados pelo uso inadequado dos recursos naturais, com destaque, para os aspectos demográficos como a elevada urbanização que vem ocorrendo no entorno da Chapada do Araripe. A urbanização tem sido considerada como um dos processos que mais impactam o meio natural. CRUVINEL (2007) afirma que, no Brasil, tem sido observado um adensamento populacional em áreas de florestas seguido de concentração fundiária, exclusão social e uso inadequado dos recursos naturais. Cita-se como exemplo, nos municípios de Barbalha e Crato no Ceará, situados no entorno da FLONA (Floresta Nacional do Araripe), que enfrentam problemas ambientais, como a poluição do rio Salgado, a abertura de loteamentos irregulares, a deposição do lixo e de esgotamento sanitário.

Dada a relevância e atualidade do tema, o propósito do presente trabalho é servir de base para a implementação de uma política de combate à desertificação, cujo direcionamento será o de comparar as transformações por que passam esses municípios, considerando o recorte temporal no período compreendido de 21 anos (1987, 2003 e 2008). O foco é a caracterização e localização de áreas em risco de desertificação, além da caracterização e quantificação através de dados de imagem Landsat conjugados ao uso de SIG, das mudanças ocorridas na cobertura vegetal e o nível de degradação das terras. Em paralelo a essa fase do trabalho, foram identificadas as vulnerabilidades sociais, econômicas, tecnológicas e às secas, com vistas a subsidiar políticas públicas mitigadoras dos riscos ambientais.

Diante as formulações expostas, a presente pesquisa visa alcançar os seguintes objetivos:

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Realizar o mapeamento das classes de uso das terras e das áreas em risco ao processo de desertificação e identificar as vulnerabilidades sociais, econômicas, tecnológica e às secas, nos municípios de Araripina (PE), Barbalha (CE), Crato (CE), parte da Floresta Nacional do Araripe - FLONA e Marcolândia (PI), localizados na Chapada do Araripe, com vistas a subsidiar políticas públicas mitigadoras dos riscos ambientais.

1.1.2 Específicos

- ✓ realizar a caracterização sócio-econômica e ambiental dos municípios em estudo;
- ✓ elaborar mapas temáticos de Classes de Uso das Terras;
- ✓ mapear os Níveis de Degradação das Terras;
- ✓ identificar as vulnerabilidades sociais, econômicas, tecnológica e às secas;

1.2 JUSTIFICATIVA

Esta pesquisa se enquadra no contexto da questão socioeconômico-ambiental que nos últimos anos vem despertando crescentes preocupações por parte da sociedade civil e governos, com relação aos graves riscos de desertificação que se expandem na região Semiárida do Nordeste do Brasil.

A seleção dos municípios deve-se ao fato destes se encontrarem submetidos a diferentes condições de uso, tais como: pecuária, mineração, irrigação, culturas de autoconsumo e, sobretudo por representarem áreas submetidas à intensa pressão antrópica com indicativo de alta vulnerabilidade a risco de desertificação. Com frequência, a mineração, o desmatamento e as queimadas sem controles, são considerados entre as atividades antrópicas, indicadores que oferecem maior contribuição para a degradação do meio ambiente na região. Ainda, em função de sua representatividade dentre os municípios que compõem a Área de Proteção Ambiental - APA do Araripe e a Floresta Nacional - FLONA do Araripe, que vêm sofrendo alterações ambientais em função das atividades desenvolvidas pela ação humana, como: a mineração, as queimadas que ocorre de forma indiscriminada, à pecuária, a monocultura da mandioca, o turismo.

CAVALCANTI *et al.* (2006), em trabalho desenvolvido na região do Semiárido, consideram importante se recorrer à história ambiental para que se tenha um entendimento de que os problemas atuais foram construídos historicamente e enfatiza que o processo de ocupação socioeconômica foi realizado em detrimento da capacidade de resiliência dos ecossistemas presentes no Semiárido brasileiro. Para NASCIMENTO (2007), os problemas relacionados à degradação ambiental estão entre os mais preocupantes. Outro ponto importante é que a fauna e a flora vêm sendo afetadas pelas ações predatórias do homem em busca de sua sobrevivência, desde os primórdios da colonização, em especial a partir do século XVIII (CEARÁ, 2010).

Este estudo, ao realizar o mapeamento das classes de uso das terras e das áreas em risco a desertificação, dados pedológicos, hídricos, climáticos, geológicos, populacional, entre outros, permitem o reconhecimento dos níveis de degradação das terras, ao mesmo tempo em que constituem em alerta, para que as áreas identificadas como degradadas não evoluam para níveis mais graves. Inclusive também identificar o nível de vulnerabilidade das famílias frente à ausência de políticas públicas que possam minimizar os efeitos desencadeados através do processo de desertificação.

A partir das formulações desenvolvidas neste capítulo, a questão que se estabelece é: como enfrentar os problemas socioambientais e as carências de políticas públicas e de que forma esses representam fatores determinantes do nível de degradação e do grau de vulnerabilidade das famílias dos municípios de Araripina (PE), Crato e Barbalha (CE) e Marcolândia (PI), localizados na Chapada do Araripe?

Desta forma, pretende-se analisar a construção histórico-social dos riscos, as vulnerabilidades social, econômica, tecnológica e à seca climática que afetam as populações da área de estudo, tendo assim, como foco principal, melhor compreender os fatores que interagem na construção dos riscos à desertificação e, em função do nível de conhecimento adquirido aliado as pesquisas de campo e bibliográficas, contribuir para o fortalecimento de

uma base de conhecimento sobre as ações relativas à desertificação e da exposição da população frente às vulnerabilidades ambientais.

1.3 Estruturação do trabalho

Para atingir os objetivos propostos o trabalho encontra-se estruturado em 7 capítulos. A estruturação dos capítulos segue uma sequência das etapas que foram estabelecidas, assim como aquelas que foram aprimoradas e questionadas no decorrer do desenvolvimento da pesquisa.

O *Capítulo 1* - constitui-se na parte introdutória que, em linhas gerais, contextualiza o desenvolvimento da pesquisa. Apresenta a justificativa da pesquisa e seus objetivos.

O *capítulo 2* - mostra uma ampla caracterização da área de estudo, situando o trabalho em duas importantes abordagens: 1) destaca os aspectos fisiográficos da região: clima, solo, relevo, vegetação, geologia, geomorfologia, recursos hídricos. Neste capítulo se destaca a importância da APA (Área de Proteção Ambiental da Chapada do Araripe) e da FLONA, no contexto do desenvolvimento econômico-social dos municípios, onde se identifica a forma de preservação e de utilização dos recursos naturais, em vista serem áreas densamente povoadas, principalmente em seu entorno; 2) apresenta os principais indicadores socioeconômicos e ambientais, que servirão de apoio na construção dos indicadores de desertificação.

O *Capítulo 3* - apresenta a revisão bibliográfica reunindo os principais conceitos e discussões multidisciplinares para avaliar os graus de degradação das terras, de vulnerabilidade para finalmente identificar as áreas em risco à desertificação.

O *Capítulo 4* - descreve de forma detalhada os procedimentos metodológicos adotados nesse trabalho de pesquisa.

O *Capítulo 5* - discute os resultados obtidos no contexto da pesquisa a partir dos procedimentos metodológicos apresentados.

O *Capítulo 6* - apresenta as conclusões advindas dos resultados obtidos com a aplicação da metodologia descrita no *Capítulo 4*, evidenciando as principais contribuições dessa pesquisa para os municípios da área de estudo.

E por último, no *Capítulo 7* - encontram-se as citações bibliográficas.

Considerando a desertificação um problema social, almeja-se que o conhecimento da realidade local sirva de aporte para a proposição de ações que contribuam para o fortalecimento de políticas inseridas no contexto da desertificação. Ao mesmo tempo, em que se disponibiliza uma base de dados que inseridas em um planejamento auxiliem na reversão do processo de desertificação, incluindo ações de prevenção em áreas onde se verificam o início e/ou desenvolvimento do processo de desertificação.

CAPÍTULO 2

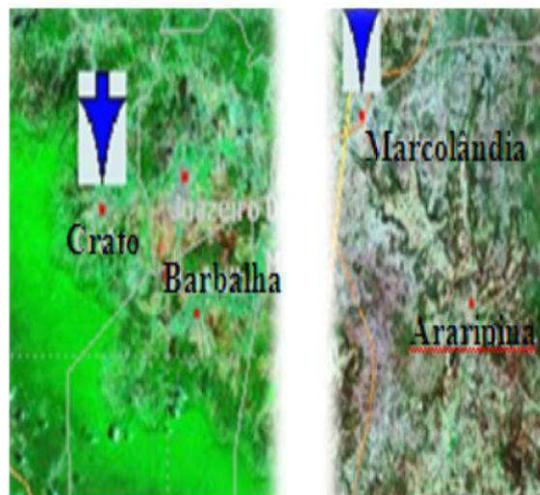
“a importância de se conhecer os nossos territórios, sendo esta, uma condição primordial na geração de políticas públicas [...]”

CÂMARA *et al.* (2008)

“pensar geograficamente o mundo é compreender suas contradições; esse mosaico de paisagens, hábitos e costumes, que reflete a natureza adversa das coisas”.

SEABRA (1999)

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA

2.1. A Chapada do Araripe

“Araripe ... De longe o vemos azulado, dando-nos a impressão de um encontro do céu com o mar. “Lugar das Araras” é o significado do seu nome “Araripe”, originário da língua Tupi”.

LIMAVERDE (2007).

A área de Proteção Ambiental do Araripe foi criada pelo Decreto federal s/nº de 04.08.1997. Compreende 38 municípios, abrangendo os seguintes Estados: Ceará (15 municípios), Pernambuco (12 municípios) e Piauí (11 municípios). Está inserida na Mesorregião do Complexo do Araripe, com uma extensão de 10.630 km² e um perímetro de 2.658,55 km. Compreende uma forma tabular, cujo topo tem cerca de 7.500 km² com altitude variando de 700 a 1.000 metros e, se constitui em um divisor de águas das bacias hidrográficas dos rios Jaguaribe (CE) ao norte, São Francisco (PE) ao sul e Parnaíba (PI) a oeste (BRASIL, 1996).

Ressalte-se que ainda merecem destaque e atenção especial para as áreas de preservação permanente - APP, que correspondem às encostas da chapada do Araripe, bem como as nascentes e olhos d'água, entre outros ecossistemas como os pertinentes ao bioma Caatinga (FUNCEME, 2006).

A APA do Araripe, situada no bioma caatinga tem por finalidade proteger a fauna e flora, especialmente as espécies em extinção, e garantir a conservação dos remanescentes de mata aluvial, dos leitos naturais das águas pluviais e das reservas hídricas, bem como a proteção dos sítios cênicos, arqueológicos e paleontológicas do Cretáceo Inferior, do Complexo Araripe (FUNCEME, 2006).

Segundo LIMAVERDE (2007), seu território envolve em termos geográficos dois espaços do Nordeste:

⇒ A bacia sedimentar do Araripe é constituída de uma zona comprida, alta, que é o topo da chapada, e de uma zona mais limitada, que é o sopé das encostas da chapada. Esta zona limitada é mais ampla ao norte, no Estado do Ceará.

⇒ Os setores em volta da bacia: ao norte, a depressão sertaneja setentrional; ao sul, parte da depressão sertaneja meridional; ao oeste, parte do complexo Ibiapaba.

Em termos ambientais, a Chapada do Araripe envolve três tipos de territórios:

⇒ A Área de Proteção Ambiental do Araripe (APA- 1997) no centro com uma vegetação mais abundante: a Floresta Nacional do Araripe (FLONA- 1946).

⇒ Áreas extensas no entorno da APA, semi-áridas, que devido à ação antrópica estão passando por um processo de desertificação parcial.

⇒ Áreas urbanas, em processo de modernização.

Ao norte, a natureza do subsolo dessa bacia sedimentar torna a Chapada do Araripe um grande reservatório de água (aquíferos), dando origem às inúmeras fontes de pés de serra: O Cariri Cearense.

Foi realizado um inventário das fontes naturais, identificando-se um total de 344, conforme a distribuição por Estado (**Figura 1**): o Ceará representa um total de 293 fontes (85,1%), o Pernambuco compreende 43 fontes (12,5%) e o Piauí um total de 8 fontes (2,4%). Assim, os volumes de água liberados por essas fontes também são mais elevados no Ceará, com vazão média em torno de 18 m³/h; 2 m³/h em Pernambuco e 0,1 m³/h no Piauí (BRASIL, 1996).



Figura 1. Distribuição das fontes por Estado na Bacia Sedimentar do Araripe.

Fonte: BRASIL (1996).

VERGOLINO (2006) faz uma síntese dessa região e afirma existir a ocorrência de dois espaços naturais distintos; um onde se centraliza diversos municípios com vales úmidos, abundância de mananciais de água, com regime de chuvas estável e solo fértil; e outro, um conjunto de municípios situados em áreas do semiárido, sujeitos à ausência, escassez relativa de água, estiagens prolongadas, e ainda prevalecendo à agricultura de autoconsumo e a pecuária extensiva.

ACCIOLY *et al.* (2002) enfatizam que a Chapada do Araripe é caracterizada pela diversidade de tipologias da vegetação, encontrando-se áreas cobertas por carrasco, cerrado, cerradão e mata úmida. A exploração dessa vegetação vem se processando na região por um período de aproximadamente 60 anos, principalmente na vertente sul da Chapada. As causas principais da degradação têm sido atribuídas às crescentes demandas por lenha com finalidade de uso industrial (principalmente as indústrias de gesso), para consumo doméstico, como também, por terra, para lavouras de subsistência e para a pecuária.

Nos limites da Chapada, as cidades de Juazeiro do Norte e Crato, no Estado do Ceará, se apresentam como pólo de maior destaque, em seguida, os municípios de Araripina e Salgueiro em Pernambuco e, numa segunda escala em importância econômica, os municípios de Paulistana e Jaicós, no Piauí. Outro ponto destacado por este autor, fazendo referências à dinâmica econômica e global da mesorregião da Chapada do Araripe, é que esta vem apresentando um novo enfoque de desenvolvimento, principalmente a partir da década de noventa, estando as atividades voltadas para o setor industrial e de serviços e não mais alicerçados em bases históricas, binômio gado-algodão, onde perdurou por anos a paisagem dessa região (VERGOLINO, 2006).

Dessa forma, toda essa região que compõe a APA Araripe tem inspirado por sua beleza exuberante, por suas riquezas naturais, entre outras, os poetas populares locais,

principalmente aqueles dedicados à literatura de cordel, a cantarem esses recantos do Nordeste, e assim em poesias, Cacá Lopes, em Nativos da Chapada descreve:

<i>Vinte anos de pesquisa</i>	<i>Teve a aldeia Sauhén</i>	<i>Vinte Sítios Pré históricos,</i>	<i>Pesquisadores da USP</i>
<i>E uma constatação,</i>	<i>Talvez a mais conhecida</i>	<i>Arqueológicos vão estar</i>	<i>Já fizeram escavação,</i>
<i>Vinte Aldeias Indígenas</i>	<i>Virou nome de um sítio</i>	<i>A disposição de todos</i>	<i>Gente lá da Califórnia</i>
<i>Existiram no Sertão,</i>	<i>Homenagem merecida</i>	<i>Que aqui vem pesquisar</i>	<i>Estiveram na Região,</i>
<i>Na Chapada do Araripe,</i>	<i>Os tapuias residiram</i>	<i>Muitos chegam de outras terras</i>	<i>Até mesmo da Inglaterra</i>
<i>Marcas ficaram no chão.</i>	<i>No local, história vivida</i>	<i>Como é rico esse lugar.</i>	<i>Pisaram no nosso chão.</i>

Fonte: LOPES (2009)

VIANA; NEUMANN (2002) afirmam que o Membro Crato da Formação Santana compõe-se basicamente de estratos horizontalizados de rocha calcária e, junto com o Membro Romualdo, constituem um dos mais importantes sítios paleontológicos do País – a Formação Santana da Bacia Sedimentar do Araripe, além de também representar igualmente notável sítio geológico. As áreas aflorantes deste sítio bordejam a Chapada do Araripe e pertencem principalmente aos municípios de Porteiras, Barbalha, Crato, Nova Olinda e Santana do Cariri, no Estado do Ceará. Ainda, o mais agravante, o comércio de fósseis, tem favorecido a exploração ilegal desse patrimônio cultural da humanidade, exercida principalmente nas minas para extração de rochas ornamentais.

2.2. A Floresta Nacional do Araripe

"Esta floresta é um tesouro valioso, e temos que preservá-la. Que a gente não se preocupe só pra nós, mas para nossos filhos, nossos netos. Os que virão depois de nós também têm este direito..."

Verônica Maria Figueiredo Lima, chefe da FLONA.

A Floresta Nacional do Araripe-Apodí (FLONA) criada pelo Decreto-lei nº. 9.226 de 02 de maio de 1946, no governo EURICO G. DUTRA, considerada a mais antiga unidade de conservação da Chapada do Araripe, com uma área de aproximadamente 382,63 km², localizada no sul do Estado do Ceará, no topo da Chapada do Araripe, abrangendo os municípios de Santana do Cariri, Crato, Barbalha e Jardim (Microrregião do Cariri Cearense). A criação da FLONA fortaleceu inúmeras iniciativas de exploração científica, no contexto da fauna, da flora e de descobertas de fósseis, contribuindo em importância por revelações importantes sobre a evolução do Planeta (FUPEF, 2007). Situa-se em uma região onde as condições de clima e solo predisõem à desertificação.

A população do entorno da FLONA do Araripe é de 220.609 habitantes (**Tabela 1**). O município do Crato concentra a maior parte da população, em segundo lugar o município de Barbalha.

Tabela 1. População dos municípios da região do entorno da FLONA do Araripe.

Municípios	Área (km ²)	Urbana (habitantes)		Rural (habitantes)		Variação da população dos municípios 2000-2010 (%)
		2000	2010	2000	2010	
Barbalha	599	30.669	38.022	16.362	17.301	+ 17,74
Crato	1.158	83.917	100.916	20.729	20.512	+ 16,07
Jardim	519	7.358	8.994	19.056	17.694	+ 1,07
Santana do Cariri	856	8.178	8.822	8.669	8.348	+ 1,98
Total	3.042	130.122	156.754	64.816	63.855	

Fonte: IBGE – Censo demográfico – 2000/2010.

Importante se destacar que, na floresta nacional a área que compõe seus limites geográficos é de posse e domínio públicos, não se admitindo, em princípio, propriedades particulares. No entanto, existe a possibilidade de que as populações tradicionais, que se caracterizam pela agricultura de subsistência e/ou pela criação de animais de pequeno porte, com métodos de exploração passados de geração em geração e de pouco significado degradador, permanecem em seus respectivos terrenos, sem lhes atribuir à propriedade (FUNCEME, 2006).

A FLONA tem uma importância relevante na manutenção do equilíbrio hidrológico, climático, ecológico e edáfico do Complexo Sedimentar do Araripe. Para ACCIOLY *et al.* (2002), é uma área que representa um dos poucos fragmentos da vegetação que originalmente dominaram a Chapada do Araripe. Entretanto, esta floresta encontra-se em constante risco por falta de recursos humanos e equipamentos de vigilância, pela pressão antrópica, pelos incêndios, pelas rodovias que a cortam, e pelas condições sócio-econômicas de seu entorno, caracterizado pela pobreza.

A FLONA também tem sido fonte de inspiração para os artistas locais, assim cantou em versos Pedro Ernesto Filho:

“As fontes da natureza, têm sabor de mineral, a Floresta do Araripe, é reserva ambiental, importante ecossistema da fauna regional... Floresta densa e escura, com meandros carrascais, solos litólicos, vermelhos, no rol dos aluviais, topografia ondulada, com sobras ambientais...”.

De acordo com a FUNCEME (2006), a instituição da FLONA, se localiza em uma região onde a desertificação se apresenta passível diante das condições de clima e de solo, tendo uma relevância significativa na preservação do equilíbrio ambiental, especialmente quando se leva em consideração aspectos hidrológicos, climáticos e edáficos. Preservando também condições para a manutenção da qualidade de refúgio para a fauna regional, inclusive para espécies ameaçadas de extinção. Retrata ainda que, em função da precariedade das condições de vida de boa parte da população que reside nessa área, os ecossistemas encontrados na FLONA se destacam pelo fornecimento de alimento, energia e plantas medicinais, além de servir como atrativo turístico.

A FLONA Araripe - Unidade de Conservação de Uso Direto - realiza pesquisa científica, recreação e lazer, educação ambiental, manejo florestal e turismo, considerada um dos últimos redutos da Mata Atlântica. Possui diferentes fisionomias, que vão do carrasco (formação com adaptação acentuada à seca), floresta úmida degradada pelo fogo, floresta úmida semiperenifólia, transição floresta úmida/cerrado e cerrado. O cerrado da Chapada do Araripe, em parte está protegido na área da Floresta Nacional do Araripe (FLONA Araripe), a única área de cerrado preservada no Estado do Ceará, sendo considerada pelo Ministério do Meio Ambiente como de importância prioritária para a conservação e carente de investigação científica (MMA, 1999).

Nesse contexto, as unidades de conservação como a Área de Proteção Ambiental - APA Araripe e a Floresta Nacional - FLONA estão abrangidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (FUNCEME, 2006).

2.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DA ÁREA DE ESTUDO

2.3.1. Localização da área de estudo

A área de estudo compreende 4 (quatro) municípios, Araripina localizado no Estado de Pernambuco, Barbalha e Crato no Estado do Ceará e Marcolândia no Piauí (**Figura 2**).

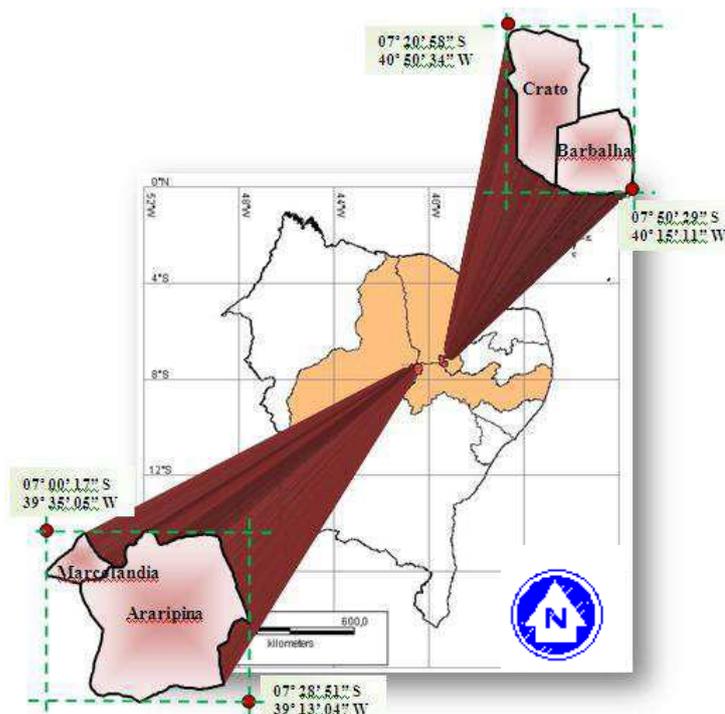


Figura 2. Localização da área de estudo nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.

2.3.2. Município de Araripina

O município de Araripina localiza-se no Estado de Pernambuco, na Mesorregião Sertão e Microrregião Araripina, compreendendo uma área de 1.893 km² e uma altitude de 622 metros. Limita-se ao norte com os municípios de Salitre e Caldeirão Grande do Piauí; a oeste com os municípios de Marcolândia e Simões-PI; ao sul com o município de Ouricuri-PE e ao leste com os municípios de Trindade-PE e Ipubi-PE, distando aproximadamente 695 km da capital, cujo acesso rodoviário é feito pelas BR's 316 e 232 via Salgueiro/Caruaru e a Rod. PE 585. Apresenta uma densidade demográfica de 40,84 hab/km².

O município de Araripina também foi cantado em versos e prosa por Cacá Lopes:

<i>Continuo descrevendo A Araripina atual; Ano de Dois Mil e Nove, Isso e fundamental Virou um Pólo Gesseiro De renome Nacional...</i>	<i>... Em reserva mundial De gesso, é a maior Gera milhares de empregos O Sertão está melhor Cresce a riqueza econômica Que um dia já foi pior ...</i>	<i>... Nosso gesso "ouro branco", Mineral que predomina, Cento e Trinta e Oito Indústrias Somente em Araripina Grande, média e pequena Sobre a serra se declina...</i>	<i>... Somente em Araripina Tem uns Quarenta por Cento De todas as reservas De gesso, eu não aumento, Que existem no Planeta, Cresce o desenvolvimento...</i>
--	--	--	---

Fonte: Lopes (2009).

Araripina, antes de ser elevada à categoria de município era distrito de Ouricuri, sendo elevado à categoria de município pela Lei estadual nº. 1.931 de 11 de setembro de 1928. A mudança do nome para Araripina atribui-se, provavelmente, à proximidade com a Chapada do Araripe. Administrativamente, o município é composto pelos distritos sede, Lagoa do Barro, Morais, Nascente, Rancharia e pelo povoado Gergelim (IBGE, 2008).

Importante destacar que o município faz parte do pólo gesso do Araripe, que se localiza na região do extremo oeste do Estado de Pernambuco, abrangendo os municípios de Araripina, Trindade, Ouricuri, Bodocó e Ipubi, considerada a maior região produtora de gipsita, sendo responsável por 95% da produção do país. O minério da região do Araripe é considerado o de melhor qualidade no mundo, apresentando um teor que varia de 88% a 98% de pureza (BALTAR *et al.*, 2005).

2.3.3. *Município de Barbalha*

O município de Barbalha localiza-se no Estado do Ceará, na Mesorregião Sul Cearense e na Microrregião Cariri, compreendendo uma área de 599 km² e uma altitude de 414 metros. Limita-se ao norte com os municípios do Crato, Juazeiro do Norte e Missão Velha; a oeste com o município do Crato; ao sul com o município de Jardim e ao leste com o município de Missão Velha. Distam aproximadamente 516 km da capital por rodovia, cujo acesso rodoviário é feito pelas BR-122, BR-116, CE-060, CE-292, CE-386. Apresenta uma densidade demográfica de 92,31 hab/km².

O povoado que daria origem a Barbalha estava situado às margens do Riacho Salamanca, cujo nome batizou o local. Posteriormente, predominou o termo Barbalha. Esta denominação se refere a uma senhora de sobrenome Barbalha que teria sido uma das primeiras moradoras da cidade. E assim traduz Pedro Ernesto Filho em versos:

<i>Seu nome vem da medalha, de quem nela residia, a primeira moradora que seu nome não dizia, seu sobrenome Barbalha era o que o povo sabia...</i>	<i>... Antes ela pertencia ao município do Crato, há cento e sessenta anos ocupou o seu extrato, por isto o seu povo hoje se sente feliz e grato...</i>	<i>... O município apresenta muitos lugares bonitos, balneários, cachoeiras, completam seus requisitos, Estrela e Arajara são os seus principais distritos...</i>	<i>... Magalhães Barreto Sá foi quem doou seu terreno, por onde se iniciou o povoado pequeno que do rio Salamanca ganhou o domínio pleno...</i>
--	---	---	---

Fonte: Ernesto Filho, P. (2009).

Barbalha, inicialmente com essa denominação como distrito através da lei provincial nº. 130, de 30 de agosto de 1838, sendo subordinado ao município do Crato. Em 30 de agosto de 1846, foi elevado a condição de cidade com a denominação de Barbalha, por meio de lei provincial nº. 374. Administrativamente o município é composto pelos distritos: Barbalha (sede), Arajara, Caldas e Estrela (IBGE, 2008).

2.3.4. Município do Crato

O município do Crato localiza-se no Estado do Ceará, na Mesorregião Sul Cearense e na Microrregião Cariri, compreendendo uma área de 1.158 km² e uma altitude de 426 metros. Limita-se ao norte com os municípios de Farias Brito, Várzea Alegre e Caririaçu; a oeste com os municípios de Nova Olinda e Santana do Cariri; ao sul com o Estado de Pernambuco e a leste com os municípios de Juazeiro do Norte e Barbalha, distando aproximadamente 516 km da capital por rodovia, cujo acesso rodoviário é feito pelas BR 222, BR 116, CE-060 e CE-359. Apresenta uma densidade demográfica de 104,87 hab/km².

Crato, reduto inicialmente conhecido pelos nomes de Missão do Miranda, Aldeia do Brejo Grande e Missão dos Cariris Novos. Elevou-se a categoria de Vila segundo Carta de 16 de dezembro de 1762, sendo instalada a 21 de junho de 1764, com a denominação de vila Real do Crato. Em 17 de outubro de 1853 foi elevada a categoria de Cidade pela Lei Provincial n.º. 628, de 17 de outubro de 1853. Administrativamente, o município é constituído dos seguintes distritos: sede, Lameiro, Dom Quintino, Santa Fé, Baixio das Palmeiras, Bela Vista, Belmonte, Campo Alegre, Santa Rosa, Monte Alverne (onde fica localizado o açude público Thomaz Osterne Alencar), Muriti e Ponta da Serra (IBGE, 2008).

2.3.5. Município de Marcolândia

O município de Marcolândia localiza-se no Estado do Piauí, na Mesorregião Sudeste Piauiense e na Microrregião Alto Médio Canindé, na Chapada do Araripe, compreendendo uma área de 144 km² e uma altitude de 873 metros. Limita-se ao norte com os municípios de Caldeirão Grande do Piauí e Francisco Macedo; a oeste com os municípios de Padre Marcos e Francisco Macedo; ao sul com o município de Simões-PI e o Estado de Pernambuco e a leste com o Estado de Pernambuco (AGUIAR, 2004), distando aproximadamente 412 km da capital, cujo acesso rodoviário é feito pelas BR-316 e PI-142. Marcolândia é a única cidade situada no topo da Chapada do Araripe. Com uma densidade demográfica de 54,30 hab/km².

Marcolândia, elevado a categoria de município e distrito através do artigo 35, inciso II, do ato das disposições constitucionais transitórias, da constituição estadual datado de 05 de outubro de 1989, com área territorial e limites estabelecidos pela lei estadual n.º. 4477, de 29 de abril de 1992, sendo desmembrado do município de Padre Marcos. Em divisão territorial datada de 1999, o município é constituído do distrito sede, assim permanecendo em divisão territorial datada de 2007 (IBGE, 2008).

2.4. Infraestrutura de Telecomunicação

Em termos de telecomunicação (**Tabela 2**), os municípios possuem estação de radio FM, sendo uma das formas mais usuais de disseminação das notícias locais. Esses indicadores permitem avaliar a qualidade de vida da população com relação ao acesso aos bens e serviços básicos.

Tabela 2. Dados econômicos. Telecomunicação - ano 2001.

Dados Econômicos - Telecomunicação – Ano 2001				
Telecomunicação	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia
Estação de Rádio AM	Sim	Sim	Sim	Não
Estação de Rádio FM	Sim	Sim	Sim	Sim
Geradora de TV	Não	Não	Não	Não
Provedora de Internet	Sim	Não	Sim	Não

Fonte: IBGE – Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Gestão Pública 2001/CNM

2.5. *Clima*

O clima do município de Araripina é do tipo Tropical Semi-Árido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril. A precipitação média anual é de 665.6 mm. Ocorrem precipitações acima da média nos meses de dezembro a abril. Na sede do município de Araripina, a deficiência hídrica anual é em torno de 600 mm (MELO, 1988).

Segundo a classificação de Koeppen no município de Araripina, domina os seguintes tipos climáticos: ***BSw'h'*** (Clima muito quente, semiárido, tipo estepe. A estação chuvosa atrasa para o outono - Temperatura superior a 18°C para o mês mais frio) e ***BSwh'*** (Clima muito quente e semiárido, tipo estepe. Estação chuvosa no verão - Forte evaporação do verão em consequência das altas temperaturas. Mês mais frio com temperatura superior a 18°C). (EMBRAPA, 1973b).

Dados fornecidos pela estação do IPA em Araripina indicam o valor da umidade relativa do ar, com média anual de 71,4%. A temperatura média mensal varia entre 20,2°C em julho e 24,3°C em outubro. A insolação na região é de 2.681 horas anual. A velocidade do vento varia entre 0,93 m/s em dezembro e 1,33 m/s em julho (BRASIL, 1996). A temperatura mínima que se observa no município acima da média ocorre nos meses de outubro a fevereiro, sendo os meses de junho e julho os mais frios, entretanto, a temperatura mais elevada é observada entre os meses de setembro a dezembro.

As chuvas mais significativas que ocorrem na Mesorregião Sul Cearense, têm início no mês de dezembro, são as chuvas de pré-estação, influenciadas pela proximidade de frentes frias – FF, que se posicionam sobre a Bahia, sul do Maranhão e Piauí. Nessa região, a quadra chuvosa se inicia no mês de fevereiro, podendo se estender até junho, dependendo das condições oceânicas e atmosféricas atuantes. Neste período, as chuvas são influenciadas, principalmente, pela presença da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT (FUNCEME, 2006).

No município do Crato as precipitações variam em média de 850 mm a 1.100 mm/ano, cuja distribuição ocorre de forma irregular. A ocorrência de chuvas mais abundantes se verifica na área da Chapada do Araripe e Patamares de Entorno. A evapotranspiração potencial (EP) ocorre com índices médios anuais de 1.424,0 mm. A deficiência hídrica tem início no mês de maio prolongando-se até janeiro com valores compreendidos em 567,0 mm, no entanto, o excedente hídrico situa-se no período de março a abril, em torno de 234,0 mm. A quadra chuvosa se concentra entre os meses de janeiro a abril, neste período se registra a

ocorrência de precipitações acima da média. O período com menor precipitação abrange os meses de julho a outubro (FUNCEME, 2006).

Com relação às temperaturas máximas e mínimas, o município do Crato é considerado os meses mais frios o trimestre que abrange o período de junho a agosto, a partir do mês de setembro a janeiro apresenta temperatura mínima acima da média e, como sendo os mais quentes o trimestre que compreende o período de outubro a dezembro. A temperatura média das máximas no município do Crato é de 32° C e a média das mínimas de 22° C (FUNCEME, 2006).

Observações realizadas para o município de Barbalha indicam que o período chuvoso se concentra nos meses de dezembro a abril, sendo a maior precipitação observada no mês de março, com índice muito acima da média. O período com menor precipitação abrange os meses de junho a setembro. A precipitação média anual para esse município corresponde a 1.149,6 mm. A insolação é de 2.848,0 h/ano. As temperaturas mínimas anuais para o município de Barbalha situam-se, geralmente, entre 18° C e 21,0° C, sendo considerado o período de maio a agosto como o mais ameno. A temperatura mais elevada ocorre entre os meses de setembro a janeiro, sendo que a máxima pode atingir até 33,0° C.

Segundo a classificação climática de Koeppen o clima dominante nos municípios de Barbalha e do Crato é do tipo **Aw'** (*Clima tropical chuvoso. A estação chuvosa se atrasa para outono*), podendo ocorrer de forma intermediária o tipo **Amw'** (*A estação chuvosa se atrasa para o outono, em vez do verão*), trata-se de um clima de seca acentuada, onde o mês mais seco tem precipitação inferior a 60mm (EMBRAPA, 1973a).

O Município de Marcolândia localiza-se na região semi-árida. Com relação às condições climáticas, apresenta temperaturas mínimas de 18° C e máximas de 36° C, com clima semi-árido quente e seco. A precipitação pluviométrica média anual é em torno de 500 mm, sendo considerado o período mais chuvoso os meses de janeiro a abril, apresentando elevada deficiência hídrica (SOARES, 2005). O clima do município é classificado como do tipo **BSwh** - seco, megatérmico, formado sob condições de alta pressão originadas pelos movimentos da atmosfera (ANA, 2005).

2.6. Cobertura Vegetal

A vegetação na área de estudo é bastante diversificada, variando desde a caatinga na região de Araripina-PE e Marcolândia-PI, a florestas na região do cariri cearense, cujos condicionantes são determinados pelo: clima, solos, variações geomorfológicas, recursos hídricos, entre outros.

A vegetação do município de Araripina é representada por formação vegetal do tipo: a) transição floresta/caatinga (carrasco) - é uma vegetação arbustiva e arbórea arbustiva, densa, com predomínio de plantas espinhosas. b) caatinga hipoxerófila - apresenta porte predominantemente arbustivo ou arbóreo-arbustivo e em seu estrato rasteiro as espécies de gramíneas e cyperáceas dão lugar às de bromeliáceas e cactáceas; c) caatinga hiperxerófila - (EMBRAPA, 1973b).

No município de Barbalha a vegetação é bastante diversificada, apresentando domínios de: a) cerradão - que ocorre na parte superior da Chapada do Araripe, em altitudes

que variam de 800 a 1.000 metros. Com aspecto arbóreo, com densidade elevada de indivíduos, e caracteriza-se por apresentar árvores tortuosas, com ramificações irregulares, folhas largas e brilhantes, além de copas que se superpõem. Considerada também como formação florestal de transição entre a mata úmida e o cerrado. De acordo com EMBRAPA (1973a) esta formação é denominada de transição Floresta/cerrado; b) cerrado – representa uma vegetação de baixa densidade que, devido à modificações climáticas e pedológicas ocorridas ao longo do tempo, caracteriza-se pela presença de gramíneas, além de árvores e arbustos bastante ralos e tortuosos, com altura média de 4 metros. As espécies mais comuns encontradas nessas formações vegetais pode ser observadas na **Tabela 3**.

Tabela 3. Principais espécies encontradas no Cerradão e Cerrado.

Espécies	
Cerradão	Cerrado
Visgueiro (<i>Parkia platycephala</i> Benth); Murici (<i>Byrsonima sericea</i> DC); Pau d'óleo (<i>Copaífera langsdorffii</i>); Sucupira (<i>Bowdichia virgilioides</i> H.B.K); Araçá (<i>Psidium sp.</i>); Cajuí (<i>Anacardium humile</i> St. Hill); Pitanga (<i>Eugenia michelli</i> Lam); Pequi (<i>Caryocar coriaceum</i> Witttrn); Janaguba (<i>Himatanthus drasticus</i>); Faveira (<i>Dimorphandra gardneriana</i>); Jatobá (<i>Hymenaea stignocarpa</i>).	Amarelo (<i>Plathymenia reticulata</i> Benth); Craíba (<i>Tabebuía caraíba</i> Bur.); Jatobá (<i>Hymenaea stignocarpa</i>); Pau d'óleo (<i>Copaífera langsdorffii</i>); Visgueiro (<i>Parkia platycephala</i> Benth); Araçá (<i>Psidium sp.</i>); Cajuí (<i>Anacardium humile</i> St. Hill); Pitanga (<i>Eugenia michelli</i> Lam); Pequi (<i>Caryocar coriaceum</i> Witttrn); Faveira (<i>Dimorphandra gardneriana</i>); Jatobá (<i>Hymenaea stignocarpa</i>).

Fonte: EMBRAPA (1973a)

c) caatinga - esta formação é típica das regiões de clima semi-árido (**Tabela 4**) que apresentam índices de temperatura e evaporação elevados, com cotas pluviométricas geralmente em torno de 650 mm anuais. Na área pode-se encontrar a caatinga hiperxerófila e caatinga hipoxerófila e transição floresta caatinga.

A caatinga hipoxerófila ocorre em clima menos seco, de porte maior e normalmente mais densa. A caatinga hiperxerófila apresenta um maior grau de xerofitismo; é predominantemente arbustiva, menos densa, com indivíduos de porte baixo, espinhentos e cujas folhas na época seca caem totalmente. Em áreas de clima mais seco, apresenta com caracteres de extrema semiaridez, porte muito baixo (em torno de 1 metro) e muito rala (MMA, 2000; EMBRAPA, 1973a).

Tabela 4. Principais espécies encontradas nas áreas de caatingas hipoxerófila e hiperxerófila.

Espécies	
Caatinga hipoxerófila	Caatinga hiperxerófila
canafístula (<i>Cassia excelsa</i> Schrad.); turco (<i>Parkinsonia aculeata</i> L.); mulungu (<i>Erythrina velutina</i> Willd.); jurema-preta (<i>Mimosa hostilis</i> Benth.); unha-de-gato (<i>Misosa sp.</i>); angico (<i>Anadenanthera macrocarpa</i>); macambira (<i>Bromelia laciniosa</i> Mart.); catingueira (<i>Caesalpinia pyramidalis</i>)	unha-de-gato (<i>Mimosa sp.</i>); pereiro (<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart); pinhão (<i>Jatropha sp.</i>); facheiro (<i>Cereus squamosus</i> Guerke); juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.); coroa-de-frade (<i>Melocactus spp.</i>); macambira (<i>Bromelia laciniosa</i> Mart.); xique-xique (<i>Pilocereus gounellei</i> Weber); catingueira (<i>Caesalpinia pyramidalis</i>); pereiro (<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart); palmatória-de-espinho (<i>Opuntia pamadora</i>)
sabiá (<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth); jurema-branca (<i>Pithecolobium diversifolium</i> Benth); pau-ferro (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.)	umburana-de-cambão (<i>Bursera leptophloes</i> Mart.); aroeira (<i>Astronium sp.</i>); mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> DC.); favela (<i>Cnidoscolus phyllacanthus</i>)
marmeleiro (<i>Croton sp.</i>); mufumbo (<i>Combretum leprosum</i> Mart.); juazeiro (<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.); aroeira (<i>Astronium sp.</i>); pereiro (<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart)	pinhão brabo (<i>Jathropha pohiliana</i>)
mandacaru (<i>Cereus jamacaru</i> DC.)	entre outras
entre outras.	entre outras

Fonte: EMBRAPA (1973a)

RIBEIRO *et al.* (2007), desenvolveram trabalho que norteou o Zoneamento Ambiental do Crato. Elaboraram um mapa de cobertura vegetal para o município do Crato onde observaram que: a) na área de encosta - porção de alta declividade encontra-se a FLONA Araripe, rica em diversidade de vida e responsável pela sustentabilidade do solo e manutenção das fontes que banham o Crato; b) no topo da Chapada - após a mata úmida, identificaram o cerrado que ao se aproximar da área de sotavento dá lugar ao carrasco e; c) na maior parte do município identificaram a vegetação de caatinga, fortemente degradada. A respeito da mata ciliar é visível o seu estado de degradação resultante do uso desordenado das margens dos rios que cortam o município. Segundo estes autores, a encosta da Chapada é caracterizada por uma vegetação de porte florestal expressivo, sendo que nas áreas mais altas, destaca-se a floresta subperenifólia tropical plúvio nebulosa (mata úmida), já nas altitudes mais baixas, a floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca).

A vegetação predominante no município de Marcolândia é a caatinga hiperxerófila.

2.7. Caracterização dos Solos

As principais unidades de mapeamento de solos que ocorrem na área de estudo (**Tabela 5**) foram descritas com base em critérios contidos nos levantamentos de solos existentes (EMBRAPA, 1973a e 1973b) e (BRASIL, 1981 e 1983), seguindo-se as determinações preconizadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

Tabela 5. Classes de solos ocorrentes na área de estudo.

Municípios	Solos
Araripina-PE	Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico; Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico; Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico; Neossolo Litólico Eutrófico; Neossolo Regolítico Eutrófico; Vertissolo e Afloramentos de Rocha.
Barbalha-CE	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico; Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico; Argilssolo Vermelho-Amarelo Eutrófico; Neossolo Quartzarênico Órtico; Neossolo Flúvico Ta Eutrófico e Neossolo Litólico Eutrófico e Distrófico.
Crato-CE	Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico húmico; Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico; Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico; Nitossolo Vermelho eutrófico típico; Nitossolo Háptico Eutrófico; Neossolo Quartzarênico Órtico; Neossolo Flúvico Ta Eutrófico; NEOSSOLO Litólico Eutrófico; NEOSSOLO Litólico Eutrófico e Distrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.
Marcolândia-PI	Latossolo Vermelho-Amarelo (A moderado); Latossolo Vermelho-Amarelo (A proeminente); Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico; Neossolo Litólico Eutrófico; Nitossolo Háptico Eutrófico; Planossolo Háptico Eutrófico Solódico.

Fonte: EMBRAPA (1973a e 1973b); BRASIL (1981 e 1983)

A seguir uma descrição sucinta das principais unidades de mapeamento de solos.

➤ **LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico** - têm uma textura argilosa, são representados por uma vegetação de transição de floresta e caatinga arbórea. Situam-se em relevo plano com pequenos desníveis (declividade de 0 a 3%). O material originário é proveniente da Formação Exu referidos ao Cretácico. Estes solos são bastante cultivados, principalmente com, mandioca, milho, feijão, mamona, também com a pecuária extensiva. Estes solos situam-se no topo da Chapada do Araripe. Tem como fator adverso a sua utilização a forte escassez de água.

➤ **LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico húmico** – ocorre em uma estreita faixa que margeia a parte nordeste da Chapada do Araripe, na zona fisiográfica do Cariri, abrange parte dos municípios de Crato e Barbalha. O material originário é proveniente da Formação Exu referidos ao Cretácico – arenitos argilosos de granulometria variável. Situam-se em relevo plano. A vegetação é representada pela floresta subperenifólia. Parte é utilizada como reserva florestal (Parque Nacional). Também destinada a pecuária extensiva e cultura da mandioca.

➤ **LATOSSOLO VERMELHO-Amarelo Eutrófico** – estão localizados em áreas que bordejam o sopé da Chapada do Araripe. Compreendem solos de textura média, a vegetação é representada pela caatinga hipoxerófila e situa-se em relevo ondulado (declividade de 8 a 20%). São desenvolvidos a partir de cobertura pedimentar de materiais areno-argilosos sobre Cretácico e Pré-Cambriano. São solos cultivados com milho, feijão, algodão, mandioca e mamona. A escassez de água é acentuada e são solos que requer controle de erosão. Encontram-se associados a solos: Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico (relevo suave ondulado e ondulado) e Neossolo Litólico Eutrófico (relevo ondulado e forte ondulado).

Esta unidade também se encontra associada a solos Neossolo Regolítico Eutrófico, abrangendo pequenas porções – situam-se em área de relevo plano e suave ondulado (declividades de até 8%), sendo a vegetação representada pela caatinga hiperxerófila, geralmente pouco densa. Sua utilização é destinada a pecuária extensiva, com destaque para caprinos e ovinos. A escassez de água é muito forte. Clima semi-árido. Encontra-se esta unidade no município de Araripina.

➤ **ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico** – compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa. Apresenta média a alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio. São solos de média a alta fertilidade natural. Apresentam perfis bem diferenciados, profundos, raramente rasos, a textura normalmente arenosa ou média, freqüentemente cascalhenta ou com cascalho. São moderadamente ou bem drenados, exceto os solos rasos ou com plinthite, que apresentam drenagem moderada/imperfeita. São moderadamente ácidos a ácidos, raramente neutros, ou mesmo ligeiramente alcalinos (perfis de solos rasos). São derivados de gnaisses e migmatito. A vegetação é representada pela floresta caducifólia, caatinga hipoxerófila e hiperxerófila. Situam-se em relevo ondulado e forte ondulado. São utilizados com a pecuária extensiva, de bovinos e caprinos, milho, feijão, algodão herbáceo e fruticultura.

➤ **VERTISSOLO** – estes solos são derivados de rochas calcárias cristalinas, podendo ocorrer biotita-gnaissite, referidas ao Pré-Cambriano (CD), ou folhelhos calcíferos sobre gipsita, referidos a Formação Santana (Cretácico). Situam-se em relevo ondulado (declividade variando de 8 a 20%). A vegetação é representada pela caatinga hipoxerófila, densa, arborea-arbustiva, com destaque para: jurema, canafístula, catingueira, mandacaru e facheiro, entre outras espécies. Geralmente são utilizados com milho, algodão e feijão. São solos que necessitam de intenso controle da erosão.

➤ **NEOSSOLO FLÚVICO Eutrófico** – compreende solos pouco desenvolvidos, formados a partir de deposições de sedimentos fluviais não consolidados, de natureza e granulometria muito variadas, referidos ao Holoceno. Quanto à profundidade variam de moderadamente profundos a muito profundos, de textura as mais diversas, drenagem comumente imperfeita ou moderada. São solos de grande potencialidade agrícola. São derivados de sedimentos argilo-siltosos não consolidados, referido ao Holoceno. O relevo é plano e a vegetação é representada por floresta caducifólia de várzea. A vegetação natural foi praticamente substituída em grande parte por culturas tais como a cana-de-açúcar e capim, milho, feijão e olericultura.

➤ **NEOSSOLO LITÓLICO Eutrófico** – solos pouco desenvolvidos e rasos a muito rasos. Apresentam seqüência de horizonte A-C-R ou A-R, em alguns locais podem ocorrer o início de formação de um horizonte (B) incipiente. Estes solos podem ocorrer apresentando caráter eutrófico (valores de saturação de bases – (V%) superiores a 50%) e/ou distrófico (saturação de bases e saturação com alumínio trocável menores que 50% e álicos, com valores superiores a 50% para saturação com alumínio trocável. Os solos de caráter eutrófico têm, geralmente, reação moderadamente ácida a praticamente neutra, enquanto, nos solos distróficos e álicos, a reação é fortemente ácida a moderadamente ácida. Geralmente, com alta pedregosidade e rochosidade na superfície. Os solos são originados de filito e ardósia, gnaisses, migmatitos e de granitos, também podem ser originados de quartzitos, arenitos (Formação Exu do Cretáceo), margas, calcários argilosos e folhelhos (Formação Santana do

Cretáceo), filitos e xistos. O relevo varia de plano a montanhoso. Geralmente, a vegetação é representada pela caatinga hiperxerófila, hipoxerófila e na região de Crato e Barbalha pela floresta subcaducifólia e subperenifólia. São explorados normalmente com a pecuária extensiva de bovinos e caprinos, na maioria das vezes de forma precária, também com culturas de milho, feijão e algodão.

➤ **NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico com fragipan** - estes solos se originam do saprolito de rochas plutônicas ácidas ou, com menos frequência, do Pré-Cambriano (CD), destacando-se granito, granodiorito e granito porfiróide, com ocorrência de granito gnáissico, biotita-granito, silixito e gnaiss lenticular metassomático com biotita. Situam-se em relevo suave ondulado e ondulado (declividades de 3 a 20%). A vegetação é representada pela caatinga hiperxerófila arbustiva arbórea, geralmente pouco densa. Comumente são utilizados com a pecuária extensiva, em condições precárias, na própria caatinga. A falta d'água é muito forte. O controle a erosão também deve ser intensificado nestes solos.

2.8. Geomorfologia e geologia

O município de Araripina encontra-se inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, caracterizada por apresentar uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande parte do sertão nordestino. Parte de área, a norte, está inserida na unidade geoambiental das Chapadas Altas. Neste sentido, o relevo do município de Araripina é representado por superfícies de pediplanação dissecada com vertentes longas e vales abertos (CPRM, 2005).

O município de Araripina encontra-se inserido, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelos litotipos dos complexos Granjeiro e Itaizinho, da Suíte Calcialcalina de Médio a Alto Potássio Itaporanga, dos Granitóides de Quimismo Indiscriminado, das Formações Santana e Exu e dos depósitos Colúvio-eluviais (CPRM, 2005).

SOUZA (2007, apud GOLDER/PIVOT, 2005), definiu a geomorfologia e geologia para os municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, identifica que a Bacia do Araripe compreende três domínios geomorfológicos distintos: a Zona de Chapada, a Zona de Talude e a Zona de Pediplano e, cita que estes municípios encontram-se inseridos nos dois últimos domínios geomorfológicos (**Tabela 6**).

Tabela 6. Descrição dos domínios geomorfológicos nos municípios do Crato e Barbalha.

Unidade	Caracterização Geral
Zona de Chapada ou Chapada do Araripe	Apresenta relevo tipicamente tabular, com elevações em torno de 900 metros e sustentado pelos arenitos da Formação Exu. Constitui-se na porção topográfica mais elevada da região. A ausência quase total de drenagem no topo da chapada está diretamente associada ao solo arenoso que a recobre. A vegetação da chapada é constituída por zonas de mata úmida, próxima aos seus limites, e zonas de cerrado, cerradão e carrasco na sua porção mais central. É limitada em quase toda sua extensão por escarpas abruptas, de contornos irregulares que chegam a ultrapassar 300 metros e expõem rochas da Formação Santana.
Zona de Talude	Esta unidade inclui a zona de encosta e pé-de-serra, onde afloram as unidades litológicas das formações Arajara e Santana. O solo derivado dessa associação litológica é de baixa acidez, espesso, pouco permeável e muito fértil, permitindo o desenvolvimento de uma drenagem relativamente densa e ramificada. No contato entre as formações Exu e Arajara e ainda nesta última formação existem exutórios naturais de água (fontes), que associadas à fertilidade do solo, possibilitam o crescimento da vegetação exuberante presente nesta zona. A disposição das camadas orientadas para leste favorece a ocorrência de surgências, sobretudo nas encostas do Estado do Ceará, responsáveis pela perenidade dos rios na depressão sertaneja.
Zona de Pediplano ou Depressão Sertaneja	Corresponde a porção de relevos suaves e pouco dissecados, caracterizada por morros alongados entremeados por vales amplos de fundo plano, com cotas médias de aproximadamente 400 metros. Neste domínio geomorfológico ocorrem exposições de rochas das demais formações do Araripe: Rio Batateira, Abaiara, Missão Velha, Brejo Santo e Mauriti. A vegetação nativa, onde preservada, é tipicamente de caatinga. Devido às características do solo e aos mananciais de água subterrânea, a agricultura é bem desenvolvida, havendo extensas surgências de água subterrâneas na base da Formação Exu são em grande parte responsáveis pela rede de drenagens que atravessa a Depressão Sertaneja.

Fonte: SOUZA (2007)

A geologia do município de Marcolândia-PI é representada pelas rochas do embasamento cristalino, em torno de 60% da área, compreendendo Granitos e o Complexo Jaguaretama, constituídos de gnaises, mármore, quartzitos e xistos. Além, das coberturas sedimentares, que compreende as unidades: Formação Exu, com arenito e siltito e, a Formação Santana, englobando calcário, folhelho, siltito, arenito e lentes de gipsita (CPRM, 2004).

As formas de relevo do município de Marcolândia compreendem, principalmente, superfícies tabulares reelaboradas (chapadas baixas), relevo plano com partes suavemente onduladas e altitudes variando de 150 a 300 metros; superfícies tabulares cimeiras (chapadas altas), com relevo plano, altitudes entre 400 a 500 metros, com grandes mesas recortadas e superfícies onduladas com relevo movimentado, encostas e prolongamentos residuais de chapadas, desníveis e encostas mais acentuadas de vales, elevações (serras, morros e colinas), com altitudes de 150 a 500 metros (CITYBRAZIL, 2008).

O município de Marcolândia encontra-se inserido no Domínio do Embasamento Cristalino a oeste e 40% do território está no domínio sedimentar da Chapada do Araripe, a

leste. Na bacia do Canindé/Piauí o domínio do Cristalino estende-se por cerca de 40% de sua área, formando um grande arco que margeia a porção sul-sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba, e é composto pelo grupo Caraíba, de rochas mais antigas e de maior grau de metamorfismo, e pelo grupo Salgueiro, representado por rochas de baixo a médio grau de metamorfismo (ANA, 2005). A área sedimentar está representada por rochas da Formação Exu, com arenito e siltito e da Formação Santana, englobando calcário, folhelho, siltito, arenito e lentes de gipsita (AGUIAR, 2004). Ainda, se identifica neste município dois tipos de relevos - uma área que se apresenta plana e alta conhecida por “Serra” (localizada na Chapada do Araripe) e, outra acidentada e baixa, conhecida por “Sertão” (SOARES, 2005)

Em termos geomorfológicos, a bacia hidrográfica do Canindé/Piauí apresenta três unidades morfo-estruturais: Planalto da Bacia Sedimentar do Parnaíba, Depressão Periférica do Médio São Francisco e Chapada do Araripe. O município de Marcolândia encontra-se inserido na Chapada do Araripe, ocupando apenas 5% de sua área total. Ocorre no seu extremo oriental, nos limites dos Estados do Piauí e Pernambuco. A forma de relevo é de uma superfície tabular, com rebordos abruptos em forma de escarpas (ANA, 2005).

2.9. Recursos hídricos subterrâneos

O Estado de Pernambuco apresenta dois domínios hidrogeológicos: Poroso e Fraturado.

O Domínio poroso localiza-se nas bacias sedimentares costeiras de Pernambuco-Paraíba e Cabo-Ipojuca e nas bacias sedimentares do Jatobá e Araripe (situadas na região semi-árida), considerado como um dos principais aquíferos. Existem ainda algumas pequenas bacias sedimentares como São José do Belmonte, Mirandiba, Betânia, Fátima, Araras, Carnaubeiras e Cedro.

O Domínio fraturado ocupa mais de 80% da área do Estado, representado pelo sistema aquífero Cristalino com baixa vocação hidrogeológica (ANA, 2005).

Conforme CPRM (2005), o município de Araripina está inserido em três tipos de domínios: no Domínio Hidrogeológico Intersticial, Domínio Hidrogeológico Cárstico-fissural e no Domínio Hidrogeológico Fissural (cristalino/embasamento cristalino). O Domínio Intersticial é composto de rochas sedimentares da Formação Exu. O Domínio Cárstico-fissural é constituído dos calcários da Formação Santana. O Domínio Fissural é formado de rochas do embasamento cristalino que englobam o sub-domínio rochas metamórficas constituído do Complexo Itaízinho e do Complexo Granjeiro e o sub-domínio rochas ígneas dos Granitóides e da Suíte calcialcalina Itaporanga.

Com relação à região do Cariri no Estado do Ceará, as águas subterrâneas encontradas representam importante fonte de abastecimento, tanto para a população urbana e rural de alguns municípios, quanto para o suprimento hídrico de projetos de irrigação (BANCO DO NORDESTE, 2001).

O aquífero Missão Velha, o mais importante do Estado, localiza-se na porção central da Bacia Sedimentar do Cariri situada na porção Sul do Estado do Ceará. A Formação Missão Velha constituída essencialmente de arenitos grosseiros e mal selecionados de coloração esbranquiçada/amarelado, aflora no vale do Cariri cobrindo uma área de 2.830 km² e com

uma espessura média de 295m, armazenando uma disponibilidade potencial de 112 milhões de metros cúbicos/ano de água (SRH/COGERH, 2001). Para SOUZA (2007) esta região apresenta um significativo potencial hídrico subterrâneo. Os aquíferos de maior importância no Estado do Ceará estão localizados no Cariri e propiciam a alguns municípios o atendimento da população por fontes e poços. HISSA (2005) afirma que, o aquífero Missão Velha, é considerado o mais importante do Estado do Ceará em termos quantitativos, sendo o mais perfurado na sub-bacia do Salgado.

Conforme o Comitê da sub-bacia hidrográfica do Rio Salgado (CBHS), os seus terrenos são formados por 85% de rochas cristalinas e 15% de rochas sedimentares, sendo que os melhores aquíferos estão localizados na Bacia Sedimentar do Araripe dividido em três sistemas de aquífero (inferior, médio e superior) contando ainda com dois aquícludes (Santana e Brejo Santo).

De acordo com SANTOS *et al.* (2007), a fonte do Coqueiro nasce no sopé da Chapada do Araripe, na cidade do Crato, e juntamente com outras fontes formam o Rio Grangeiro, que após 8,5 km, conflui com o Rio Batateiras.

No Estado do Piauí, são identificados dois domínios hidrogeológicos: Poroso e Fraturado. Os aquíferos de maior potencial hídrico pertencem ao Domínio Poroso, que ocupa 88% da área do Estado. O município de Marcolândia-PI encontra-se em sua maior área inserida no sistema aquífero Cristalino e uma área menor no sistema aquífero Exu (ANA, 2005).

No município distinguem-se dois domínios hidrogeológicos: as rochas cristalinas (denominado comumente de “aquífero fissural”) e as rochas sedimentares (pertencem a Bacia do Araripe). A Formação Exu ocupa em torno de 30% da área do município e pelo seu constituinte litológico favorável ao armazenamento de água subterrânea torna-se o mais importante elemento do ponto de vista hidrogeológico do município (CPRM, 2004).

A distribuição dos sistemas aquíferos e suas respectivas áreas de recarga no Estado do Piauí, na bacia sedimentar do Araripe o sistema aquífero Exu corresponde a 0,2% da área do Estado e os representados pela Formação Santana compreende 0,1% da área do Estado (**Tabela 7**).

Tabela 7. Distribuição dos sistemas aquíferos e das suas áreas de recarga no Estado - Bacia sedimentar do Araripe.

Distribuição dos sistemas aquíferos e das suas áreas de recarga no Estado				
Domínio	Bacia Sedimentar	Sistema Aquífero	Área (km²)	Área do Estado (%)
Poroso	Araripe	Exu	449	0,2
		Outros ¹	166	0,1

Fonte: (ANA, 2005)

(1) Representado pela Formação Santana, de baixo potencial hídrico.

O levantamento realizado por CPRM (2004) registra a presença de 25 pontos d'água, sendo todos poços tabulares (**Tabela 8**).

Tabela 8. Situação dos poços cadastrados conforme a finalidade do uso.

Natureza do Poço	Abandonado	Em Operação	Não Instalado	Paralisado Total	Total
Público	2	6	1	0	9
Particular	2	1	13	0	16
Total	4	7	14	0	25

Fonte: CPRM (2004)

Na bacia do Canindé existem diversos projetos para atendimento da demanda de água, todos atendendo sedes urbanas localizadas na região do semi-árido piauiense, para o município de Marcolândia o atendimento é feito pela Adutora do Oeste (ANA, 2005).

2.10. Recursos hídricos superficiais

O município de Araripina encontra-se inserido totalmente na Bacia Hidrográfica do Rio Brígida. A bacia do Rio Brígida (Unidade de Planejamento Hídrico - UP 11) é a segunda bacia hidrográfica de Pernambuco, compreendendo uma área de 13.561 km², o que representa 13,71% do Estado; quando se relaciona a sua potencialidade no tocante a área irrigável esta pode ser representada por três classes de potencial de irrigação, tais como: muito alta, alta e de médio potencial, sendo esta considerada a bacia de maior área irrigável (498.602 ha), de todas as bacias hidrográficas de Pernambuco, por isso tem sua importância a nível regional no que diz respeito ao quesito irrigação. O rio Brígida nasce no município de Exu-PE (PERH/PE, 1998).

Seus principais tributários são os riachos: da Ventania, dos Moraes, dos Cocos, São José, Marinheiro, Bom Jardim, São Pedro, Grande, Pitombeira, Conceição, Jatobá e do Bonito. Os principais corpos de acumulação são as lagoas: do Crispim, da Onça, Redonda, do Barro, do Alvino, Fechada, Seca, do Perigo, da Manga e do Arroz, além dos açudes: Lagoa do Barro (13.161.975m³), Barriguda (1.617.979m³), Araripina (Baixio - 3.702.230m³) e Rancharia (1.042.810m³). Todos os cursos d'água no município têm regime de escoamento intermitente e o padrão de drenagem é o dendrítico (CPRM, 2005).

O município do Crato e Barbalha encontra-se inseridos na sub-bacia do Salgado, localizada ao sul do Estado do Ceará. Compreende uma área de 12.865 km², correspondendo a 8,76% da bacia no Estado, sendo o seu principal rio o Salgado com extensão de 308 km e engloba 23 municípios da região do Cariri (ANA, 2005). Os principais afluentes do rio Salgado são: o rio Batateiras e o riacho dos Porcos no sopé da encosta da Chapada do Araripe, numa altitude de 800 m. O rio Salgado é um dos principais afluentes do Jaguaribe, pela margem direita. Ele desemboca no Jaguaribe na altura do município de Icó, abaixo do açude Orós (HISSA, 2005). Conforme informações do Comitê da sub-bacia hidrográfica do rio Salgado, nela destacam-se entre os seus principais tributários: riacho batateiras, rio granjeiro, riacho saco lobo, riacho dos macacos, riacho dos carás, riacho dos carneiros, rio Salamanca, riacho missão velha, seco e dos porcos.

No Estado do Ceará, a drenagem superficial é representada pelos altos cursos da bacia do Jaguaribe. O Rio Jaguaribe é formado no seu alto curso pelos rios Bastiões que procede do Araripe, Cariús que nasce em Santana do Cariri e Salgado que drena toda a região do Cariri cearense e desempenha a principal relação entre os sistemas aquíferos da bacia do Araripe (BRASIL, 1996).

A sub-bacia do Salgado abrange 23 municípios: Abaiara, Aurora, Baixio, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Caririaçu, Cedro, Crato, Granjeiro, Icó, Ipaumirim, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Penaforte, Porteiras, Umari e Várzea Alegre. Em função de sua abrangência esta se divide em cinco micro-bacias com aproximadamente 650 açudes, onde apenas 13 (sendo sete federais, quatro estaduais e dois municipais) reservatórios são gerenciados e monitorados pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH. Esta bacia apresenta grande potencialidade, mais especificamente no Cariri, onde se destaca a Bacia Sedimentar do Araripe e também se situam os melhores aquíferos e fontes naturais. O principal açude público do município do Crato é o Thomaz Osterne Alencar, com capacidade de 28.787.000 m³.

O Rio Salgado nasce na Fonte da Batateira, no sopé da Chapada do Araripe, município do Crato. Denominado inicialmente por Rio Batateiras, percorre áreas da encosta e da zona urbana do Crato e recebe as contribuições do Rio Granjeiro e do Rio Lobo. Este no município de Juazeiro do Norte recebe o nome de Rio Salgadinho e as contribuições do Rio Carás e do Riacho dos Macacos. O Rio Salgado em Missão Velha recebe a contribuição do Rio Salamanca, tendo como ponto limite da referida área a Cachoeira de Missão Velha.

O Rio da Batateira pertence à subbacia hidrográfica do Rio Salgado. Sua área de drenagem total corresponde a aproximadamente 1.864,1 Km², com suas principais nascentes na cidade do Crato. Esse recurso hídrico também drena o município de Juazeiro do Norte, quando recebe a denominação de Salgadinho e depois Rio Salgado, principal afluente da margem direita do Rio Jaguaribe (MAGALHÃES, 2006).

O município de Marcolândia-PI encontra-se inserido na Bacia do Rio Piauí/Canindé/Poti, que localiza-se no compartimento sudeste do Estado, com área aproximada de 75.000 km², equivalentes a 29,7% da bacia do Parnaíba.

A bacia do Canindé/Piauí tem três rios principais (ANA, 2005):

➤ O rio Canindé, que nasce na Serra Dois Irmãos, município de Acauã, nos domínios do embasamento cristalino, a cerca de 600 m de altitude. Destacam-se como seus principais afluentes: riachos Boqueirão e da Fortaleza e rios Itaim, Salinas e Marçal;

➤ O rio Piauí, que tem como formadores, ribeirão oriundo da Serra das Confusões e sangradouro de lagoa localizada na Serra do Caracol, ambos a 600 m de altitude, no domínio do embasamento cristalino;

➤ O rio Itaim, afluente do Canindé, que nasce a 700 m de altitude, no município de Curral Novo do Piauí, junto à fronteira com a Bahia, num prolongamento da Serra Dois Irmãos, também no domínio do embasamento cristalino. São afluentes de destaque: rios São Lourenço, Mulungu, Fundo, Fidalgo e Mucaitá.

Os rios apresentam regime intermitente, em função da formação geológica e geomorfológica da bacia. Os cursos d'água nascem no embasamento cristalino, com fraca condição de retenção da água, leva também em consideração as baixas e irregulares precipitações ocorridas na área. Ao percorrerem a bacia sedimentar os rios eventualmente podem adquirir caráter de perenidade, pois, passam a receber contribuição de água subterrânea fornecida pelos aquíferos principais, como o Serra Grande e Cabeças. A

orientação geral dos cursos d'água se faz em direção à calha do rio Parnaíba, porém seus trajetos são controlados pela estruturação transversal das rochas por onde passam o que confere à bacia uma forma de leque (ANA, 2005).

2.11. Turismo

Como principais pontos turísticos do município de Araripina-PE se destacam o artesanato baseado em artefatos de couro, o Museu Municipal, a Barragem de Lagoa do Barro e a Feira do Mercado Produtor (ARARIPINA, 2008).

Conforme CPRM (2005) o turismo na região do Cariri cearense é decorrente de um acervo paisagístico e hídrico da região serrana, com os balneários Caldas, em Barbalha e Granjeiro, Cascata, Serrano e Nascente no Crato; de ricos sítios paleontológicos (chapada do Araripe); de artesanatos (cipó, fibra, palha, tecelagem, metal e ourivesaria e da serra do Horto, que abriga a estátua do Padre Cícero, em Juazeiro do Norte).

Os balneários, de Caldas (dista 20 km da sede do distrito de Caldas) com um total de cinco fontes naturais cujas águas têm temperatura de 26° C e o Arajara Park - com uma área física de 76 hectares, sendo 37 ha de RPPN - Reserva Particular do Patrimônio Natural (2º maior parque temático, ecológico e aquático do Brasil). (ACONTECE NO CARIRI, 2009).

Os Municípios de Barbalha e do Crato dispõem de exuberante paisagem natural, Floresta Nacional do Araripe, trilhas ecológicas, fontes de água naturais e cascatas.

Assim, mais uma vez essa região é cantada em versos por Pedro Ernesto Filho:

*... Quem quiser ver animal
de espécie em extinção,
visite aquela floresta
com tempo e com permissão,
no Caldas passe e desfrute
do banho e da diversão...*

*...Outro ponto de atração
é a Gruta de Arajara,
de formação arenítica,
de beleza íntima e rara,
já foi pública, não é mais,
mas a natureza ampara...*

*... Entre gruta e balneário
são belos seus horizontes,
sua estância hídrica tem
pouco mais de trinta fontes
que descem lavando os fios
das cabeleiras dos montes...*

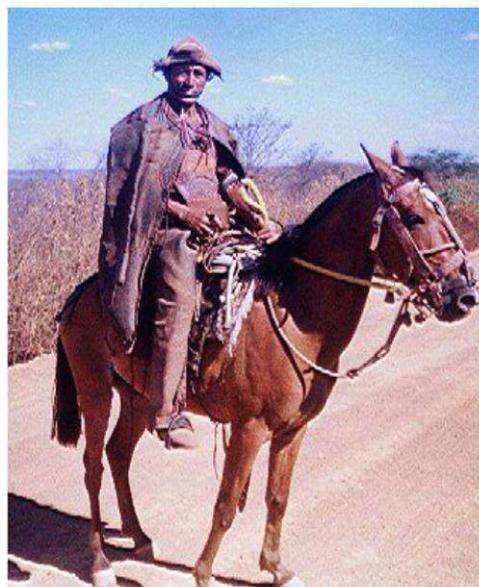
CAPÍTULO 3

*... E — Em tudo se vê mudança
quem repara vê até
que o camaleão que é
verde da cor da esperança,
com o flagelo que avança,
muda logo de feição.
O verde camaleão
perde a sua cor bonita
fica de forma esquisita
que causa admiração.*

*... U — Um é ver, outro é contar
quem for reparar de perto
aquele mundo deserto,
dá vontade de chorar.
Ali só fica a teimar
o juazeiro copado,
o resto é tudo pelado
da chapada ao tabuleiro
onde o famoso vaqueiro
cantava tangendo o gado.*

Patativa do Assaré
ABC do Nordeste Flagelado

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. A desertificação: conceitos, causas e conseqüências

“Apesar dos problemas identificados e da vulnerabilidade apontada, existem êxitos e razões para esperanças” (MMA, UNCCD).

A palavra “desertificação” foi mencionada pela primeira vez pelo pesquisador francês Louis Lavauden, em 1927, sendo popularizada nos anos 40, por André Aubreville, silvicultor francês, conhecedor dos problemas ambientais da África tropical e subtropical, em sua publicação denominada *“Climats, Forêts et Desertification de l’Afrique Tropicale”* (AUBREVILLE, 1949), fato ocorrido depois de uma década de experiências relacionada com a degradação da terra na Grande Planície Americana, causada principalmente pelo desmatamento, exploração intensiva dos solos e nove (9) anos de seca intensa que afetou a região nos anos de 1929 a 1936. No entanto, a questão da desertificação data de 6000 a.c. - nessa época o desmatamento já se apresentava como causa do colapso das comunidades no sul de Israel/Jordânia (MMA, 2009).

A degradação dos solos é tão antiga como a própria humanidade e este problema têm acompanhado o homem desde a sua origem (REPÚBLICA ARGENTINA, 1997).

Posteriormente, a desertificação tem sido associada por diversos pesquisadores, em um determinado momento a processos naturais e em outro, a atividades humanas.

O tema da desertificação passou a ter atenção especial após a prolongada seca ocorrida no Sahel africano, de 1968 a 1973. Desde então, os pesquisadores e governos têm estudado este fenômeno que não apenas afeta as regiões tropicais, mas também aquelas localizadas em zonas subtropicais e temperadas (VIANA; RODRIGUES, 1999). Em 1967, os processos de desertificação foram identificados e reportados por vários países africanos (MMA, 2009).

Ciente das grandes perdas econômicas, sociais e ambientais causadas por aquela seca, a Organização das Nações Unidas (ONU) convocou uma Conferência Internacional, em Nairobi, capital do Quênia, em agosto de 1977. Durante essa Conferência foi discutida a situação da desertificação no mundo, sendo elaborado o Primeiro Plano de Ação Mundial de Luta contra a Desertificação - PLACD. O evento teve como finalidade aprofundar o conhecimento sobre a desertificação, suas causas, suas conseqüências socioeconômicas e ambientais e sobre o desenvolvimento e adoção de medidas de controle em países afetados pelo mesmo fenômeno. Importante lembrar que o Professor ecólogo João de Vasconcelos Sobrinho (Universidade Federal de Pernambuco) participou como coordenador, a partir de 1974, da elaboração do relatório do Brasil para essa Conferência.

A desertificação foi discutida novamente em fórum internacional durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) realizada no Rio de Janeiro, em 1992. Na Agenda-21, elaborada durante aquela reunião, o capítulo 12 trata da luta contra a desertificação e da resistência a seus efeitos em zonas áridas, semi-áridas e subúmidas secas do planeta (BRASIL, 1997). Realizou-se também em Fortaleza, em 1994, a Primeira Conferência Latinoamericana de Desertificação (CONSLAD), cujo objetivo foi o de preparar o Anexo de Aplicação Regional da América Latina e Caribe para a UNCCD. Entre outras reuniões realizadas, a respeito das Sessões da COP’s (Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas para Combate à Desertificação),

que é composta por um Secretariado Permanente no contexto das Nações Unidas (ONU) e que trata de ações relativas a esse processo. A COP-3 - a terceira sessão da Conferência das Partes das Nações Unidas da Convenção de Combate à Desertificação foi realizada em Recife-PE, em 1999.

Entretanto, apesar da extensa lista de estudos já realizados sobre o tema desertificação ao longo de décadas, ainda se tem uma grande limitação a respeito de sua compreensão. Desta forma, ainda estão em curso discussões sobre conceitos e fundamentos básicos, sobretudo, quanto a indicadores, e, por outro lado, a literatura apresenta diversas definições similares para desertificação, entre tantas se podem citar:

“Entende-se a desertificação como um problema complexo, de natureza sistêmica, problema ambiental por excelência que afeta a estrutura e o funcionamento das terras secas, abrangendo as múltiplas relações entre os processos que envolvem os fatores biofísicos, sócio-econômicos, políticos e institucionais” (ABRAHAM *et al.*, 2006).

“Fenômeno integrador de processos econômicos, sociais, naturais e/ou induzidos, que destroem o equilíbrio do solo, da vegetação e da água, bem como, a qualidade da vida humana, nas áreas sujeitas a uma natureza edáfica e/ou climática...” (FERREIRA *et al.*, 1994, apud VIANA; RODRIGUES, 1999).

O conceito de desertificação, como estabelece o Artigo 1º. da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação, se refere a: *“a degradação das terras das zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, resultante de fatores diversos tais como as variações climáticas e as atividades humanas”* (UNCCD, 2007).

SAMPAIO *et al.* (2005), referindo-se a definição acima, comentam que esta definição tem um sentido muito vago, no momento em que caracteriza a degradação das terras e os fatores que podem causar a desertificação e fazem ressalvas ao termo *“vários fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas”*. Explicam que, quando se trata de *“Vários fatores”*, esta dá margem a que qualquer degradação da terra, não importando sua causa, seja considerada desertificação. No tocante as *“Variações climáticas”* consideram ser indefinidas para um fenômeno variável por natureza e sem que seja especificada a escala temporal e espacial. Referindo-se às *“Atividades humanas”*, consideram abrangentes que engloba todas as ações da humanidade, no presente e no passado.

Segundo estes autores, a Convenção reconhece a complexidade do processo e não parece querer resolver todos os problemas de suas múltiplas dimensões. E reforçam a tese de que esta definição restringe-se aos objetivos imediatos de prevenir a degradação das áreas agrícolas e com vegetação nativa e recuperar as já degradadas. Neste entendimento, argumentam que os problemas prioritários relacionados com o aumento da renda e a melhoria das condições sociais não apresentam soluções em curto prazo, sendo vislumbrado para melhoria dessas condições um futuro distante, e fazem ver que sejam aplicadas ações que promovam a diminuição da pobreza, melhoria no nível educacional, a questão sanitária, entre outras.

Seguindo essa linha de pensamento, documentos da FAO (1993) fazem referências a essa definição e explicam que esta é um pouco restritiva, já que não expressa de forma clara a interação entre os fatores climáticos e as atividades humanas que na maioria das vezes pode ser um fator determinante para o aparecimento de processos de desertificação. No entanto, é admissível que em certas partes do globo, podem ocorrer processos de desertificação

(degradação do solo), sem que a causa seja atribuída à atividade humana (geralmente baixa devido à baixa densidade populacional). Enfatiza ainda, que o fenômeno natural das repetidas secas talvez causadas pela mudança climática global, difícil de analisar, pode levar à degradação de tal magnitude, pondo em perigo a existência das populações que vivem nas regiões afetadas ou próximas ou oferecer impedimentos para o seu uso futuro.

A ligação entre a desertificação e assentamentos humanos parece ser um conceito de aplicação geral, e a FAO propõe a seguinte definição: “*Conjunto de fatores geológicos, climáticos, biológicos e humanos que provocam a degradação da qualidade física, química e biológica dos solos das zonas áridas e semiáridas pondo em riscos a biodiversidade e a sobrevivência das comunidades humanas*” (FAO, 1993).

A Convenção considera as regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, as áreas com índice de aridez (proporção entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial) entre 0,05 e 0,65, exceto as regiões polares e subpolares. Ao mesmo tempo em que estabelece a definição de degradação da terra, como:

“a redução ou perda nas zonas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, da produtividade biológica ou econômica e da complexidade das terras agrícolas de sequeiro, das terras irrigadas, das pastagens naturais, das pastagens semeadas, das florestas e das matas nativas devido aos sistemas de utilização da terra ou a um processo ou combinação de processos, incluindo os que resultam da atividade do homem e das suas formas de ocupação” (UNCCD, 2007).

Neste sentido, a Convenção reconhece que a desertificação tem sua origem em complexas interações de fatores físicos, biológicos, políticos, sociais, culturais e econômicos.

Como se destaca acima, nenhum dos autores discutidos, quando tratam do processo de desertificação, explora os processos históricos e às relações capital-trabalho, ou seja, o modo de produção capitalista, quando o homem se apropria da natureza para suprir o desejo do lucro. Também não tratam nem da questão das políticas públicas e nem da questão da globalização que acentuou a destruição da natureza pelo homem e de suas condições de vida.

O ponto comum das definições é que a desertificação tem sido um problema global que se reflete diretamente no nível de vida das populações das regiões citadas, cujas causas são atribuídas principalmente às ações do ser humano sobre o meio ambiente. Para ANGELOTTI *et al.* (2009) a degradação dos solos e sua associação com a desertificação têm relevância mundial com implicações nas estruturas sociais e econômicas das populações que vivem em áreas onde este fenômeno é observado.

Para BARBOSA (2011)¹ “*o processo da desertificação é um desastre longo, lento e extremo, e seus riscos são construídos histórico e socialmente. Ele sucede porque os ecossistemas das terras áridas, semiáridas e subúmidas secas ficam em risco frente à exploração da terra, acima do suporte. As relações de capitais no campo têm degradado centenas de milhares de terras ao longo dos anos, pelo uso exaustivo das terras. A desertificação não é um fenômeno natural e sim econômico. É a territorialização do capital*”.

¹ BARBOSA, M. P. - **Territórios de Insustentabilidade face ao Processo de Desertificação no Semiárido Brasileiro.** In: Gehlen V. Organizadora: **Novas Territorialidades.** UFPE. (No prelo).

No presente trabalho a definição de desertificação adotada é aquela dada pela UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification - Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação), ou simplesmente CCD, da qual o Brasil é signatário, desde 1996, ratificando-a em 1997. Os países que assinaram a Convenção são denominados “Partes” da Convenção, reconhecem à problemática e se comprometem na implementação de ações de combate, mitigação e adaptação aos efeitos adversos da desertificação.

Considerando o cumprimento de ações importantes, o governo brasileiro tem adotado medidas para o controle da desertificação, entre estas, a que estabelece as Diretrizes para a Política Nacional de Controle da Desertificação, a Resolução do CONAMA 238, de 22 de dezembro de 1997 e o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação (PAN-Brasil), concluído em 2004. Em 2008, foi instituída através do Decreto da Presidência da República, de 21 de julho de 2008, a Comissão Nacional de Combate à Desertificação – CNCDD, órgão colegiado de estrutura regimental do Ministério do Meio Ambiente.

3.2. *Causas e conseqüências da desertificação*

Diversos autores são unânimes em afirmar que não existe um consenso sobre as causas da desertificação, no entanto, freqüentemente se associam as causas da desertificação ao manejo e utilização inadequada do solo (salinização) e da água no desenvolvimento das atividades agropecuárias, extrativismo (vegetal e mineral), uso excessivo de agrotóxicos, poluição, queimadas, indústrias (olarias/panificação), na irrigação sem planejamento e no desmatamento indiscriminado.

Para MAGALHÃES (2009) os processos de desertificação são afetados pela pressão das atividades humanas, pelo aumento da população, expansão da agricultura e da pecuária, utilização de madeira para a produção de lenha e carvão, atividades de mineração, expansão das cidades, obras de infraestrutura. Destaca também o desmatamento - a derrubada da caatinga. O desmatamento tem provocado a redução da fauna e flora.

Por outro lado, a FAO (1993) quando trata das causas da desertificação relaciona o clima como um fator determinante para a ocorrência de fenômenos de erosão física e mecânica e de degradação química e biológica dos solos, e reporta-se a precipitação, a radiação solar e o vento. Ao mesmo tempo em que enfatiza que a topografia intervém basicamente como um fator agravante da erosão hídrica. Outro fator importante, diz respeito ao estado do solo (textura, estrutura e riqueza biológica e química) em áreas subúmidas secas, onde os aspectos climáticos têm menos influência e desempenha um papel fundamental em termos de vulnerabilidade a processos de desertificação causada pela atividade humana.

Também afirma que todas estas atividades são o resultado de duas categorias de fatores muito distintos: a pobreza e o subdesenvolvimento. Na primeira categoria se inclui os seguintes fatores, a subnutrição ou desnutrição levando à fraqueza física e a vulnerabilidade à doença; impossibilidade de acesso ao crédito, um obstáculo ao investimento em ferramentas, sementes e fertilizantes; escolaridade limitada e a falta de formação técnica; a busca de estratégias de sobrevivência em curto prazo (migração sazonal ou anual); falta de pessoal de apoio e da sociedade rural em termos de assistência técnica, infra-estrutura, acesso à energia, a formação, organização do comércio e da abertura do mercado; estrutura fundiária ineficiente. Entre os fatores da segunda categoria foram citados: busca de um resultado imediato refletida no aumento da produção; concorrência do comércio internacional e as

condições desiguais de comércio entre produtos primários, principalmente agrícolas e bens manufaturados (FAO, 1993).

As maiores agressões ao meio ambiente rural têm sido atribuídas às atividades agropecuárias, sobretudo, quando se refere aos processos produtivos adotados por agropecuarista. As principais causas da desertificação têm sido o produto de um processo histórico, onde sempre prevaleceu a pobreza, a desigualdade, o baixo nível de escolaridade dos agricultores familiares e a ineficiência da maioria das políticas de desenvolvimento rural (CEARÁ, 2010).

As conseqüências advindas da desertificação podem ser de diversas naturezas, entre elas: ambiental e climática; social, econômica, político institucional (CAVALCANTI, 2001). Assim, se podem elencar dentre outras: redução dos recursos hídricos, tanto para o consumo humano como para a agricultura, aumento da poluição hídrica, aumento das cheias, diminuição da produtividade das áreas agrícolas e pastagens, bem como a produção de biomassa da vegetação natural, destruição da fauna e da flora.

Ainda com relação aos aspectos sociais e econômicos, a diminuição da produção de alimentos acarretará uma elevação na taxa de desnutrição, crescimento da pobreza, menor qualidade de vida, aumento da mortalidade infantil, aumento das desigualdades sociais refletindo na migração para os grandes centros urbanos, o que tem agravado os problemas socioambientais das grandes cidades (desemprego, moradia, saneamento, violência, entre outros).

Para a FAO (1993) a desertificação, no entanto, também provoca uma mudança na direção positiva de comportamento, as mulheres se confrontam com novos problemas causados pela ausência dos homens que migraram em busca de trabalho, e os jovens aspiram a sua parte para tornar a vida mais fácil onde vislumbram maiores possibilidades para o futuro. No entanto, enfatiza que a luta contra a desertificação não deve ignorar ou subestimar a mobilização das mulheres. Portanto, é de importância reconhecer o papel da mulher no processo produtivo e no desenvolvimento sustentável, das áreas em risco à desertificação.

Os impactos advindos da desertificação variam consideravelmente por região, ou mesmo por localidade e incluem conseqüências biofísicas, socioeconômicas e de assuntos globais (MMA, 2007).

Além dos fatores ambientais que favorecem a degradação das terras e o surgimento da desertificação, a pobreza e a insegurança alimentar são consideradas como causas e, ao mesmo tempo, conseqüências da desertificação (BRASIL, 2005). Neste sentido, o Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS), ao publicar o IDF (Índice de Desenvolvimento da Família), aponta que a maior carência das famílias inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais, refere-se ao conhecimento e ao acesso ao trabalho. Assim, durante décadas busca-se entre os estudiosos sobre este tema, um consenso sobre as possíveis causas e conseqüências da desertificação, sobretudo na região Semiárida do nordeste brasileiro.

Apresenta-se a seguir uma breve visão da desertificação, para que se tenha um entendimento de como interpretar esse fenômeno, haja vista, estudos já realizados mostram ser este um dos sérios problemas da atualidade.

3.3. Breve visão da desertificação

A degradação da terra e a desertificação são sérios problemas globais, afetando 33% da superfície terrestre e atingindo cerca de 2,6 bilhões de pessoas (42% da população total). Particularmente na região Subsaariana, na África, de 20 a 50% das terras estão degradadas, atingindo mais de 200 milhões de pessoas. A degradação do solo é também severa na Ásia e América Latina, assim como em outras regiões do globo. Na América Latina, estima-se que em torno de 516 milhões de hectares são afetados pela desertificação (BRASIL, 2005). Para GOMES (2000) o problema da desertificação vem se agravando no mundo. O fenômeno é mais intenso na Ásia, na América e principalmente na África, já que 8,5% das terras produtivas desses continentes estão em processo grave de desertificação.

A desertificação afeta cerca de 1/6 da população da Terra, 70% de todas as terras secas, atingindo 3,6 bilhões de hectares e 1/4 da área terrestre total do mundo. Como resultado mais evidente da desertificação, em acréscimo à pobreza generalizada, é a degradação de 3,3 bilhões de hectares de pastagens (73% da área total dessas terras) caracterizadas por baixo potencial de sustento para homens e animais; o declínio da fertilidade do solo e da estrutura do solo em aproximadamente 47% das terras secas e a degradação de terras de cultivo irrigadas artificialmente, atingindo 30% das terras secas com alta densidade populacional e elevado potencial agrícola (BRASIL, 1997).

No Brasil, aproximadamente 15% das terras encontram-se situadas na região Semiárida (1.000.000 km²), das quais grandes porções estão sujeitas aos processos de degradação, freqüentemente, combinados e agravados como consequência das secas (BEEKMAN, 2006). No entanto, no semiárido nordestino estima-se que uma área de mais de 180.000 km² vêm sofrendo processos de desertificação (CEARÁ, 2010).

Consta no PROJETO ÁRIDAS, uma estimativa de que no Nordeste brasileiro em torno de 574.357 km² da zona semiárida estejam submetidos a processos de desertificação (17,1% são caracterizados como em situação muito grave; 14,3% em situação grave e 68,6% em situação moderada), em virtude da degradação dos recursos naturais (MMA, 2008).

GOMES (2000) refere-se à ocorrência de fenômeno da desertificação na região Nordeste, com níveis preocupantes, sendo identificados mais de 660.000 km² em processo de desertificação. Afirma também que quase dois terços dessa área (400.000 km²) se encontram em estágios de degradação avançados, classificados internacionalmente como severo, acentuado, grave ou muito grave. A região semiárida compreende uma área de 969.589 km², compreendendo 1.133 municípios com aproximadamente 28 milhões de habitantes (BRASIL, 2005).

Nesse sentido, os números apresentados em termos de superfície e população atingida por processos de desertificação são bastante variáveis.

Por outro lado, as populações que vivem em áreas afetadas pelo processo da desertificação têm suas raízes em um processo histórico de dependência dos recursos naturais, das condições climáticas e dos solos (geralmente rasos e pedregosos) e que tem contribuído para que as atividades desenvolvidas tenham sido caracterizadas como de baixo nível tecnológico, pois sem assistência técnica especializada, os pequenos agricultores não dispõem de capital nem conhecimento para competir com os grandes proprietários de terra.

Pelo uso inadequado, a terra é explorada até a exaustão e depois abandonada, neste momento, se verifica a ocorrência do êxodo rural e uma grande vulnerabilidade econômica e social para os que permanecem em suas propriedades. Nas pequenas propriedades², que representam a grande maioria das propriedades rurais do semiárido e que detêm uma pequena parcela das terras, as relações de trabalho são de caráter familiar, e em uma economia agrária de sequeiro, a produção é de alto risco, em função do déficit hídrico.

Na região Nordeste o problema das áreas em riscos à desertificação vem ocorrendo desde a sua colonização, observem-se os dados do Estado do Rio Grande do Norte, as estimativas apontam que o processo da desertificação pode vir a ocorrer em uma área equivalente a 95,25% do Estado, sendo que 143 municípios integram a área Semiárida, 13 fazem parte da área Subúmida e 3 representam a área de entorno (RIO GRANDE DO NORTE, 2010).

SÁ; ANGELOTTI (2009) consideram os Estados do Ceará e Pernambuco como sendo os mais castigados por processos de desertificação, entretanto, proporcionalmente, a Paraíba seja o Estado com maior extensão de área comprometida: 71% do seu território já apresentam os efeitos da desertificação.

Dados da SUDEMA indicam que o Estado da Paraíba apresenta um percentual de 71,82% de seu território em processos de desertificação (**Tabela 9**), sendo que 57,06% compreendem as áreas de níveis de ocorrência muito grave e 14,76% ao nível grave. Para SOUSA *et al.* (2008) na Paraíba, o processo de desertificação já se mostra bastante acentuado nas áreas de caatinga, principalmente onde os índices pluviométricos são inferiores a 500 mm/ano, a exemplo da Microrregião do Cariri.

Tabela 9. Situação do Estado da Paraíba quanto ao Grau de Ocorrência à Desertificação.

Grau de ocorrência	Área atingida (km²)	Percentual do Estado (%)
Muito Grave	32.109	57,06
Grave	8.320	14,76
TOTAL	40.429	71,82

Fonte: RANGEL (2008).

DUARTE (2008) identificou que a cobertura vegetal foi reduzida e a degradação das terras avançou no município de Taperoá-PB no período compreendido 1984 a 2005. Considerando que os níveis de degradação das terras moderado, grave e muito grave definem os estágios mais avançados da desertificação, o estudo mostrou que 84% dos Cambissolos, 83% dos Luvisolos, 82% dos Neossolos Regolíticos e 74% dos Neossolos Litólicos estão seriamente comprometidos pelo processo da desertificação.

SILVA *et al.* (2007), em estudo realizado no município de Picuí-PB, definiram seis níveis de degradação ambiental (**Tabela 10**) e apresentaram como causas da degradação os seguintes fatores:

²Consideram-se aqui como pequenas todas as propriedades com tamanho inferior a quatro módulos rurais, que é a quantidade de área mínima exigida pelos bancos para financiamento. De acordo com a EMBRAPA Semiárido (CPATSA) o módulo rural para o semiárido é de 110 ha, ou seja, este é o tamanho mínimo que uma propriedade deve ter para desenvolver atividades agrícolas.

- fenômenos naturais (quando ocorrem mudanças climáticas) e,
- ação antrópica (uso inadequado do solo, queimadas, desmatamentos, uso de tecnologias pesadas e exploração mineral).

Tabela 10. Níveis de degradação ambiental - município de Picuí-PB.

Níveis de degradação ambiental	Área (km ²)	% (em relação ao município)
Baixo	14,38	2,07
Baixo/Moderado	205,55	29,8
Moderado	218,91	31,58
Moderado/ Grave	40,46	5,84
Grave	191,37	27,60
Muito Grave	20,85	3,52

Fonte: (SILVA *et al.*, 2007)

LEITE *et al.* (1993), em estudo realizado no Estado do Ceará utilizando imagens TM-Landsat (analógica e digital), identificaram três grandes áreas do Estado que se destacaram com maior risco a desertificação, como sendo: Inhamuns/Sertão de Crateús (compreende parte dos municípios de Tamboril, Crateús, Independência, Tauá, Arneiroz e Aiuaba); Médio Jaguaribe (parte dos municípios de Jaguaretama, Jaguaribara e Jaguaribe, além de outras manchas menores nos municípios de Morada Nova, Alto Santo, São João do Jaguaribe, Iracema, Potiretama e Icó) e Irauçuba.

No Estado do Ceará (CEARÁ, 2010), as áreas de atuação do PAE-CE compreendem três (3) núcleos, compostos de 14 municípios que se localizam nos Sertões dos Inhamuns, de Irauçuba e do Médio Jaguaribe, o que correspondem a 23% do Estado, representando as áreas em processo de desertificação. Consta nesse documento que em estudos realizados pela FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, em 2006, o Estado do Ceará tinha 10% do solo degradado. O município de Jaguaribe lidera o índice de degradação ambiental e desertificação na região do Médio Jaguaribe (**Tabela 11**), com quase 1/4 do município (23,54%) em riscos aos processos de desertificação.

Tabela 11. Áreas degradadas em riscos a processos de desertificação no Médio Jaguaribe.

Municípios	Área do Município (ha)	Áreas degradadas em riscos a processos de desertificação (ha)	% das áreas degradadas em relação a área do município
Jaguaribe	187.649	44.167	23,54
Jaguaretama	168.245	29.558	17,59
Jaguaribara	65.584	7.434	11,34
TOTAL (Região do Médio Jaguaribe)	421.478	81.189	-

Fonte: LEITE *et al.* (1993)

Assim, em muitas áreas, como nos sertões do médio Jaguaribe ou dos Inhamuns, de Irauçuba e do médio Curu, a degradação ambiental já atingiu condições praticamente irreversíveis exibindo marcas nítidas de desertificação, daí, essas regiões serem consideradas as que possuem maiores índices de degradação ambiental.

O Programa de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos das Secas na América do Sul, apresenta como objetivo geral, a elaboração de uma base sólida para identificação de zonas áridas degradadas e secas na Argentina, Brasil, Bolívia, Chile, Equador e Peru, de acordo com os princípios da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD).

Na Argentina, 70% do território continental está sujeito a desertificação e afeta uma população de 9 milhões de habitantes, localizado nas províncias do Noroeste, em terras montanhosas com declives e vales na base dos Andes. Na Bolívia, aproximadamente 41% das terras (450.000 km²) já se encontram afetadas, onde reside um percentual importante da população nacional (em torno de 5 milhões de pessoas) nas três áreas: altiplanos montanhosos, o vales das Yungas e a Região do Chaco, no sudeste. No Chile, as áreas consideradas em risco a desertificação é da ordem de 45% da superfície nacional (340.000 km²), afetando 1,5 milhões de habitantes. No Equador, as áreas geográficas degradadas são relativamente pequenas, porém significativas em termos de população afetada. No Peru, aproximadamente 22% das terras é vulnerável a desertificação (283.000 km²), onde habitam 20 milhões de pessoas (BEEKMAN, 2006).

Os processos de desertificação nas regiões semi-áridas começaram a ser identificados nos anos de 1970, tendo como pioneiro, o Professor João Vasconcelos Sobrinho, que já alertava sobre: *“um grande deserto com todas as características ecológicas que conduziriam à formação dos grandes desertos hoje existentes em outras regiões do globo”* (BRASIL, 2005).

Outro ponto importante, é que se fala muito nas perdas econômicas e em populações afetadas, no entanto, não se fala das perdas sociais. No final do ano de 2008 e início do ano de 2009, se presenciou uma das piores crises capitalistas do mundo, e para salvar o sistema financeiro os governos estão injetando trilhões de dólares na economia, quantidade de dinheiro nunca vista antes saindo dos cofres públicos de praticamente todos os países do mundo, no entanto, nem 10% deste montante ainda não foram investidos no combate à desertificação, na eliminação da pobreza, na preservação do meio ambiente.

Neste contexto, uma gama enorme de trabalhos relativos à desertificação indica como o resultado deste processo a ampliação de problemas sociais, a redução da capacidade produtiva das terras, a estagnação de atividades econômica, entre outros problemas. Assim, um detalhamento das ações, objetivos e prioridades com relação aos estudos desenvolvidos relativos às áreas em riscos à desertificação - podem ser encontrados no PAN-Brasil - O Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.

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

O Brasil, atendendo a um compromisso firmado na Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (CCD), elaborou ao longo de 2003 e 2004, com a participação de entidades governamentais e não-governamentais, o Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil. Esse documento reflete o compromisso do governo com o processo de transformação da sociedade brasileira e está centrado nos seguintes eixos temáticos:

- ✓ Combate à Pobreza e à Desigualdade;
- ✓ Ampliação Sustentável da Capacidade Produtiva;
- ✓ Preservação, Conservação e Manejo Sustentável de Recursos Naturais;
- ✓ Gestão Democrática e Fortalecimento Institucional.

O PAN-Brasil se configura como um instrumento norteador com ações articuladas no controle e combate à desertificação, bem como, para a ampliação dos acordos sociais envolvendo os mais diversos segmentos da sociedade, também considerado importante para a realização dos planos estaduais de combate à desertificação (BRASIL, 2005). O Programa de Ação Nacional (PAN) é um marco de políticas e linhas de ação em longo prazo, como medidas concretas e eficazes no combate à desertificação e a seca.

O PAN-Brasil tem como objetivo o estabelecimento de diretrizes e instrumentos legais e institucionais com vistas a aperfeiçoar a formulação e execução de políticas públicas nas áreas em riscos a desertificação. CARVALHO (2010) afirma que a construção do PAN-Brasil contou com um número considerável de atores sociais – governamentais (internacionais, nacionais e estaduais), não-governamentais e dos parlamentos. Ao mesmo tempo reforça a tese de que a maior contribuição para sua efetivação refere-se àquelas advindas da sociedade civil, com ênfase no conjunto de organizações que se estruturaram em torno da ASA – Articulação do Semi-Árido. Para esse pesquisador, o PAN-Brasil foi estruturado com a perspectiva de administrar os problemas decorrentes do avanço da desertificação no semiárido brasileiro. E, explica que os desafios a serem lidados estavam relacionados com: i) as dificuldades de captação de recursos financeiros; ii) a capacidade de planejamento; iii) a capacidade de operação das estruturas administrativas nos três níveis de governo; iv) o reduzido nível de conhecimento sobre os problemas e possibilidades do Semiárido; e v) a institucionalidade específica para cuidar da gestão dos problemas de desertificação.

O PAN-Brasil define em nível nacional, as diretrizes que norteará o combate a desertificação e ações mitigadoras dos efeitos das secas, no entanto, cabe aos Estados atingidos por esses fenômenos a responsabilidade de elaboração e estabelecimentos dos seus planos em relação ao enfrentamento desses processos em seus territórios. Nesse contexto, o Brasil, como signatário da Convenção da ONU que trata do tema, comprometeu-se a formular os programas de ação estaduais de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca.

Para construção de seus planos, os Estados envolvidos foram apoiados em acordo de cooperação técnica com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura – IICA, Agência de Cooperação Alemã (GTZ). O Estado de Pernambuco ainda estabeleceu parcerias com Associação Municipalista de Pernambuco (AMUPE), Fundação Joaquim Nabuco (FUNDAJ) e Articulação do Semiárido de Pernambuco (ASA/PE). Essa articulação foi realizada através da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA). Nesse sentido, o processo de elaboração do PAE-Ceará, contou com a interlocução da sociedade civil organizada (através de oficinas participativas), Grupo Permanente de Combate à Desertificação (GPCD), as ações foram desenvolvidas através da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Todos consideram que a participação social e a integração de ações entre as três esferas de Governos (federal, estadual e municipal) são fundamentais para a construção dessa estratégia (PERNAMBUCO, 2009; CEARÁ, 2010).

Objetivando estabelecer às diretrizes e instrumentos legais e institucionais que possibilitem aperfeiçoar a formulação e execução de políticas públicas e investimentos privados nas áreas em riscos a desertificação, no contexto da política de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca e da promoção do desenvolvimento sustentável, é que os Estados de Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte, já elaboraram o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação, os demais Estados do Nordeste ainda se encontram em fase de elaboração.

3.5. Áreas em risco a Desertificação no Brasil e os impactos ambientais.

As áreas em risco à desertificação no Brasil são aquelas localizadas na região Nordeste, onde se encontram espaços climaticamente caracterizados como semiáridos e subúmidos secos e, em alguns trechos nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo (BRASIL, 2004). Essas áreas abrangem uma superfície de 1.338.076 km², correspondendo a 1.482 municípios brasileiros, sendo que, 710.437,30 km² do total são caracterizados semiáridos (62,83%) e 420.258,80 km² como áreas subúmidas secas (37,17%).

ACCIOLY (2000), afirma que aproximadamente 181.000 km² de terras da região Semiárida do Nordeste, onde se encontram em processo de desertificação, que corresponde a 20% do total do semiárido brasileiro. Conforme o MDS (2005), mais de 1/3 de todo o semiárido nordestino apresentam sérias restrições ao uso agrícola e pastoril, sem perspectiva de sustentabilidade. Abriga entre 15 a 20 habitantes/km², onde a terra encontra-se severamente degradada não suportando mais a pressão antrópica exercida sobre os recursos naturais, tornando-as espaços propensos a emigração.

As áreas em risco de desertificação abrangem municípios dos 9 (nove) Estados do Nordeste: Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, sendo considerados ainda, municípios no norte de Minas Gerais e noroeste do Espírito Santo. Assim, dos 1.482 municípios que compõem as áreas em riscos à desertificação, 804 municípios compreendem a região do Semiárido, sendo que os Estados da Bahia, Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará, têm um maior número de municípios inseridos nessa região (BRASIL, 2004).

No Brasil, o Plano Nacional de Combate à Desertificação (PNCD), que é um acordo de cooperação técnica entre o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e o Governo Brasileiro consideram que a grande maioria das terras com risco à desertificação de moderada a muito alta se encontram nas áreas semi-áridas e subúmidas do Nordeste (**Figura 3**).

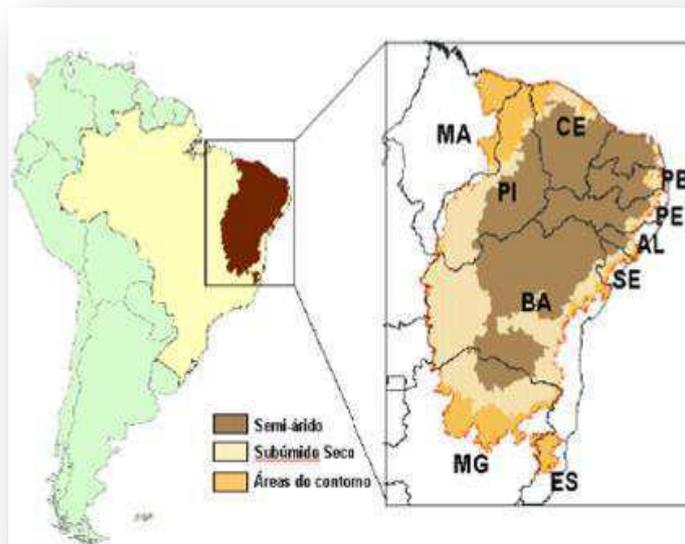


Figura 3. Áreas em riscos à desertificação no Brasil

Fonte: LIMA (2005).

As seis áreas piloto para investigação sobre a desertificação no semiárido brasileiro (**Tabela 12**), selecionadas pelo Prof. Vasconcelos Sobrinho, tinham objetivos de identificar as áreas mais atingidas pelo fenômeno da desertificação.

Tabela 12. Áreas piloto para investigação sobre a desertificação no Semiárido Brasileiro.

Áreas Piloto	Estados	Regiões naturais e/ou Microrregiões homogêneas	Municípios
01	Piauí	Caatinga e Cerrado	Gilbués, Simplício Mendes, Cristino Castro, Ribeiro Gonçalves, Correntes, Bom Jesus e municípios vizinhos.
02	Ceará	Inhamuns	Tauá, Ameiroz, Monçaba, Auaba, Catarina, Saboeiro, Irauçuba e municípios vizinhos.
03	Rio Grande do Norte	Seridó	Currais Novos, Acari, Parelhas, Equador, Carnaúba dos Dantas, Caicó e Jardim do Seridó.
04	Paraíba	Cariris Velhos	Juazeirinho, São João do Cariri, Serra Branca, Cabaceiras, Camalaú, Picuí e municípios vizinhos.
05	Pernambuco	Sertão Central	Salgueiro, Parnamirim, Cabrobó, Itacuruba, Belém do São Francisco, Petrolina, Afrânio, Ouricuri, Araripina e municípios vizinhos.
06	Bahia	Sertão do São Francisco	Uauá, Macururé, Chorrochó, Abaré, Rodelas, Curaçá, Glória, Jeremoabo, Juazeiro e municípios vizinhos.

Fonte: Vasconcelos Sobrinho, João. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: FADURPE/UFRPE. (BRASIL, 2004).

As áreas em risco à desertificação e enquadradas no escopo de aplicação da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação são aquelas de clima árido, semiárido e sub-úmido seco (**Tabela 13**), denominado de terras secas. Conforme a definição aceita internacionalmente, o Índice de Aridez, definido por Thornthwaite (1955) é a razão

entre a Precipitação e a Evapotranspiração Potencial e, estabelece as seguintes classes climáticas.

Tabela 13. Classificação Climática em função do Índice de Aridez.

Classificação	Índice de Aridez
Hiper-árido	< 0,03
Árido	0,03 – 0,20
Semi-árido	0,21 – 0,50
Sub-úmido seco	0,51 – 0,65
Sub-úmido úmido	> 0,65

Fonte: Resolução CONAMA Nº 238.

As áreas consideradas em riscos a processos de desertificação são aquelas que apresentam Índice de Aridez entre 0,21 até 0,65. No âmbito dos programas de combate à desertificação no Nordeste, foram consideradas três categorias de riscos à desertificação (**Tabela 14**).

Tabela 14. Classificação dos Riscos à Desertificação em função do Índice de Aridez.

Índice de aridez	Riscos à Desertificação
0,05	Muito alta
0,21 a 0,50	Alta
0,51 a 0,65	Moderada

Fonte: MATALLO JR., Heitor. “A desertificação no mundo e no Brasil”. In: SCHENKEL, Celso Salatino & MATALLO JR., Heitor. Desertificação. Brasília: UNESCO, 1999, p. 11. Apud. MMA (2004).

Pesquisadores da EMBRAPA utilizaram para identificar as áreas em riscos à desertificação, além do Índice de Aridez, indicadores relacionados à propriedade e uso dos solos em áreas com isoietas pluviométricas, situadas no limite de 500 mm (áreas mais secas do semiárido). Nesse contexto, foram estabelecidos níveis de degradação ambiental caracterizados segundo os tipos de associações de solos, do relevo, de erosão e o tempo de ocupação do solo (BRASIL, 2005).

A região Semiárida do Nordeste tem 74,34% de seu território submetido a alterações ambientais, correspondendo aos níveis de degradação: moderado (40,80%); grave (27,68%) e muito grave (5,86%) que podem variar de acordo com o tipo de solo, relevo e uso da terra (**Tabela 15**).

Tabela 15. Área e população afetada pela desertificação no semiárido.

Grau de comprometimento	Área (km ²)	População em 1991 (hab)	% do Semiárido	
			Área	População
Muito Grave	52.425,00	1.378.064	5,86	7,72
Grave	247.831,00	7.835.171	27,68	43,90
Moderado	365.287,00	6.535.534	40,80	36,62
TOTAL	665.543,00	15.748.769	74,34	88,24

Fonte: BRASIL (2005)

Os estudos disponíveis indicam que a área afetada no Nordeste pela desertificação de forma *muito grave* é de 98.595 km². As áreas afetadas de forma *grave* atingem 81.870 km². Deve-se acrescentar que as demais áreas sujeitas à ação do homem, 393.897 km², sofrem degradação moderada (**Figura 4**).

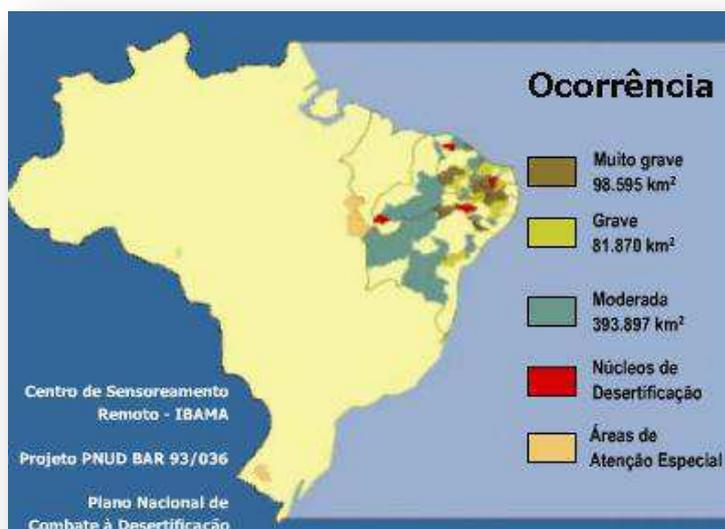


Figura 4. Mapa de Ocorrência de Desertificação no Nordeste.

Fonte: <http://www.aspan.org.br/riodbrasil/pt/desert/brasil.htm>.

Os núcleos de desertificação foram definidos como os principais territórios com alto risco à desertificação (**Tabela 16**), sendo identificadas 4 (quatro) áreas, conhecidas como Núcleos de Desertificação, como forma de caracterizar o maior nível de severidade deste processo e estão localizadas na porção Semiárida do Nordeste brasileiro. Importante ressaltar que essa terminologia é utilizada apenas no Brasil.

Tabela 16. Municípios integrantes dos quatro primeiros núcleos de desertificação.

Estado	Núcleos existentes e municípios integrantes
Ceará	Núcleo de Irauçuba (Irauçuba, Forquilha e Sobral)
Piauí	Núcleo de Gilbués (Gilbués e Monte Alegre do Piauí)
Rio Grande do Norte	Núcleo Seridó (Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador e Parelhas)
Pernambuco	Núcleo de Cabrobó (Belém do São Francisco, Cabrobó e Floresta)

Fonte: MMA. Mapa de ocorrência da desertificação e áreas de atenção especial no Brasil. Brasília: Topografia e Engenharia, Topocan, 1998. Apud. Pernambuco (2009).

A ocupação das áreas onde estão situados estes núcleos varia de uma para outra, ainda que as atividades predominantes estejam quase que totalmente ligadas à agropecuária. São eles: Gilbués-PI (mineração e pecuária), Irauçuba-CE (ocupação desordenada do solo), Seridó-RN (solos aluviais utilizados para a extração de argila e lenha) e Cabrobó-PE (pecuária e a agricultura) (**Figura 5**).

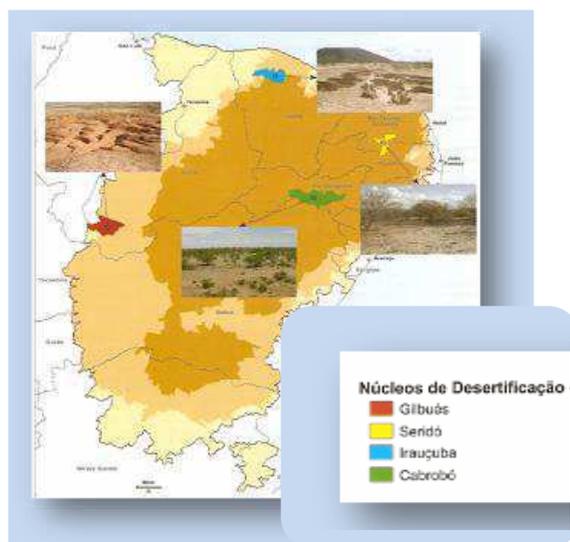


Figura 5. Áreas Susceptíveis a Desertificação e Núcleos de Desertificação
 Fonte: Adaptado de: (MMA, 2007).

O núcleo de Gilbués é o único instalado em clima subúmido seco, com precipitação em torno de 1.200 mm/ano, e se situa em Embasamento Sedimentar, os demais núcleos ocorrem em clima semi-árido e no Embasamento Cristalino (BRASIL, 2004). A área afetada é de 6.131 km², atingindo um total de 20 mil habitantes (SÁ; ANGELOTTI, 2009).

O Núcleo de Desertificação do Seridó abrange uma área de 2.341 km², atinge uma população de 244 mil habitantes. As causas principais da desertificação no Seridó têm sido atribuídas ao desmatamento da Caatinga para extração de lenha e argila, uso intensivo dos recursos naturais e sobrepastejo. Nesse núcleo estão incluídos os seguintes municípios: Currais Novos, Cruzeta, Equador, Carnaúba dos Dantas, Acaraí, Parelhas, Caicó, Jardim do Seridó, Ouro Branco, Santana do Seridó e São José do Sabugi (SÁ; ANGELOTTI, 2009).

Nessa linha de pesquisa, CREPANI (2009) em estudo realizado no Núcleo de Desertificação de Gilbués, concluiu que a degradação de solos no município de Gilbués-PI, se caracteriza por uma intensa e extensa exposição do substrato rochoso sedimentar causada pelo processo de perda das camadas superiores do solo, ricas em nutrientes, tendo início pela erosão laminar, posteriormente se formando estreitos sulcos que se transformam em ravinas dominantes da paisagem.

Conforme Marcos de Oliveira Santana, Coordenador do PAN-Brasil, no Núcleo de Gilbués, a força motriz com maior influência é a precipitação pluviométrica, que atua na desagregação e transporte de sedimentos muito suscetíveis à erosão (SAPIÊNCIA, 2006). Assim, a principal característica desta área se refere aos solos de caráter arenosos, com formação de grandes dunas e voçorocas, provocadas por erosão hídrica e eólica com avanço para área urbana da cidade (**Figura 6**).



Figura 6. A desertificação no município de Gilbués-PI.

Fonte: Projeto Dom Helder (2008); Governo do Estado do Piauí (2008).

Pesquisas realizadas mostram que as erosões que ocorrem em Gilbués, têm causado sérios efeitos negativos, tanto na zona urbana como rural, sendo o grau de agressão observado em estradas, ruas, residências, na cobertura vegetal e no solo por meio do processo erosivo, o que resulta em assoreamento de baixões (geralmente de terras mais férteis), de grotas, riachos, rios, açudes, barragens e lagoas (SAPIÊNCIA, 2006).

Para CREPANI (2009), a configuração desse Núcleo parece não ter relação com variações climáticas, mas sim, relacionadas exclusivamente a atividades humanas, caracterizadas pela alteração da cobertura vegetal que expõe os solos de alta fertilidade e pouca resistência à erosão (Argissolos), às severas condições regionais de concentração pluviométrica, implicando em exposição do embasamento rochoso sedimentar, sendo por sua vez responsável pela redução ou perda da fertilidade e da produtividade biológica ou econômica, indicativos da degradação de terras.

O processo da desertificação além de Gilbués já atinge 06 (seis) municípios da região: Monte Alegre do Piauí, São Gonçalo do Gurguéia, Barreiras do Piauí, Corrente, Redenção do Gurguéia e Curimatá (MUNIZ, 2004).

O Núcleo de Desertificação de Cabrobó-PE abrange uma área de 4.960 km², atinge uma população de 24 mil habitantes. As principais causas da desertificação têm sido atribuídas: ao sobrepastejo, desmatamento e manejo inadequado dos solos. Nesse núcleo estão incluídos os seguintes municípios: Cabrobó, Orocó, Santa Maria da Boa Vista, Belém de São Francisco e Floresta. Como características são citadas a erosão, processo de salinização do solo, considerado grave (SÁ; ANGELOTTI, 2009). Sendo o primeiro núcleo identificado, na década de 1970, pelo ecólogo Vasconcelos Sobrinho (SÁ; ANGELOTTI, 2009; apud RODRIGUES, 1997).

O Núcleo de Desertificação de Irauçuba-CE abrange uma área de 4.000 km², atinge uma população de 34 mil habitantes. As principais causas da desertificação têm sido atribuídas: aos intensos desmatamentos, práticas de queimadas e ocupação desordenada do solo. Nesse núcleo estão incluídos os seguintes municípios: Irauçuba, Sobral, Tejucooca, Itapagé, Canindé, Miraíma (SÁ; ANGELOTTI, 2009). O município de Irauçuba tem como fatores determinantes do processo de desertificação, o tipo de solo, a geologia, o relevo e a forma de exploração dos recursos naturais. Importante citar, que os aspectos econômicos e sociais apresentados não são determinantes de tais processos apesar de influenciarem (CEARÁ, 2010).

Segundo o MMA, o impacto da desertificação nesses quatro núcleos é variável, em função da distinção entre a natureza geológica e os tipos de solos. Cabe ressaltar que o termo “Núcleo de Desertificação” é usado somente no Brasil e não consta da lista de terminologias definidas pela UNCCD.

Segundo a Convenção das Nações Unidas (1997), os impactos provocados pela desertificação apresentam reflexos: ambiental, social e econômico.

☞ **os impactos ambientais** - podem ser visualizados através da destruição da biodiversidade (flora e fauna), na diminuição e disponibilidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, através do assoreamento de rios e reservatórios, da perda física e química de solos. Todos estes fatores reduzem o potencial biológico da terra, reduzindo a produtividade agrícola e, portanto, impactando as populações.

☞ **os impactos sociais**- podem ser caracterizados pelas importantes mudanças sociais que a crescente perda da capacidade produtiva provoca nas unidades familiares. As migrações desestruturam as famílias e impactam as zonas urbanas, que quase sempre não estão em condições de oferecer serviços às massas de migrantes que para lá se deslocam. Importante lembrar que a população afetada caracteriza-se por alta vulnerabilidade, já que está entre as mais pobres da região, com índices de qualidade de vida muito abaixo da média nacional.

Quando se refere às populações sertanejas que estão mais vulneráveis e estão submetidas a um grau de pobreza quase absoluta e a uma estrutura fundiária injusta, os movimentos migratórios se acentuam, o que desestruturam as famílias e tem agravado os problemas das áreas urbanas incapazes de atender as necessidades mínimas dessa população (CEARÁ, 2010).

Dados do PNUD³ mostram que entre os mil municípios com menor IDH-M (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal), 715 são afetados pelos efeitos da desertificação. Dos 1.482 localizados em regiões classificadas como Semiáridas, Subúmidas secas e arredores, 915 apresentam condições de vida piores que as da Namíbia (0,627) e apenas 51 estão em situação melhor que o Vietnã (0,704). Em só cinco deles o indicador fica igual ou acima do índice do Brasil (0,766). Aqui nos perguntamos: O que tem melhorado para o Nordeste do início da colonização até os dias de hoje? Além das vulnerabilidades climáticas do Semiárido, grande parte dos solos encontra-se degradados. Dados do IBGE, já em 1994, mostravam que 54% do bioma caatinga, com vegetação característica do semiárido, se encontravam em elevado estágio de antropização.

Esta população vulnerável que mais sofre com os efeitos da desertificação, encontra-se concentrada principalmente na zona rural, que para sobreviver está sujeita a todo tipo de relação de trabalho, que se desenvolve sempre de forma exploratória, sobretudo, quando são utilizadas como mão-de-obra barata, principalmente, mulheres e crianças, submetidas a trabalhos pesados onde geralmente as relações desenvolvidas sempre foram de submissão aos patrões. Para, HARVEY (2005): “*os modos de exploração em sociedades baseadas no trabalhador rural tradicional também podem ser convertidos em subordinação formal e não real do trabalho sob o capital*”.

³http://www.pnud.org.br/meio_ambiente/reportagens/index.php?id01=1964&lay=mam

perdas econômicas causadas pela desertificação também são de grande importância. No Brasil, conforme diagnóstico realizado pelo MMA, as perdas econômicas podem chegar a US\$ 800 milhões por ano devido à desertificação. Os custos de recuperação das áreas mais afetadas alcançam US\$ 2 bilhões para um período de vinte anos. O sertão tem quase 18 milhões de habitantes, é o maior adensamento populacional em região semi-árida do mundo. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de Pobreza Humana (IPH) de todos os estados que compõem o Semi-Árido nordestino demonstram que o que aflige a população não é a seca, mas a miséria, que permanece mesmo quando há disponibilidade hídrica. Isto se deve em função das relações de trabalho estabelecidas ao longo do tempo, de submissão ao coronelismo, às oligarquias, onde as atividades econômicas desenvolvidas não permitiram uma elevação na qualidade de vida das pessoas, perpetuando a mão-de-obra barata e de fácil exploração. Situação idêntica a esta foi encontrada por BARBOSA *et al.* (2005) na região da Chapada do Araripe (**Figura 7**).

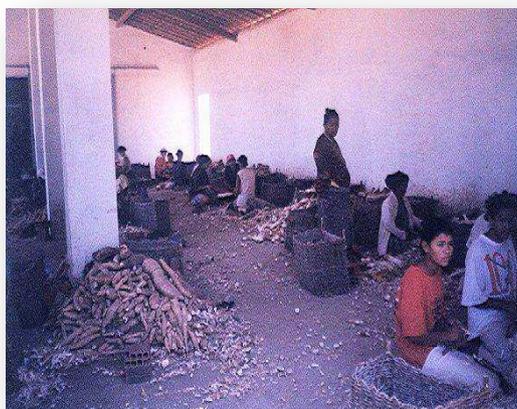


Figura 7. Trabalhadore (a)s em uma casa de farinha - jornada de 12 horas de trabalho com início às 3 horas da manhã e diária média de cinco a seis reais.
Fonte: BARBOSA *et al.* (2005).

Nesse contexto, importante também se faz referências quanto à desertificação e a seca sob o ponto de vista das variações climáticas no Semiárido do Nordeste.

3.6. Desertificação e secas – sob o ponto de vista das variações climáticas na região Semiárida do Nordeste e suas conseqüências sociais e ambientais.

Muito se tem discutido sobre a desertificação com relação ao declínio da produtividade das terras secas, em decorrência das variações climáticas e atividades humanas. As variações climáticas são refletidas e medidas pelo aumento da frequência e intensidade de secas, que aumenta o grau de aridez das áreas em riscos à desertificação, no entanto, as atividades humanas, em resposta a esta pressão climática e a uma predisposição geomorfológica não permite o uso intensivo, agravam a degradação dos recursos naturais, em especial a água, solo e vegetação (MMA, 2007).

Para MATTALO JÚNIOR (2001) a seca é um fenômeno mais antigo e mais "visível" do que a desertificação. A desertificação é um processo que ocorre durante lapsos de tempo relativamente grandes (10 ou mais anos), enquanto a seca é um evento marcado claramente no tempo.

As diversas características de clima, vegetação e de solo, associadas às necessidades de sobrevivência da população, têm causado impactos ambientais, sociais e econômicos no Semiárido brasileiro. O Semiárido é uma das regiões brasileiras mais afetadas pelas mudanças climáticas. Os impactos devido ao aumento de temperatura e anomalias na precipitação poderão alterar a produção das culturas, os recursos hídricos, o manejo de irrigação, a biodiversidade, o Bioma Caatinga e o processo de desertificação (ANGELOTTI *et al.*, 2009). Conforme MI (2007), estudos já realizados indicam que o fenômeno El-Niño – Oscilação Sul (ENOS) – guarda uma estreita relação de causa e efeito com os períodos de secas intensas no Semiárido nordestino e com inundações catastróficas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

SOUSA *et al.* (2008), afirmam que a semi-aridez na região Nordeste é resultante de fenômenos puramente naturais, mas está se intensificando por causas antrópicas. Essa semi-aridez é agravada com a ocorrência de periódicas secas, que resultam da baixa pluviosidade na época normalmente chuvosa. Esse problema desencadeia uma exploração intensiva dos recursos naturais, principalmente pelas famílias rurais com menos poder aquisitivo e, portanto mais vulneráveis. Para ANGELOTTI *et al.* (2009), a região Semiárida de todos os ambientes do Brasil apresenta maior vulnerabilidade às mudanças climáticas no aspecto social, em função dos potenciais impactos negativos sobre os recursos hídricos e a agricultura de sequeiro. MARENGO (2008) afirma que o semi-árido tem no passado uma história de secas que afetam de forma drástica, sua população rural.

MACEDO (2009) comenta que a seca como fenômeno natural gerador de calamidade físico-social é o que tem menos caráter destrutivo, é um evento conservativo. Ao contrário das enchentes, que dizimam plantações, cidades, patrimônio das pessoas, agravando profundamente a infraestrutura de determinada área ou região. Este autor considera que a seca pode ser, também, um tempo de construção. Portanto, a seca é um fenômeno que atinge a região em menor ou maior intensidade há séculos, a população atingida sofre com seus efeitos, por outro lado, apesar das políticas destinadas a sanar esse problema em anos de estiagem, não atende as necessidades básicas da população.

Conforme o MDS (2005), o ano de 1877 é marcante na crônica das secas e da fome da zona Semiárida no Nordeste e no mundo. Relatos feitos por WEBB (1979) apontam que a seca ocorrida em 1932 teve um significado diferente da ocorrida em 1877, como também, a de 1951 diferiu da que ocorreu em 1932. Fica claro haver uma maior compreensão sobre medidas mais eficazes que foram tomadas com o intuito de diminuir o sofrimento da população e dos animais atingidos pelo fenômeno das secas. Esse autor faz referências às grandes secas de 1877 e 1932.

MAGALHÃES (2009), fazendo referências à gravidade desses fenômenos, em particular, o processo de desertificação em algumas áreas, afirma que a capacidade de suporte para a população poderá se reduzir, havendo a necessidade de alteração na forma de utilização das terras. Ainda, faz avaliações sobre a possibilidade futura de que as mudanças climáticas possam acelerar processos de desertificação, com mudanças na geografia econômica do Nordeste Semiárido e como resultado menor adensamento populacional, aumento das migrações e atividades menos dependentes do uso intensivo dos recursos solo e água.

Conforme o artigo 1(c) da UNCCD, “*seca é um fenômeno de ocorrência natural que existe quando a precipitação está significativamente abaixo dos níveis médios registrados, causando*

agudo desequilíbrio hídrico, que prejudica os recursos dos sistemas de produção da terra” (MMA, 2009). Do ponto de vista meteorológico, a seca é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada dos recursos hídricos existentes. A seca não é um problema do Nordeste, é um problema do Brasil (MI, 2007). Para o Secretário Executivo da UNCCD – Luc Gnacadja, o número de pessoas e os ecossistemas em risco de seca e desertificação está a aumentar significativamente (UNCCD, 2011).

Consta no PAN-Brasil que em torno de 32 milhões de pessoas, no Brasil, são afetadas pelo fenômeno das secas e habitam em áreas em riscos à desertificação. Para MAGALHÃES (2009) as secas provocam profundo impacto na vida das pessoas que habitam o vasto Semiárido nordestino. DUARTE (2002) afirma que as secas são desastres naturais periódicos que, em maior ou menor intensidade, atingem o Semiárido nordestino. Conforme MARENGO (2008), historicamente, a região sempre foi afetada por grandes secas ou grandes cheias.

Para DUARTE (2002) uma seca se caracteriza tanto pelo baixo nível da precipitação anual em relação à média de um ano de chuvas normais quanto pela sua distribuição irregular durante o período chuvoso com duração de quatro a seis meses (entre janeiro e abril, ou maio, ou junho) ou, como frequentemente acontece as duas possibilidades. Importante também se avaliar as diferentes formas de percepções sobre a ocorrência de fenômenos climáticos, em especial a seca. A literatura apresenta quatro tipos predominantes de seca (**Figura 8**).

✓ **Seca Meteorológica** - uma medida do desvio da precipitação em relação ao valor normal; caracteriza-se pela falta de água induzida pelo desequilíbrio entre a precipitação e a evaporação, a qual depende de outros elementos como a velocidade do vento, temperatura e umidade do ar, insolação.

✓ **Seca Agrícola** - associada à falta de água causada pelo desequilíbrio entre a água disponível no solo, a necessidade das culturas e a transpiração das plantas. Esse tipo de seca, associado à agricultura de sequeiro, é a que maiores impactos causam no Nordeste Semi-Árido. Os efeitos são severas perdas econômicas e grandes transtornos sociais como: fome, migração, desagregação das famílias.

✓ **Seca Hidrológica** - a seca hidrológica, ou de suprimento de águas, pode ser entendida como a insuficiência de águas nos rios ou reservatórios para atendimento das demandas de águas já estabelecidas em uma dada região. O resultado desse tipo de seca é o racionamento, ou colapso, em sistemas de abastecimento d'água das cidades ou das áreas de irrigação.

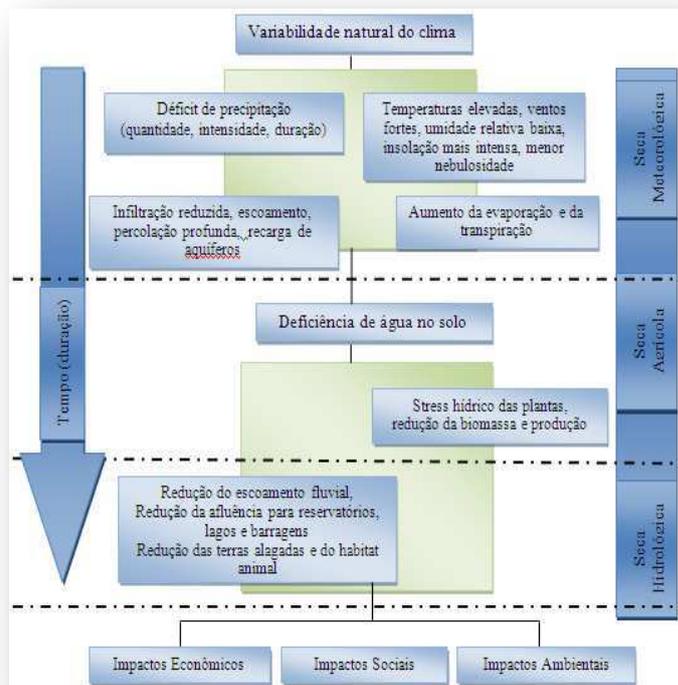


Figura 8. Esquema da sequência temporal dos diversos tipos de seca
 Fonte: <www.drought.unl.edu, 2002>.

✓ **Seca Sócioeconômica** – é uma consequência dos demais tipos de seca, sendo caracterizada pela pobreza e estagnação econômica das regiões afetadas (MMA, 2009).

Com relação às mudanças climáticas, o meteorologista Paulo Nobre, do Centro de Previsão de Tempo e Estudo Climático do INPE, em entrevista ao Jornal Nacional, assim se posicionou com relação ao município de Araripina-PE: "Araripina é uma região de produção de gesso, onde a caatinga foi toda cortada. Então a relação temperatura e radiação solar muda. Lá também é uma região onde nós observamos quatro graus de aumento em praticamente 40 anos". Destacando também, "Em vez da pessoa receber o seguro agrícola pelo milho que ela não colheu, deveria receber um financiamento para o replantio de árvores em matas ciliares" (JORNAL NACIONAL, 2010).

ANGELOTTI *et al.* (2009), entre outros autores, afirmam ser a região Semiárida caracterizada por forte insolação, altas temperaturas e um regime de chuva marcado pela escassez, irregularidade e concentração das precipitações num curto período, de três meses, em média. Daí, ser esta região em períodos de estiagem ou seca prolongada, caracterizada pela estagnação econômica, com perda da produtividade das principais culturas implantadas, expondo a população ainda mais vulnerável ao quadro de pobreza e em consequência a desestruturação das famílias, enfim, gerando profundos impactos econômicos, sociais e ambientais.

Conforme o MI (2007), em períodos de secas a estagnação econômica repercute sobre as já precárias condições sociais. A situação de desnutrição crônica da população socioeconomicamente marginalizada evolui para crise de fome. Para DUARTE (2002) a seca é um desastre natural impossível de se deter. Afirma também que pouco se pode fazer além da busca de aperfeiçoamento dos métodos de previsão de sua incidência. Por outro lado, acha

fundamental a reestruturação fundiária da zona Semiárida, na atenuação dos efeitos sociais da seca.

DUARTE (2002) faz referências aos aspectos dramáticos da seca de 1998-1999, onde foi observada a falta d'água em um grande número de núcleos urbanos. Neste sentido, afirma como sendo fundamental para o enfrentamento de uma longa estiagem, a disponibilidade de recursos hídricos. Para este, a dimensão da pobreza e a vulnerabilidade da população do semiárido nordestino à seca é uma situação que além de recorrente, quando ocorre uma estiagem prolongada, toma proporções de calamidade pública. Nesse sentido, MACEDO (2009) afirma que a agricultura no Semiárido representa o maior percentual da ocupação no campo, constituindo um setor de importância no tocante a oportunidade e oferta de emprego, resultando daí a vulnerabilidade da população rural durante a ocorrência das grandes secas.

Ainda dentro das considerações de importante entendimento sobre o processo de desertificação, passamos a apresentar pontos de vista de pesquisadores, para melhor se compreender a construção de indicadores de desertificação.

3.7. Indicadores da desertificação

Conforme MEUNIER (2004) a primeira tentativa de desenvolvimento de indicadores para a identificação e estudo de áreas em desertificação, no Nordeste do Brasil, foi apresentada pelo Prof. Vasconcelos Sobrinho. Este pesquisador mostrou a importância de que os indicadores não fossem necessariamente estatísticos, mas que facilitassem a tomada de decisões imediatas, ao mesmo tempo em que defendeu indicadores locais, para permitir a comparação controlada entre diferentes condições do ambiente. Nesse contexto, a primeira tentativa de formulação de um sistema de indicadores de desertificação teve o patrocínio do PNUMA quando do processo de preparação da Conferência de Nairobi, em 1977 (MATTALO JÚNIOR, 2001).

BEEKMAN (2006) relata que, desde o ano de 1996, os seis países (Argentina, Bolívia, Brasil, Peru, Equador e Chile) participantes da Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação vêm trabalhando para definir uma metodologia com a finalidade de selecionar os Indicadores da Desertificação (físico, biológico/agrícola, sócio-econômico e institucional).

MATTALO JUNIOR (2001) mostra as dificuldades encontradas para a construção de uma metodologia que pudesse ser aceita como instrumento “universal”, no sentido de que fossem gerados conhecimentos mais específicos no que se refere à desertificação. Em 1988, apresentou uma proposta de sistema básico de indicadores para identificação e monitoramento dos processos de desertificação na América Latina e Caribe, elaborada para o Secretariado da Convenção da Desertificação, apresentado na *IV Reunião Regional da América Latina e Caribe para a Implementação da Convenção*, em Antigua e Barbuda. Nessa proposta os indicadores foram divididos em dois grupos: Indicadores de Situação e Indicadores de Desertificação. Para esse autor, a maior parte dos indicadores econômicos deve ser considerada como sendo Indicadores de Situação, sendo incluídos nessa categoria os indicadores relativos a clima e a socioeconomia (**Tabela 17**).

Tabela 17. Resumo dos indicadores de situação.

Indicadores de Situação		Definição
Clima	Precipitação	Quantidade de chuva que cai numa determinada região num certo período de tempo
	Insolação	Número de horas diárias (duração) e intensidade de radiação total, o que permite que se calcule a evapotranspiração potencial.
	Evapotranspiração	É a perda de água para a atmosfera, na forma de vapor. O seu conhecimento, associado com o ganho de água através da precipitação, permite determinar a disponibilidade hídrica de uma região.
Sociais	Estrutura de idades	Indicador dos efeitos da desertificação sobre a população humana local. Pode ser expressa como a relação entre o número de crianças, homens, mulheres e velhos em relação à população total
	Taxa de mortalidade infantil	Número de mortes de crianças, com menos de 1 ano, para cada mil nascidas vivas.
	Nível educacional	Número de anos com educação formal.
Econômico	Renda per capita	Expressa a média de rendimento por habitante, permitindo verificar o nível de vida.
Outro	Uso do solo agrícola	Ocupação do solo agrícola por tipo de cultura (permanente, temporária, pastos nativos, pastos plantados, matas nativas)

Fonte: MATALLO JUNIOR (2001)

QUEZADA; VARNERO (2009) avaliam que em diversas regiões do mundo sujeitas a processos de desertificação, se tem buscado propor sistemas de indicadores com a finalidade de representar o estado de degradação ambiental e social. No entanto, não se tem estabelecido um sistema que seja aplicável a distintas regiões e situações.

Para MATALLO JÚNIOR (2001) no grupo de indicadores de desertificação são listados aqueles que podem identificar o fenômeno em nível ambiental, ou seja, os relacionados à vegetação, solos e recursos hídricos (**Tabela 18**).

Tabela 18. Resumo dos indicadores de desertificação.

Indicadores de Desertificação		Definição
Biológicos	Cobertura vegetal	Porcentagem de uma determinada área com cobertura vegetal nativa. As mudanças da cobertura vegetal original são os primeiros indícios da ocupação humana. Sua importância fundamental está na proteção que exerce sobre o solo contra os efeitos erosivos. Sua eliminação ou diminuição, acompanhadas de técnicas inadequadas de uso e manejo dos solos permite que se iniciem e acelerem os processos de desertificação.
	Estratificação da vegetação	Número de estratos existente numa determinada área. Em geral os processos de desertificação uniformizam a vegetação em termos de estratos e número de espécies. As áreas mais degradadas têm um único estrato.
	Composição específica	Espécies nativas existentes na área. Por extinção ou por eliminação natural do sistema, as espécies tendem a diminuir com o tempo. Relaciona-se com o antropismo e os métodos inadequados de manejo.
	Espécies indicadoras	Espécies associadas ao fenômeno de degradação de um ecossistema. Existem espécies que indicam o processo de empobrecimento do solo, seja por perda de fertilidade, por erosão ou salinização.
Físicos	Índice de erosão	Identifica o processo de desagregação e transporte de sedimentos pela ação da água ou dos ventos. Permite identificar os locais com maiores índices de degradação
	Redução de disponibilidade hídrica	Redução da disponibilidade efetiva de recursos hídricos de superfície e/ou subterrâneos.
Indicadores agrícolas	Uso do solo agrícola	Ocupação do solo agrícola por tipo de cultura (permanente, temporária, pastos nativos, pastos plantados, matas nativas)
	Rendimento dos Cultivos	Quantidade de um determinado produto colhido por unidade de área. Existem parâmetros conhecidos para a produtividade das culturas nos vários tipos de clima.
	Rendimento da Pecuária	Quantidade média de produção de carne e derivados para cada animal (por tipo de rebanho).
Outro	Densidade demográfica	Razão do número de habitantes por quilômetro quadrado. Pode ser aplicado a um município, microrregião ou Estado. Dadas às condições de semi-aridez, as condições dos solos, a disponibilidade de água da região e a sua capacidade de suporte, adotou-se como fator de pressão sobre o meio-ambiente, a densidade igual ou superior a 20 hab/km ² . As informações são coletadas de dados Censitários.

Fonte: MATALLO JUNIOR (2001)

PACHECO *et al.* (2006) comentam sobre a dificuldade de se determinar com precisão quais são os indicadores de desertificação e apontam dois requisitos: falta de consenso entre os pesquisadores no âmbito mundial e as diversas particularidades regionais, consenso também entre a maioria dos pesquisadores. Essas particularidades regionais podem ser destacadas a partir das diversas condições de ambientes em que se desenvolvem as áreas em risco a desertificação e que pode ser compreendida sob diversos ângulos de visão: i) quanto à

variação climática; ii) quanto à variabilidade dos solos; iii) a questão da seca – as condições para que seja possível lidar com os períodos de seca e políticas de adaptação das populações que vivem nessas regiões, entre outras.

Como exemplo destas particularidades, pode-se citar: as características físicas dos solos de Gilbués-PI e do Seridó-RN e o índice de precipitação: no primeiro caso, os solos são profundos, que foram intensivamente utilizados pela mineração, com índices pluviométricos anuais altos, o segundo, a maioria dos solos são rasos e pedregosos, com baixo índice pluviométrico, com os solos destinados principalmente para o setor de cerâmica, daí a dificuldade de se quantificar e eleger quais os indicadores locais a serem estudados para áreas com características tão distintas. Um ponto mais forte são as questões políticas e econômicas, ou seja, o modelo econômico vigente, que beneficia alguns poucos em detrimento da maioria, e assim se posterga a resolução das questões ambientais mais imediatas, a exemplo da desertificação.

SOARES *et al.* (2008) afirmam que os indicadores são passíveis de padronização e assim comparados com as mesmas informações de outras áreas, regiões ou países. Ao mesmo tempo, propõe alguns critérios básicos na escolha dos indicadores (**Tabela 19**).

Tabela 19. Critérios para seleção de indicadores.

Critérios Básicos	Características
Pertinência política e utilidade para os usuários:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dar uma imagem representativa das condições do ambiente; ✓ Ser simples, fácil de interpretar e permitir a análise das tendências; ✓ Refletir as modificações do meio ambiente e das atividades humanas correspondentes; ✓ Servir de referência às comparações internacionais; ✓ Ser de porte nacional ou representativo de problemas regionais de meio ambiente, visando o interesse nacional e; ✓ Se reportar a um valor limite ou a um valor de referência ao qual o comparar, de sorte que os usuários possam avaliar sua significância.
Exatidão de análise:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Assentar-se sobre os fundamentos teóricos corretos, tanto em termos científicos quanto técnicos; ✓ Basear-se em conceitos internacionais e com consenso internacional quanto a sua validade; e ✓ Poder se reportar aos modelos econômicos, dos sistemas de previsão e de informação.
Mensurabilidade. Os dados necessários para construir um indicador devem:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estar imediatamente disponíveis ou ser acessível na razão custo/benefício razoável; ✓ Ser acompanhado de uma documentação adequada e de qualidade reconhecida; ✓ Ser atualizado em intervalos regulares segundo procedimentos confiáveis

Fonte: SOARES (2007) apud SOARES *et al.* (2008)

Os critérios adotados na obtenção de indicadores serão primordiais na delimitação das regiões em risco de desertificação e, conseqüentemente, no estabelecimento de ações que darão suporte às medidas de prevenção, reabilitação e recuperação das áreas degradadas, por parte do poder público e da sociedade civil organizada, além de definir a prioridade geográfica de maior urgência de intervenção no combate à desertificação (MMA, 2008).

NASCIMENTO *et al.* (2007) reafirmam que os indicadores são características ambientais que estão intimamente correlacionados com os geossistemas e podem ser agrupados em três categorias: *física*- erosão do solo, salinização, nível do lençol freático, quantidade de matéria orgânica do solo, presença ou ausência de camadas impermeáveis na superfície do solo, regime pluviométrico etc.; *biológica*- diversidade das espécies, a produtividade, a cobertura vegetal, a absorção da radiação fotossintética ativa; e *socioeconômicos* - relacionados com as populações humanas das áreas afetadas, incluindo: formas de uso da terra e água, padrões de povoamento, parâmetros biológicos humanos e de processo social.

ABRAHAM *et al.*(2006) propuseram uma metodologia com base nos conceitos de avaliação e enfoque integrado de recursos e de forma participativa [...] podendo ser aplicada a nível local, tendo em vista envolver a participação dos atores envolvidos no processo, servindo como subsídios para os tomadores de decisão no combate à desertificação. Ainda, define a Avaliação Integrada (EI) como um processo estruturado para o tratamento de temas complexos que usa o conhecimento de diversas disciplinas científicas e a incorpora aos atores sociais. Desta forma, é apresentada uma metodologia para o estabelecimento de um Sistema de Avaliação e Monitoramento da Desertificação baseado em Indicadores (**Figura 9**).

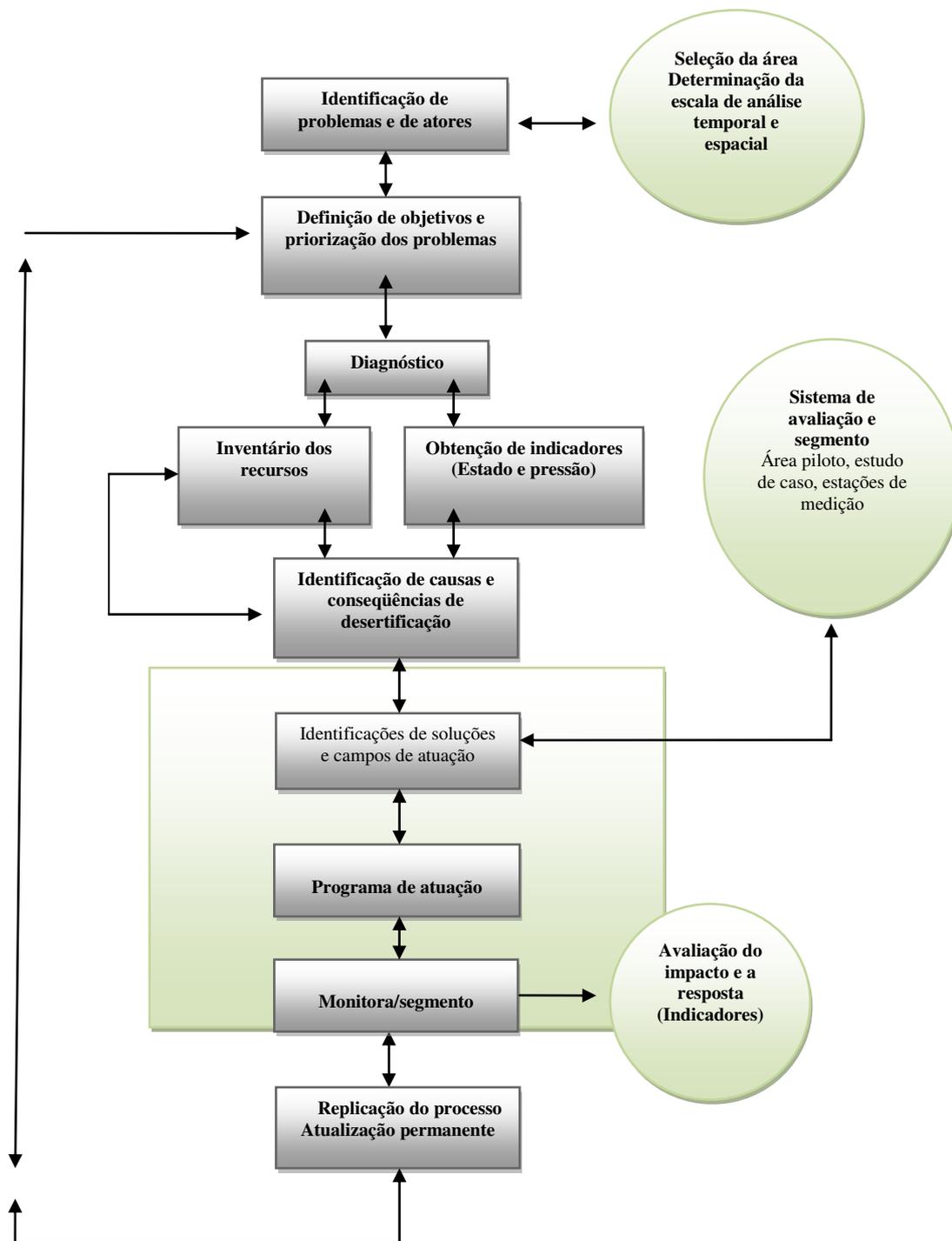


Figura 9. Passos para a definição de indicadores de desertificação
 Fonte: Adaptado de: ABRAHAM *et al.* (2006)

3.8. Risco ambiental e Vulnerabilidade

Os estudos quantitativos sobre risco ambiental tiveram início na década de 1960 em diversas áreas do conhecimento. Inicialmente o risco foi concebido como “a possibilidade de que ocorram processos ou circunstâncias adversas que possam acarretar danos”. Assim, os estudos sobre risco e vulnerabilidade começaram a serem considerados imprescindíveis para a compreensão das características, das transformações urbano-econômicas (BARCELLOS; OLIVEIRA, 2010).

MARANDOLA Jr.; HOGAN (2007) afirmam que os estudos sobre vulnerabilidade ganharam maior atenção no final da década de 80 e nos anos 90. Nesse momento, as pesquisas deixam de se ocupar apenas com os perigos naturais e passam a focar também os perigos sociais e os tecnológicos. Os autores afirmam que os “naturais” passam a ser vistos como ambientais, implicando que os perigos só podem ser compreendidos levando-se em conta o contexto natural e as formas pelas quais a sociedade tem se apropriado da natureza, produzindo perigos.

A vulnerabilidade, segundo WILCHES-CHAUX (1993), surge como consequência da interação de uma série de fatores e características que convergem para uma comunidade ou determinada sociedade, tornando-a incapaz de responder a um determinado risco com o subsequente desastre. Desta forma, o MI (2007) afirma como um dos conceitos básicos mais importantes da vulnerabilidade é o referente ao “fenômeno de indiferença” - a inércia seja da população ou das autoridades de governo à gravidade dos desastres a que está exposta a própria sociedade. É cada vez mais notório um cenário urbano crescentemente não só ameaçado, mas diretamente afetado por riscos e problemas ambientais. Assim, a vulnerabilidade é essencialmente uma condição humana, uma característica da estrutura social e um produto de processos sociais históricos (LAVELL, 1994).

Para MARENGO (2008) o termo vulnerabilidade denota um limite onde uma pessoa ou sistema pode ser afetado. A sustentabilidade significa a capacidade de um sistema manter-se em uma determinada condição. A vulnerabilidade denota o ponto onde a sustentabilidade pode ser comprometida. Para esse autor, a vulnerabilidade e a sustentabilidade são conceitos correlatos, onde uma frágil sustentabilidade de um sistema é entendida como mais vulnerável. A vulnerabilidade é uma condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis.

As vulnerabilidades podem estar associadas ao povoamento de terras inseguras para construção de casas, sujeitas a escorregamentos, inundações, ou quando faltam condições socioeconômicas, predomina o analfabetismo, baixo nível educacional, falta de renda, de bens, assistência técnica, atendimento médico-hospitalar-odontológico de qualidade, e onde predominam a segregação social, a concentração de renda e de propriedades, ou seja, onde faltam políticas públicas de desenvolvimento (BARBOSA, 2008). Nesse entendimento, outro fator que gera um ambiente que favorece aos processos de risco está relacionado com a especulação imobiliária, o uso inadequado do solo, o desmatamento, o não cumprimento à legislação (BARCELLOS; OLIVEIRA, 2010).

Segundo o Ministério da Integração Nacional (MI, 2007), o Brasil apresentou nas últimas décadas um êxodo rural acentuado, como consequência um crescimento urbano desordenado, impulsionado pelo processo de industrialização e de modernização. A forma rápida como ocorreu essa urbanização não permitiu aos poderes públicos locais estabelecer o ordenamento da ocupação do solo urbano, gerando as enchentes, os deslizamentos de encostas, os desastres tecnológicos e as epidemias urbanas, que se traduzem em tragédias freqüentemente verificadas no país.

Existem múltiplas definições e tipos de riscos, WILCHES-CHAUX (1993) entende risco como qualquer fenômeno de origem natural ou antrópica, que provoque uma mudança

no meio ambiente ocupado por uma determinada comunidade, que seja vulnerável a este fenômeno.

De acordo com MARCELINO *et al.* (2006), o mapeamento de áreas de risco, é considerado um dos instrumentos mais eficientes para análise de risco. Partindo-se deste se torna possível elaborar um conjunto de medidas preventivas e planificar as situações de emergência, favorecendo o estabelecimento de ações entre a comunidade e o poder público, cuja finalidade pode ser observada na defesa permanente contra os desastres naturais.

Os conceitos apresentados nos direcionam a melhor interpretar e analisar a situação de vulnerabilidade a ser investigada no decorrer do trabalho, com observações pontuais quanto ao direcionamento de políticas públicas mitigadoras dos riscos à desertificação.

3.9. Desastres Naturais

As inundações, escorregamentos, secas, furacões, entre outros, são fenômenos naturais severos, fortemente influenciados pelas características regionais, tais como, rochas, solo, topografia, vegetação, condições meteorológicas e tipos de povoamento e estão diretamente relacionados à produção dos espaços geográficos. São considerados desastres naturais à medida que estes fenômenos ocorrem de forma intensa onde existe a presença de seres humanos, ocorrendo danos tanto materiais e humanos como prejuízos sócio-econômicos (KOBAYAMA *et al.*, 2006).

O desastre seca é considerado um fenômeno social, caracterizando uma crise de agravamento de uma situação endêmica de pauperismo e estagnação econômica, sob o impacto do fenômeno meteorológico adverso. A estiagem enquanto desastre relaciona-se com a queda intensificada das reservas hídricas de superfície e de subsuperfície e com as conseqüências dessa queda sobre o fluxo dos rios e sobre a produtividade agropecuária (MI, 2007).

A carência de água nas ocasiões de estiagem na região semiárida, aumenta os riscos de desastres secundários de natureza humana relacionados às convulsões sociais, como a fome e desnutrição, desemprego generalizado e migrações intensivas e descontroladas. Provocam, ainda, desastres humanos de natureza biológica decorrentes da redução da resistência imunológica causada pela fome (MI, 2004).

Segundo MARCELINO *et al.* (2006), os principais fatores responsáveis pelo aumento dos desastres naturais no mundo estão relacionados com: o crescimento populacional, a segregação sócio-espacial (aumento das favelas e bolsões de pobreza), a acumulação de capital em áreas de risco (ocupação da zona costeira), o avanço das telecomunicações e as mudanças climáticas globais. O impacto dos desastres pode ser reduzido ou minimizado através de medidas preventivas classificadas como estruturais ou não estruturais. Estas quando combinadas, diminuem com eficiência as vulnerabilidades aos terremotos, à desertificação, aos deslizamentos de terra, às secas e às inundações (BRASIL, 1994).

MASKREY (1989) afirma que geralmente se considera como desastre natural a coincidência entre um fenômeno natural perigoso (inundação, terremoto, seca, ciclone, etc.) e determinadas condições vulneráveis. Existe o risco de ocorrer um desastre quando um ou mais perigos naturais se manifestam em um contexto vulnerável. Para BRASIL (2008) a

intensidade dos desastres não depende apenas da magnitude do fenômeno adverso, mas, principalmente do grau de vulnerabilidades do cenário do desastre e do grupo social atingido.

Os desastres são medidos em função da intensidade dos danos e dos prejuízos econômicos e sociais, assim, é possível que a seca do Semiárido nordestino, em longo prazo, se caracterize como um desastre muito mais importante que numerosos terremotos, erupções vulcânicas e ciclones, freqüentes em outros países. Dentre os desastres mistos relacionados com a geomorfologia, o intemperismo e a erosão se destacam a desertificação e a salinização do solo, sendo sua ocorrência por causas naturais, mas, também por pressões antrópicas (BRASIL, 2008).

BARBOSA *et al.* (2005) enfatizam que os desastres são determinados pelos riscos e pelas vulnerabilidades (Fórmula 1), desta forma não se pode falar em vulnerabilidades sem antes ter um entendimento do que sejam riscos e desastres.

$$\text{DESASTRES} = \text{RISCOS} \times \text{VULNERABILIDADE (1)}$$

(Desastre é igual a risco **versus** vulnerabilidade – quanto maior a vulnerabilidade, maiores são as chances de configuração de um desastre).

Reforçando esta tese, a UNICEF/FLACSO/LA RED (1999) enfatiza que as definições de desastres corretamente aceitas estão construídas sobre um mesmo projeto lógico: a relação entre um “agressor” (o evento causador) e uma vítima (a população afetada). A definição acima é proveniente desta lógica, na qual o evento agressor potencial é denominado ameaça (A), e a susceptibilidade da população a sofrer seu impacto é identificada com o termo vulnerabilidade (V). Assim, A e V são entendidas como “forças sinérgicas”, que atuam em uma mesma direção. Assim:

$$R = A \times V$$

Onde:

R = Risco;

A = Ameaça;

V = Vulnerabilidade

(Risco é igual a ameaça **versus** vulnerabilidade – quanto maior a vulnerabilidade, maior será o risco construído).

Os riscos são construídos a partir das condições de vulnerabilidades de um indivíduo ou de uma coletividade, frente a uma ameaça. A vulnerabilidade pode ser cumulativa e crescente. Este cenário define a construção do risco como histórica e social. Assim, se define desastre como o resultado da ação de um fenômeno natural (ou de eventos deste) ou provocado pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais com conseqüentes prejuízos econômicos e sociais. MASKREY (1993) afirma que o risco de um desastre depende não somente da magnitude da ameaça natural, mas também, da vulnerabilidade da sociedade exposta à ameaça.

Assim, desastre é qualquer perda de vidas humanas, bens materiais e/ou ambientais causada por um evento perigoso, de origem natural ou humana, que pode ter uma escala pessoal, familiar, comunal, regional, nacional ou internacional e, por sua vez, têm a ver com alteração ou interrupção, por meios próprios, pois os impactos destrutivos excedem a capacidade de adaptação e ajustamento, em termos de resposta para absorver o efeito produzido (CARDONA, 1993; GONZALÉZ *et al.*, 2002).

Com relação à magnitude de um desastre, LAVELL (1996) enfatiza que esta é considerada como função da severidade, magnitude e intensidade do evento ou fenômeno físico. Quando se refere ao enfoque social considera que o elemento ativo é a vulnerabilidade e os processos e estruturas socioeconômicas e políticas que a moldam, é a vulnerabilidade que determina o caráter dos desastres.

O Brasil, devido as suas dimensões territoriais, as condições climáticas e fisiográficas e ao grau de desenvolvimento, está sujeito, diariamente, a um número elevado de desastres e situações de emergência, que provocam muitas mortes, feridos, incapacidades físicas, temporárias e definitivas, além de causar muitos danos às propriedades, bens, serviços, à produção agrícola, à pecuária e também, de forma muito clara, profundos efeitos e conseqüências desastrosas ao meio ambiente (MI, 2007). Para KOBAYAMA *et al.* (2006) no Brasil os municípios mais atingidos por desastres naturais estão localizados nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Santa Catarina, Paraná, Bahia, Pernambuco, Sergipe, Paraíba e Ceará.

Um desastre que chamou a atenção do Brasil foi o ciclone Catarina, ocorrido entre os dias 27 e 28 de março de 2004, atingindo os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (**Figura 10**). Segundo o INPE, os ventos atingiram até 180 km/h, houve a destruição de aproximadamente 1.500 casas e mais de 40 mil ficaram danificadas. Em termos econômicos, o prejuízo calculado foi de mais de R\$ 1 bilhão. Tratando-se de vidas humanas, três pessoas morreram e outras ficaram desaparecidas.

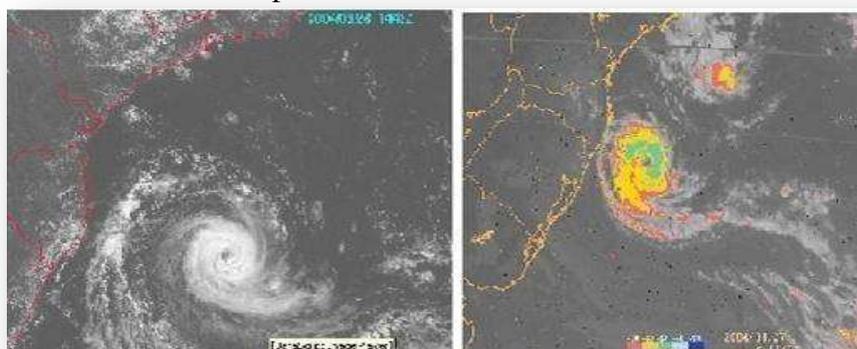


Figura 10. Ciclone Catarina. Imagem GOES – (a) Visível – Ch1 – (b) Imagem Realçada - Ch4

Fonte: INPE.

No município de Alagoa Grande-PB em 2004, o rompimento da barragem de Camará (**Figura 11**) em função de falhas na construção, foi considerado uma das maiores tragédias do município, trazendo diversos impactos negativos, como: perda de bens materiais, imóveis, patrimônio público, da reserva hídrica, morte de animais e de seres humanos, desequilíbrios emocionais, econômicos e agrícolas (SILVA *et al.*, 2006).



Figura 11. Desastre ambiental, provocado por falhas na construção da Barragem de Camará, município de Alagoa Grande-PB.

Fonte: SILVA *et al.* (2006).

Com relação aos escorregamentos ou deslizamentos ocorridos no Brasil, com inúmeras vítimas fatais e grandes prejuízos materiais, foram os ocorridos no Rio de Janeiro, nas encostas dos morros de Santa Tereza, Corcovado, Jardim Botânico, Cantagalo, Gávea, Alto da Boa Vista e Serra das Araras; nas cidades serranas de Petrópolis, Teresópolis e Friburgo, quando da ocorrência de intensas e prolongadas chuvas na região. No Brasil, a distribuição geográfica de escorregamentos de encostas é verificada nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Pernambuco (MI, 2007).

Diante de tantos desastres naturais ocorridos nos últimos anos no Brasil, sobretudo, os mais evidentes (**Figura 12**): enchentes nos Estados do Nordeste, a exemplo, dos ocorridos no Maranhão, Alagoas e Pernambuco, dentre outros de grandes proporções, escorregamentos de terra no Rio de Janeiro, secas/estiagens ocorridos com frequência no Nordeste, ciclone, tornados e chuvas de granizo, principalmente no Estado de Santa Catarina, raios no Nordeste (a exemplo, de Fortaleza-CE), incêndios (como o ocorrido na Chapada Diamantina), entre outros, têm provocado a perda de centenas de vidas e/ou prejuízos na agricultura, mas afinal fica a pergunta: tudo isto são reflexos das mudanças climáticas ou são fenômenos naturais ou reações às ações humanas?



Figura 12. Desastre natural - enchentes nos Estados do Maranhão; Pernambuco e Alagoas; incêndio na Chapada Diamantina, entre outros.

Fonte: JORNAL-NACIONAL (2010); BLOGSPOT (2010).

Na história do Nordeste a seca gerou uma situação de grandes catástrofes, com a morte de milhares de pessoas de fome e de sede. A ocorrência periódica das secas coloca um fator de risco sobre a atividade agrícola (MAGALHÃES, 2009). Conclui-se que os desastres relativos à seca no Nordeste já duram séculos, o que de certa forma tem despertado o interesse de muitos estudos sobre a região, tanto em nível nacional como internacional.

Reportando-se à questão da seca, WEBB (1979) realizou uma ampla pesquisa no Nordeste e entre tantos levantamentos feitos, cita que provavelmente a seca ocorrida entre os anos de 1877-79 no Ceará como a mais cruel, com uma estimativa que neste período morreram entre 200 e 500 mil pessoas. Este autor argumenta sobre os desmandos dos governos e da ação de bandidos e criminosos que agiam livremente, sobre o sofrimento dos flagelados, o êxodo para regiões distantes, a exemplo, a Amazônia. Também relata os desmandos ocorridos na seca de 1932.

A seca de 1932, descrita por Orris Barbosa, mostra o descaminho de recursos e os sérios males sociais e econômicos que contribuíram para a penúria humana. Importante relato que faz referências às histórias da população relacionadas à ajuda do governo imperial ou provincial que nunca chegava. Aqui se abre um parêntese que esse método em determinados momentos, ainda continua sendo aplicado em alguns Estados da federação. Para este autor, cada seca “*é como uma forja na qual os fracos são eliminados e somente os vigorosos sobrevivem*”. Em outro ponto afirma, a seca é “*um fiel aliado do grande latifundiário*” (WEBB, 1979).

Diante esse contexto, é que se instalou o Desastre Seca no semiárido nordestino. Um desastre de mais de 300 anos, extremo, lento e complexo. Em conflito com o meio ambiente -

clima e o bioma caatinga – o homem ao longo deste tempo vem construindo os riscos, por não empregar técnicas adequadas de manejo das terras e da caatinga (erosão, desmatamentos, degradação/desertificação das terras); por falta de infraestruturas adequadas para a convivência com o semiárido; por falta de políticas públicas para um desenvolvimento sustentável, acarretando o empobrecimento da grande maioria da população rural. Desta forma, se tem um ciclo vicioso: aumenta a vulnerabilidade, aumenta o risco e a cada período de seca climática, seja ele normal ou prolongado, o desastre seca avança (BARBOSA *et al.* 2005).

Procurando entender esta questão, ACOSTA (1997) chama a atenção para o fato de que faz parte do imaginário brasileiro associar a região Nordeste com a calamidade da seca, onde o clima, como fenômeno natural, seria o responsável pela situação de miséria e penúria da população nos períodos de estiagem. A seca como fenômeno natural tem sido usada como razão para esconder a condição real de vulnerabilidade da população, afetada periodicamente por catástrofe provocada pelas secas.

Desta forma, há séculos que o quadro repassado pela mídia, em todos os níveis, reflete uma imagem muito distorcida do Nordeste. Exploram-se imagens de fundo de açudes ressecados, de crianças famintas, de êxodo rural, da mortandade de animais no período de seca, entre outras mazelas, no entanto, uma política pública voltada para minimizar o sofrimento do homem do campo no sentido de uma adequada convivência com a questão das secas periódicas que assolam essa região é implantada.

Assim, no Brasil a existência de sistemas de alerta confiáveis e de mapas de risco é uma realidade ainda distante. Encontra-se em fase de construção o sistema nacional de prevenção e alerta de desastre naturais, segundo o Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE).

Os desastres naturais têm tido uma recorrência e impactos cada vez mais intensos, o que os cientistas sugerem já ser resultado das mudanças climáticas globais. As inundações que ultrapassaram e romperam diques e barragens em New Orleans, por ocasião do Furacão Katrina em 2005, nos Estados Unidos e o terremoto de Kobe no Japão em 1995 (causou aproximadamente 6.000 mortes), com milhares de vítimas e pessoas afetadas (TOMINAGA *et al.*, 2009).

Em 2011, o terremoto e o tsunami que devastaram o Japão, conforme o Banco Mundial pode ter custado até US\$ 235 bilhões para o país. O número de mortos por tremor e tsunami passa de 7.100 no Japão, deixando 12 mil desabrigados e ainda gerou crises nuclear, energética e humanitária (GLOBO.COM, 2011). Conforme a ONU a ocorrência dos desastres naturais está cada vez mais devastadora e relaciona-se com alguns dos efeitos das mudanças climáticas, com o aumento de tormentas e eventos climáticos extremos. Em 2008 o número de vítimas foi um dos mais altos da história. Em torno de 2 milhões de pessoas foram afetadas pelos desastres, principalmente pelas chuvas (CHADE, 2009).

De acordo com LAVELL (1994), os desastres prejudicam, sobretudo, porque pobreza e desastres se reforçam mutuamente, enfraquecem os incentivos para o desenvolvimento e, em especial deploram o setor informal. De maneira geral, os países desenvolvidos fazem mais opção pela prevenção do desastre do que pela recuperação. E assim o autor faz o seguinte questionamento - quais são as opções que têm os governos dos países em desenvolvimento propensos aos desastres, quando adotam programas para desenvolvimento econômico e

social, e ao mesmo tempo tentam controlar perdas e dor causados por desastres naturais? Assim, é importante entender a vinculação entre desastre e desenvolvimento.

3.10. Uso de geotecnologias nas áreas em riscos à desertificação

3.10.1. Geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

O geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Assim, as atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos para cada aplicação. Estes sistemas são mais comumente tratados como *Sistemas de Informação Geográfica* (SIG).

Se reportando aos conceitos de geoprocessamento MOURA (2005, apud XAVIER-DA-SILVA, 1992) acrescenta: “*destina-se a tratar os problemas ambientais levando em conta a localização, a extensão e as relações espaciais dos fenômenos analisados, visando a contribuir para a sua presente explicação e para o acompanhamento de sua evolução passado e futuro*”.

CÂMARA; DAVIS (2008) definem o termo Geoprocessamento como “a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica” e ao mesmo tempo chamam a atenção sobre a influência crescente deste recurso nas áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional.

MOURA (2005) afirma que o Geoprocessamento não significa apenas representar, mas também associar a esse ato um olhar sobre o espaço, um ganho de conhecimento – a informação. AMORIM (2007) também seguindo esta linha de pensamento se reporta a: “*nos referimos às linguagens computacionais, matemáticas, lógicas, que expressam conhecimentos, informações e visões acerca do espaço. São olhares socialmente construídos do espaço. Cada linguagem compõe uma forma de pensar. Geoprocessamento é forma de pensar, a partir do espaço, a partir do corpo, a partir do olhar*”.

Ainda segundo Amorim (op.cit) se: “*ao tomarmos o sensoriamento remoto e o geoprocessamento como olhares, como formas de pensamento acerca do espaço (e, a partir do espaço), nos abrem horizontes para profundas indagações acerca da construção social da realidade. Investigações que revelem esses liames ontológicos/epistemológicos do pensar/representar o espaço, de espacializar/representar os pensamentos.*”

O conceito de Sistemas de Informação Geográfica (COWEN,1990), associa à capacidade de produzir não só o inventário, como também a análise e a manipulação de dados, o que torna possível gerar informações e não só recuperá-las de um banco de dados. Desta forma, o SIG é um sistema computacional que permite armazenar e integrar informações geográficas de diferentes fontes e escalas.

Dentre várias aplicações e de usos apresentadas pelos SIG's, eis alguns conceitos abordados no meio científico, conforme citação de HARA (1997): “*conjunto poderoso de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados sobre o mundo real*” (BURROUGH, 1986); “*um banco de dados indexados espacialmente, sobre o qual opera um conjunto de procedimentos para responder a consultas sobre entidades espaciais*” (SMITH et al., 1987); “*um sistema de suporte à decisão que integra dados referenciados espacialmente num ambiente de respostas a problemas*”(COWEN, 1988). Do que se pode observar, todas estas

definições nos remetem às mais diversas possibilidades de uso que as tecnologias oferecem, assim como, a sua importância diante de uma perspectiva interdisciplinar por meio da utilização em diferentes áreas de conhecimento.

Neste contexto, CÂMARA; QUEIROZ (2008) afirmam que os SIGs apresentam uma enorme gama de aplicações, onde se destacam: agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionárias (água, energia e telefonia), e apontam três maneiras de utilização de um SIG que merecem ser observadas: i) como ferramenta para produção de mapas; ii) como suporte para análise espacial de fenômenos e, iii) como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação da informação espacial.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são sistemas computacionais capazes de capturar, modelar, armazenar, recuperar, manipular, analisar e apresentar dados geográficos. Os dados geograficamente referenciados ou simplesmente dados geográficos, são aqueles que possuem uma dimensão espacial, ou uma localização, diretamente ligada ao mundo real, como exemplo, as imagens de satélite, os dados de inventários cadastrais, os dados ambientais coletados em campo e os modelos numéricos do terreno (VINHAS, 2006).

O uso de um Sistema Geográfico de Informações (SIG) constitui-se em ferramenta capaz de não somente armazenar e manipular dados georreferenciados, mas, principalmente de permitir a inclusão, exclusão, substituição e cruzamentos de várias informações (ZAIDAN; SILVA, 2007).

Estas definições são importantes, sobretudo quando se pretende analisar as áreas em riscos a desertificação, no momento em que se tenta compreender os principais fatores que ao longo do tempo deram margem a esses processos.

3.10.2. Sensoriamento Remoto

Várias são as definições de sensoriamento remoto encontradas na literatura, entretanto, para que se tenha um melhor entendimento é importante se destacar que:

O sensoriamento remoto é *“a ciência e a arte de se obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno por meio da análise de dados adquiridos por um sistema que não está em contato com esse objeto, área ou fenômeno sob investigação”* (LILLESAND; KIEFER, 1994). O sensoriamento remoto é *“a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície”* (FLORENZANO, 2002; CAMPBELL, 1996). Entretanto, SAUSEN (2008) define como *“a técnica de se adquirir informações sobre um alvo na superfície da Terra, por meio da captação da energia eletromagnética refletida ou emitida por ele e sem que haja contato físico entre este alvo e o sistema sensor que capta esta energia”*.

Para FEITOSA *et al.* (2007) a tecnologia de sensoriamento remoto nos últimos anos apresentou um avanço muito significativo. Assim, o volume de dados sobre a superfície da Terra teve um aumento substancial, a partir do advento dos sensores orbitais de alta resolução espacial. LILLESAND; KIEFER (2000) afirmam que em sensoriamento remoto uma mesma cena pode ser gerada em diferentes faixas do espectro eletromagnético, dando origem aos canais ou bandas espectrais. Os sistemas sensores podem captar a energia refletida da superfície terrestre na faixa do visível (azul, verde e vermelha), na faixa do infravermelho (próximo, médio e termal) e pode chegar até a faixa das microondas.

Importante citar a ocorrência de duas fases importantes na aquisição de informações por meio do sensoriamento remoto (SAUSEN, 2008):

- ✓ A aquisição de dados - referente aos processos de detecção e registro de informação;
- ✓ A fase de utilização e análise dos dados - que compreende o tratamento e a extração de informação dos dados coletados.

Para SAUSEN (2008) a principal fonte natural de *radiação eletromagnética* utilizada no sensoriamento remoto é o *sol* que pode ser comparado a um "flash" de uma câmara fotográfica. Os sistemas sensores captam a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos objetos na superfície da Terra. O sol ilumina a superfície terrestre, por meio da propagação da radiação eletromagnética pelo espaço. A radiação atinge a superfície da Terra, é refletida por esta para o espaço e pode ser captada por um sistema sensor a bordo de um satélite (**Figura 13**).

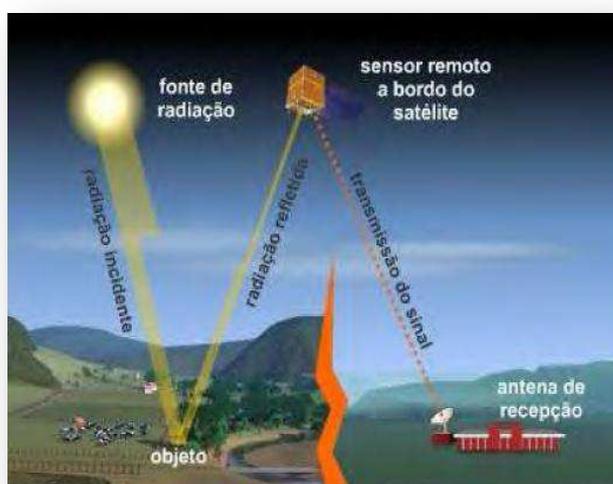


Figura 13. Exemplo de coleta de informações da superfície da terra por meio de sensoriamento remoto orbital e o papel da radiação eletromagnética neste processo.

Fonte: SAUSEN *et al.* (2005); SAUSEN (2008).

FLORENZANO (2002) comenta que a partir da análise e interpretação de imagens de sensores remotos, os conceitos geográficos de lugar, localização, interação homem/meio, região e movimento (dinâmica) podem ser articulados. Para esta autora, as pesquisas direcionadas às questões ambientais e aos estudos do meio favorecem práticas pedagógicas e interdisciplinares.

MARQUES (2006) afirma que se podem inferir características multidisciplinares tanto na área de sensoriamento remoto como nos estudos ambientais, pois envolvem conhecimentos de ciências variadas e estão intimamente inter-relacionados, pois as imagens mostram a realidade socioambiental de uma porção da superfície terrestre, em um determinado instante. ACCYOLY *et al.* (2002) reportam à importância do sensoriamento remoto na avaliação dos processos de desertificação, quando colocam em evidência que um dos quatro indicadores recomendados pela ONU para avaliar o problema é o “índice de vegetação derivado de imagens de satélite”.

A resolução de um sistema sensor refere-se à habilidade que um sistema sensor possui para distinguir objetos na superfície da Terra. CÂMARA; MONTEIRO (2005) e SAUSEN (2008), entre outros autores, consideram como sendo características importantes a serem observadas em imagens de satélite:

✓ **resolução espectral** - se refere ao número e a largura de bandas do espectro eletromagnético. Quanto mais estreita for a largura de faixa em que opera um determinado sensor ou quanto maior o número de bandas nele existente maior é a resolução espectral.

✓ **resolução espacial** - se refere ao menor elemento ou superfície que pode ser observada instantaneamente por um sistema sensor. Este tipo de resolução tem um papel importante na interpretação das imagens, porque nos dá o nível de detalhe das informações adquiridas pelo sensor.

✓ **Resolução radiométrica** - se refere à sensibilidade do sensor, ou seja, a sua capacidade para detectar variações na radiância espectral que recebe. A resolução radiométrica de um sensor indica o número de níveis de cinza por ele detectado. A grande maioria dos sensores orbitais trabalha com 256 níveis de cinza.

✓ **resolução temporal**- se refere à frequência de cobertura de um sensor, ou seja, a periodicidade com que este sensor adquire imagens de uma mesma porção da superfície da Terra. No caso do LANDSAT/TM é de 16 dias. A resolução temporal possibilita o uso de dados temporais para estudos de recursos naturais e meio ambiente, os dados são coletados em datas diferentes, permite o monitoramento de fenômenos dinâmicos, tais como, inundações, desmatamento, crescimento urbano, monitoramento de secas, deslizamentos, impactos ambientais.

Como exemplo do uso de uma imagem no mapeamento de áreas degradadas, apresenta-se uma composição colorida TM/Landsat com data de passagem de 27/06/2003 (**Figura 14**), onde se detecta que esta área encontra-se em um nível de degradação muito grave (BARBOSA *et al.*, 2005).



Figura14. Composição RGB – 27/06/2003. Área de Degradação Muito Grave. Município de Fronteiras - PI.
Fonte: BARBOSA *et al.* (2005).

As imagens de satélite proporcionam uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (de dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Mostram os ambientes e sua transformação, destacam os impactos causados por fenômenos naturais e pela ação do homem através do uso e da ocupação do espaço (FLORENZANO, 2002).

AMORIM (2007) nos remete à seguinte observação, “*as representações do espaço, são “geo-grafias”, escritas, linguagens, e os produtos de sensoriamento remoto são um desses tipos de representação*”. Os usos de novas formas de se representar o espaço, a partir da incorporação de desenvolvimentos tecnológicos, nascem no bojo dessas transformações no uso e ocupação do espaço, [...] habilitam para novas formas de planejamento e gestão do território. E afirma que as geotecnologias, estão inseridas nestas novas formas de representação espacial, dentre estas destaca os desenvolvimentos e as aplicações do sensoriamento remoto.

CÂMARA; MONTEIRO (2005) mostram a função social dos dados geoespaciais. Afirmam que haja no Brasil e no mundo um conjunto imenso de dados em meio digital com referência posicional, ou seja, georreferenciados, e que paralelamente há um conjunto de tecnologias de fácil acesso que permitem a manipulação destes dados, e o mais importante é que tudo isto tem uma função social. Estes autores introduziram o conceito de Território Digital que: “*procura auxiliar a agenda que reintroduz o território no centro dos processos de decisão política*”. -“*Territórios Digitais não são mapas coloridos, mas sim expressões quantitativas de conceitos sobre os diferentes processos físicos e socioeconômicos que se desenrolam nos Territórios reais*”.

Para estes autores, ao se analisar uma imagem de satélite na tela do computador, que representa espaços da superfície terrestre, e que nada mais é do que:

“territórios, a serem revelados e explorados, escondidos entre os pixels, as linhas, os polígonos, os cadastros, os pontos, as tabelas, e mais que pixels, linhas, polígonos, cadastros, pontos, tabelas e mecanismos de visualização sozinhos, não seriam suficientes para descortinar os Territórios da Desigualdade, os Territórios da Segregação, os Territórios da Violência, os Territórios da Saúde, etc.”

A partir da análise traçada anteriormente, importante se reportar ao comportamento espectral da vegetação, água e dos solos, considerados elementos essenciais para a análise e interpretação de dados de sensoriamento remoto.

3.10.2.1. Comportamento Espectral da Vegetação, Água e dos Solos

Em sensoriamento remoto um alvo é definido como todo objeto, natural ou criado pelo homem, sobre a superfície da Terra e que pode ser identificado por um sensor remoto (SAUSEN, 2008).

Para FLORENZANO (2002) os objetos da superfície terrestre como a vegetação, a água e o solo refletem, absorvem e transmitem radiação eletromagnética em proporções que variam com o comprimento de onda, conforme suas características bio-físico-químicas. Desta forma, a variação de energia refletida pelos objetos pode ser representada por intermédio de curvas, denominadas de curvas espectrais, que representam o comportamento espectral de cada objeto (**Figura 15**).

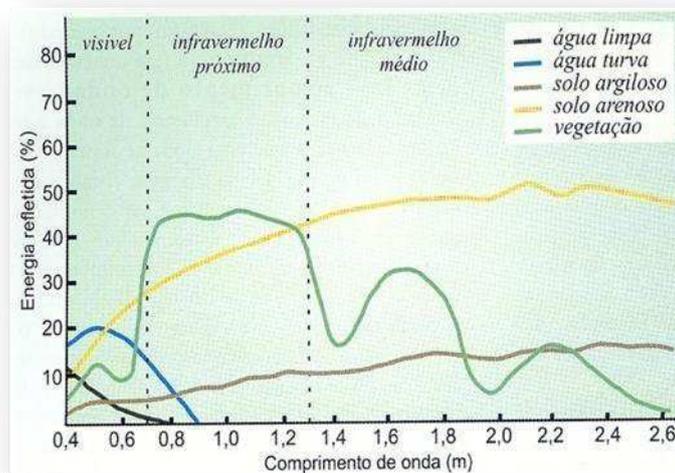


Figura 15. Curva espectral da vegetação, da água e do solo
 Fonte: FLORENZANO (2002).

Importante também se considerar que as características espectrais se alteram quando se trabalha com locações geográficas e/ou épocas diferentes. Neste contexto, usando-se as características relativas à resposta espectral de diferentes alvos da superfície terrestre, como também, outras características dos produtos sensores, tais como a resolução temporal, podemos identificá-los e mapeá-los.

PONZONI; SHIMABUKURO (2007) em trabalhos que utilizam técnicas de sensoriamento remoto no estudo da vegetação, as regiões espectrais mais exploradas são as do visível e no infravermelho próximo. Para a região do infravermelho médio, consideram como fator fundamental a água disponível no interior das folhas. As quantidades de energia absorvida ou refletida pelas folhas das plantas podem diferir de uma espécie para outra ou até mesmo dentro da própria espécie, porque existem, dentre outros, os fatores ambientais que influenciam direta ou indiretamente nesta interação.

A baixa reflectância das folhas na região do visível se deve à absorção da radiação solar pela ação dos pigmentos fotossintetizantes, enquanto que a alta reflectância na região do infravermelho próximo se deve ao espalhamento da radiação no interior das folhas em função da estrutura celular (BATISTA, 2002).

ROSA (1990) afirma que a medida da reflectância espectral da vegetação depende de uma série de fatores como espécie, condições atmosféricas, solo (granulometria, água, nutrientes), índice de área foliar (cobertura da vegetação por unidade de área), estado fenológico (variação sazonal), biomassa (densidade total de vegetação), folha (forma, posição das folhas, teor de água, pigmentação, estrutura interna), geometria de medida, tipo de sistema sensor e cobertura da copa. Estes fatores são importantes e adequados quando da identificação e quantificação da vegetação. A vegetação natural apresenta maiores reflectâncias em todo o espectro, especialmente por frequentemente serem encontradas na fase madura, quando a fotossíntese já é menor que na fase do crescimento. A radiação é refletida principalmente na região do infravermelho (BATISTA, 2002).

A água é um recurso natural imprescindível para a vida humana, no entanto, estudos mostram que sua qualidade vem sendo comprometida. A água pode se apresentar na natureza

em três estados físicos, os quais apresentam comportamento espectral totalmente distinto. O comportamento espectral da água líquida pura apresenta baixa reflectância (menor do que 10%) na faixa compreendida entre 0,38 e 0,7 m e máxima absorção acima de 0,7 m. O comportamento espectral de corpos d'água é modulado principalmente pelos processos de absorção e espalhamento produzidos por materiais dissolvidos e em suspensão neles, pois é verificado que a presença de matéria orgânica dissolvida em corpos d'água desloca o máximo de reflectância espectral para o verde-amarelo, enquanto que a presença de matéria inorgânica em suspensão resulta num deslocamento em direção ao vermelho (MORAES, 2002).

O espectro da radiação refletida pela água ocupa em geral a faixa de comprimentos de onda entre 400-900nm, o que equivale à faixa do visível e o infravermelho próximo. Corpos d'água mais puros serão melhor evidentes pela característica da baixa reflectância. O efeito da presença de solo em suspensão na água é semelhante ao resultado produzido pela presença de água em solos (BATISTA, 2002).

Os parâmetros do solo que influenciam na radiação refletida pela superfície são vários, porém, a literatura cita como mais importantes os óxidos de ferro, a umidade, a matéria orgânica, a granulometria, a mineralogia da argila e o material de origem. Também é citada a cor do solo, a capacidade de troca catiônica, as condições de drenagem interna do solo, a temperatura, a localização (MOREIRA, 2001; ROSA, 1990).

Os óxidos de ferro, dependendo do tipo e da quantidade relativa, influenciam a cor dos solos. A composição e o conteúdo de matéria orgânica no solo são fatores de forte influência sobre a reflectância dos solos. Com relação à umidade, quando o solo é molhado, sua coloração torna-se mais escura, porque a absorção da radiação eletromagnética aumenta devido a presença da água, fazendo com que a reflectância do solo diminua na região do visível e do infravermelho próximo ao espectro eletromagnético, quando comparado ao seu estado seco (MOREIRA, 2001).

CAPÍTULO 4

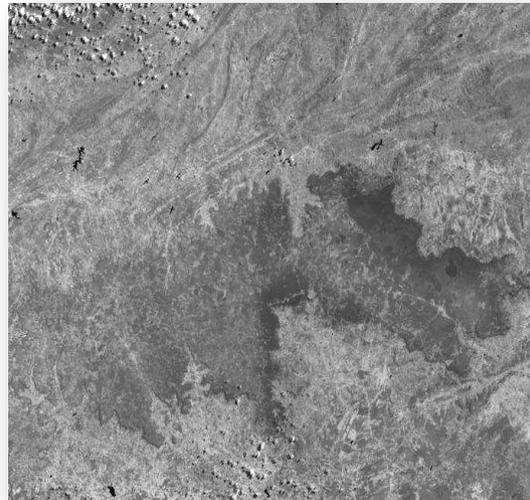
“O funcionamento do sistema solar torna-se mais perceptível, enquanto a Terra é vista em detalhe; pelo fato de que os satélites repetem suas órbitas, podemos captar momentos sucessivos, isto é, não apenas retratos momentâneos e fotografias isoladas do planeta”.

“os objetos retratados nos dão geometrias, não propriamente geografias, porque nos chegam como objetos em si, sem a sociedade vivendo dentro deles”...

“Hoje, com a globalização, pode-se dizer que a totalidade da superfície da Terra é compartimentada, não apenas pela ação direta do homem, mas também pela sua presença política”.

Milton Santos, 2001

MATERIAL E MÉTODO



4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

No decorrer da execução dos trabalhos foram utilizados os seguintes materiais: dados bibliográficos, cartas topográficas, produtos de sensores orbitais (imagens do TM/Landsat-5), mapas temáticos, GPS, máquina digital, além do suporte computacional físico (hardware) e lógico (software). O software utilizado o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 5.1.5, de domínio público, desenvolvido pela Divisão de Processamento de Imagens (DPI) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O SPRING é um SIG no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (SPRING, 1996).

4.1.1. Aquisição dos produtos sensores orbitais

As imagens TM Landsat selecionadas neste trabalho foram adquiridas a partir do Catálogo de Imagens do INPE (**Tabela 20**) disponibilizadas de forma gratuita. O critério de seleção das imagens baseou-se principalmente quanto à quantidade e distribuição de nuvens, cuja escolha recaiu sobre as imagens que não apresentavam nuvens sobre a maior parte das áreas de interesse do estudo.

Tabela 20. Data de passagem das imagens LANDSAT 5.

Órbita/ponto	Data de passagem
217/65	12/09/1987
218/65	18/08/1987
217/65	23/08/2003
218/65	27/06/2003
217/65	21/09/2008
218/65	14/10/2008

4.1.2. Dados cartográficos

A base cartográfica utilizada para o georreferenciamento das imagens foi a carta topográfica da SUDENE, escala 1:100.000, de onde foram importadas as camadas ou planos de informação referentes às rodovias e a drenagem, objetivando o ajuste correto da base na imagem (registro).

4.2 MÉTODOS

A metodologia consistiu inicialmente de revisão bibliográfica, onde foram realizadas consultas a livros e publicações, pertinentes à temática da pesquisa. As etapas metodológicas estabelecidas envolvem temas de múltiplas áreas de conhecimento, bem como, a utilização de geotecnologias (sensoriamento remoto e geoprocessamento) para que se possa avaliar e identificar as classes de uso das terras e as áreas em riscos à desertificação, onde as informações sintetizadas em definições e discussão aprofundadas sob o enfoque das vulnerabilidades (social, tecnológica, econômica e às secas), poderão se constituir em importantes mecanismos de informações fundamentais para construção do banco de dados

que norteará o plano de controle e gestão do fenômeno de desertificação nos municípios que compõem a área de estudo.

A **Figura 16** esboça os passos metodológicos a serem desenvolvidos nesse trabalho.

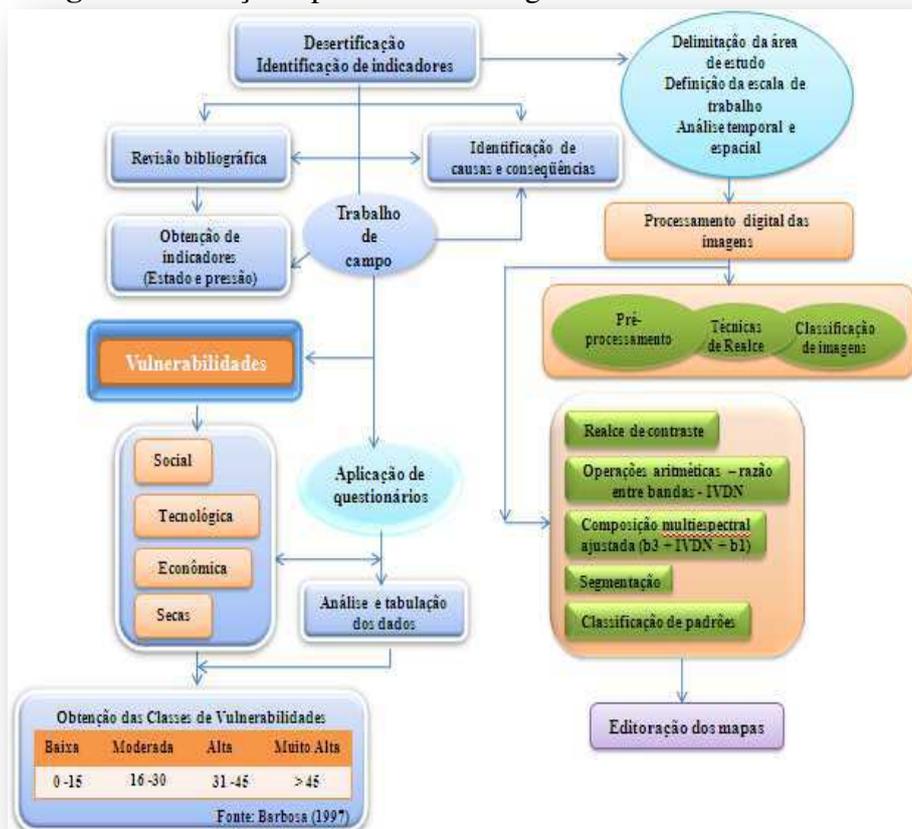


Figura 16. Etapas metodológicas desenvolvidas neste trabalho.

4.3. *Processamento digital das imagens*

O processamento digital das imagens tem como finalidade mapear as classes de uso das terras e os níveis de degradação das terras nos municípios estudados. A fase inicial do trabalho consistiu no processamento e na classificação de imagens, por meio de técnicas computacionais, com o objetivo de extrair informações sobre alvos da superfície terrestre, tais como, solo, vegetação, uso da terra, degradação das terras.

A seguir, descrevem-se os procedimentos a ser aplicado às imagens durante a geração dos mapas. Maior detalhamento destes procedimentos encontra-se em: Manual - Tutorial de Geoprocessamento do SPRING, disponibilizado no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

4.3.1 *Pré-processamento*

Refere-se ao processamento inicial de dados brutos para calibração radiométrica da imagem, correção de distorções geométricas e remoção de ruído. Para PONZONI; SHIMABUKURO (2007) essa fase tem como objetivo a preparação das imagens para serem efetivamente utilizadas pelos usuários. Enfatizam ainda, que estas incluem a aplicação de

algoritmos com vistas à correção de imperfeições geométricas e radiométricas. Essa fase permite a preparação dos dados da imagem digital para a classificação.

4.3.2 *Técnicas de Realce*

As técnicas de realce manipulam os contrastes de forma a melhorar a qualidade das imagens sob os critérios subjetivos do olho humano, sendo normalmente utilizadas como uma etapa de pré-processamento para sistemas de reconhecimento de padrões adotados. O contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre os seus níveis de cinza médios. A manipulação do contraste consiste numa transferência radiométrica em cada "pixel", com o objetivo de aumentar a discriminação visual entre os objetos presentes na imagem. Realiza-se a operação ponto a ponto, independentemente da vizinhança. Em composições coloridas das imagens, seguem a sequência vermelho, verde e azul (RGB), utilizada normalmente no programa SPRING versão 5.1.5., onde permitem variar as combinações composição colorida, podendo-se observar uma única imagem colorida de formação. Essas representam o histograma de distribuição dos pixels dentro da faixa espectral variando de 0 a 255 níveis de cinza possíveis em uma imagem (banda) representada individualmente na operação (**Figura 17**).



Figura 17. Manipulação de contraste das bandas 5, 4 e 3 de imagens Landsat-5 (ano 2008), em destaque o uso agrícola no topo da Chapada - Município de Araripina.

4.3.3 *Classificação de imagens*

São atribuídas classes aos objetos presentes na imagem. PONZONI; SHIMABUKURO (2007) enfatizam que estas técnicas envolvem a utilização de métodos pelos quais pixels são associados a classes, de acordo com suas características espectrais. Ainda, afirmam que as técnicas de classificação de imagens tem se constituído em foco de atenção para os usuários de produto de sensoriamento remoto, levando em consideração a viabilidade de diversos trabalhos de mapeamento, por intermédio dessas técnicas. A classificação de imagem utilizada foi a não-supervisionada, indicada quando se utilizam algoritmos para reconhecer as classes presentes na imagem, sendo os resultados apresentados por regiões.

4.3.4 Operações aritméticas - razão entre bandas – IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada).

São operações realizadas “pixel a pixel”, entre imagens de bandas diferentes, através de uma regra matemática definida, tendo como resultado uma banda representando a combinação das bandas originais. As operações mais comuns são a soma, subtração, divisão (ou razão entre bandas) e a multiplicação de uma banda por uma constante (realce linear). Estas operações permitem comprimir os dados, diminuindo o número de bandas. Ocorre perda da informação original quando os resultados das operações ultrapassam o intervalo de 0-255. Neste caso, os resultados são normalizados, saturando os valores abaixo de 0 em 0, e os acima de 255, em 255, causando perda de informação espectral. Estas operações podem requerer um fator de ganho (multiplicativo) ou "off-set" (aditivo), para melhorar a qualidade de contraste da imagem. Os fatores devem ser definidos considerando a faixa de valores de entrada e a operação a executar. Em geral, a operação de adição é utilizada para realçar similaridade entre bandas ou diferentes imagens e a subtração, a multiplicação e divisão, para realçar as diferenças espectrais.

Nesse contexto, para aumentar o contraste entre solo e vegetação, pode-se utilizar a razão entre bandas referentes ao vermelho e infravermelho próximo, constituindo os denominados índices de vegetação (IVDN). Esta operação constitui de informações operacional do programa SPRING 5.1.5., no Menu - Imagem; Operação aritmética na opção:

$$C = G * ((A - B)/(A + B) + \text{Offset})$$

OBS: Essa operação é realizada quando aplicada para:

A = banda 4 (infravermelho próximo)

B = banda 3 (vermelho)

G = Ganho (varia de 1 a 256 níveis de cinza) – Valor máximo 256.

O = Offset (foi utilizado o valor 64), também poderia ser adotado o valor 128.

O valor 64 não saturou a imagem e permitiu um bom contraste entre os alvos.

Essa construção caracteriza os elementos formadores das classes de cobertura vegetal, onde, esta ajuda define o agrupamento das zonas homólogas, conforme os níveis de identificações característicos da imagem orbital. SILVA *et al.* (2009) analisando a dinâmica do processo de desertificação na região de Gilbués-PI através de imagens do TM/Landsat 5, concluíram que a classe temática correspondente às áreas submetidas ao maior nível de degradação e/ou menor desenvolvimento foi associada à fatia de IVDN, com níveis de cinza mais escuros, e as de IVDN com níveis de cinza mais claros, a áreas de maior vigor vegetativo.

4.3.5 *Composição multispectral ajustada (CMA – (b3 + IVDN + b1))*

Corresponde a uma transformação RGB em cuja fonte de luz vermelha (R) estará posicionada a banda 3, na fonte verde (G) a imagem IVDN e na fonte azul (B) a banda 1; nesta combinação, as áreas de alto valor de IVDN aparecerão em verde (ocorrência de vegetação) e as áreas de baixa ocorrência de IVDN aparecerão em vermelho ou azul (magenta ou ciano), indicando a presença de solos expostos (**Figura 18**). É utilizado nessa operação o comando equalizar histograma nas três bandas informadas, onde a imagem IVDN é salva no formato sintética, para melhor visualizar as relações solo (cor magenta ou ciano), a vegetação (cor verde). O histograma é um gráfico que descreve o número de pontos por cada nível de cinza da imagem. Equalizar o histograma significa obter a máxima variância do histograma de uma imagem, obtendo assim um produto com melhor contraste, que corresponde a uma medida qualitativa e que está relacionada com a distribuição dos tons de cinza em uma imagem.

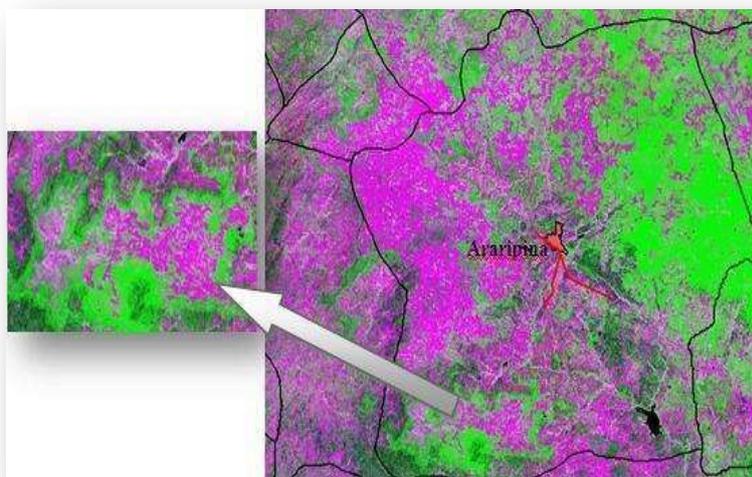


Figura 18. Composição multispectral ajustada – CMA – identifica-se a vegetação na encosta da Chapada representada na composição pela coloração verde e, no topo revela um intenso uso agrícola e solo exposto na coloração magenta ou ciano.

4.3.6 *Operação Segmentação de imagem*

A classificação estatística é o procedimento convencional mais utilizado no processamento digital de imagens. Constitui um processo de análise de pixels de forma isolada. Esta abordagem apresenta a limitação da análise pontual ser baseada unicamente em atributos espectrais. Para superar tais limitações, propõe-se o uso de segmentação de imagem, anterior à fase de classificação, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada (CÂMARA *et al.*, 1996). Neste processo, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação. Entende-se por regiões um conjunto de "pixels" contíguos, que se espalham bidirecionalmente e apresentam uniformidade.

4.3.7 *Classificação de padrões das imagens IVDN*

A classificação consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe. A classificação de padrões é dividida pelas fases de segmentação (extração de regiões), classificação e

mapeamento (MOREIRA, 2001). Para realizar a classificação utiliza-se o classificador Bhattacharrya, que utiliza amostras do treinamento para estimar a função densidade de probabilidade para estas classes apontadas; ao final, todas as regiões ficarão associadas a uma classe definida pelo algoritmo, devendo o usuário associar essas classes ou temas, às classes por ele definidas no banco de dados.

Nesse caso, na classificação de padrões foi utilizada a banda 5 e a respectiva imagem segmentada. Durante o processo de segmentação foram escolhidas amostras e identificadas como pertencentes a uma classe, por exemplo, a classe solo exposto. Após a classificação a imagem classificada foi analisada e de conformidade com o teor dos erros de confusão (alvos de uma classe classificados como pertencentes a outra classe) e de omissão (alvos que não foram integrados a nenhuma classe) a imagem é reclassificada para a depuração dos erros, através de eliminação e aquisição de áreas de treinamento. As tonalidades de cinza claras a médio foram consideradas como representativas da cobertura vegetal; as tonalidades escuras correspondentes aos corpos d'água e as tonalidades de cinzas médias a escuro representando os solos expostos. As imagens classificadas foram vetorizadas através da função Mapeamento o que possibilitou quantificar as diferentes classes de vegetação, solo e água para os municípios em estudo.

4.3.8. Edição dos mapas temáticos

Os mapas finais das classes de uso das terras e dos níveis de degradação das terras serão criados no módulo SCARTA do SPRING.

4.4. Análise das Imagens TM/LANDSAT-5 para interpretação preliminar (mapeamento dos níveis de degradação da terra e classes de uso das terras).

A metodologia consistiu em um enfoque dedutivo e comparativo na análise dos níveis de degradação e das classes de uso das terras, baseando-se na interpretação visual de imagens digitais que tem por base o Método Sistemático desenvolvido por VENEZIANI; ANJOS (1982). Esta metodologia consiste em uma seqüência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área e da utilização das chaves fotointerpretativas.

A análise visual de imagens procede de um estudo comparativo entre as propriedades espectrais e texturais que cada fenômeno espacial assume nas diversas cenas registradas, associando diferentes níveis de refletância aos diversos fenômenos, época de aquisição das imagens relacionadas com os alvos espectrais.

Assim, a identificação das unidades e/ou classes temáticas se fundamenta no estudo isolado dos diversos elementos de interpretação e, em seguida, na observação conjunta desses elementos (padrão, drenagem, relevo, tonalidade, textura fotográfica e uso da terra), sendo gerados os mapas de interpretação preliminar, os quais são complementados pelo trabalho de campo.

4.5. Trabalho de campo

O trabalho de campo teve como objetivo validar os dados obtidos no processamento digital das imagens TM/Landsat-5, e coleta de dados que irão compor o banco de dados georreferenciado, com descrição dos pontos visitados. O trabalho de campo foi registrado

fotograficamente, ou por imagem, pelo uso de câmara digital, e os pontos sendo georreferenciados por um aparelho GPS.

O trabalho de campo foi realizado em duas etapas:

➤ a primeira - diz respeito ao reconhecimento de campo, onde foram identificadas as questões ambientais relativas ao solo, vegetação, recursos hídricos, relevo, degradação e uso das terras, para subsidiar a fotointerpretação e o processamento digital de imagens, fazendo-se descrições da paisagem, registros fotográficos e georreferenciamento dos dados. Nessa etapa, ocorreu um maior aprofundamento de conhecimentos sobre a realidade da área de estudo, com observações pontuais sobre os níveis de degradação das terras e do uso atual das terras.

➤ a segunda - teve como objetivo a aplicação de questionário visando obter o diagnóstico das vulnerabilidades de famílias da zona rural da área de estudo. Durante o trabalho de campo realizou-se investigação dos processos históricos, procurando-se resgatar a história oral, junto aos indivíduos mais velhos das comunidades.

4.6 Mapeamento das Classes de Uso das Terras e dos Níveis de Degradação das Terras

Na confecção dos mapas temáticos de classes de uso das terras e dos níveis de degradação das terras utilizou-se como plano de informação, o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI), a composição colorida (RGB) e as bandas 3, 4 e 5.

A identificação das classes de uso das terras e dos níveis de degradação das terras se realiza por meio de procedimentos de processamento digital de imagens de satélite (TM/Landsat-5), fundamentada em métodos fotointerpretativos com base no comportamento de reflectância espectral de alvos e trabalho de campo. Os principais procedimentos consistem na caracterização dos padrões do terreno formadores das tonalidades de cinza da área de trabalho da imagem, e em seguida agrupadas em níveis de degradação (**Tabela 21**).

Tabela 21. Características interpretativas dos níveis de degradação (banda 5 – TM/Landsat-5).

Nível de Degradação	Textura	Tonalidade de Cinza
Muito baixo	Fina	muito escuro
Baixo	Fina	escuro
Moderado	Grosseira	médio
Grave	Grosseira	claro
Muito Grave	Fina	Muito claro

Fonte: BARBOSA *et al.* (2005)

Conforme BARBOSA *et al.* (2005) embora as imagens orbitais sejam produtos espectrais adequados ao estudo da vegetação, algumas informações importantes de cunho pedológico, geológico, de uso, podem ser obtidas através da análise das tonalidades de cinza. Os alvos na superfície do terreno são constituídos pela associação vegetação, solo, rocha e água e o que está registrado nas imagens Landsat é a integração da reflectância desta associação, traduzida em tonalidades de cinza. Se considerarmos que a maioria dos alvos da superfície do terreno de uma maneira ou de outra tem algum grau de cobertura, é fácil compreender que esta pode mascarar a existência de outros alvos.

Assim, sugere-se a seguinte seqüência para a análise das tonalidades de cinza das imagens Landsat:

- ✓ Proceder à análise das tonalidades de cinza, em cada banda espectral em separado, após a análise das propriedades de drenagem e relevo, delimitando com maior precisão possível os limites entre elas;

- ✓ Procurar compatibilizar as características das zonas homólogas, já definidas, com os matizes do cinzento observados nas imagens fotográficas, na tentativa de delimitá-las em regiões que, por problemas diversos, não se consegue obter informações texturais necessárias;

- ✓ Levar em consideração que determinadas unidades de mapeamento (sejam geológicas, pedológicas e outras) podem impor um condicionamento ao tipo de desenvolvimento da vegetação, o que irá permitir que se faça uma discriminação espectral de tais unidades;

- ✓ Observar que as atividades agrícolas impõem mudanças nas tonalidades e podem mudar a textura de um determinado alvo. Textura fina – a tonalidade de cinza é homogênea ou tem muito pouca variação. Por exemplo, uma área de vegetação densa, na faixa do infravermelho, banda 4 do Landsat, a tonalidade é cinza claro. Textura grosseira – uma grande variação da tonalidade de cinza. Por exemplo, uma área de vegetação rala com manchas de solo exposto.

A partir do mapa preliminar, as unidades de mapeamento da classificação da degradação das terras foram checadas no campo com base nas seguintes características ambientais e em conformidade com os seguintes indicadores: condições da vegetação, o uso da terra, tipo de erosão, presença de detritos orgânicos na superfície do solo, densidade populacional, infestação de insetos (formigas e cupins), presença de lixo (**Figura 19**).

O nível de degradação muito baixo é caracterizado pela ausência da ação humana, por serem áreas destinadas à preservação e conservação contínua com sua vegetação nativa. As áreas enquadradas nesse nível mesmo sendo protegidas por Lei têm reduzido a sua área em função de desmatamento e pela ocupação imobiliária na encosta, a exemplo da FLONA (Floresta Nacional da Chapada do Araripe). O nível de degradação baixo considerado deve estar associado às áreas de vegetação densa ou densa/aberta, porém não se identifica a presença de erosões no solo, onde as atividades agropecuárias são desenvolvidas de forma equilibrada sem danos ao ambiente; ao nível moderado se atribui aquelas áreas onde a vegetação é semidensa, entretanto, existe a presença de erosões do tipo laminar e solar, com o desenvolvimento médio de atividades agropecuárias. O nível grave se encontra com a vegetação rala e solo exposto e com erosões do tipo laminar, solar, por sulcos e/ou voçorocas e ainda utilizados pela pecuária extensiva de forma indiscriminada; por fim, o nível muito grave, onde se considera um estágio bastante severo de degradação das terras, a exemplo, presenças de atividades mineradoras, sendo essas áreas passíveis de recuperação, inclusive as mineradoras têm obrigação por Lei de recuperar estas áreas.

INDICADORES	NÍVEIS DE DEGRADAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
(I) Vegetação	Muito Baixo	<ul style="list-style-type: none"> I. densidade alta a muito alta, porte predominante arbóreo e arbustivo II. vegetação nativa III. conservados, profundos e férteis IV. ausente V. orgânicos na superfície em quantidades expressivas; presença de gramíneas e herbáceas VI. baixa. VII. muito baixa ou nula - não ocupação das terras VIII. ausente
(II) Uso da Terra		<ul style="list-style-type: none"> I. densidade alta, porte arbóreo e arbustivo II. vegetação nativa; culturas agrícolas; pasto; pecuária extensiva em pequena escala; manejo florestal III. conservados, com pedregosidade baixa ou ausente IV. baixa – laminar. Ausência de sulcos V. quantidade média a alta; cobertura razoável por gramíneas e herbáceas VI. baixa VII. baixa a média; poucas casas abandonadas VIII. praticamente ausente
(III) Solos	Baixo	<ul style="list-style-type: none"> I. densidade média, porte predominante arbustivo com exemplares arbóreos II. vegetação nativa, pecuária extensiva, agricultura de sequeiro e pequena irrigação III. mais preservados, profundos, com poucos afloramentos de rocha e pedregosidade média a baixa. Manchas de solo exposto não muito freqüentes IV. moderada, laminar, com ou sem a presença de sulcos incipientes presente em quantidade média; cobertura por gramíneas e herbáceas já se faz presente em alguns pontos V. baixa. VI. baixa. VII. densidade populacional média a alta, predominância casas de alvenaria e eletrificação. Casas abandonadas VIII. pouco ou ausente
(IV) Erosão	Moderado	<ul style="list-style-type: none"> I. Rala, porte predominante arbustivo com poucos exemplares arbóreos. Presença de alguns poucos representantes da fauna II. vegetação nativa intercaladas com áreas de culturas e pastagem. Manejo inadequado - plantio morro abaixo. Pecuária extensiva e semi-extensiva III. pouco preservados, às vezes com pedregosidade alta; afloramentos de rocha; manchas de solos desnudos freqüentes, sem proteção contra os raios solares (clareiras) IV. acentuada. Áreas de relevo plano a suave ondulado predominam a erosão laminar. Relevo mais declivosos podem aparecer sulcos e em alguns pontos ravinas e voçorocas V. poucos, nas áreas da vegetação nativa VI. alta. VII. média a média-alta. Casas abandonadas. Migração VIII. lixo jogado a céu aberto, esgoto, etc.
(V) Detritos Orgânicos na superfície		<ul style="list-style-type: none"> I. muito rala a inexistente. Raquitismo da vegetação que não consegue se desenvolver II. terras abandonadas III. praticamente sem fertilidade e muito rasos (o substrato rochoso aflora na superfície). Afloramentos de rocha. Pedregosidade média a alta IV. acentuada. Em relevo plano predomina a erosão laminar. Em declividades mais acentuadas aparecem sulcos e voçorocas V. ausente VI. baixa VII. baixa a muito baixa VIII. ausente
(VI) Infestação por insetos (formigas e cupins)	Grave	
(VII) Densidade populacional	Muito Grave	
(VIII) Lixo		

Figura 19. Indicadores de desertificação - níveis de degradação e características a serem observadas no campo
 Fonte. BARBOSA *et al.* (2005).

Com relação ao mapeamento das classes de uso das terras foram adotadas as seguintes classes: vegetação densa; vegetação semidensa a densa; vegetação semidensa; vegetação semidensa a rala; vegetação rala; vegetação rala + solo exposto. Foram considerados cinco níveis de degradação das terras, assim relacionados: muito baixo, baixo, moderado, grave e muito grave, com base em BARBOSA *et al.* (2005).

4.7. Estudo das Vulnerabilidades

A metodologia utilizada no Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental, adaptada de Merídia, na Venezuela, por ROCHA (1997) para o Rio Grande do Sul e empregada com adaptação para o semiárido paraibano pelos pesquisadores ARAÚJO (2002), SILVA (2002), MORAES NETO (2003), ALENCAR (2004), SOUSA (2007), DUARTE (2002), ARAÚJO (2010). O estudo das condições socioeconômicas e ambientais da população rural da área de estudo, permite identificar o grau de vulnerabilidade.

O cálculo da vulnerabilidade realiza-se a partir do levantamento de uma série de fatores sociais, econômicos, ambientais, tecnológicos e climáticos, que levantados junto a população rural, através da aplicação de formulários estruturados e complementados com os dados censitários do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) permite avaliar as vulnerabilidades das famílias.

Na análise de vulnerabilidades foram analisados os seguintes fatores: **a vulnerabilidade social** mensurando-se as variáveis: demográfica, habitação, o consumo de alimentos, participação em organização e salubridade rural; a **vulnerabilidade econômica**: com as variáveis: produção vegetal, animais de trabalho, animais de produção, crédito e rendimento; a **vulnerabilidade tecnológica**: com as variáveis: tecnologia, máquinas e verticalização; **a vulnerabilidade às condições ambientais**: levantando-se dados quanto aos recursos hídricos, produção, manejo da caatinga, espécies nativas, armazenamento, redução do rebanho, previsões de chuvas, ocupação nas estiagens, educação, administração rural, histórico das secas e mitigação.

Na avaliação das vulnerabilidades foram aplicados questionários (ANEXO I) e os cálculos (ANEXO II), considerando os valores de referência à população rural da área de estudo.

A tabulação consistiu em agrupar os dados utilizando planilha eletrônica conforme ARAÚJO (2010), aos códigos encontrados em cada item das variáveis. Cada questionário foi tabulado individualmente e posteriormente foram feitos os gráficos da vulnerabilidade correspondente.

O Valor Significativo Encontrado (y) foi determinado, somando-se o valor da Moda, encontrada em cada item das variáveis. O Valor Mínimo (x) foi determinado, somando-se o valor encontrado (codificação significativa de maior frequência) de cada item que compõe a variável do Fator de Vulnerabilidade. O parâmetro de determinação dos fatores de vulnerabilidade foi calculado utilizando a equação (1), ou seja, a equação da reta apresentada é de primeiro grau.

$$V = ax + b \quad (1)$$

onde:

V = Fator Vulnerabilidade;
a e b = constantes para cada variável;
x = valor significativo encontrado.

4.7.1. *Magnitude da Vulnerabilidade*

Na determinação das vulnerabilidades foi utilizada a classificação sugerida por BARBOSA (1997), dividida em quatro classes (**Tabela 22**). Os possíveis valores encontrados de vulnerabilidade variam de zero (vulnerabilidade nula) até 100 (vulnerabilidade máxima).

Tabela 22. Classes de vulnerabilidades.

Classes de Vulnerabilidades			
Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
0 - 15	16 - 30	31 - 45	> 45

Fonte: BARBOSA (1997)

A Classe Vulnerabilidade Baixa corresponde ao nível desejável, onde as famílias provavelmente possuem uma maior capacidade de suporte e superação quando da ocorrência de desastre.

A Classe Vulnerabilidade Moderada é um estado intermediário entre as Classes Baixa e Alta, onde as famílias apesar de serem negativamente afetadas pelo desastre, teriam uma capacidade de suportar os prejuízos superiores às enquadradas na Classe Alta.

As Classes Vulnerabilidade Alta e Muito Alta caracterizam os estados de vulnerabilidade mais indesejáveis, onde as famílias possuem uma menor capacidade de suporte e superação quando da ocorrência de desastre. A diferença entre ambas é que a vulnerabilidade das famílias, cujos perfis se enquadram na Classe Muito Alta de vulnerabilidade, não está restrita apenas à ocorrência de desastre, mas se constitui num estado permanente de debilidade socioeconômica, agravada quando ocorre o desastre.

CAPÍTULO 5

... E — Em tudo se vê mudança
quem repara vê até
que o camaleão que é
verde da cor da esperança,
com o flagelo que avança,
muda logo de feição.
O verde camaleão
perde a sua cor bonita
fica de forma esquisita
que causa admiração.

... U — Um é ver, outro é
contar
quem for reparar de perto
aquele mundo deserto,
dá vontade de chorar.
Ali só fica a teimar
o juazeiro copado,
o resto é tudo pelado
da chapada ao tabuleiro
onde o famoso vaqueiro
cantava tangendo o gado.

Patativa do Assaré
ABC do Nordeste Flagelado

RESULTADOS E DISCUSSÕES



Fonte: <http://br.viarural.com/servicos/turismo/florestas-nacionais/floresta-nacional-do-araripe-apodi/default.htm>

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. *Análise das Classes de Uso das Terras - municípios de Araripina-PE, Barbalha-CE, Crato-CE, parte da Floresta Nacional do Araripe-FLONA e Marcolândia-PI, compreendendo os anos de 1987, 2003 e 2008.*

Em termos de uso das terras, os solos estão submetidos a uma intensa utilização agrícola, com destaque para as áreas de pastagem, ocupando extensas áreas dispersas entre agricultura e vegetação da caatinga. Importante mencionar que no preparo dos solos as queimadas são constantes, o que tem potencializado os riscos de degradação das terras. Não existe uma conscientização por parte dos agricultores em proteger os ecossistemas naturais, sendo a ação do homem destacada como um agravante em potencial, diante ao desmatamento em extensas áreas sem nenhum controle, com o intuito de aumentar as áreas que possibilitem o uso agrícola e posteriormente seja destinada a pecuária extensiva.

Vale ressaltar a importância dos recursos florestais no contexto socioeconômico de todos os municípios, a sua exploração vem a atender a vários setores da economia, principalmente, aos setores industriais, destacando-se também que a vegetação tem sido importante fonte energética para os domicílios principalmente na zona rural, com o uso da lenha e do carvão para a cocção de alimentos.

5.1.1. *Município de Araripina-PE.*

Com base no uso de imagens TM-Landsat 5 processadas no SPRING 5.1.5. que, complementadas com dados de campo, permitiram elaborar os mapas de classes de uso das terras referentes aos anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 20, 21 e 22**), que indicam a ocorrência de redução e/ou aumento das classes de usos das terras. A análise das classes de uso das terras no município de Araripina mostra que o desmatamento da vegetação natural ocorreu de forma indiscriminada, pouco restando da vegetação original.

Fazendo-se uma análise entre os anos de 1987 e 2003 verifica-se que a norte do município ocorreu uma redução das áreas representadas pela vegetação rala com manchas de solo exposto e uma recuperação das áreas de vegetação semidensa a rala, entretanto, a norte - noroeste ocorreu um aumento da vegetação rala com solo exposto. Ao sul do município, verifica-se a expansão das áreas representadas por solo exposto. Considerando o período de 2003 e 2008, as áreas de vegetação densa tiveram uma redução de 4,17 km², vegetação densa e semidensa de 29,63 km² e as áreas de solo exposto de 4,89 km². Entretanto, as áreas de predomínio de pasto tiveram a área ampliada em torno de 48,4 km². Os resultados apontam que entre os anos de 1987 e 2008 ocorreu uma redução das áreas representadas por vegetação rala e solo exposto, de aproximadamente 170,26 km².

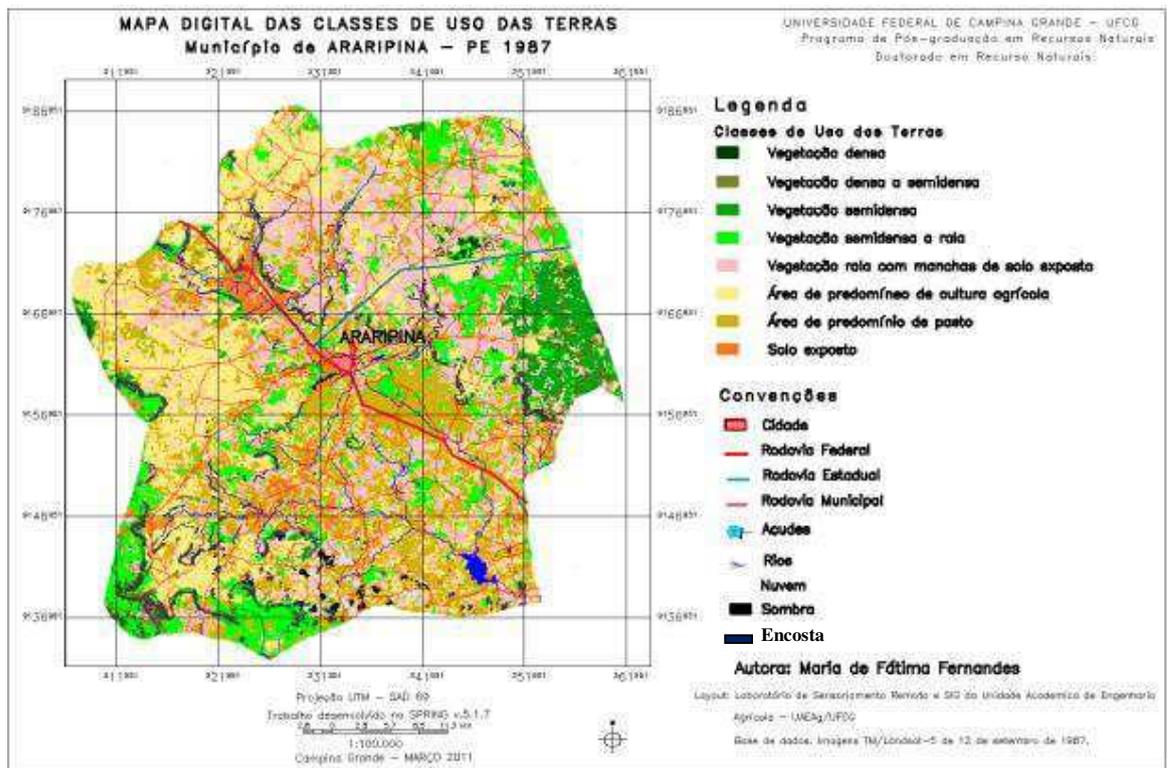


Figura 20. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Araripina - PE. 1987.

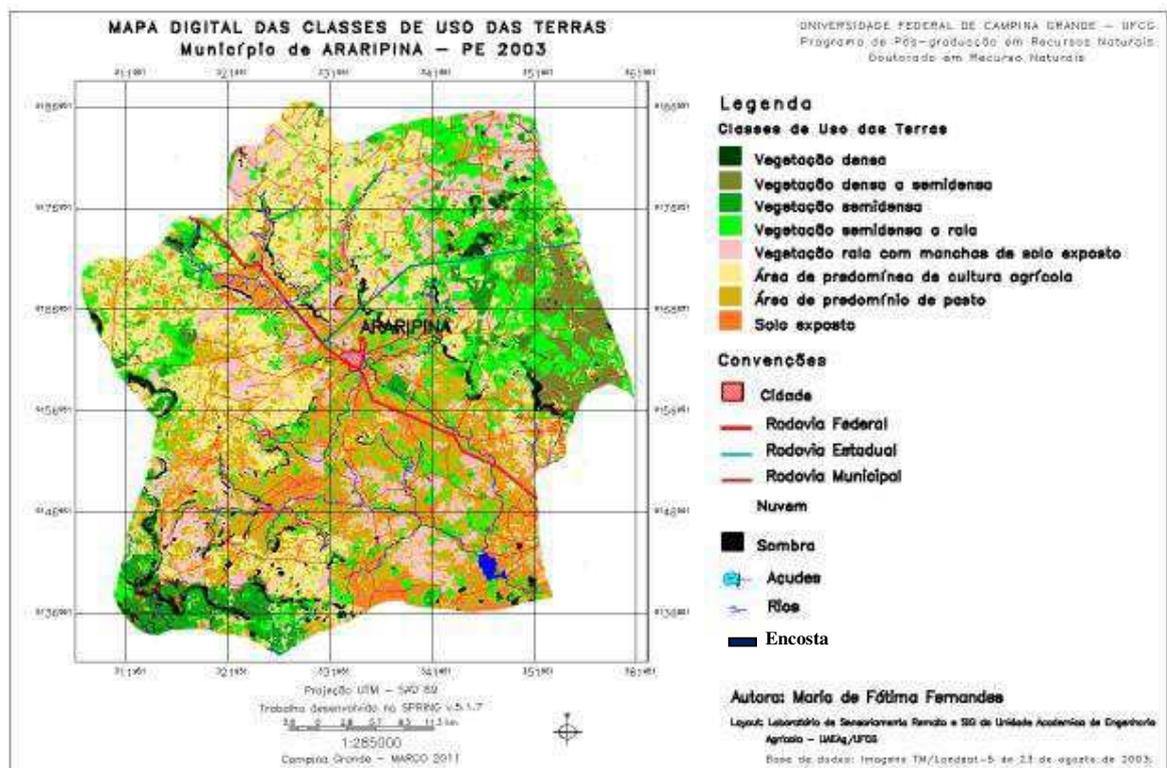


Figura 21. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Araripina - PE. 2003.

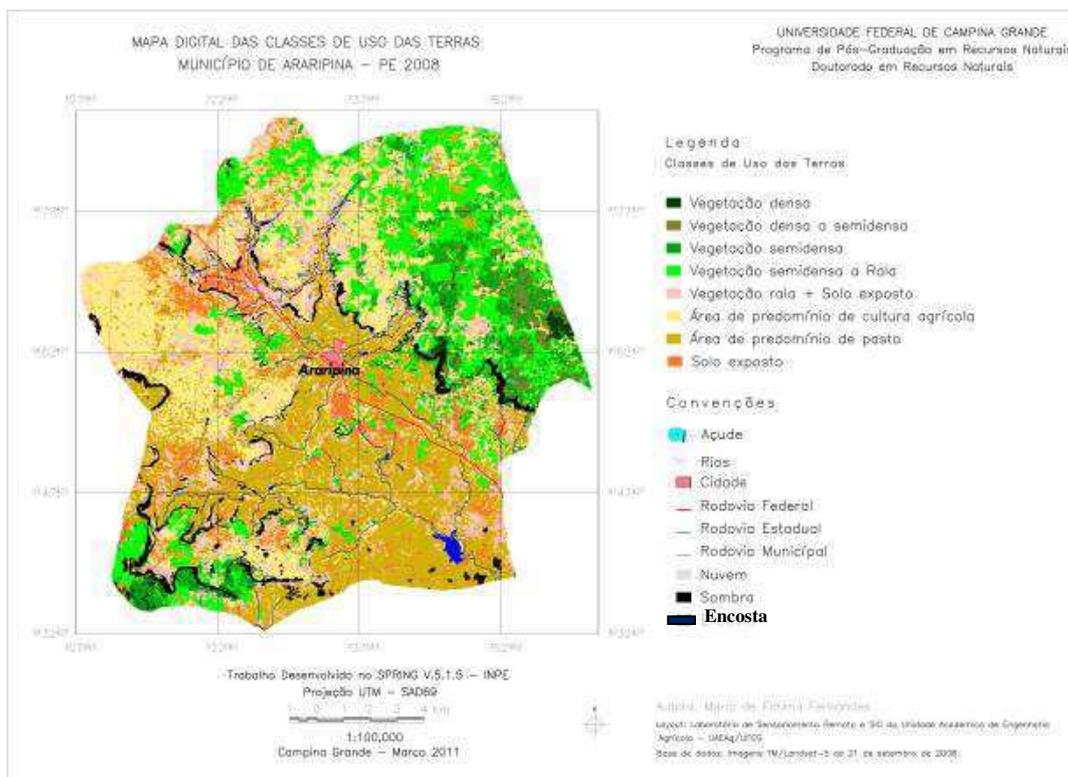


Figura 22. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Araripina - PE. 2008.

As atividades desenvolvidas no município como a exploração de culturas agrícolas apresentou uma redução no período de 21 anos de 59,27 km², enquanto, as áreas exploradas com pastos apresentaram um incremento positivo de 56,24 km², o que demonstra a velocidade de como ocorreu à devastação dessa vegetação representada pela vegetação caracterizada como densa, densa a semidensa, semidensa, semidensa a rala, principalmente em área de vegetação da caatinga hiperxerófila (**Tabela 23**).

Tabela 23. Classes de uso das terras do município de Araripina-PE.

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	5,62	15,26	11,09	0,29	0,77	0,59	+ 5,47
Vegetação densa a semidensa	8,32	69,34	39,71	0,43	3,51	2,11	+ 31,39
Vegetação semidensa	94,95	120,95	134,86	4,94	6,12	7,15	+ 39,91
Vegetação semidensa a rala	255,84	347,43	315,45	13,31	17,59	16,74	+ 59,61
Vegetação rala + solo exposto	437,33	271,96	267,07	22,75	13,77	14,17	- 170,26
Predomínio - cultura agrícola	544,95	523,22	485,68	28,36	26,49	25,77	- 59,27
Predomínio de pasto	453,21	461,05	509,45	23,58	23,34	27,03	+ 56,24
Solo exposto	121,71	166,32	121,56	6,33	8,42	6,45	- 0,15

No ano de 1987, os estudos indicam que o percentual da vegetação caracterizada como densa (0,29%), semidensa (4,94%) e densa a semidensa (0,43%), demonstra que o desmatamento nessa região contribui para o agravamento das áreas em riscos de desertificação, mesmo ocorrendo um incremento negativo para as áreas onde a vegetação já se apresenta com característica de pequeno porte e rala, geralmente representada pela caatinga hiperxerófila.

As áreas de solo exposto também são representativas no município. As áreas mais expressivas são representadas por culturas agrícolas e pastagem. Considerando o ano de 2003, a vegetação classificada como semidensa (6,12%) e rala + solo exposto (13,77%) demonstra que parte dessa vegetação foi substituída por pastagem que apresentou uma evolução positiva. Entretanto, as classes de vegetação semidensa a rala apresentaram um aumento de 4,28% em relação ao ano de 1987. Observa-se uma redução das classes de uso rala + solo exposto de 8,98% aproximadamente (**Figura 23. A, B e C**).

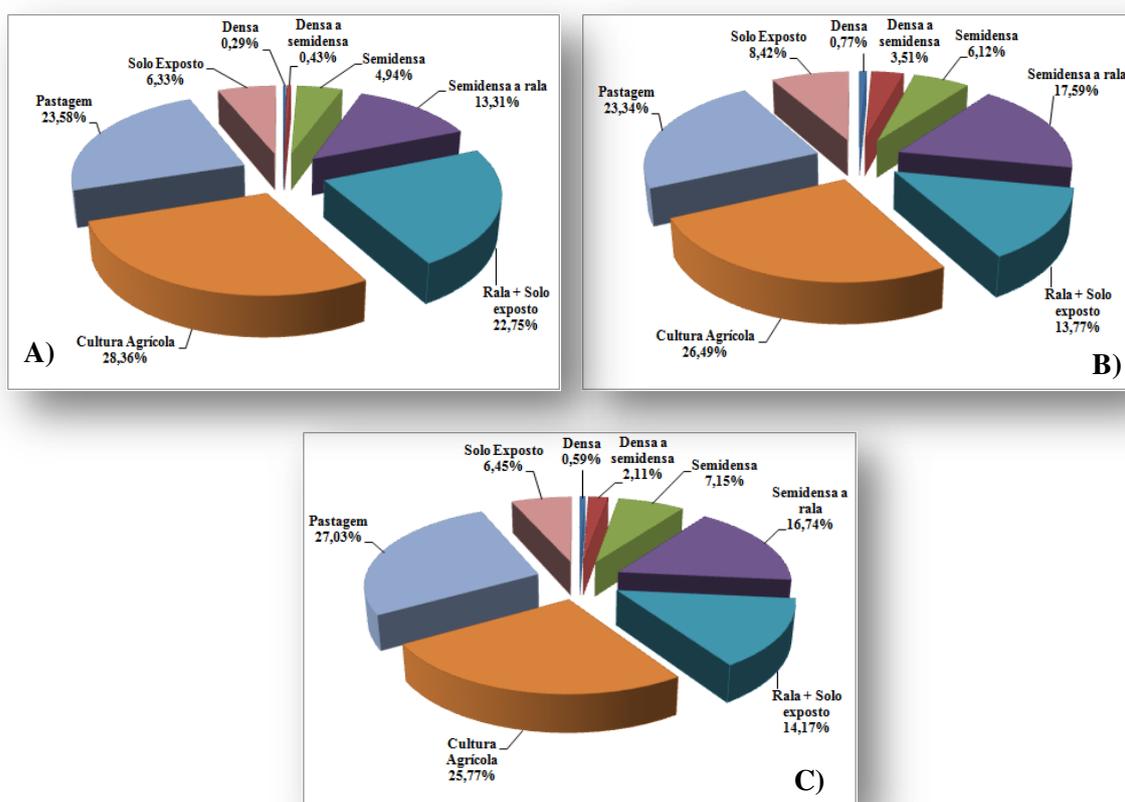


Figura 23. Percentual das Classes de uso das terras. Araripina. **A)** 1987; **B)** 2003; **C)** 2008.

Em 2008, a vegetação classificada como densa representa apenas 0,59% da área, o que vem demonstrar o intenso desmatamento ocorrido no município ao longo do tempo, cedendo espaço as atividades agropecuárias. As áreas exploradas com pastagem tiveram um avanço correspondendo a 3,45% do total da área.

A **Figura 24** apresenta uma análise comparativa da evolução das classes de uso das terras, considerando os anos de 1987, 2003 e 2008, onde a pastagem ao longo do tempo foi ganhando o espaço, em conjunto com as áreas destinadas a culturas agrícolas, principalmente, a cultura da mandioca.

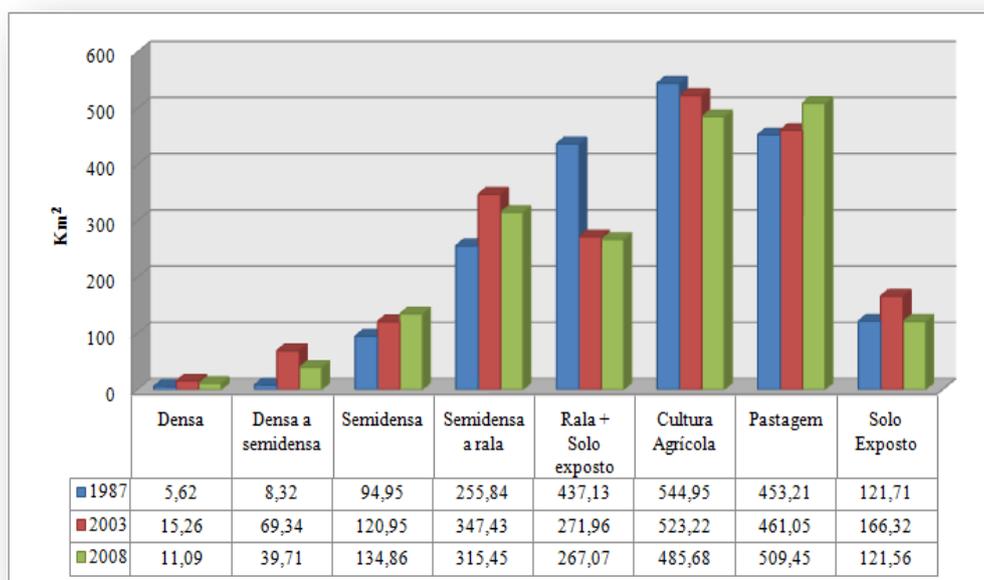


Figura 24. Análise comparativa das classes de uso das terras. Araripina-PE.

Dados do IBGE revelam que no município de Araripina, em 2006, a área explorada com pastagens naturais é de 19.968 ha, as pastagens degradadas totalizam 2.205 ha e 4.802 ha de pastagem em boas condições (**Tabela 24**).

Tabela 24. Utilização das terras com pastagens - ano 2006.

ARARIPINA - PE		
Utilização das terras	Estabelecimentos	Área (ha)
Pastagens - naturais	1.939	19.968
Pastagens - plantadas degradadas	270	2.205
Pastagens - plantadas em boas condições	547	4.802

Fonte: Censo Agropecuário 2006

O levantamento realizado no município com relação à cobertura vegetal e uso das terras evidenciam que:

✓ No município de Araripina a exploração da cultura de mandioca pode ser observada em extensas áreas em solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico (**Figura 25**), entretanto, em vista ser uma região onde as condições climáticas são variáveis e a assistência técnica ineficiente, sem acesso a créditos bancários, os pequenos produtores não investem em melhoramentos, com vistas a obter uma maior produtividade. Na Serra do Jardim localizada no município de Araripina, explora-se a cultura de mandioca intercalada com vegetação do tipo capoeirão, podendo ser encontrado alguns remanescentes arbóreos.



Figura 25. Aspecto geral de extensa área ocupada com a cultura da mandioca (característica dessa região). Coordenadas da Figura: 07° 26' 46,8" e - 40° 39' 35,8".

✓ A cultura da mandioca é explorada intensamente e se intercala com área de pasto e capoeira, em solos Latossolo Vermelho-Amarelo, principalmente nos municípios de Marcolândia e Araripina, também em solos Neossolo Regolítico, como exemplo, no sítio Serra da Palma, no município de Araripina. A pastagem também faz parte dessa paisagem, sempre intercalada com a vegetação de caatinga hiperxerófila, utilizada na pecuária extensiva (**Figura 26**).



Figura 26 . Aspecto geral da área cultivada com mandioca, ao fundo área de pastagem que se intercala com a vegetação natural de caatinga - algumas cactáceas. Sítio Serra da Palma-Araripina-PE. Coordenadas da figura:- 07° 30' 19,9"; - 40° 42' 29,9".

✓ As partes baixas do terreno representadas por solos Neossolos Flúvicos são exploradas com capim buffel e elefante, além de frutíferas, a exemplo da Vila Feira Nova, entretanto, sugerem-se um controle da utilização das encostas da serra do Araripe, que em diversos pontos surge à erosão em sulco, favorecida pela prática do plantio morro abaixo.

✓ As áreas de pastagens se intercalam com a vegetação natural, nas áreas de várzeas, frutíferas como coqueiro, mangueira e cajueiro, além da exploração de capim elefante, cita-se como exemplo, o sitio Cajueiro. A caatinga hiperxerófila, aberta, rala, de porte baixo se intercalam com área de pastagem abandonada. As terras são bastante exploradas com pastagem, palma forrageira e culturas como milho e feijão, como pode ser observado na Vila Morais, em Araripina-PE.

A atividade extrativa vegetal de maior representatividade no município de Araripina (**Tabela 25**) são aquelas relacionadas com o carvão vegetal, lenha, madeira em tora e angico (casca), produtos retirados da área de caatinga já bastante degradada. No ano de 2009, ocorreu uma diminuição da quantidade de carvão vegetal, lenha e madeira em tora produzida no município, certamente esse incremento negativo pode ter relação com a degradação das áreas de vegetação da caatinga, que sem tempo para sua recomposição ocorre uma diminuição na oferta. Geralmente, o desmatamento das áreas de caatinga ocorre de forma ilegal.

Tabela 25. Extração Vegetal: município de Araripina. 2004 - 2009.

Município: Araripina-PE					
Anos	Umbu (fruto) (t)	Carvão vegetal (t)	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)	Angico (casca) (t)
2004	3	93	42.768	40	6
2005	3	91	45.200	40	6
2006	3	85	35.000	20	5
2007	3	85	36.500	25	5
2008	3	100	30.000	125	5
2009	3	90	25.000	100	5

Fonte: IBGE, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

Dessa forma, diversos estudos já realizados no pólo gesseiro mostram que o extrativismo vegetal nessa região é muito alto, em torno de 1,1 milhões de m³ de material proveniente, quase que exclusivamente, da vegetação nativa, ou 56% do total é consumido na Região do Araripe em Pernambuco (FUPEF, 2007). CUNHA *et al.* (2008) fazem referências ao uso intensivo da lenha na calcinação da gipsita, onde enfatizam que a extração predatória da lenha vem provocando a degradação ambiental comprometendo a fauna e a flora da região e que 73% da matriz energética é constituída por lenha.

Para se ter uma compreensão da distribuição das diversas culturas exploradas no município de Araripina, de acordo com o Censo Agropecuário do IBGE (**Tabela 26**), as principais culturas temporárias estão representadas por algodão herbáceo, cebola, feijão, mamona, cana-de-açúcar, mandioca, milho, sorgo e tomate, sendo que as culturas de feijão, milho e mandioca têm uma área plantada maior com relação às outras culturas e as culturas permanentes com maior área plantada compreendem a castanha de caju, coco-da-baía e banana.

Tabela 26. Lavouras temporárias e permanentes. Município de Araripina - Ano 2008/2009

Município	Lavouras Temporárias	Quantidade Produzida (t)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)		
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009	
Araripina	Alg. herbáceo (caroços)	30	60	50	50	50	50	600	1.200	
	Cana-de-açúcar	240	240	10	8	8	8	30.000	30.000	
	Cebola	80	80	10	10	10	10	8.000	8.000	
	Feijão (em grão)	4.853	4.680	14.700	15.000	9.750	7.800	497	600	
	Mamona (baga)	15	15	30	30	30	30	500	500	
	Mandioca	84.000	84.000	15.000	7.000	7.000	7.000	12.000	12.000	
	Milho (em grão)	10.500	9.450	14.000	15.000	10.500	9.450	1.000	1.000	
	Sorgo granífero (em grão)	1.800	180	1.000	100	1.000	100	1.800	1.800	
	Tomate	300	300	15	15	15	15	20.000	20.000	
		Lavouras Permanentes	Quantidade Produzida (ton.)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
			2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
		Banana (cacho)	50	75	15	15	10	15	5.000	5.000
		Castanha caju	80	70	100	70	80	70	1.000	1.000
		Coco-da-baía	18 (mil frutos)	18 mil frutos	6	6	6	6	3.000 frutos/ha	3.000 frutos/ha

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.

5.1.2. Municípios de Barbalha e Crato - CE.

A análise das classes de uso das terras realizada para os municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, com base na interpretação das imagens Landsat-5, referente aos anos de 1987, 2003 e 2008, permite uma avaliação das características do uso das terras nesses municípios.

Fazendo uma comparação entre os anos de 1987 e 2003 com relação ao município de Barbalha (**Figuras 27 e 28**), verificou-se que no período de 16 anos ocorreu uma recuperação das áreas de queimadas, que em 1987 compreendia uma área de 12,01 km², onde predominam os solos classificados como Latossolo Vermelho Amarelo, que aliado ao clima mais ameno propicia um ambiente favorável a recuperação dessa vegetação.

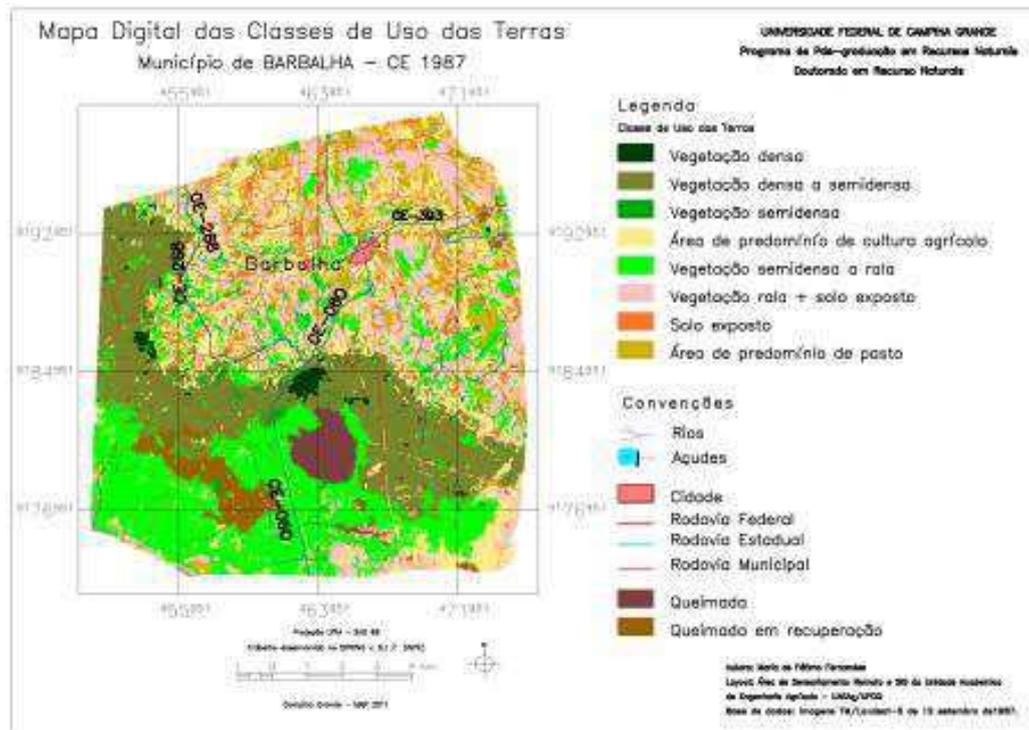


Figura 27. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Barbalha - 1987.

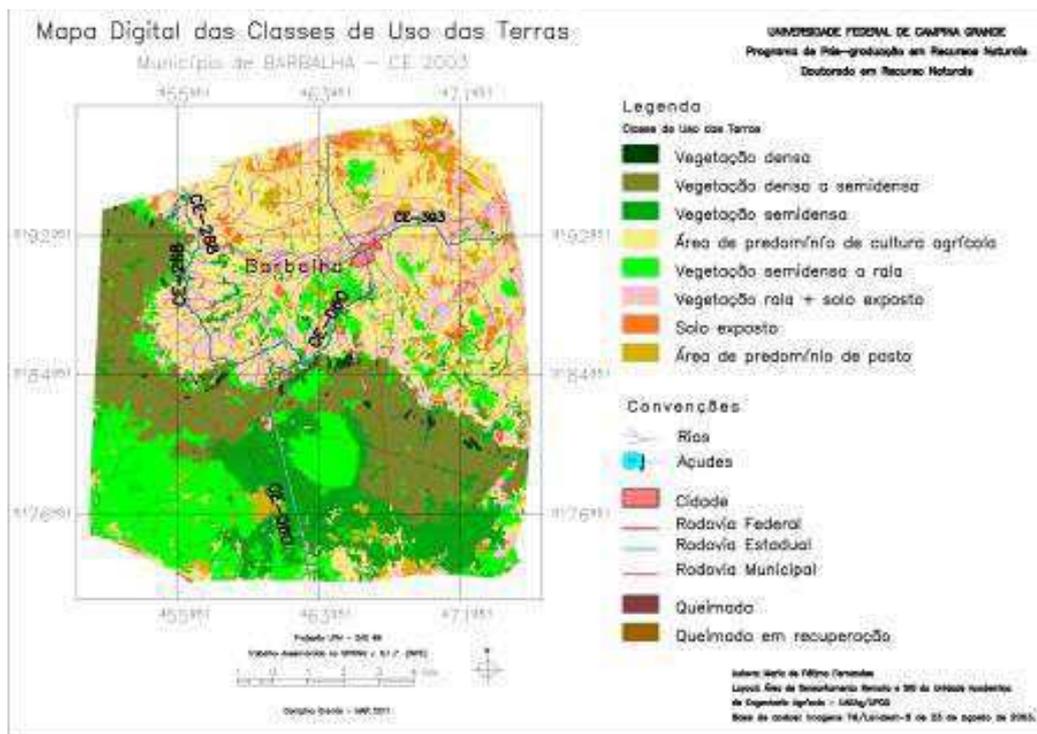


Figura 28. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Barbalha - 2003.

No ano de 2003, as áreas caracterizadas pelas queimadas apresentaram uma recuperação sendo classificadas como vegetação semidensa a rala. Em alguns pontos a sudeste do município ocorreu uma recuperação das classes de uso da vegetação semidensa e semidensa a rala, a norte, identifica-se em vários pontos a expansão de solo exposto.

Verifica-se que a norte desse município as áreas representadas pela vegetação rala e solo exposto cederam lugar as áreas com predomínio de culturas agrícola e pasto. Vale ressaltar a ocorrência de aumento para as áreas exploradas com cultura agrícola, não exclui a possibilidade de inclusão de outras classes, a exemplo, das áreas de solo exposto e pastagem.

Os resultados indicam que no ano de 2008 (**Figura 29**) as áreas de queimadas foram classificadas como densa e semidensa e vegetação semidensa. Entretanto, ao sul do município ocorreu uma ampliação das áreas de vegetação rala e solo exposto, a leste, ocorreu uma recuperação da vegetação classificada como semidensa. Entre os anos de 1987 e 2008, um aumento da vegetação densa a semidensa de 56,38 km² e da vegetação semidensa de aproximadamente 128,54 km², por outro lado, a vegetação densa sofreu uma redução de aproximadamente 3,26 km².

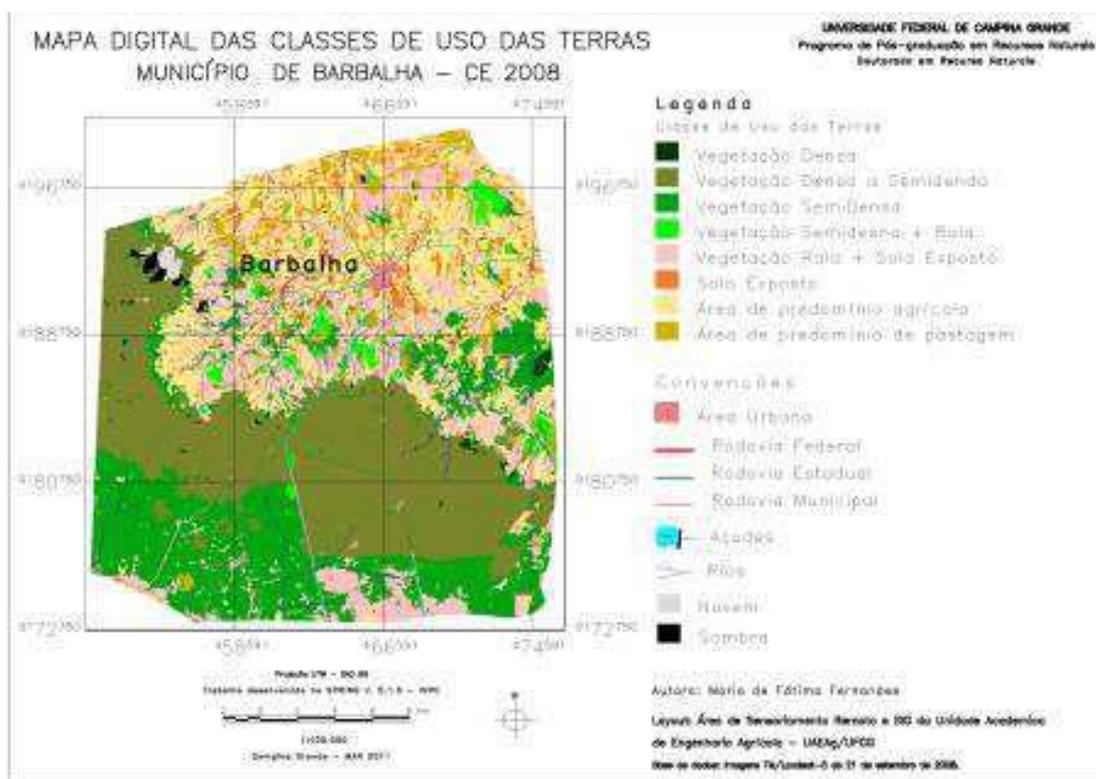


Figura 29. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Barbalha - 2008.

A análise realizada para o município do Crato entre os anos de 1987 e 2003 (**Figuras 30 e 31**) mostra claramente a ampliação das áreas de vegetação rala e solo exposto.

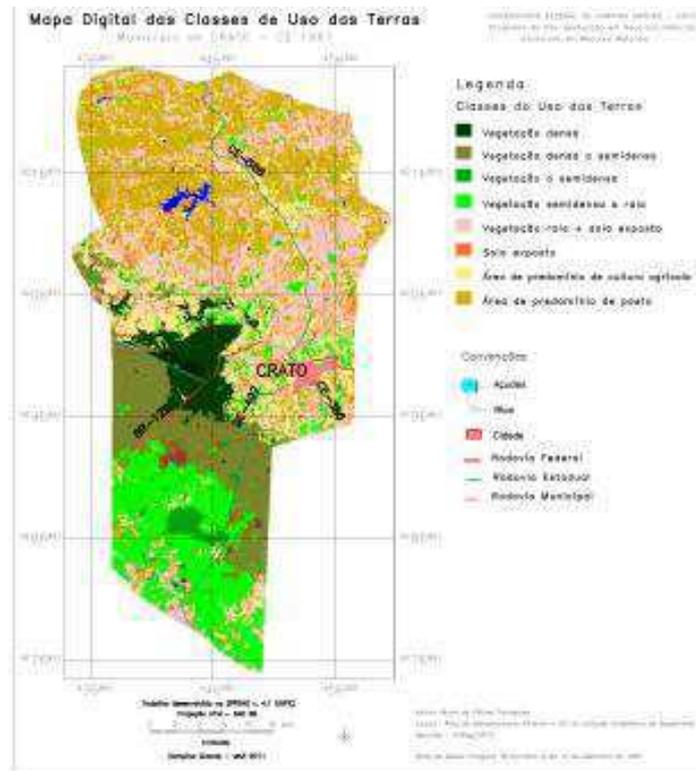


Figura 30. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Crato - 1987.

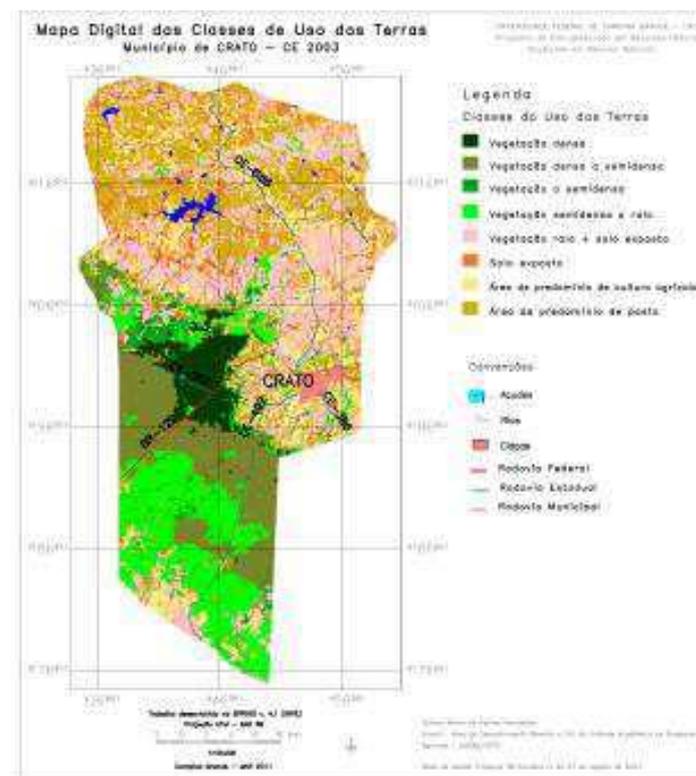


Figura 31. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Crato - 2003.

Em 1987 as áreas de vegetação densa representam 44,73 km², no entanto, no ano de 2008 essa vegetação tem uma redução em torno de 5,56 km². Os resultados indicam que no ano de 1987 a área classificada como queimadas representavam 2,92 km², ocorrendo à recuperação entre os anos de 2003 e 2008. Outro fator que chama a atenção se relaciona ao

aumento das áreas com predomínio de culturas e pastos, que tem contribuído para os riscos de degradação das terras.

A análise do uso das terras referente ao ano de 2008 (**Figura 32**) em relação a 2003 mostra que as áreas ocupadas pela vegetação densa apresentam uma pequena redução, enquanto, as áreas representadas pela vegetação densa a semidensa correspondem um incremento positivo, um resultado importante, pois mostra que as ações voltadas pelo poder público e sociedade civil organizada, tem refletido na preservação e recuperação desse importante ecossistema.

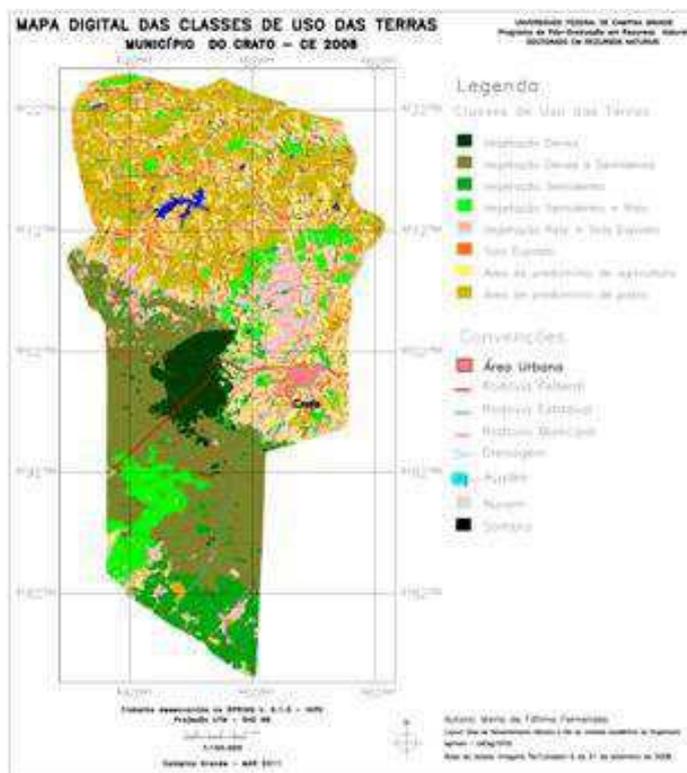


Figura 32. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Crato - 2008.

Foram identificadas durante a análise visual de imagens outras características de padrões presentes nas imagens Landsat, como: queimada e queimada em recuperação, (**Tabela 27**). Assim, a ocorrência de queimadas foi observada apenas no ano de 1987.

Tabela 27. Outros padrões analisados presentes na imagem Landsat. Barbalha e Crato - CE.

Outras características	Barbalha			Crato		
	Km ²			Km ²		
	1987	2003	2008	1987	2003	2008
Queimada	12,01	0,0	0,0	2,92	0,0	0,0
Queimada em recuperação	18,70	0,0	0,0	5,02	0,0	0,0

As classes de uso das terras identificadas e seus valores de ocorrência em termos quantitativos, referentes aos anos de 1987, 2003 e 2008, para os municípios de Barbalha e do Crato (**Tabelas 28 e 29**), permitem que se façam inferências quanto ao incremento positivo ou negativo ocorrido no intervalo de 21 anos considerado nesse estudo, assim como, se identifica as áreas que devem ser priorizadas para um planejamento adequado tendo em vista a ocorrência de desmatamento ilegal em áreas protegidas por Lei, nesse caso a FLONA.

Tabela 28. Classes de uso das terras do município de Barbalha - CE.

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	5,53	3,80	2,27	1,01	0,66	0,40	- 3,26
Veg. densa a semidensa	119,06	117,95	175,44	21,75	20,40	30,57	+ 56,38
Veg. semidensa	4,70	78,21	133,24	0,86	13,52	23,22	+ 128,54
Veg. semidensa a rala	150,13	109,48	14,90	27,43	18,93	2,60	- 135,23
Veg. rala + solo exposto	87,46	75,19	94,81	15,98	13,00	16,52	+ 7,35
Predomínio de cultura agrícola	117,16	155,31	109,64	21,40	26,86	19,11	- 7,52
Predomínio de pasto	35,37	19,77	27,34	6,46	3,42	4,76	- 8,03
Solo exposto	27,94	18,59	16,18	5,10	3,21	2,82	- 11,76

Tabela 29. Classes de uso das terras do município do Crato - CE.

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	44,73	41,90	39,17	5,49	5,10	4,78	- 5,56
Veg. densa a semidensa	102,26	109,50	177,04	12,56	13,33	21,61	+ 74,78
Veg. semidensa	10,42	22,84	64,36	1,28	2,78	7,86	53,94
Veg. semidensa a rala	140,77	129,83	66,71	18,40	15,81	8,14	- 74,06
Veg. rala + solo exposto	169,03	178,41	95,20	20,76	21,72	11,62	- 73,83
Predomínio de cultura agrícola	120,16	133,15	148,87	14,76	16,21	18,17	+ 28,71
Predomínio de pasto	191,78	159,15	201,97	23,56	19,37	24,65	+ 10,19
Solo exposto	25,90	46,64	25,92	3,18	5,68	3,16	+ 0,02

A análise evidencia que a área representada pelas classes de uso das terras caracterizadas como vegetação densa e densa a semidensa tem maior ocorrência na Floresta Nacional do Araripe, que vem sofrendo uma pressão acentuada tanto pelo setor agropecuário como pelo adensamento populacional, colocando em risco a sustentabilidade da floresta. As áreas de pastagem e culturas agrícolas se concentram principalmente ao norte e leste desses municípios.

O principal problema identificado durante o percurso de campo que induziram a redução da vegetação classificada como densa e semidensa a rala, tem relação direta com o desmatamento, as queimadas, as atividades agropecuárias, a expansão urbana no entorno da FLONA, principalmente nas áreas onde o relevo é considerado forte ondulado, as encostas estão sendo ocupadas de forma irregular. Neste sentido, de grande relevância citar a Constituição Federal (BRASIL, 1988) que no Capítulo II, trata da Política Urbana, de acordo com o Art. 182 no § 1º. diz: “O plano diretor, aprovado pela Câmara Municipal, obrigatório para cidades com mais de vinte mil habitantes, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana”.

Desta forma, os municípios de Barbalha e do Crato dispõem de Plano Diretor, entretanto, deve-se atentar para a sua aplicabilidade de forma eficiente, sobretudo, com ações eficazes que possam limitar o avanço da expansão urbana nessas áreas e com um controle das áreas onde se desenvolve atividades de lazer nesses municípios.

Com relação ao percentual das classes de uso das terras para os municípios de Barbalha e do Crato no ano de 1987, a classificação mostra a ocorrência de desmatamento em extensas áreas, onde deveriam ser ocupadas com a vegetação natural, sobretudo por esses municípios abrangerem a FLONA-Araripe. No município de Barbalha as áreas mais expressivas são representadas pela vegetação semidensa a rala (27,43%), áreas exploradas com cultura agrícola (21,40%) e rala mais solo exposto (15,98%), assim, se destaca que ao longo do tempo ocorreu um intenso desmatamento nessa região, para ceder lugar a atividades agropecuárias. No município do Crato as áreas de pastagem (23,56%), vegetação rala + solo exposto (20,76%) e semidensa a rala (18,40%), foram às áreas de maior representatividade no município (Figura 33. A e B).

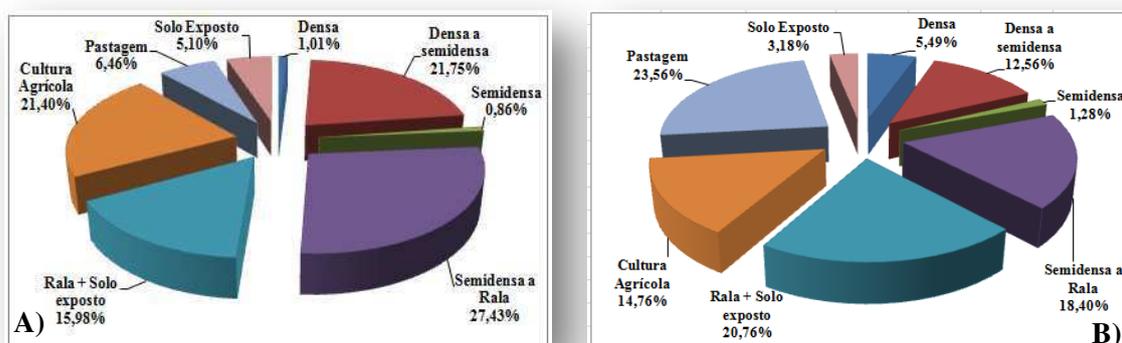


Figura 33. Percentual das classes de uso das terras: A) Barbalha - CE. B) Crato - CE. 1987.

Em relação ao ano de 2003, a vegetação classificada como densa (0,66% e 5,10% respectivamente) praticamente permaneceu inalterada nos municípios de Barbalha e do Crato. Importante se destacar uma recuperação das áreas representadas pela vegetação semidensa (13,52%) no município de Barbalha, entretanto, no município do Crato esse incremento ocorreu em menor percentual (2,75%), o que pode indicar uma menor exposição dessas áreas a processos de degradação das terras. Atenção deve ser dada as áreas identificadas como semidensa a rala situada em área do bioma caatinga, que em função do aumento das áreas destinadas a atividade agrícola e pecuária oferecem riscos a desertificação, em função do uso das terras de forma inadequada, por serem áreas com grau elevado de riscos à erosão (Figura 34. A e B).

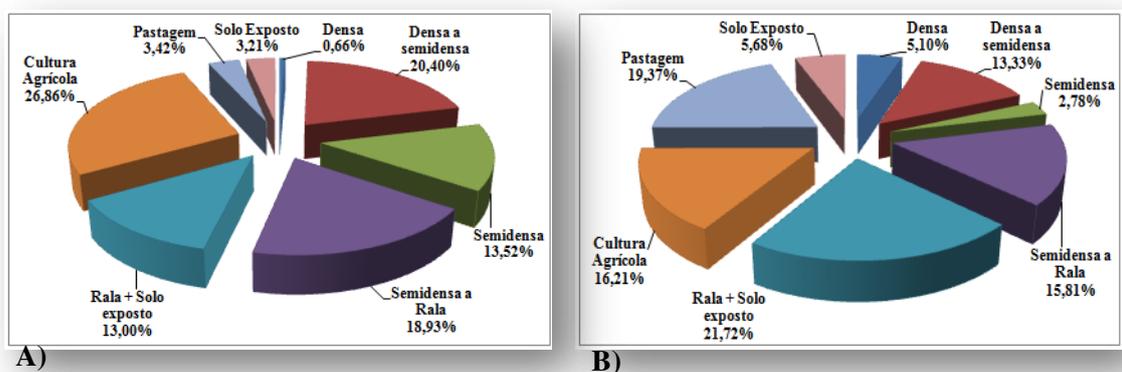


Figura 34. Percentual das classes de uso das terras: A) Barbalha - CE. B) Crato - CE. 2003.

Quando se analisa o percentual de uso das terras para os municípios de Barbalha e do Crato, referente ao ano de 2008 existe uma preocupação com o incremento negativo ocorrido para as áreas ocupadas pela vegetação classificada como densa. O aumento das áreas consideradas densa a semidensa para os respectivos municípios indica uma recuperação desse tipo de vegetação. Devem ser ressaltadas as ações desenvolvidas no sentido de coibir e/ou diminuir as ocorrências de incêndios nessas áreas em muitos casos considerados criminosos, principalmente na época de verão. A classe de vegetação classificada como rala + solo exposto por serem vulneráveis a processos erosivos, devem ser manejadas de forma adequada, em vista a graves riscos de degradação (Figura 35. A e B).

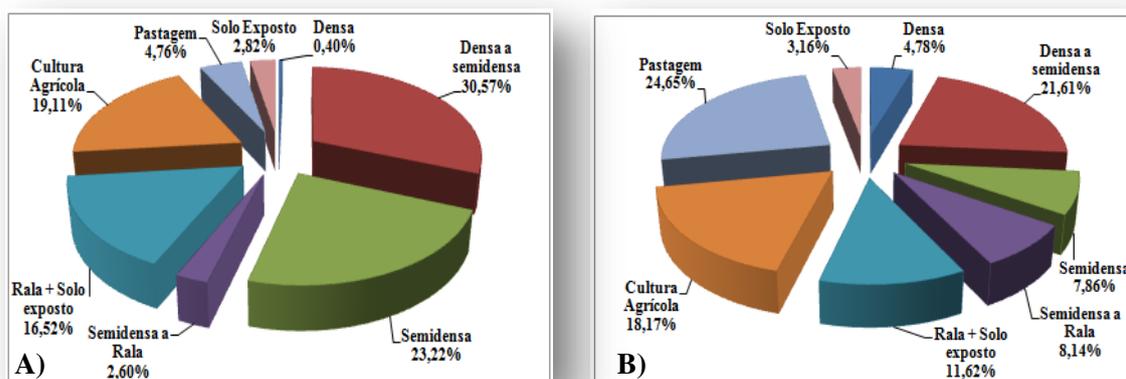


Figura 35. Percentual das classes de uso das terras: A) Barbalha e B) Crato - CE. 2008.

A análise comparativa compreendendo o período de duas décadas para os municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, mostra com clareza que no município de Barbalha a vegetação classificada como densa apresenta um maior grau de degradação do que o município do Crato, mesmo tendo esse município uma diminuição das áreas ocupadas por esse tipo de vegetação (Figura 36).

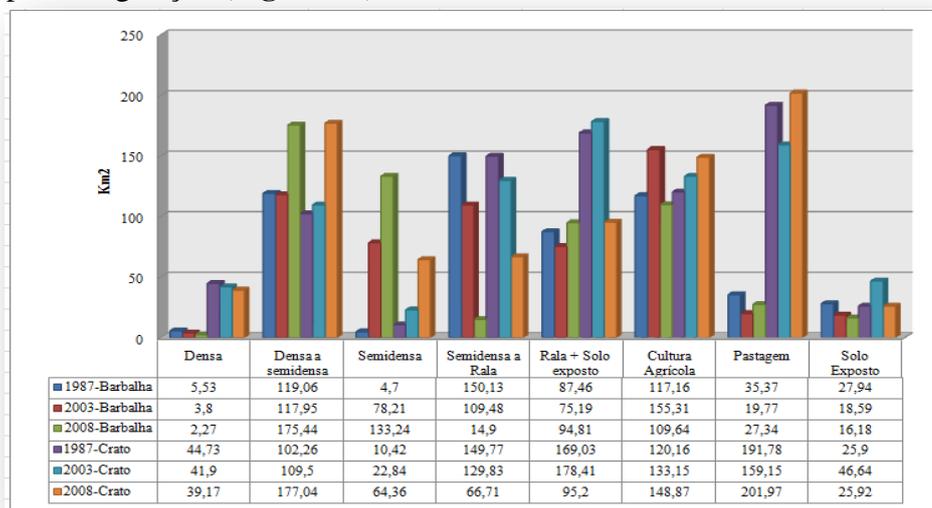


Figura 36. Análise comparativa das classes de uso das terras. Barbalha e Crato - CE. Anos: 1987, 2003 e 2008.

Os dados do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE mostram que os municípios de Barbalha e do Crato, têm 4.335 e 5.420 hectares de terras exploradas com pastagens naturais, respectivamente. As áreas exploradas com pastagens plantadas degradadas no município de Barbalha totalizam 366 ha, enquanto, no Crato esta área é de 300 hectares. A pastagem

plantada em boas condições no município de Barbalha compreende 1.229 ha e no município do Crato 5.234 ha (**Tabela 30**).

Tabela 30. Utilização das terras com pastagens. Municípios de Barbalha e do Crato -2006.

Utilização das terras	Municípios			
	Barbalha		Crato	
	Estabelecimentos	Área (ha)	Estabelecimentos	Área (ha)
Pastagens - naturais	354	4.335	217	5.420
Pastagens - plantadas degradadas	51	366	43	300
Pastagens - plantadas em boas condições	150	1.229	233	5.234

Fonte: Censo Agropecuário 2006

Os dados apresentados para os municípios de Barbalha e do Crato mostra que as áreas pertencentes às classes de uso das terras representadas pela vegetação densa a semidensa e vegetação densa apresentaram um incremento positivo, um dado de extrema importância por se considerar que ocorreu uma regeneração significativa desse tipo de vegetação. Por outro lado, ocorreu uma redução para as áreas ocupadas pela vegetação do tipo semidensa a rala, este fato se deve ao desmatamento que se concretiza principalmente na parte norte dos municípios, também se relaciona ao aumento positivo das áreas ocupadas por culturas agrícolas e principalmente por aquelas exploradas com pastagens. As áreas de pastagem e cultura agrícola apresentam maior área de ocupação no município do Crato. A base econômica dos municípios está vinculada principalmente a agropecuária de sequeiro, sendo que, nesses municípios também se desenvolve a agricultura irrigada.

O levantamento realizado durante o percurso de campo nos municípios com relação à cobertura vegetal e uso das terras evidencia que:

No trecho da saída da cidade do Crato para Arajara, se identifica o padrão de organização agrícola, em área de solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, onde predomina áreas de exploração agrícola, em sua maioria pastagem, em relevo ondulado, sempre intercalado com vegetação do tipo capoeira, ao fundo a Chapada do Araripe (**Figura 37**).



Figura 37. Área de exploração agrícola intercalando-se com área de pastagem - capoeira e ao fundo a chapada do Araripe. Coordenadas da Figura: - 07° 16' 11,1" e - 39° 23' 57,6".

✓ No município do Crato e Barbalha as áreas de várzeas são amplamente exploradas com cana-de-açúcar, capim, além de fruticultura como: mangueira, cajueiro, coqueiro, entre outras. No Sítio Teixeira, Crato-CE, o rio Cariús está encravado em um relevo forte ondulado, onde as áreas com declives acentuados estão aos poucos perdendo a sua vegetação nativa para ceder lugar à pastagem. Nesses municípios as várzeas são muito representativas com constante presença da pecuária. As técnicas de conservação não são consideradas, as áreas de relevo mais acentuados como os serrotes, quando desmatados dão lugar à pastagem, a vegetação é típica de capoeirão em fase de regeneração, a exemplo do sitio Faustino.

✓ No município de Barbalha-CE, como exemplo, a comunidade Unha de Gato, as terras se encontram exploradas de forma intensiva com áreas de pastos, em alguns pontos a presença de capim elefante. As áreas de capoeira se intercalam com fruteiras, com predominância de cajueiro.

✓ No Sítio Faustino pertencente ao município do Crato, por exemplo, o desenvolvimento da atividade de pecuária é muito intenso, principalmente do gado bovino. Nessa localidade, recomenda-se maior atenção com relação à preservação das áreas de várzeas, que são intensamente exploradas com pastagem.

✓ Entre tantas práticas inadequadas do uso das terras, por exemplo, das várzeas localizadas no município do Crato, onde a cobertura vegetal foi retirada cedendo lugar a áreas de pastagem. Nesse caso, o intenso desenvolvimento dessa atividade, ocorre sem a preocupação do tempo necessário para que o solo possa ter um descanso e conseqüentemente sua recomposição. A intensidade e a magnitude dos problemas gerados pelas queimadas, pelo desmatamento de áreas situadas em relevo que varia de forte ondulado a montanhoso, muda totalmente a paisagem local, além de serem áreas intensivamente exploradas com culturas de cana-de-açúcar, capim, milho, feijão, coqueiro, bananeiras, olericulturas, entre outras (**Figura 38. A e B**).



Figura 38. A) Exploração agrícola das áreas de várzeas ao fundo - focos de incêndios - área de relevo forte ondulado. B) Área de várzea explorada com capim, fruteiras, com cultura de cana-de-açúcar, ao fundo área de relevo forte ondulado com pastagem e vegetação natural. Coordenadas das figuras: $-07^{\circ} 05'51,7''$ e $-39^{\circ} 26'49,1''$. Vista do mesmo ponto.

A atividade extrativa vegetal de maior representatividade para os municípios de Barbalha e do Crato (**Tabelas 31 e 32**) são aquelas relacionadas com a madeira (carvão vegetal e lenha). No município do Crato ocorreu um aumento progressivo da retirada da lenha entre os anos de 2004 e 2009, um indicativo de redução das áreas ocupadas por vegetação por

aquelas destinadas a exploração de culturas agrícolas e pastagem, também, sendo esta lenha direcionada para outras atividades, como exemplo, as olarias e panificadoras.

Tabela 31. Extração Vegetal: município de Barbalha, 2004 - 2009.

Município: Barbalha - CE						
Anos	Pequi (amêndoa) (t)	Babaçu (Amendoa) (t)	Carvão vegetal (t)	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)	Angico (casca) (t)
2004	100	78	5	2.530	-	-
2005	99	78	5	2.500	-	-
2006	99	78	5	2.520	-	-
2007	99	78	5	2.500	-	-
2008	98	77	4	2.410	-	-
2009	99	76	4	2.373	-	-

Fonte: IBGE, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

Destaque deve ser dado quanto à extração de oleaginosos (babaçu e pequi) que se afirmam como atividades produtivas importantes na economia regional, tanto em termos de valor da produção com na geração de renda.

Tabela 32. Extração Vegetal: município do Crato. 2004 - 2009.

Município: Crato - CE								
Anos	Castanha de caju (t)	Umbu (fruto) (t)	Carvão vegetal (t)	Lenha (m³)	Babaçu (Amendoa) (t)	Pequi (amêndoa) (t)	Madeira em tora (m³)	Angico (casca) (t)
2004	2	2	100	52.812	145	1.561	-	-
2005	2	1	96	55.083	140	1.706	-	-
2006	2	1	87	59.630	125	1.870	-	-
2007	2	1	85	61.713	123	1.992	-	-
2008	2	1	60	75.027	115	2.025	-	-
2009	2	1	59	78.609	108	2.451	-	-

Fonte: IBGE, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

A distribuição das diversas culturas permanentes (**Tabelas 33 e 34**) e temporárias (**Tabelas 35 e 36**) indica que nos municípios de Barbalha e do Crato, as culturas permanentes com maior área plantada são representadas pelas culturas da banana e castanha de caju, enquanto, as culturas temporárias de maior expressão são as culturas de cana-de-açúcar, feijão e milho (IBGE, 2010).

Um ponto a ser destacado, é que a cultura do algodão herbáceo perdeu espaço em todos os municípios: *“O algodão, cognominado o “ouro branco” da região, fora dizimado. Além das crises de mercado, enfrentou a praga do bicudo, sem nenhuma assistência técnica ou política pública protecionista”* (GERVAISE, 1998).

Tabela 33. Lavouras permanentes - município de Barbalha - Ano 2008/2009.

Município	Lavouras	Quantidade Produzida (t)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Barbalha	Banana (cacho)	4.770	4.877	318	323	318	323	15.000	15.099
	Castanha de caju	64	68	160	160	160	160	400	425
	Coco-da-baía	224 (mil frutos)	232 (mil frutos)	34	34	34	34	6.588	6.823 frutos/ha
	Goiaba	120	145	10	12	10	12	12.000	12.083
	Laranja	90	92	10	10	10	10	9.000	9.200
	Limão	18	19	2	2	2	2	9.000	9.500
	Mamão	132	156	6	7	6	7	22.000	22.258
	Manga	168	175	21	21	21	21	8.000	8.333
	Maracujá	36	38	4	4	4	4	9.000	9.500

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.

Tabela 34. Lavouras permanentes - município do Crato - Ano 2008/2009.

Município	Lavouras	Quantidade Produzida (t)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Crato	Abacate	56	58	7	7	7	7	8.000	8.285
	Banana (cacho)	6.000	6.500	600	650	600	650	10.000	10.000
	Castanha de caju	105	116	200	200	200	200	525	580
	Coco-da-baía	238	239 mil frutos	46	46	46	46	5.173	5.195 frutos/ha
	Laranja	108	110	9	10	9	10	12.000	11.000
	Mamão	403	459	15	17	15	17	26.866	27.000
	Manga	1.600	1.500	100	100	100	100	16.000	15.000
	Maracujá	75	110	7	10	7	10	10.714	11.000
	Tangerina	25	20	5	5	5	5	5.000	4.000

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.

Tabela 35. Lavouras temporárias. Município de Barbalha. Ano 2008/2009

Municípios	Lavouras	Quantidade Produzida (t)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Barbalha	Amendoim (em casca)	18	17	18	15	18	15	1.000	1.133
	Arroz (em casca)	264	260	120	125	120	125	2.200	2.080
	Cana-de-açúcar	72.000	75.600	1.600	1.800	1.600	1.800	45.000	42.000
	Feijão (em grão)	440	442	718	732	718	732	612	603
	Mamona	8	10	33	33	33	33	242	303
	Mandioca	120	82	10	10	10	10	12.000	8.200
	Milho (em grão)	1.540	1.545	700	730	700	730	2.200	2.116
	Tomate	800	858	20	22	20	22	40.000	39.000

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.

Tabela 36. Lavouras temporárias. Município do Crato - Ano 2008/2009.

Municípios	Lavouras	Quantidade Produzida (t)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Crato	Alho	29	20	6	5	6	5	4.833	4.000
	Amendoim (em casca)	306	203	170	169	170	169	1.800	1.201
	Arroz (em casca)	1.288	1.030	520	515	520	515	2.476	2.000
	Batata-doce	270	300	45	50	45	50	6.000	6.000
	Cana-de-açúcar	65.000	71.400	1.300	1.400	1.300	1.400	50.000	51.000
	Fava (em grão)	176	182	704	650	704	650	250	280
	Feijão (em grão)	954	485	2.115	2.144	2.115	2.144	451	226
	Mamona (baga)	-	4	-	8	-	8	-	500
	Mandioca	2.875	2.460	250	300	250	300	11.500	8.200
	Milho (em grão)	4.208	3.267	2.255	2.250	2.255	2.250	1.866	1.452
Tomate	1.400	1.584	40	44	40	44	35.000	36.000	

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.

5.1.3. Floresta Nacional do Araripe - FLONA, compreendendo parcialmente os municípios de Barbalha e do Crato-CE.

A análise das classes de uso das terras realizada para a Floresta Nacional do Araripe-FLONA, localizada parcialmente nesse estudo nos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, com base na interpretação das imagens Landsat-5, referente aos anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 39, 40 e 41**), mostra que ocorreu uma diminuição da vegetação densa entre os anos de 1987 e 2008 de aproximadamente 0,14 km², mesmo sendo um percentual relativamente pequeno, demonstra a necessidade de uma fiscalização por parte dos órgãos competentes, visando inibir o avanço ilegal do desmatamento na área de floresta.

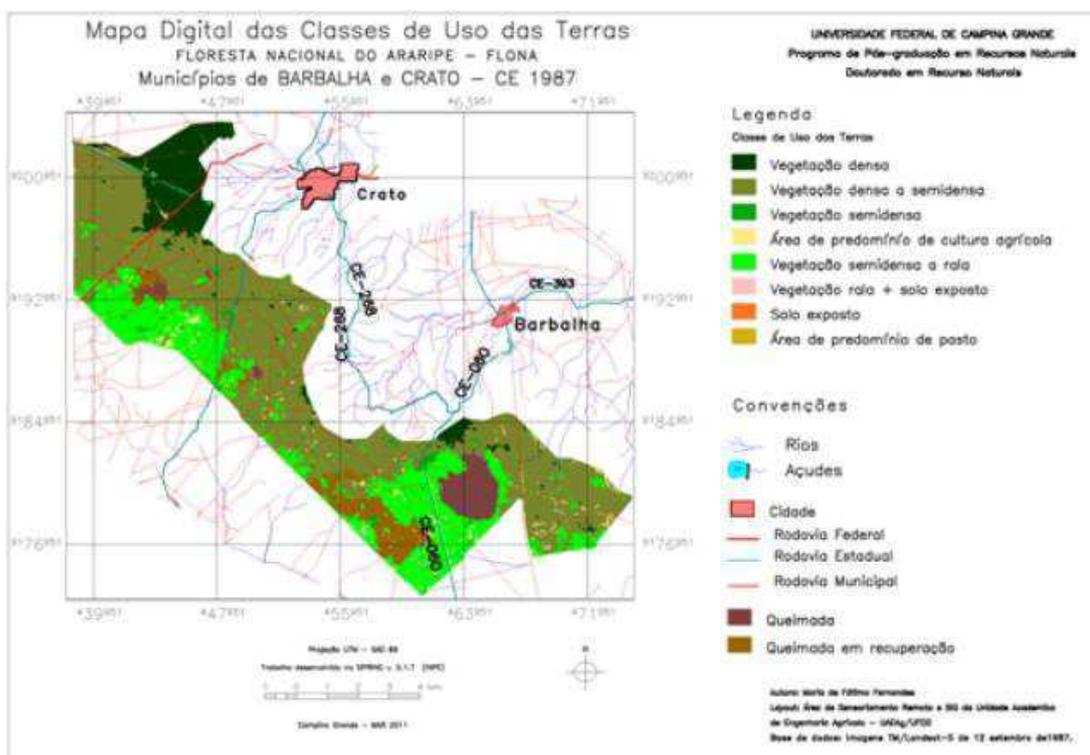


Figura 39. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e Crato-CE. 1987.

Foram identificadas durante a análise visual de imagens outras características de padrões presentes nas imagens Landsat, como: queimada (13,84 km²) e queimada em recuperação (17,91 km²), referente ao ano de 1987.

A vegetação densa sofreu uma redução de 2,67 km² entre os anos de 1987 e 2003, mas, ocorreu uma recuperação de 2,53 km² quando considerado o período de 2003 e 2008, nesse período a vegetação semidensa também apresentou um incremento positivo. Importante se observar que entre os anos de 1987 e 2003 o incremento para a vegetação densa e semidensa foi de apenas 1,16 km², no entanto, quando se analisa o período de 21 anos (1987/2008) esse tipo de vegetação apresentou uma recuperação em torno de 61,63 km².

A **Figura 41** mostra claramente a redução da vegetação semidensa a rala, sendo recomposta pela vegetação semidensa, entre os anos de 2003 e 2008. Nesse período não foi constatado a presença de queimadas. As áreas de pastos e culturas agrícolas são pouco representativas e ocorre principalmente nas áreas de encostas.

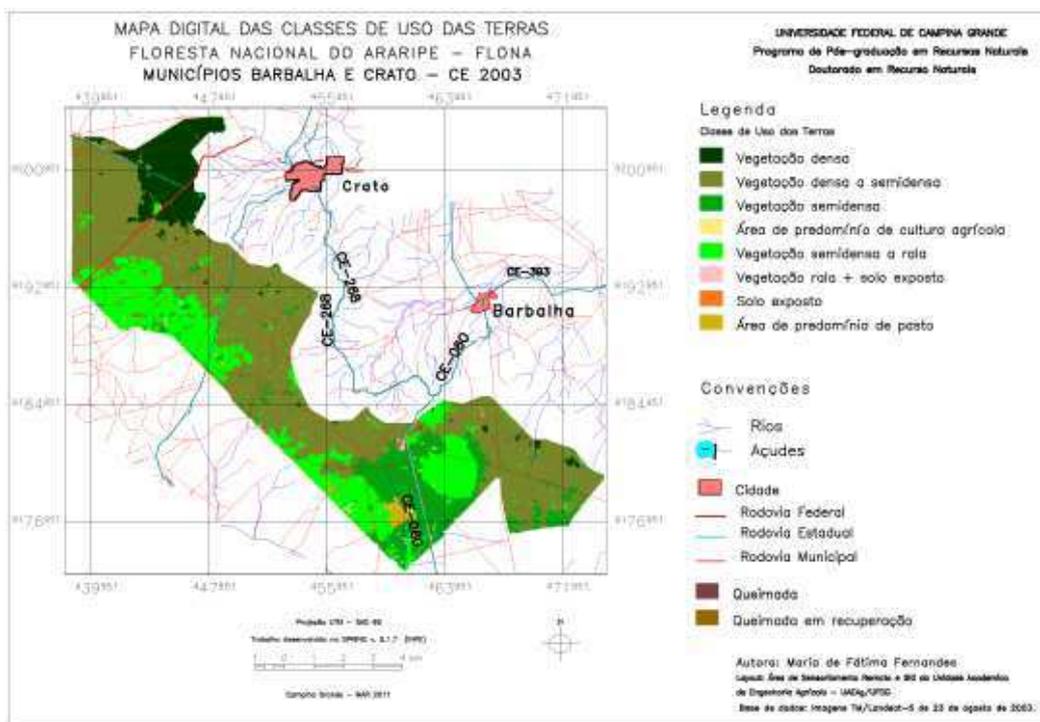


Figura 40. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e Crato-CE. 2003.

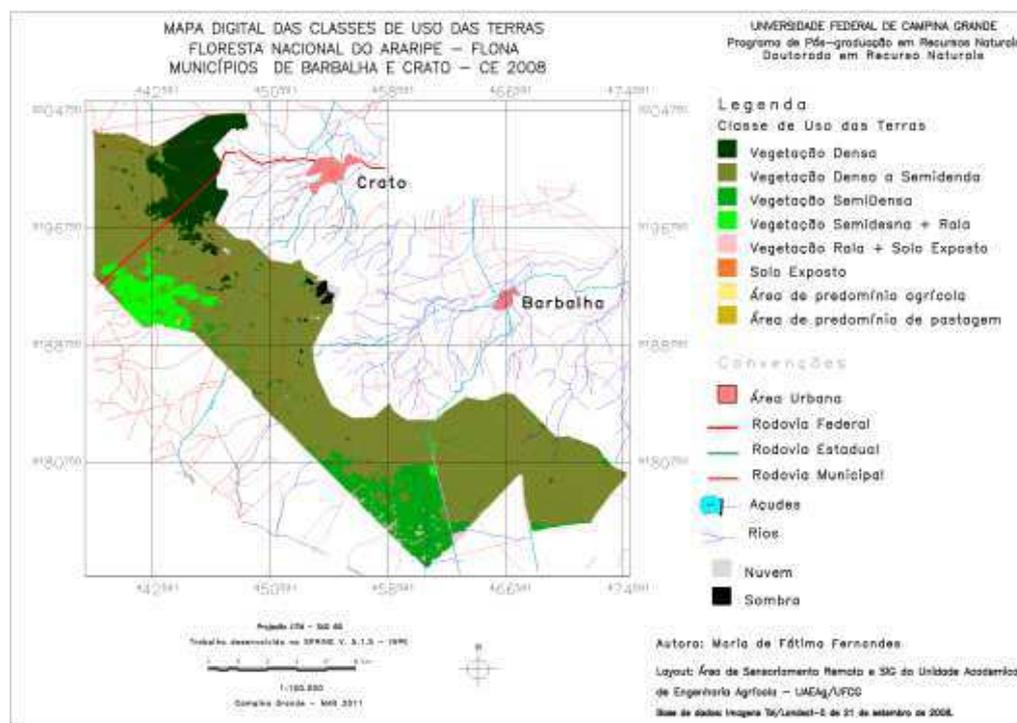


Figura 41. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e Crato-CE. 2008.

O resultado da análise mostra que as classes de uso das terras relacionadas à vegetação densa, semidensa a rala, culturas agrícolas e pastagem em menor proporção, apresentaram uma redução significativa. Entretanto, o maior incremento positivo foi para a classe de uso das terras representada pela vegetação do tipo densa a semidensa (**Tabela 37**).

Tabela 37. Classes de Uso das terras na FLONA- Municípios de Barbalha e do Crato.

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	32,36	29,69	32,22	10,95	9,07	9,92	- 0,14
Vegetação densa a semidensa	177,24	178,40	238,90	59,99	54,54	73,57	+ 61,66
Vegetação semidensa	3,55	41,39	33,88	1,20	12,65	10,43	+ 30,33
Vegetação semidensa a rala	74,20	71,66	17,00	25,11	21,89	5,24	- 57,2
Vegetação rala + solo exposto	1,64	1,73	2,60	0,56	0,53	0,80	+ 0,96
Predomínio de cultura agrícola	6,40	1,03	0,07	2,17	0,31	0,02	- 6,33
Predomínio de pasto	0,06	3,23	0,04	0,02	0,99	0,01	- 0,02
Solo Exposto	0,00	0,07	0,00	0,0	0,02	0,0	+ 0,0

A comparação da evolução das classes de uso das terras indica que a classe densa a semidensa, sofreu uma redução de 5,45% entre os anos de 1987 e 2003, entretanto, ocorreu uma recuperação de 19,03% entre os anos de 2003 e 2008. Para a classe de uso semidensa a rala ocorreu uma redução de 16,65% considerando os anos de 2003 e 2008. Importante ressaltar a não ocorrência de solo exposto entre os anos de 1987 e 2008 (**Figura 42**).

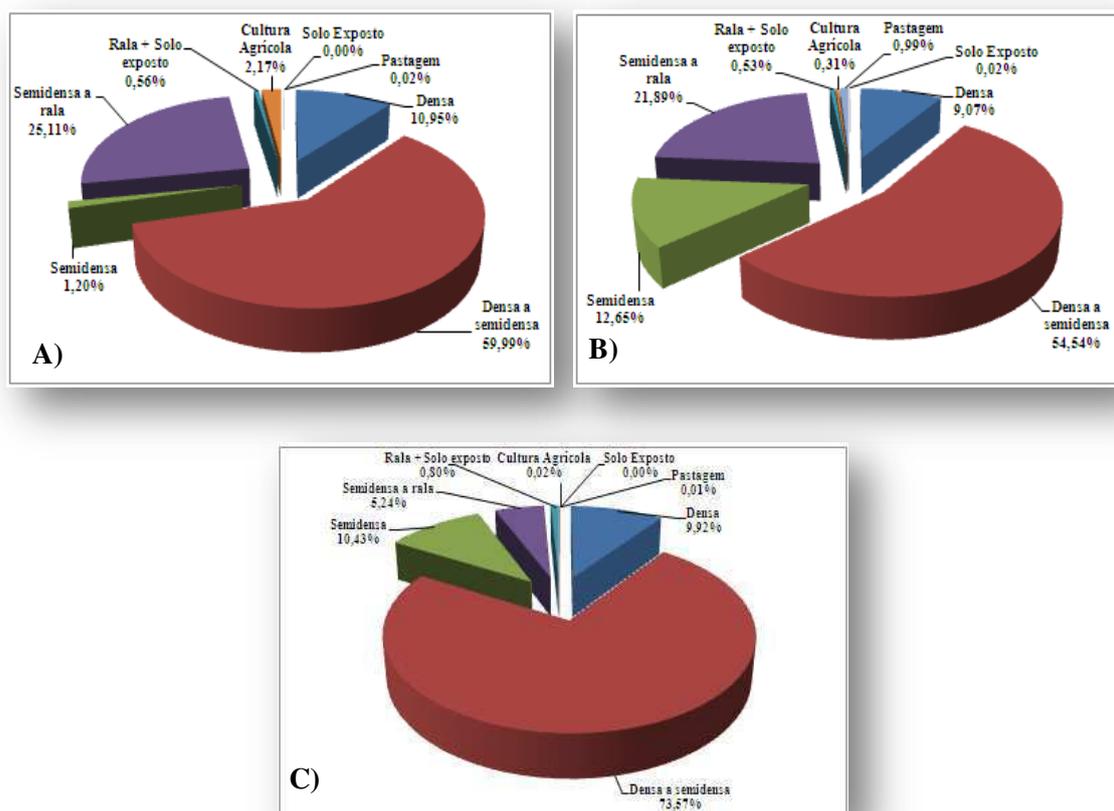


Figura 42. Percentual das classes de Uso das Terras - FLONA: A) 1987; B) 2003; C) 2008.

Durante o percurso de campo observou-se que:

O padrão de organização agrícola de parte da depressão sertaneja pode ser observado na **Figura 43**, onde se destaca as áreas destinadas à pastagem em áreas de relevo que varia de suave ondulado a forte ondulado, em estágio variável de degradação.

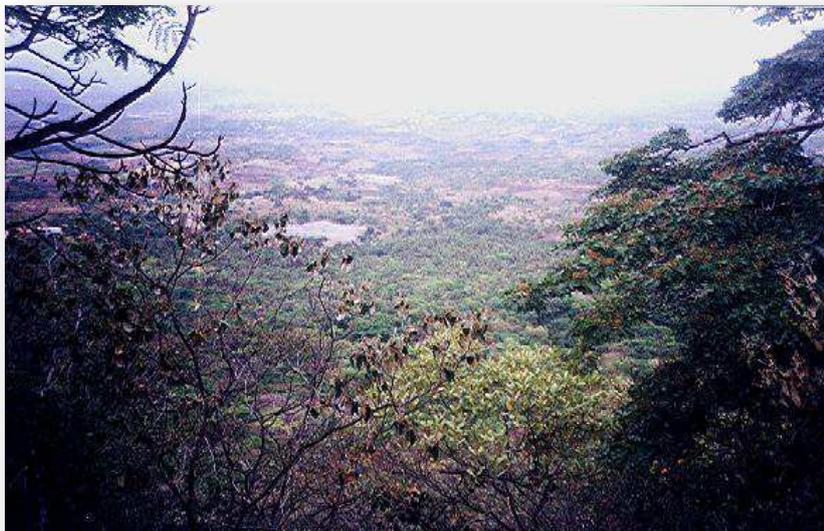


Figura 43. Vista parcial, a partir do topo da Chapada, do padrão de organização agrícola da Depressão Sertaneja do município do Crato-CE. Coordenadas da Figura: - 07° 17'22,5" e - 39° 27'23,7".

No topo da Chapada do Araripe no município do Crato-CE a vegetação de Floresta por ser protegida por Lei, encontra-se preservada (**Figura 44**), mesmo sendo cortada pela BR, no entanto, sofre sérios riscos de incêndios provocados por ação humana.



Figura 44. Área da Floresta Nacional do Araripe - preservada. Rodovia CE-492. Município do Crato-CE. Coordenadas da Figura: - 07° 15'3,4" e - 39°

As classes de uso das terras identificadas na FLONA por município, no caso, Barbalha e Crato, e seus valores de ocorrência em termos quantitativos, referentes aos anos de 1987, 2003 e 2008 (**Tabelas 38 e 39**), permitem que se façam inferências quanto ao incremento positivo ou negativo ocorrido no intervalo de tempo considerado nesse estudo.

No município de Barbalha ocorreu uma redução da vegetação classificada como densa no período compreendido entre 1987 e 2008, como também, para a vegetação do tipo

semidensa a rala. O incremento positivo compreendendo a vegetação densa a semidensa foi expressivo, considerando a importância desse tipo de vegetação para os municípios de Barbalha e do Crato. Entretanto, atenção deve estar voltada para as áreas de vegetação rala + solo exposto, geralmente representado pela caatinga. Não foi observada a presença de solo exposto que merecesse menção.

Tabela 38. Classes de Uso das terras na FLONA- Municípios de Barbalha-CE.

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	3,66	1,23	0,45	2,50	0,71	0,26	- 3,21
Vegetação densa a semidensa	92,74	93,28	135,28	63,25	53,75	79,38	+ 42,54
Vegetação semidensa	2,29	39,39	31,69	1,56	22,70	18,60	+ 29,4
Vegetação semidensa a rala	42,58	34,70	0,61	29,04	19,99	0,36	- 41,97
Vegetação rala + solo exposto	1,39	0,90	2,31	0,95	0,52	1,36	+ 0,92
Predomínio de cultura agrícola	3,96	0,91	0,06	2,70	0,52	0,04	- 3,9
Predomínio de pasto	0,01	3,11	0,02	0,01	1,79	0,01	+ 0,01
Solo Exposto	0,0	0,03	0,0	0,0	0,02	0,0	+ 0,0

Tabela 39. Classes de Uso das terras na FLONA- Municípios do Crato-CE

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	28,71	28,46	31,77	19,27	18,39	20,57	+ 3,06
Vegetação densa a semidensa	84,86	85,48	103,96	56,96	55,22	67,31	+ 19,1
Vegetação semidensa	1,26	2,90	2,02	0,85	1,87	1,31	+ 0,76
Vegetação semidensa a rala	31,41	36,85	16,39	21,08	23,81	10,61	- 15,02
Vegetação rala + solo exposto	0,25	0,83	0,29	0,17	0,54	0,19	+ 0,04
Predomínio de cultura agrícola	2,44	0,11	0,01	1,64	0,07	0,01	- 2,43
Predomínio de pasto	0,05	0,12	0,02	0,03	0,08	0,01	- 0,03
Solo Exposto	0,0	0,04	0,0	0,0	0,03	0,0	+ 0,0

Com relação ao percentual das classes de uso das terras que compreende a FLONA e abrangem os municípios de Barbalha e do Crato, os resultados indicam que no ano de 1987, a classe de vegetação densa a semidensa tem maior representatividade nos referidos municípios, aproximadamente um percentual de 63,25% e 56,96% da área, respectivamente, em escala de ocorrência tem-se a vegetação semidensa a rala, que pode está associada às áreas de capoeira em recuperação. Não foi observada a presença de solo exposto, bem como as áreas de pastagens e culturas agrícolas são pouco representativas no intervalo dos anos considerado nesse estudo (**Figura 45. A e B**).

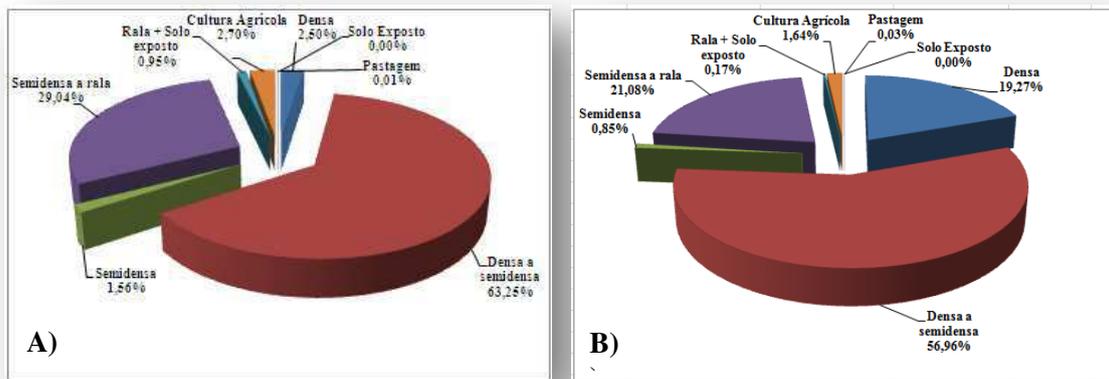


Figura 45. Percentual das classes de uso das terras - FLONA: A) Barbalha B) Crato - CE. 1987.

Em relação ao ano de 2003, a vegetação classificada como densa (0,71% e 18,39%, respectivamente), praticamente permaneceu inalterada nos municípios de Barbalha e do Crato. Importante se destacar uma recuperação das áreas representadas pela vegetação semidensa (22,70%) no município de Barbalha, entretanto, no município do Crato esse incremento ocorreu em menor percentual, ocorrendo um aumento dessa vegetação em torno de (1,02%), o que pode indicar uma menor exposição dessas áreas a processos de degradação das terras (**Figura 46. A e B**).

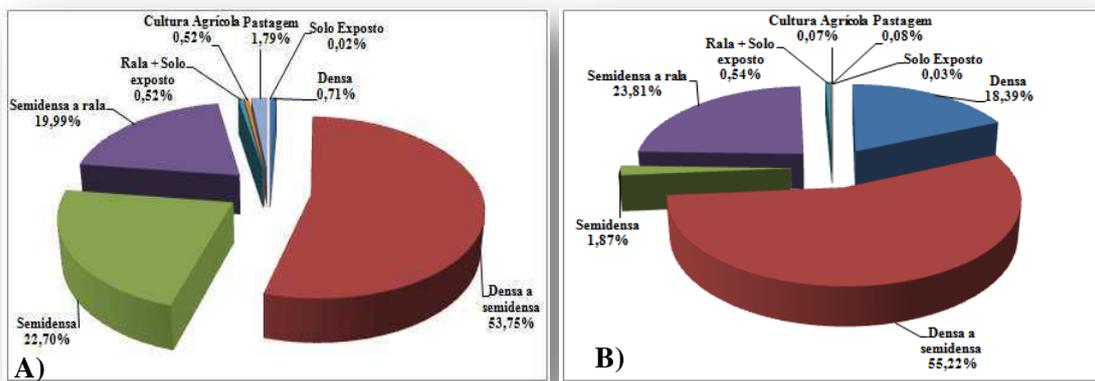


Figura 46. Percentual das classes de uso das terras - FLONA: A) Barbalha-CE. B) Crato-CE. 2003.

Quando se analisa o percentual de uso das terras para os municípios de Barbalha e do Crato, referente ao ano de 2008 existe uma preocupação com o incremento negativo ocorrido para as áreas ocupadas pela vegetação classificada como densa. O aumento das áreas consideradas densa a semidensa para os respectivos municípios indica uma recuperação desse tipo de vegetação. Devem ser ressaltadas as ações desenvolvidas no sentido de coibir e/ou diminuir as ocorrências de incêndios nessas áreas em muitos casos considerados criminosos, principalmente na época de verão. A classe de vegetação classificada como rala + solo exposto por serem vulneráveis a processos erosivos, devem ser manejadas de forma adequada, em vista a graves riscos de degradação (**Figura 47. A e B**).

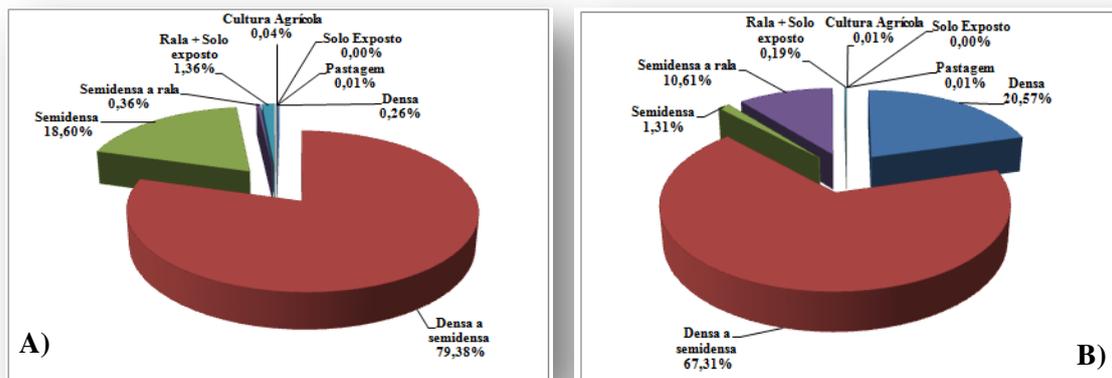


Figura 47. Percentual das classes de uso das terras - FLONA: **A)** Barbalha e **B)** Crato - CE. 2008.

A análise comparativa compreendendo o período de duas décadas para os municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, mostra com clareza que no município de Barbalha a vegetação classificada como densa apresenta um maior grau de degradação do que o município do Crato, mesmo tendo esse município uma diminuição das áreas ocupadas por esse tipo de vegetação. No entanto, as áreas pertencentes às classes de uso das terras representadas pela vegetação densa a semidensa e vegetação densa apresentaram um incremento positivo, um dado de extrema importância por se considerar que ocorreu uma regeneração significativa desse tipo de vegetação.

Por outro lado, ocorreu uma redução para as áreas ocupadas pela vegetação do tipo semidensa a rala, este fato se deve ao desmatamento que se concretiza principalmente na parte norte dos municípios, também se relaciona ao aumento positivo das áreas ocupadas por culturas agrícolas e principalmente por aquelas exploradas com pastagens. As áreas de pastagem e cultura agrícola apresentam maior área de ocupação no município do Crato (**Figura 48**). A base econômica dos municípios está vinculada principalmente a agropecuária de sequeiro, sendo que, nesses municípios também se desenvolve a agricultura irrigada.

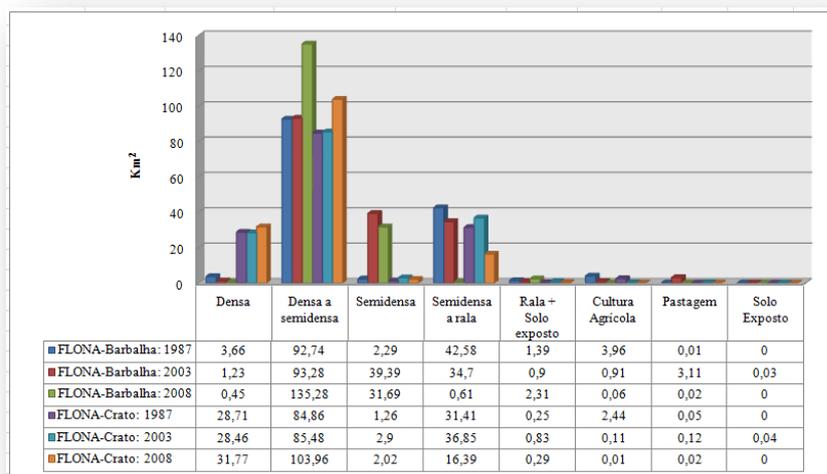


Figura 48. Análise comparativa das classes de uso das terras, FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato - CE. Anos: 1987, 2003 e 2008.

5.1.4. Município de Marcolândia - PI

O mapa digital das classes de uso das terras do município de Marcolândia no Estado do Piauí, referente aos anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 49, 50 e 51**) mostra claramente que entre os anos de 1997 e 2008 principalmente ao longo da BR-316 a classe de uso denominada de semidensa a rala foi praticamente dizimada, ocorrendo um aumento das áreas de solo exposto. As áreas de culturas agrícolas nas proximidades do município tiveram uma redução e, conseqüentemente um aumento da classe semidensa a rala entre os anos de 1987 e 2003. Assim, a paisagem do município foi totalmente modificada entre os anos de 1987 e 2008. No ano de 2008 não foi possível mapear as classe de vegetação densa e semidensa.

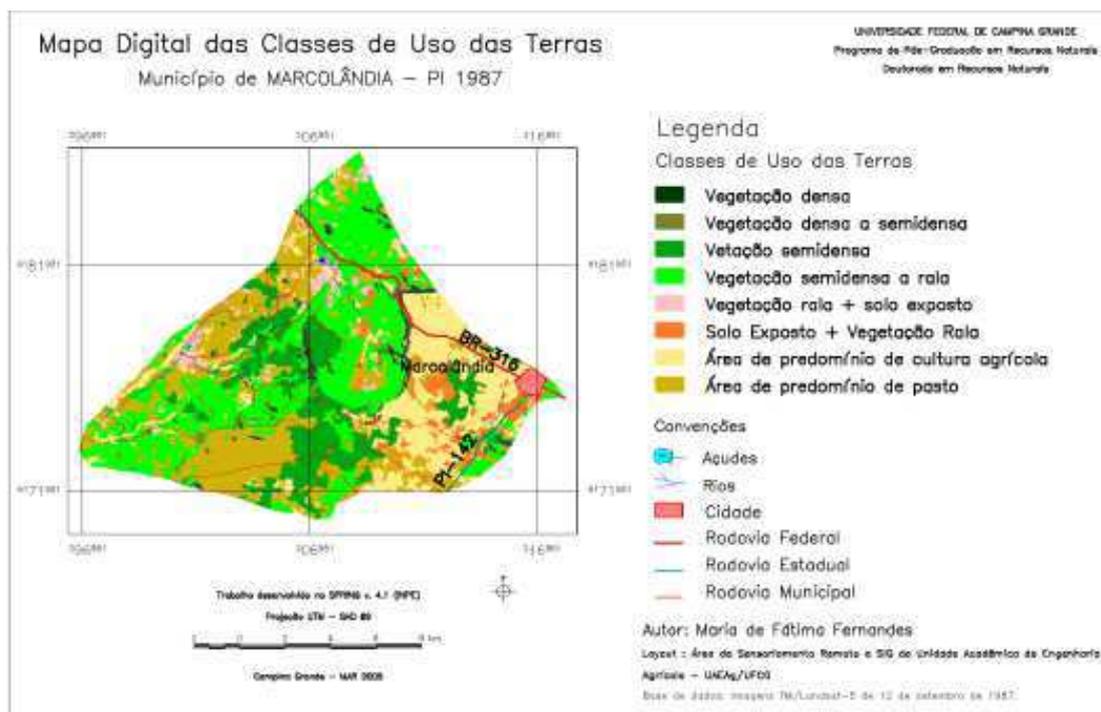


Figura 49. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Marcolândia - PI. 1987.

Os resultados apontam que entre os anos de 1987 e 2003 a vegetação classificada como semidensa a rala sofreu uma redução, principalmente a norte e sudoeste do município, com um aumento das áreas caracterizadas como ocupadas por culturas agrícolas e pastos. Quando se analisa o período de 2003 e 2008, se verifica uma profunda modificação na paisagem do município onde aparece em escala expressiva a presença de solo exposto, com um aumento de 24,13 km². A vegetação semidensa e semidensa a rala entre os anos de 1987 e 2008 apresentaram uma redução de 23,92 km² e 29,25 km², fato bastante preocupante e que deve ser levado em consideração pelas autoridades locais.

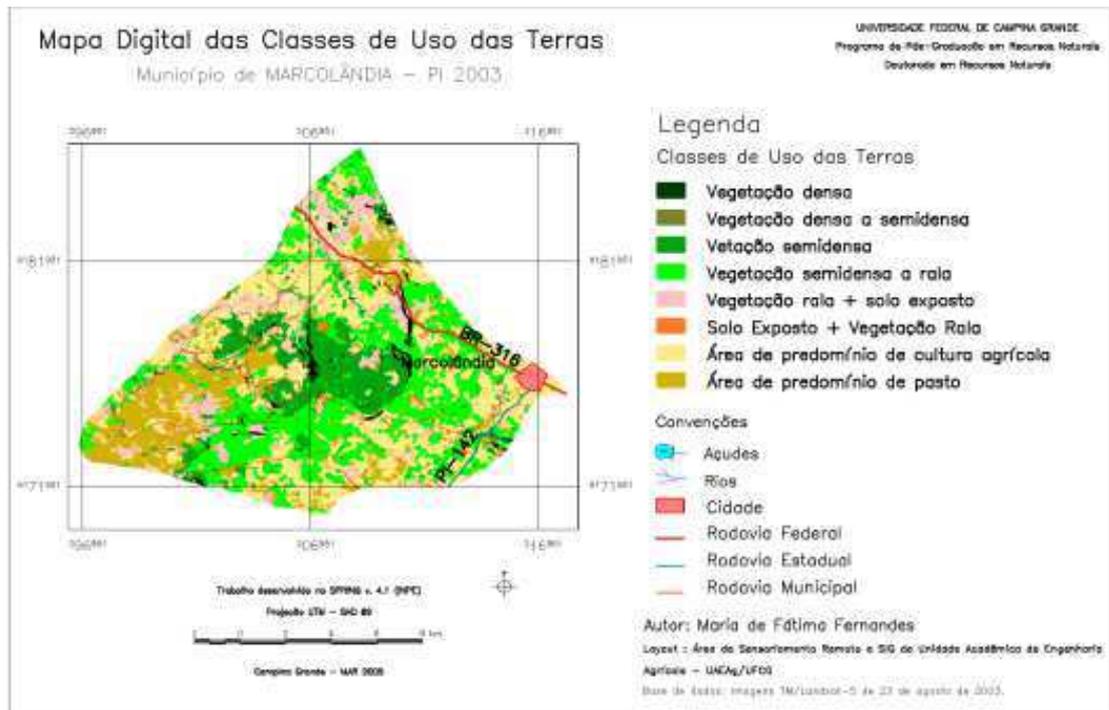


Figura 50. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras - Marcolândia - PI. 2003.

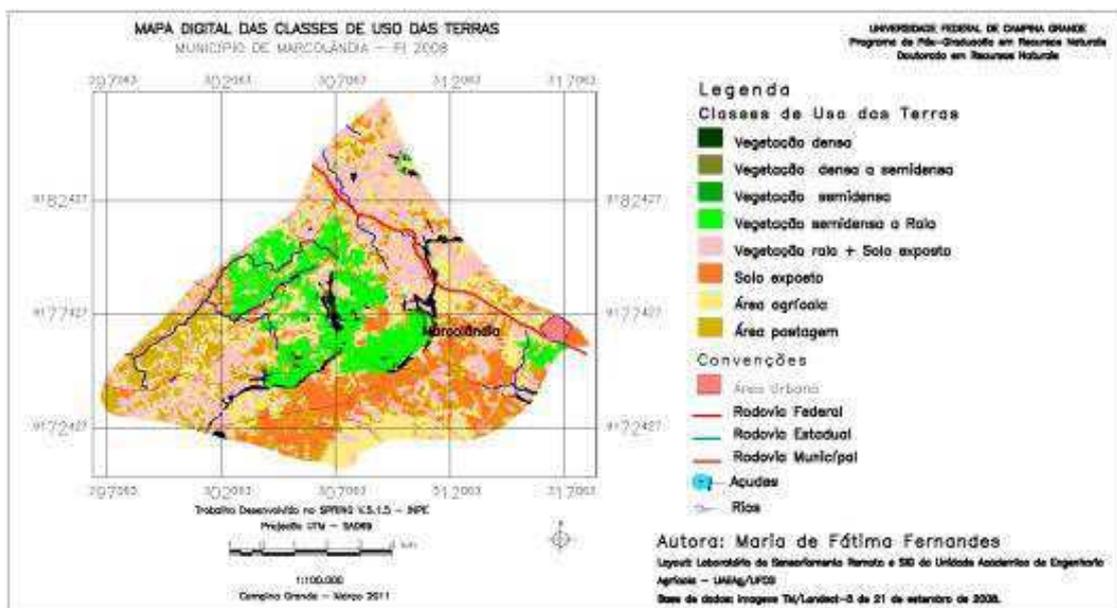


Figura 51. Mapa Digital das Classes de Uso das Terras. Marcolândia - PI. 2008.

Como resultado do mapeamento digital, os dados estimados para as classes de uso das terras pelo sistema SPRING, compreendendo os anos de 1987, 2003 e 2008, são apresentados na **Tabela 40**. As condições ambientais nesse município apresentam dados preocupantes, onde a vegetação classificada como densa, semidensa e semidensa a rala, apresentaram um incremento negativo, possivelmente ocasionada pela forte interferência humana, mais especificamente para atender a ampliação das áreas destinadas as atividades agropecuárias.

Tabela 40. Classes de uso das terras do município de Marcolândia-PI.

Classes de Uso das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Vegetação densa	0,10	0,19	0,00	0,06	0,11	0,0	- 0,1
Vegetação densa a semidensa	0,86	0,12	0,00	0,51	0,07	0,0	- 0,86
Vegetação semidensa	24,67	22,85	0,75	14,75	13,52	0,45	- 23,92
Vegetação semidensa a rala	54,46	46,51	25,21	32,55	27,52	15,09	- 29,25
Vegetação rala + solo exposto	5,24	16,57	44,85	3,13	9,80	26,85	+ 39,61
Predomínio de cultura agrícola	31,42	54,99	43,68	18,78	32,53	26,15	+ 12,26
Predomínio de pasto	43,30	26,16	26,77	25,88	15,48	16,03	- 16,53
Solo exposto	7,25	1,63	25,76	4,33	0,96	15,42	+ 18,51

Considerando o ano de 2008, as classes de vegetação densa e semidensa deixam de existir e conseqüentemente ocorre um incremento positivo para as classes rala + solo exposto e culturas agrícolas, em relação ao ano de 1987. Também uma maior ocorrência das áreas com solo exposto, o que implica em áreas vulneráveis a processos de desertificação, já que os solos são também vulneráveis a riscos de erosão (**Figura 52**).

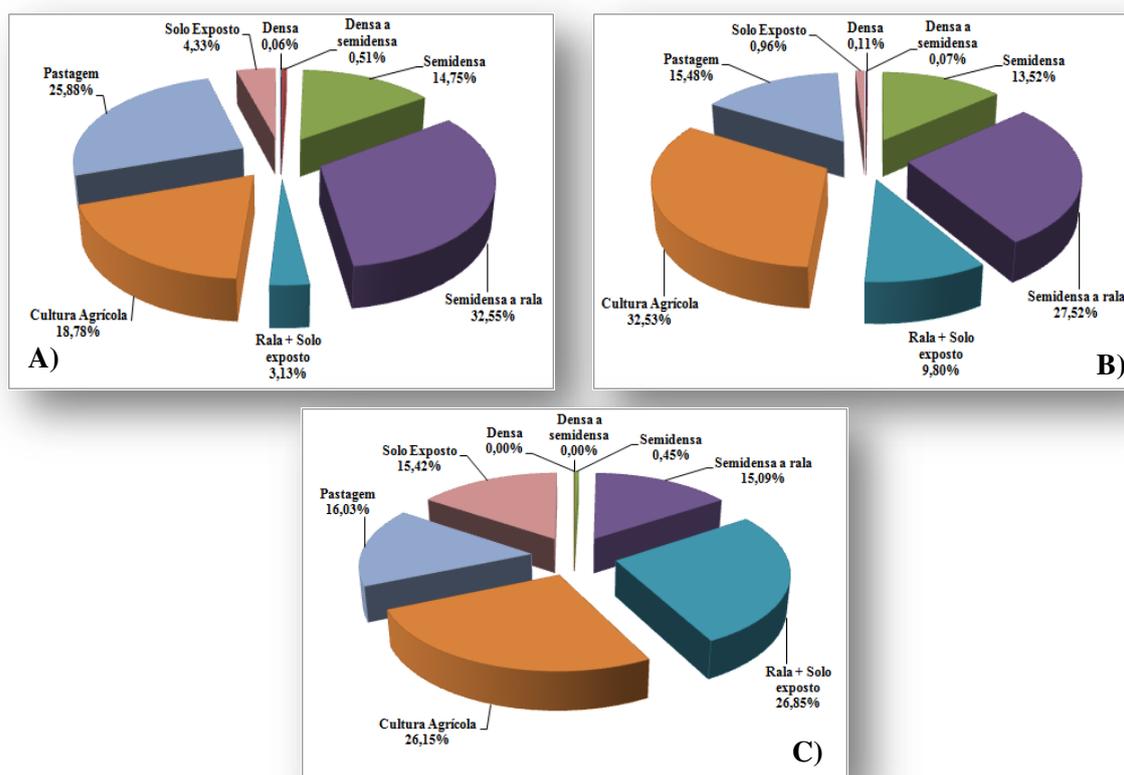


Figura 52. Percentual das classes de uso das terras. Marcolândia-PI. **A)** 1987; **B)** 2003; **C)** 2008.

Os resultados indicam a ocorrência de uma profunda modificação da paisagem local, onde a degradação da vegetação tem ocorrido ao longo de décadas, dando lugar a uma vegetação que encontra dificuldade para se recuperar, principalmente, porque aliado a esse desmatamento, também a extrema escassez de água na região é recorrente e os solos são altamente vulneráveis a processos erosivos.

A análise comparativa compreendendo o período de 1987 e 2008 para o município de Marcolândia, mostra com clareza que a vegetação classificada como densa e densa a semidensa, apresentam um maior grau de degradação, no entanto, as áreas de pastagem e cultura agrícola apresentam áreas expressivas de ocupação no município (**Figura 53**).

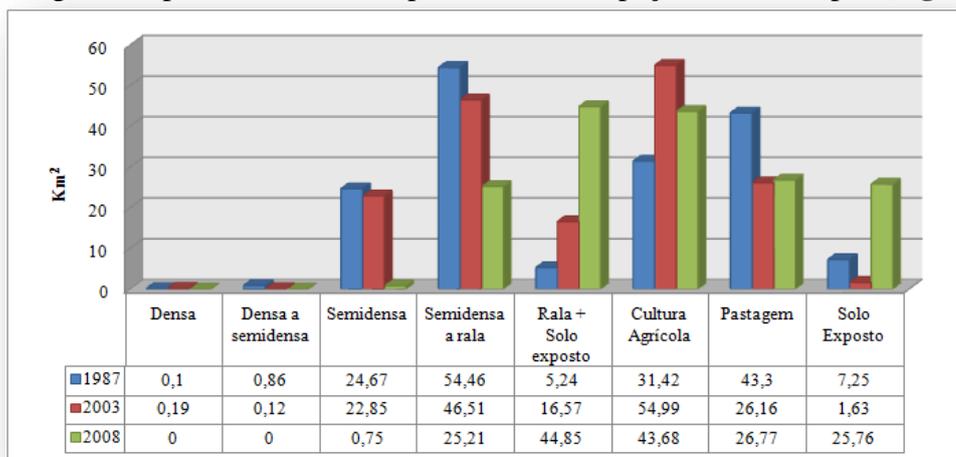


Figura 53. Análise comparativa das classes de uso das terras, município de Marcolândia-PI.

Os dados do Censo Agropecuário realizado pelo IBGE mostram que o município de Marcolândia, tem 3.829 hectares de terras exploradas com pastagens naturais. As áreas exploradas com pastagens plantadas degradadas no município totalizam 64 hectares, os dados para pastagens plantadas em boas condições não foram disponibilizadas (**Tabela 41**).

Tabela 41. Utilização das terras com pastagens. Município de Marcolândia - 2006.

MARCOLÂNDIA - PI		
Utilização das terras	Estabelecimentos	Área (ha)
Pastagens - naturais	194	3.829
Pastagens - plantadas degradadas	3	64
Pastagens - plantadas em boas condições	2	Não disponível

Fonte: Censo Agropecuário 2006

Na divisa do Estado do Pernambuco com o Piauí, encontra-se o município de Marcolândia, onde extensas áreas são exploradas com a cultura da mandioca em solos do tipo Neossolo Regolítico e Latossolo Vermelho Eutrófico (a exemplo, no sítio Serra dos Baixos e entre o percurso de Marcolândia/Caldeirão no Estado do Piauí).

No percurso de campo realizado no município se observa a ocorrência da vegetação tipo caatinga de porte baixo a semidensa, intercalada com pequenas áreas exploradas com a palma forrageira e áreas destinadas da cultura de milho e feijão, com destaque para a pecuária de ovinos. A **Figura 54** mostra uma vista panorâmica do padrão de uso das terras no município de Marcolândia e no extenso vale que compreende os municípios vizinhos.

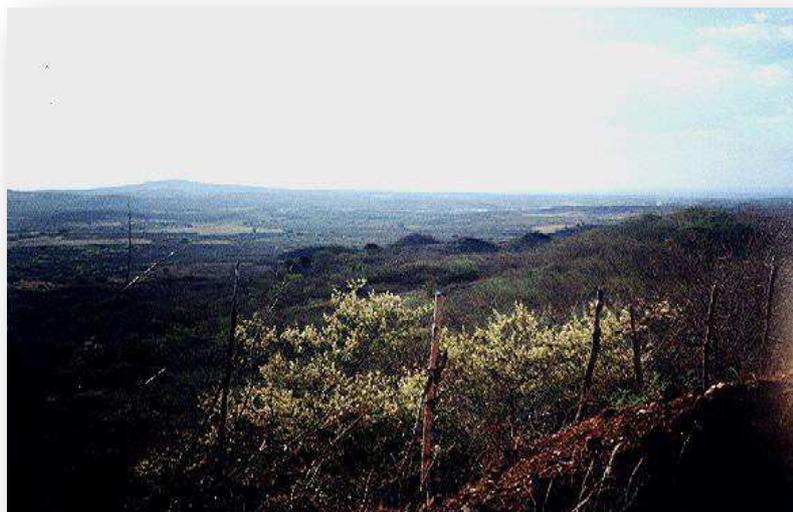


Figura 54. Vista panorâmica no município de Marcolândia – em direção ao município de Francisco Macedo-PI. Coordenadas da Figura: - 07° 25' 19,4" e - 40° 42' 27,8".

A atividade extrativa vegetal de maior representatividade para o município (**Tabela 42**) corresponde apenas ao carvão vegetal e a lenha, conforme dados do IBGE, entre os anos de 2004 e 2009, respectivamente.

Tabela 42. Extração Vegetal: município de Marcolândia, 2004 - 2009.

Município: Marcolândia - PI				
Anos	Carvão vegetal (t)	Lenha (m³)	Madeira em tora (m³)	Angico (casca) (t)
2004	15	4.480	-	-
2005	15	4.491	-	-
2006	16	4.716	-	-
2007	16	4.810	-	-
2008	13	5.000	-	-
2009	14	5.650	-	-

Fonte: IBGE, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

As principais lavouras temporárias exploradas no município (**Tabela 43**), conforme dados do IBGE, foram representadas pelas culturas de: algodão herbáceo, feijão (em grão), mandioca, milho e amendoim. Como cultura permanente apenas uma área plantada de aproximadamente 15 hectares sendo explorada com cajueiro.

Tabela 43. Lavouras temporárias - município de Marcolândia-PI. Anos - 2008/2009.

Municípios	Lavouras	Quantidade Produzida (t)		Área plantada (ha)		Área colhida (ha)		Rendimento médio (kg/ha)	
		2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Marcolândia	Algodão herbáceo (em caroço)	18	9	20	10	20	10	900	900
	Amendoim (em casca)	1	4	2	8	2	8	500	500
	Feijão (em grão)	153	217	810	870	810	870	188	249
	Mandioca	13.260	18.229	1.200	1.350	1.200	1.350	11.050	13.502
	Milho (em grão)	468	581	780	780	780	780	600	744

Fonte: IBGE, Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.

Os municípios Caldeirão Grande e Marcolândia são considerados os maiores produtores da cultura de mandioca no Estado do Piauí (MDA/EFPT, 2006).

5.2. Análise dos Níveis de Degradação das Terras - municípios de Araripina-PE, Barbalha-CE, Crato-CE, parte da Floresta Nacional do Araripe-FLONA e Marcolândia-PI, compreendendo os anos de 1987, 2003 e 2008

A desertificação vem a ser a expressão final do processo de degradação do meio ambiente e depredação dos recursos naturais (REÁTEGUI *et al.*, 1992) e as atividades humanas são catalisadoras deste processo. Percebe-se que nas áreas rurais os rastros de sucessivos ciclos econômicos, historicamente, também vêm acompanhados pela degradação ambiental (MMA, 2007). Este processo é bastante dinâmico e pode mudar sua configuração ao longo dos tempos.

O estudo realiza uma comparação do avanço e/ou diminuição da degradação das terras entre os anos de 1987, 2003 e 2008. Com o emprego de técnicas de processamento digital foram confeccionados os mapas de degradação das terras dos municípios e a partir dos mesmos, quantificadas as áreas por nível de degradação.

5.2.1. Município de Araripina-PE.

Os dados de degradação das terras a partir da análise visual de imagens TM-Landsat, para o município de Araripina no Estado de Pernambuco, indicam riscos à desertificação considerando os anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 55, 56 e 57**). A principal atividade econômica que apresenta significativa contribuição para o aumento da degradação das terras é a exploração mineral, pela retirada da vegetação de caatinga para atender à demanda energética de setores industriais do Pólo Gesseiro do Araripe, seguido da atividade pecuária e desmatamento em áreas de Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico, para implantação da cultura de mandioca, em que o preparo inicial do solo é realizado através de queimadas. Tal forma de exploração contribui para o desenvolvendo de pragas, cupins e formigueiros, além dos relacionados à erosão.

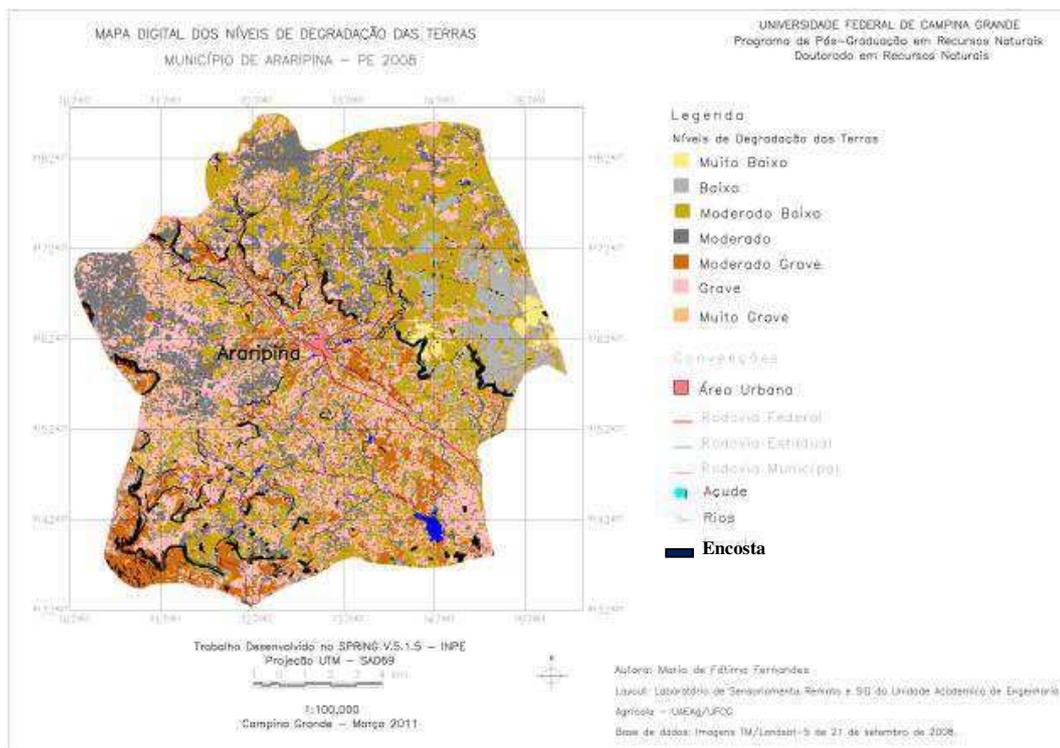


Figura 57. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras. Araripina - PE. 2008.

Analisando-se o período compreendido entre os anos de 1987, 2003 e 2008 verificam-se a ocorrência de um incremento negativo para os níveis de degradação moderado baixo, moderado e moderado grave. Este fato decorre de que muitas áreas abandonadas foram se recuperando de forma espontânea, sem a interferência da ação humana, ocorrendo uma recomposição da vegetação de caatinga, também com áreas ocupadas por pasto sempre intercaladas com vegetação do tipo capoeirão. No entanto, o nível de degradação grave e muito grave apresentou um incremento positivo, indicando a tendência de evolução de degradação das terras no intervalo de tempo considerado nesse estudo (**Tabela 44**).

Tabela 44. Níveis de degradação das terras para o município de Araripina-PE. 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(% em relação à área total)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	10,43	15,64	22,72	0,54	0,80	1,16	+ 12,29
Baixo	95,94	115,80	121,91	4,95	5,93	6,24	+ 25,97
Moderado baixo	580,89	570,59	558,16	29,99	29,21	28,58	- 22,73
Moderado	597,66	553,09	380,32	30,86	28,32	19,47	- 217,34
Moderado grave	277,91	161,73	200,08	14,35	8,28	10,24	- 77,83
Grave	333,20	368,44	497,05	17,20	18,86	25,45	+ 163,85
Muito Grave	40,92	167,79	173,00	2,11	8,59	8,86	+ 132,08

No ano de 1987 o nível de degradação grave ocupava uma área de 333,20 km² correspondendo a aproximadamente 17,20% da área do município e o nível considerado muito grave uma área de 40,92 km² equivalendo a 2,11 % do total da área. Os níveis de degradação das terras identificados como muito baixo (0,54%) e baixo (4,95%) considerando o ano de 1987, evidenciam forte tendência de que os recursos naturais ao longo do tempo vêm sofrendo desequilíbrio ambiental, com áreas em riscos à desertificação e com forte impacto no tocante à degradação da paisagem local (**Figura 58**).

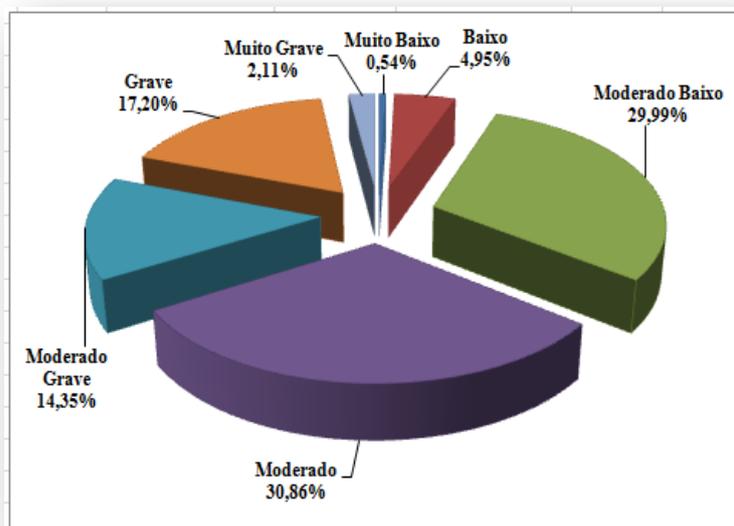


Figura 58. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 1987. Araripina-PE.

No ano de 2003 ocorreu um aumento do nível de degradação grave de 1,66% e do nível muito grave de 6,48%, o maior percentual de ocorrência foi para o nível moderado e moderado baixo (**Figura 59**).

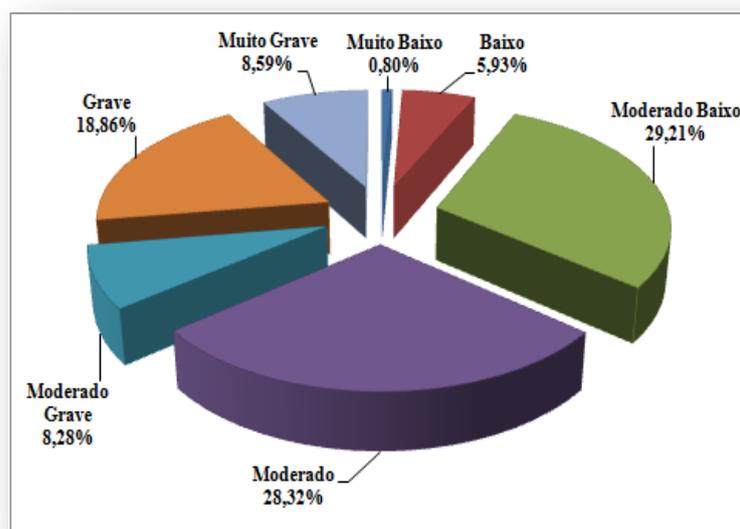


Figura 59. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2003. Araripina-PE.

Constata-se que em 2008 o nível de degradação das terras considerado grave (25,45% da área) indica um processo avançado da desertificação, também já bastante antropizada uma área de 10,2% representando o nível moderado grave. Comparando-se ao ano de 2003, ocorreu uma redução do nível moderado e aumento do nível moderado grave e grave (**Figura 60**).

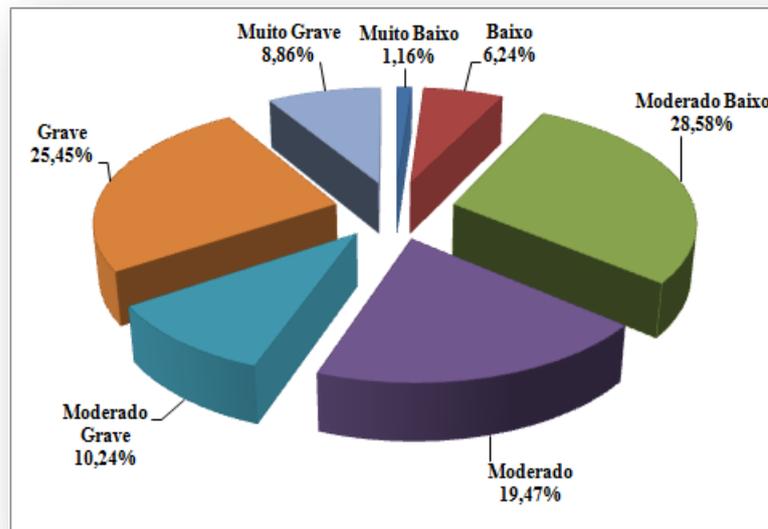


Figura 60. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2008. Araripina-PE.

O nível de degradação das terras moderado baixo ocorre por exemplo, no sítio Samambaia, sendo que extensas áreas do município representam o nível de degradação moderado. O trabalho de campo iniciado no município de Araripina em direção a Marcolândia, o nível moderado foi observado nos sítios Feira Nova, Serra da Rodagem, Serra do Jardim, Serra da Palma e Cajueiro (área de pastagem sempre se intercala com a vegetação natural em áreas de relevo suave ondulado).

Na subida da serra que dá acesso ao município de Marcolândia-PI, a uma altitude de 728 metros, o nível moderado ocorre em função da intervenção humana mesmo em área de relevo movimentado. Outro ponto de ocorrência foi detectado na Vila Morais, em área de Neossolo Regolítico, situado em relevo suave ondulado e com afloramentos de rocha. Nessa localidade encontram-se muitas fábricas de gesso, o que tem gerado problemas ambientais e para saúde humana.

MEDEIROS (2003) relata que no município de Araripina, os impactos das atividades de produção do gesso que influenciam na qualidade de vida da população, são conseqüências das transformações na economia rural provenientes de profundas modificações na estrutura fundiária e agrária e da degradação ambiental das terras em função do extrativismo vegetal. A mineração exerce uma enorme pressão sobre os recursos naturais e nenhuma ação de recuperação dessas áreas foi observada durante o percurso de campo.

O nível de degradação das terras moderado grave ocorre em diversos pontos na área de estudo, a exemplo, no sítio Lagoinha no município de Araripina-PE, em área de relevo suave ondulado, mostrado pela presença de solo exposto e formação de erosão em sulcos. A densidade populacional é alta, outro indicador que traz conseqüências tanto para o ambiente como para a população, posto que nesta localidade encontram-se instaladas diversas fábricas de gesso, a exemplo da PUROGESSO Ltda.

Na serra do Caldeirão/Araripina-PE o nível de degradação moderado grave foi observado, tendo como indicador a presença de muitos cupins e formigueiros espalhados na área, sendo o uso de veneno uma constante no combate aos formigueiros. Predomina solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo (**Figura 61**).



Figura 61. Área infestada por cupins e formigueiros - sendo preparada para o plantio de mandioca. Coordenadas da Figura: 07° 39' 59,2" e - 40° 31' 22,7". Araripina-PE.

As áreas de maior ocorrência do nível de degradação das terras grave são perceptíveis na saída de Araripina no trecho da BR-316, onde o desequilíbrio está presente principalmente nas encostas das serras. O principal indicador se relaciona à vegetação de caatinga arbustiva/rala bastante explorada, presença de solo exposto e queimadas, como exemplo, no Sítio Lagoa do Barro. A vegetação do tipo caatinga aberta e rala de porte baixo com muitos afloramentos de rocha e presença de solo exposto, relevo suave ondulado, por exemplo, na Serra do Jardim, no ponto onde as escarpas foram desmatadas e as áreas agrícolas exploradas até o terço médio da escarpa, também observadas ao longo da BR-316 em direção a Trindade-PE. Outro ponto característico dessa classe de degradação das terras ocorre nas proximidades da área de rejeito da mina de gipsita, pertencente à CALMISA, onde as queimadas também acontecem.

Na subida da serra em direção a Marcolândia-PI encontra-se área com nível de degradação grave. Nesse ponto a escarpa da serra inflecta para Norte produzindo um vale aberto ocupada por pequenas propriedades. A vegetação da encosta da chapada é típica da caatinga, tendo o facheiro como o principal representante das cactáceas, além de xique-xique e mandacaru (**Figura 62**).



Figura 62. Encosta com palma forrageira – na parte mais alta nível de degradação das terras: GRAVE. Coordenadas da Figura: - 07° 29' 24,7" e - 40° 35' 25,4".

O nível de degradação das terras grave e muito grave também ocorre em pontos isolados da área de estudo, como exemplo, no sítio Batinga, onde existe um intenso desenvolvimento de “molundus”. Atualmente, a pastagem encontra-se abandonada e degradada. A densidade populacional é alta. A maioria das pessoas tem como fonte de renda a confecção de blocos de gesso e tijolo, cujo destino se concentra no eixo Recife - São Paulo. Em conversa com um agricultor local, este relatou que há mais de 20 anos a ocorrência do desmatamento nessa área já era em grau bastante acentuado (**Figura 63**). Na entrada para o sítio Lagoa de Dentro na BR-316 esse nível também é perceptível.



Figura 63. Aspecto geral de ocorrência do nível de degradação GRAVE e MUITO GRAVE. Sítio Batinga - Araripina-PE. Coordenadas da Figura: 07° 38' 2,3" e -40° 26' 27,1".

As áreas representadas pelo nível de degradação das terras muito grave apresentam inviabilidade para o desenvolvimento de agricultura, sobretudo nos períodos de seca que aliado ao processo de degradação das terras, coloca a população em vulnerabilidade tanto econômica como social, que sem condições de sobrevivência, os recursos oriundos da agricultura não permitem a sustentabilidade das famílias, aumenta as possibilidades de abandono das terras e da migração dessa população para os centros urbanos mais próximos e/ou para outros Estados.

A maior ocorrência do nível de degradação das terras muito grave foi identificada principalmente onde se localizam as grandes mineradoras. Por exemplo, nessa área de extração de gipsita onde o rejeito da mina é jogado sem nenhum controle ambiental, influenciando na degradação da vegetação de caatinga já bastante antropizada (**Figura 64 - A e B**). Nas proximidades da mineração as queimadas também podem ser encontradas, sendo áreas posteriormente destinadas à pecuária extensiva.



Figura 64. A) Aspecto geral da mina de gipsita ; B) área de rejeito da mina. Coordenadas das Figuras: $-07^{\circ} 40' 6,7''$ e $-40^{\circ} 31' 28,0''$; $-07^{\circ} 39' 59,2''$ e $-40^{\circ} 31' 22,7''$.

A infestação de cupim em áreas de solos Latossolo Vermelho Amarelo, situado em relevo suave ondulado e ondulado, com ocorrência de desmatamento e áreas de solo exposto, as encostas e topos de morros desmatados com a finalidade de exploração com pastagem, entre outros indicadores observados no campo (**Figuras 65 - A e B**), correspondem a áreas com nível de degradação muito grave.



Figura 65. A) Área de pasto infestada por cupim. B) Área de solo exposto, explorada com pastagem. Município de Araripina - PE. Coordenadas das Figuras: $-07^{\circ} 38' 2,3''$ e $-40^{\circ} 26' 27,1''$; $-07^{\circ} 37' 34,4''$ e $-40^{\circ} 27' 32,2''$.

Na Vila Feira Nova o nível de degradação muito grave ocorre em áreas mais elevadas da encosta, onde se presencia a ocorrência de desmatamento para ceder lugar à exploração agropecuária. Nas partes da serra onde predomina a vegetação o nível pode ser considerado moderado baixo, pois algumas áreas ainda encontra-se com vegetação arbustiva com elementos arbóreos, mas passíveis de ampliação das áreas agrícolas (**Figura 66**).



Figura 66. Na parte baixa – capim elefante e buffel - fruteiras - neste ponto, a encosta da serra presença de erosão em sulcos. Nivel de degradação: MUITO GRAVE. Coordenadas da Figura: - 07° 31' 14,9" e - 40° 33' 56,3".

No contexto geral, foram observados no campo como indicadores para o nível de degradação das terras muito grave, principalmente, a atividade de mineração; o desmatamento da vegetação de caatinga para alimentar os fornos das mineradoras, e implantação de áreas para a pecuária e a monocultura da mandioca; presença de caatinga arbustiva aberta e rala, com formação de sulcos e voçorocas; densidade populacional muito baixa, moradias de taipa e tijolo, algumas em mau estado de conservação, sem energia elétrica; forma de plantio inadequado (morro abaixo) e solo exposto.

A análise comparativa dos dados de degradação das terras obtidos a partir das imagens TM-Landsat pode ser observada na **Figura 67**. A situação da degradação das terras em 2008 é preocupante, principalmente para as áreas de nível de degradação grave, se constituindo em uma alerta para adoção de medidas de prevenção das áreas vulneráveis a riscos de desertificação, para minimizar e combater o avanço da degradação das terras nesse município. No período de duas décadas (1987-2008) o incremento para o nível de degradação grave e muito grave foi significativo, exigindo com urgência o direcionamento de políticas públicas voltadas para essa região, objetivando a sustentabilidade das famílias presentes nessas áreas. Vale reforçar que o Estado de Pernambuco dispõe do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação.

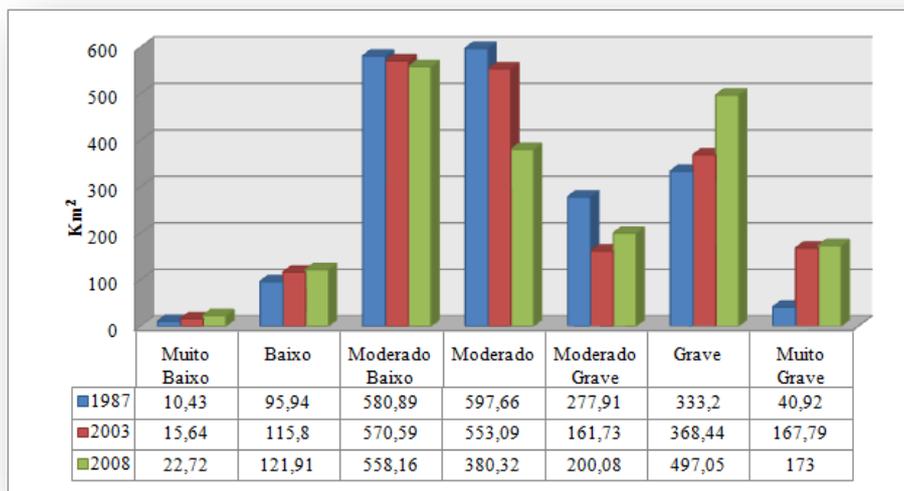


Figura 67. Análise comparativa dos Níveis de Degradação das Terras. Araripina-PE. 1987, 2003 e 2008.

Para BARBOSA *et al.* (2005) o caminho mais indicado para se evitar a desertificação é a prevenção por meio do uso racional dos recursos naturais, não se permitindo que situação tão extrema se torne cada vez mais comum dentro da paisagem, o que tem sido diretamente relacionado às vulnerabilidades das famílias, sobretudo a vulnerabilidade econômica.

5.2.2. Municípios de Barbalha e do Crato-CE.

A análise da degradação das terras realizadas para o município de Barbalha no Estado do Ceará, com base na interpretação das imagens Landsat-5, permite analisar o quadro do processo de degradação das terras considerando os anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 68, 69 e 70**).

Considerando os anos de 1987 e 2003 verifica-se que a norte, leste e noroeste do município a degradação avança para o nível grave, sendo estas áreas muito utilizadas com culturas agrícolas e pastagem. Ao sul, extensas áreas se enquadram no nível de degradação moderado baixo e em menor escala o nível moderado grave. No ano de 2008, ocorre uma ampliação das áreas de nível de degradação grave a noroeste e leste do município e nas proximidades da Floresta Nacional já apresenta em um grau mais elevado o nível de degradação moderado baixo.

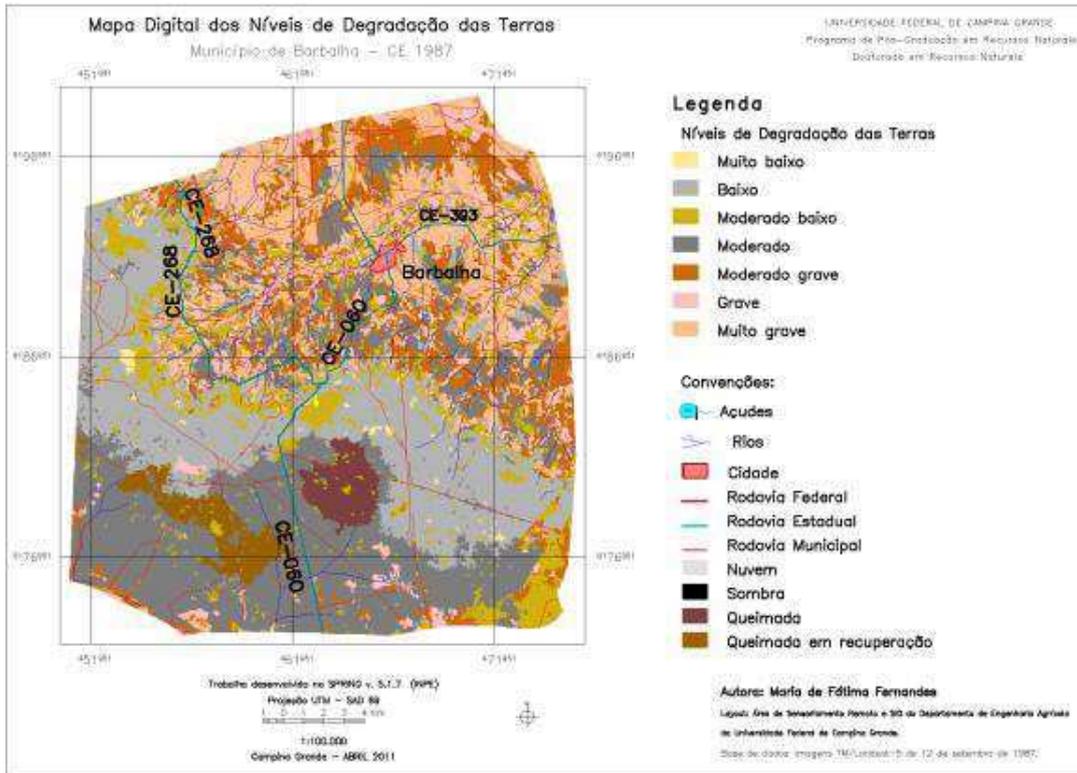


Figura 68. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Barbalha. 1987.

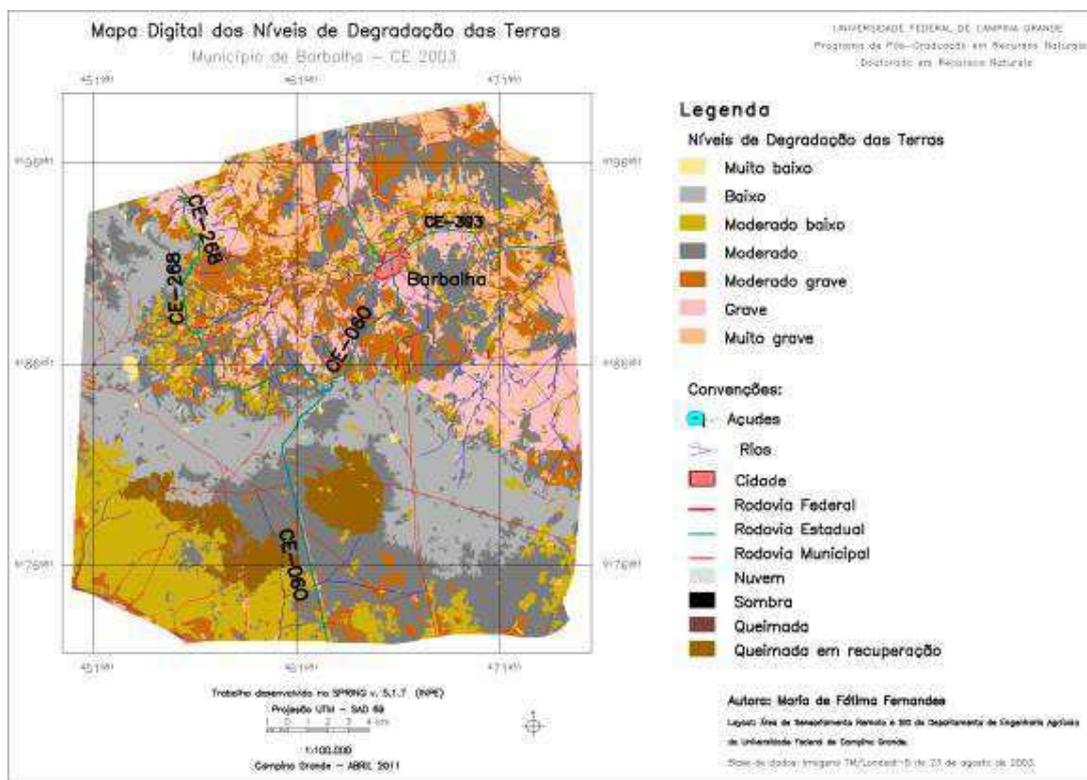


Figura 69. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Barbalha. 2003.

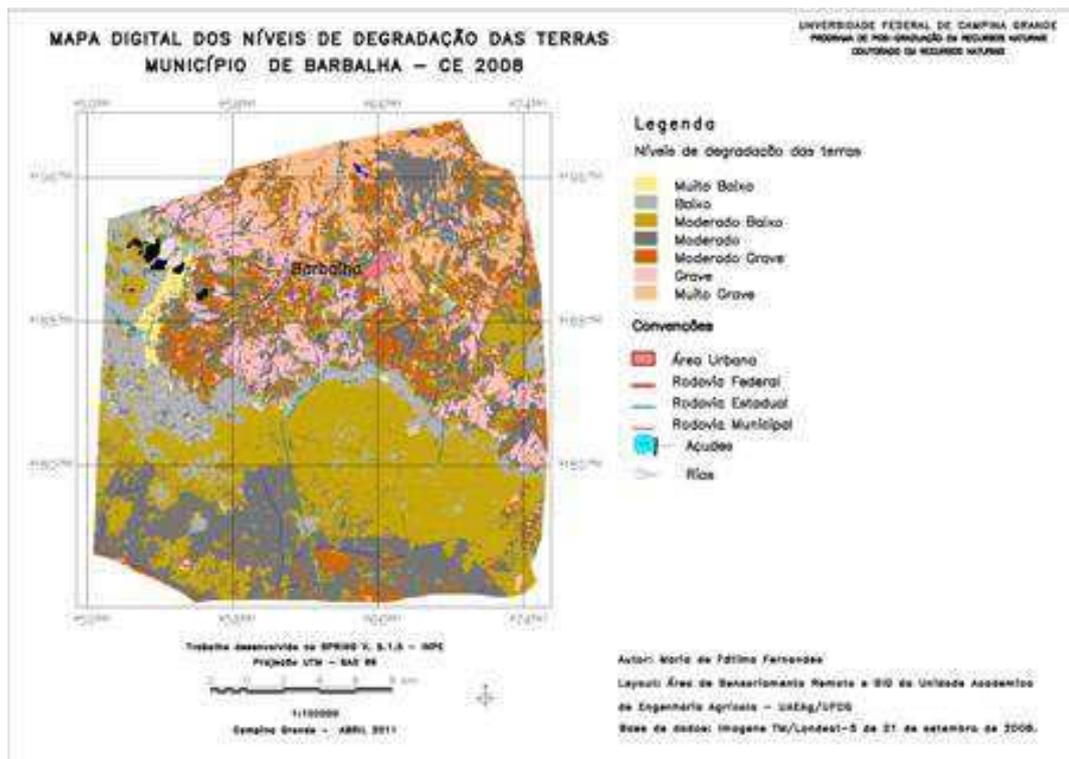


Figura 70. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Barbalha. 2008.

O mapa digital dos níveis de degradação das terras para o município do Crato, com relação aos anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 71, 72 e 73**), mostra claramente os riscos ao processo de desertificação, com atenção especial para as áreas que compõe a FLONA que mesmo encontrando-se com níveis baixos de degradação requer vigilância para que não evoluam a níveis mais graves.

Os resultados apontam que entre os anos de 1987 e 2003 ocorreu um aumento das áreas classificadas como de nível muito grave em torno de 31,3 km², sendo perceptível essa mudança de paisagem principalmente na área central do município, onde o nível moderado grave deve ser levado em consideração, tendo em vista, a sua ocorrência nas proximidades da floresta nacional do Araripe e a norte do município um avanço do nível de degradação grave. Ao sul do município o nível moderado baixo tem um aumento de 51,25 km².

Considerando os anos de 2003 e 2008 os resultados indicam que o nível de degradação grave e muito grave aumentou nas proximidades da área urbana. Chama-se a atenção para evolução do nível muito grave entre os anos de 1987 e 2008, com um incremento de aproximadamente 59,66 km². O nível de degradação grave e muito grave se verifica principalmente a norte e leste do município, onde as ações de manejo adequado dos solos devem ser desenvolvidas.

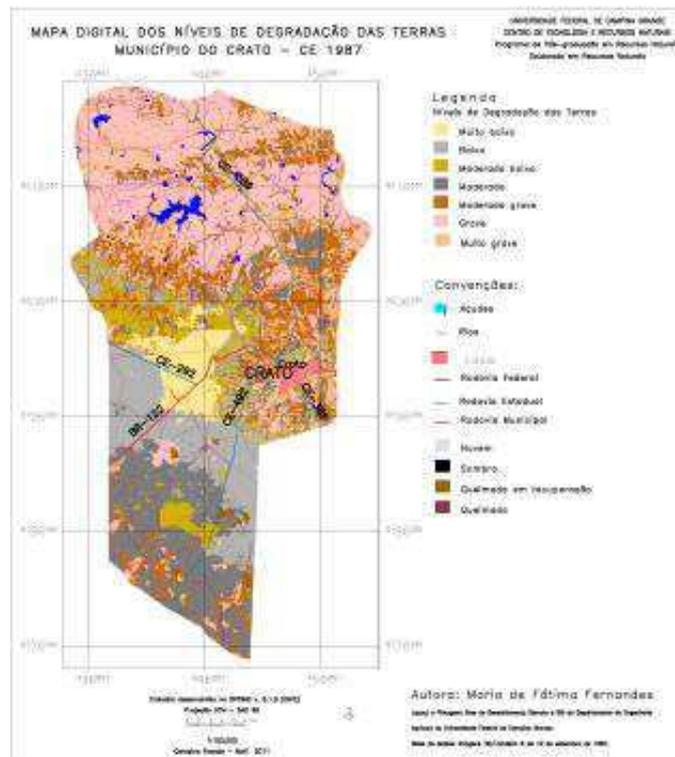


Figura 71. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Crato. 1987.

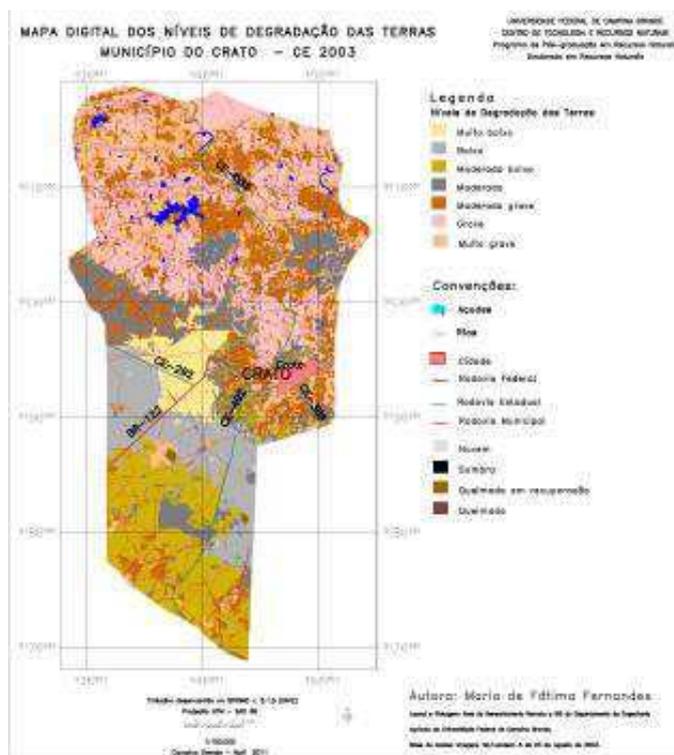


Figura 72. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Crato. 2003.

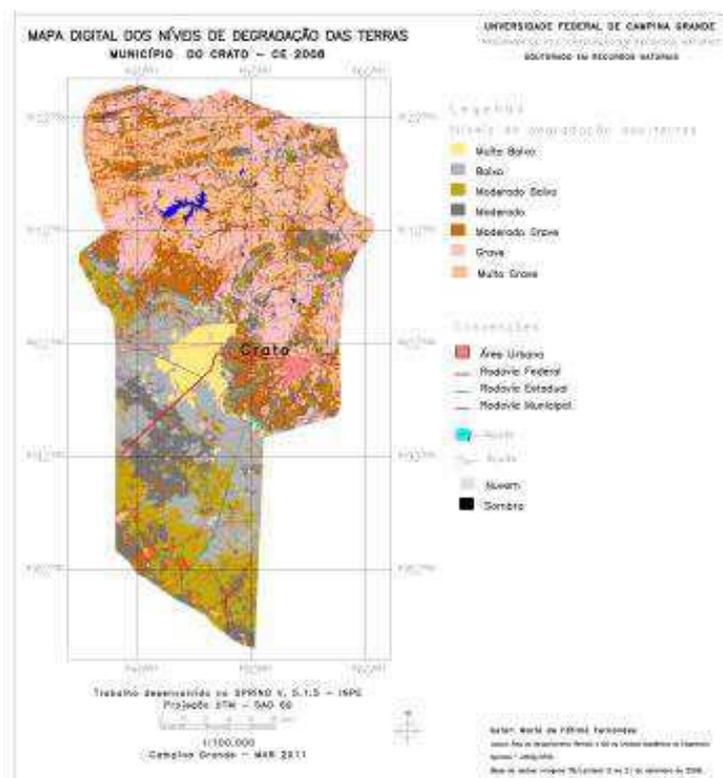


Figura 73. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Crato. 2008.

No município de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, os resultados evidenciam que as áreas representadas pela classe de degradação das terras caracterizada como baixa tem maior representatividade na área que compreende a Floresta Nacional do Araripe. Na subida da serra do Araripe, se abrem ressalvas para as encostas que estão sendo ocupadas pela população de forma desordenada.

Os dados apresentados nas **Tabelas 45 e 46** permitem analisar o quadro do processo de degradação das terras considerando os anos de 1987, 2003 e 2008, para os municípios de Barbalha e do Crato, respectivamente. Identifica-se um incremento positivo para os níveis de degradação das terras classificados como: muito baixo, moderado baixo, moderado grave e grave, no município de Barbalha. No município do Crato o incremento positivo ocorreu para o nível de degradação moderado baixo, moderado grave e muito grave. A evolução desses níveis no intervalo dos anos estudados indica uma maior atenção com vista à diminuição dos riscos a processos de desertificação. O Estado do Ceará já concluiu o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação - PAE-CE.

Tabela 45. Níveis de degradação das terras no município de Barbalha - CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	2,55	1,51	7,50	0,46	0,27	1,31	+ 4,95
Baixo	141,83	114,60	61,22	25,63	20,70	10,67	- 80,61
Moderado baixo	67,32	91,31	167,79	12,17	16,49	29,23	100,47
Moderado	160,14	163,64	156,46	28,94	29,56	27,26	- 3,68
Moderado grave	70,78	70,12	76,33	12,79	12,67	13,30	+ 5,55
Grave	38,46	46,39	49,88	6,95	8,38	8,69	+ 11,42
Muito Grave	72,26	66,00	54,80	13,06	11,92	9,55	- 17,46

Tabela 46. Níveis de degradação das terras no município do Crato - CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	42,14	41,00	32,85	5,15	5,00	4,00	- 9,29
Baixo	128,07	94,28	122,71	15,66	11,50	14,96	- 5,36
Moderado baixo	80,09	131,34	103,23	9,80	16,02	12,58	+ 23,14
Moderado	142,03	106,94	127,52	17,37	13,04	15,55	- 14,51
Moderado grave	120,77	168,95	137,37	14,77	20,61	16,75	+ 16,6
Grave	202,91	144,46	135,33	24,82	17,62	16,50	- 67,58
Muito Grave	101,63	132,93	161,29	12,43	16,21	19,66	+ 59,66

Quando se analisa a degradação no ano de 2003, para os municípios de Barbalha e do Crato, se observa que no município de Barbalha ocorre uma redução da classe de degradação baixa e muito baixa e um aumento na classe moderada baixa, também com destaque para a área de queimada identificada em 1987, enquadra-se no nível de degradação moderado grave. Entretanto, no município do Crato, a ocorrência de incremento positivo para o nível de degradação moderado grave e muito grave evidencia que um ecossistema importante que deveria está sendo protegido encontra-se em estado de alerta em consequência de interferências da ação humana que na maioria das vezes tem influenciado nos riscos a desertificação. A análise retrata a intensa utilização agrícola ao norte e leste desses municípios, principalmente nas áreas de várzeas bastante extensas e aptas ao desenvolvimento da maioria das culturas agrícolas.

No ano de 1987 no município de Barbalha no Estado do Ceará, o nível de degradação moderado representa a maior extensão com relação a sua área total. O nível de degradação das terras muito grave (13,06%) também mostra que a desertificação apresenta um quadro que requer a adoção de ações preventivas imediatas. Os percentuais das áreas caracterizadas com nível de degradação moderado baixo (12,17%) e moderado (28,94%) retratam uma realidade característica de que a desertificação está presente no município e avança de forma silenciosa. Os demais níveis de degradação das terras apresentam uma evolução mesmo que de forma gradativa. Entretanto, no município do Crato o nível de degradação grave representa 24,82%

da área, sendo o nível moderado grave (14,77%) também representativo de um quadro de avanço de degradação nesse município (**Figura 74. A e B**).

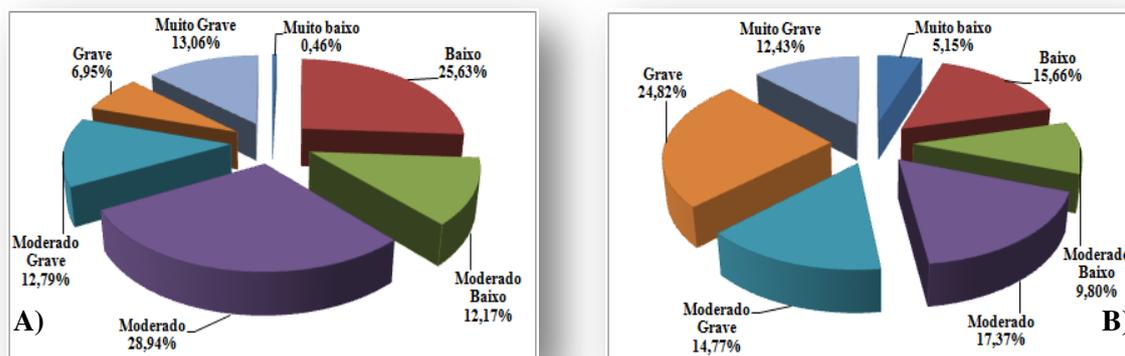


Figura 74. Percentual dos níveis de degradação das terras. 1987. A) Barbalha; B) Crato.

No ano de 2003 identificou-se que o nível de degradação de maior ocorrência no município de Barbalha é o moderado, baixo, moderado baixo e moderado grave, enquanto que no município do Crato se destaca os níveis de degradação, moderado grave, grave, muito grave e moderado baixo (**Figura 75**).

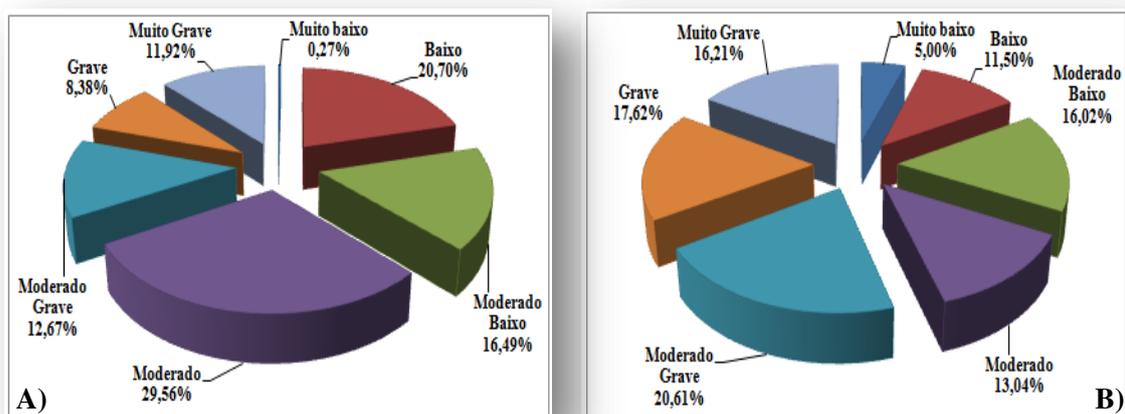


Figura 75. Percentual dos níveis de degradação das terras. 2003. A) Barbalha; B) Crato.

Considerando as áreas mais críticas, os resultados indicam que no ano de 2008 no município de Barbalha, 27,26% da área se enquadram no nível de degradação moderada e 13,30% no nível moderado grave. Fazendo-se uma análise comparativa entre os anos de 2003 e 2008, verifica-se que o nível moderado grave teve um aumento de 0,63% e o nível de degradação grave de 0,31%. Entretanto, ocorreu uma redução de 2,37% para o nível de degradação muito grave. Quando se analisa o município do Crato, verifica-se um aumento da área considerada muito grave de 3,45% entre os anos de 2003 e 2008 e um incremento positivo para esse nível de 59,66 km² considerando os anos de 1987 e 2008 (**Figura 76. A e B**).

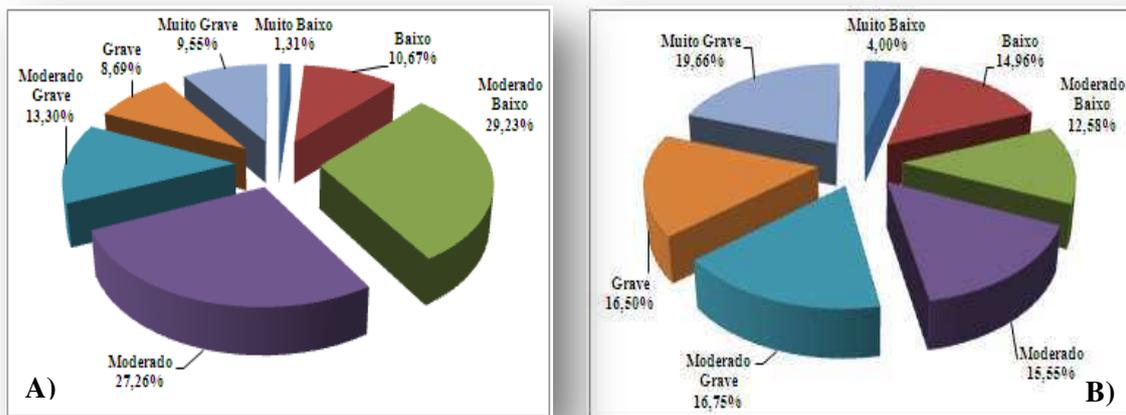


Figura 76. Percentual dos níveis de degradação das terras. 2008. A) Barbalha; B) Crato.

A análise comparativa dos níveis de degradação das terras obtidos a partir da análise temporal das imagens TM-Landsat para os municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará pode ser observada na **Figura 77**.

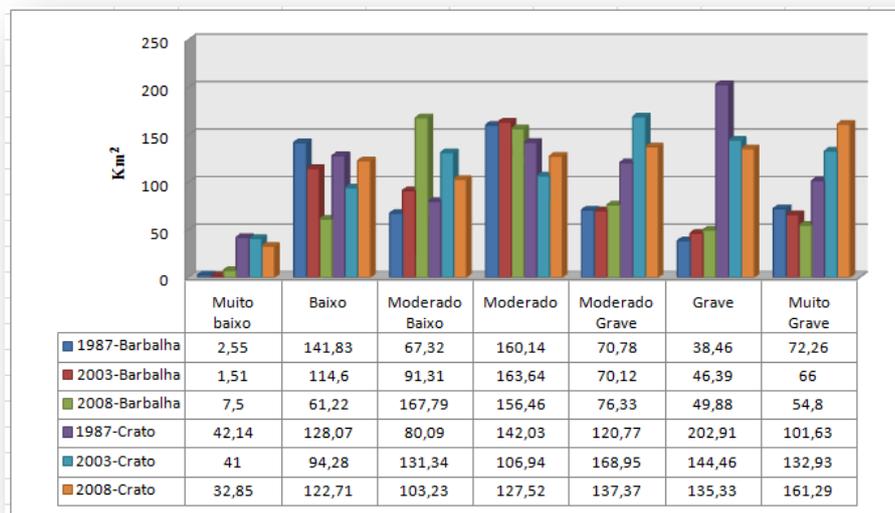


Figura 77. Análise comparativa dos níveis de degradação das Terras: Barbalha e Crato - CE. 1987, 2003 e 2008.

Essa comparação mostra com clareza que entre os anos estudados ocorreu um aumento positivo da degradação nos referidos municípios, em maior ou menor intensidade.

O nível de degradação das terras muito baixo foi observado durante o percurso de campo, do início até o final da Floresta Nacional do Araripe. Outro exemplo de ocorrência desse nível pode ser destacado em uma área de transição da vegetação mais densa para uma vegetação do tipo cerrado, com árvores de troncos tortuosos, com muita matéria orgânica (**Figura 78**).

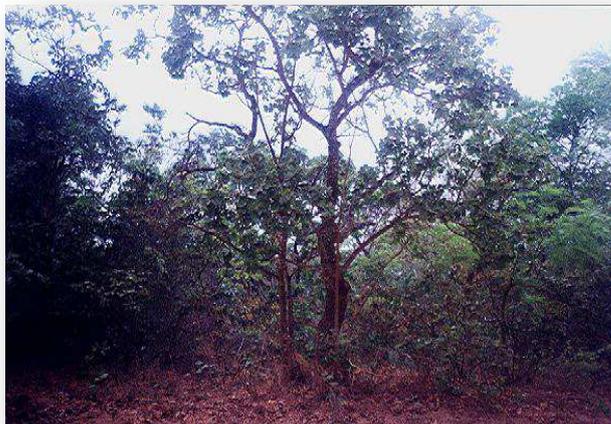


Figura 78. Nível de degradação MUITO BAIXO. Transição para a vegetação de cerrado. Coordenadas da Figura: - 07° 20' 2,9" e - 39° 28' 7,5".

Nesse contexto, a densidade da vegetação e a riqueza em detritos orgânicos no solo têm sua importância, pois além de fornecer nutrientes, protege da radiação solar e dos impactos das gotas de chuvas, diminuindo a intensidade da evaporação e mantendo a umidade nos solos (BARBOSA *et al.*, 2005).

Os estudos apontam que as constantes queimadas, desmatamentos e o adensamento populacional nas encostas da FLONA, colocam em risco a desertificação desse importante ecossistema. A **Figura 79 (A e B)** mostra a ocorrência de degradação muito baixa no município do Crato.



Figura 79. Vista do interior da FLONA. Nível de degradação MUITO BAIXO. Município do Crato - CE. Coordenadas das Figuras: 07° 17' 22,5" e - 39° 27' 23,7"; - 07° 16' 15,0" e - 39° 27' 24,9".

O nível de degradação das terras baixo tem pouca ocorrência na área de estudo sendo os municípios de Barbalha e do Crato, os que apresentaram áreas mais expressivas, em função da localização da FLONA nesses municípios. Exemplo de ocorrência desse nível foi registrado no sítio Barreiro Grande, Crato-CE, com densidade populacional baixa, vegetação arbustiva com elementos arbóreos, presença de muitos pássaros, cigarras e insetos.

Esse nível também ocorre na entrada para o Parque Arajara, no município de Barbalha (**Figura 80**), onde se encontra a maior fonte de água em formação de arenito, com uma vazão de 240.000 l/h.



Figura 80. Vista parcial da encosta da serra do Araripe, mostrando as áreas de deslizamentos. Barbalha-CE. Coordenadas das Figuras: - 07° 19' 43,2" e -39° 23' 43,6"; - 07° 19'47,9" e - 39° 23'42,8".

No município de Barbalha, o nível de degradação grave e moderado grave foram observados na BR CE 160 em direção ao município de Jardim. Esta área de extração de argila mostra o aspecto em que se encontra o nível de degradação das terras (**Figura 81**).

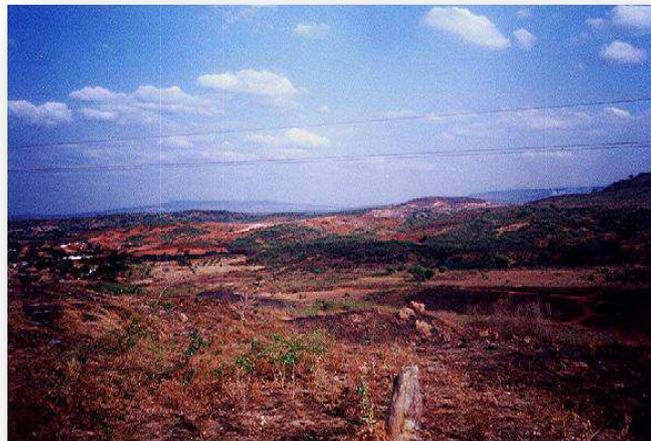


Figura 81. Aspecto geral da ocorrência de exploração de argila. Nível de degradação GRAVE. Coordenadas da Figura: 07° 19' 49,3" e -39° 18' 13,1".

Os resultados indicam a ocorrência de alterações ambientais em um ecossistema muito importante por abrigar parcialmente a FLONA. Esse chamamento para a degradação que vem aumentando nesses municípios principalmente nas áreas onde se localiza a FLONA é de importância e alerta para o desenvolvimento de ações e discussões com a sociedade civil, governos, entre outras entidades organizadas, visando o desenvolvimento sustentável dessa região e a minimização dos riscos a processos de desertificação em intensidade de difícil reversão.

A ocorrência do nível de degradação das terras considerado grave foi verificada em diversos pontos no município do Crato-CE, por exemplo, nas proximidades do perímetro urbano e no percurso até Arajara, na Vila Ponta da Serra, onde a encosta da serra foi desmatada cedendo lugar a pastagem, com alta densidade demográfica, presença de algumas pedreiras, em vários pontos a exploração de argila (**Figura 82. A e B**), que se destinam às principais indústrias da região, além de extensas áreas voltadas para exploração com pecuária, que se sobressai entre outras atividades agrícolas. Nesse caso, as encostas das serras estão

sendo desmatadas para ceder lugar a pastagens, com ocorrências de queimadas (prática muito observada durante o percurso de campo).



Figura 82. A) Área de exploração de argila. B) Outro ângulo da área de exploração de argila. Ao fundo detalhe das queimadas. Vista do mesmo ponto. Coordenadas das Figuras: 07° 11' 55,9" e -39° 24' 40,9".

A exposição do nível de degradação moderado grave sempre se relaciona ao uso da terra, que ao serem exploradas de forma exaustiva geralmente se transformam em áreas abandonadas, com os seguintes indicadores presentes: solo exposto, erosão laminar e sulcos incipientes e muitos formigueiros (**Figura 83**), como pode ser observado nessa área de capoeira aberta no sítio Garganta, município do Crato-CE e na saída de Arajara para a cidade de Barbalha.



Figura 83. Área com nível de degradação MODERADO GRAVE. Coordenadas da Figura: 07° 23' 54,5" e -39° 34' 12,1".

A degradação das terras no nível moderado abrange extensas áreas nos municípios, mas com fortes riscos do avanço para um nível de degradação mais grave em função da presença de erosão mesmo de forma incipiente, como se constata no sítio Cutia e na saída da Vila Brea em direção a cidade do Crato, no sítio Boqueirão. Neste caso, a maior pressão observada sobre os recursos naturais se refere às áreas exploradas com pastagem. Esse nível ocorre ainda em áreas de relevo forte ondulado e montanhoso, no local onde o rio Cariús permite a exploração nas áreas de várzeas encravadas neste tipo de relevo (**Figura 84. A e B**).

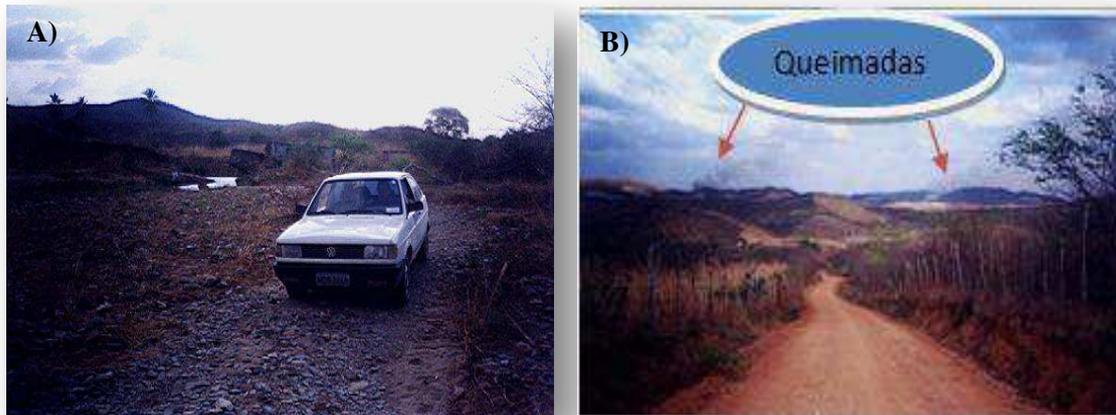


Figura 84. A) Leito do rio Cariús. B) Vista parcial das áreas de relevo forte ondulado, exploradas com capim, no fundo observa-se várias queimadas. Coordenadas da Figura: - 07° 03' 17,6" e - 39° 34' 50,5"; - 07° 03' 32,7" e - 39° 41' 18,0".

No percurso entre o sítio Matinha e fazenda Garganta, na Vila Ramualdo no município do Crato, o nível de degradação moderado também se faz presente. Identificam-se áreas de capoeirão, pastagem, presença de cumpizeiros, solo exposto (**Figura 85**).



Figura 85. Extensas áreas de capoeirão. Fazenda Garganta, Crato-CE. Coordenadas da Figura: - 07° 22' 59,6" e - 39° 32' 35,0".

O nível de degradação das terras moderado se verifica em diversos pontos no município de Barbalha-CE, no percurso de Arajara ao início da área urbana. A exemplo, da várzea do rio Salamanca, com alta densidade populacional e uso agrícola intenso, presença de solo exposto, sendo essas áreas representadas por pequenas propriedades agrícolas.

5.2.3. *Floresta Nacional do Araripe – FLONA, compreendendo parcialmente os municípios de Barbalha e do Crato-CE.*

A confirmação da ocorrência de queimadas no ano de 1987 é claramente observada na Floresta Nacional do Araripe no município de Barbalha, com uma área de 11,18 km², bem como, a recuperação da vegetação no intervalo de 21 anos (1987-2008), ocorrendo também uma redução do nível de degradação baixo e um aumento para o nível moderado baixo (**Figuras 86, 87 e 88**).

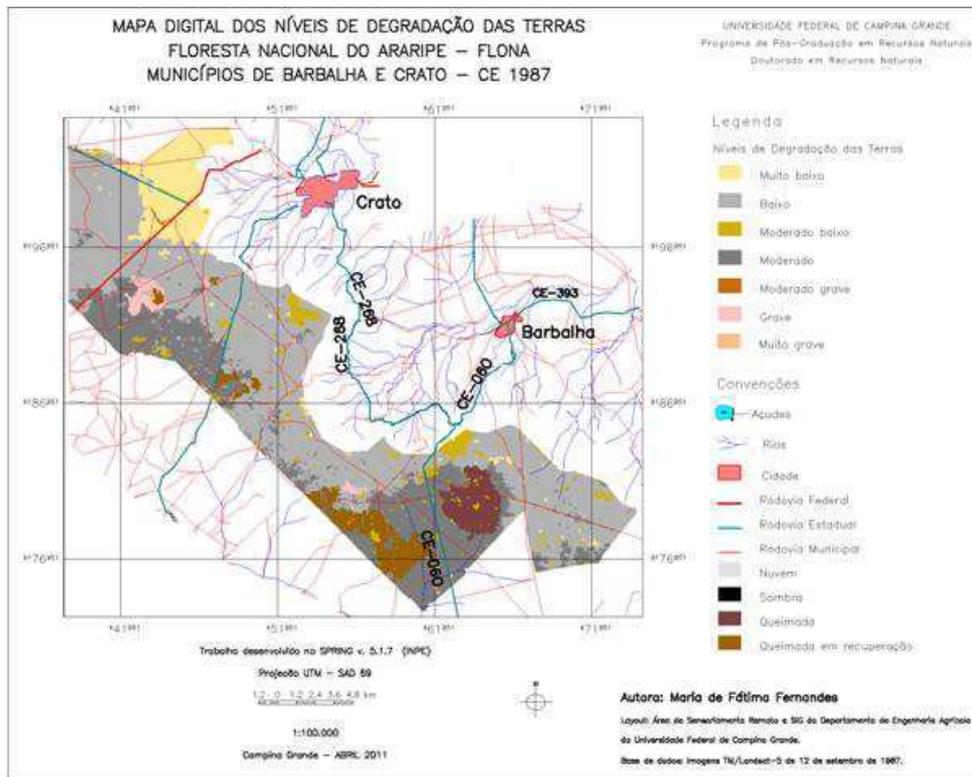


Figura 86. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras – Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato-CE. 1987.

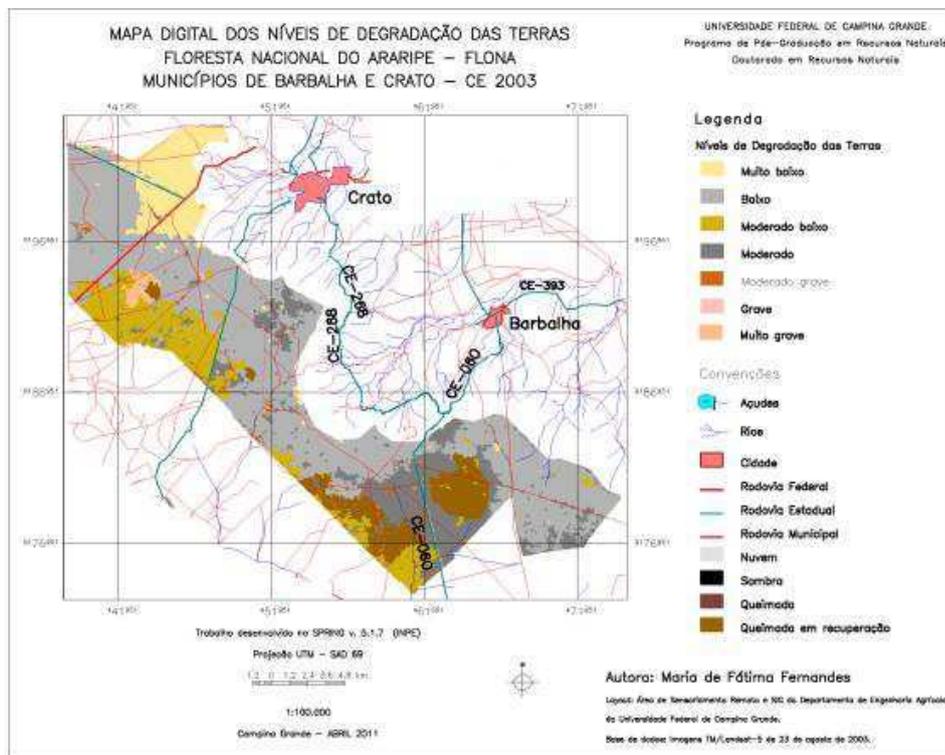


Figura 87. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras – Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato-CE. 2003.

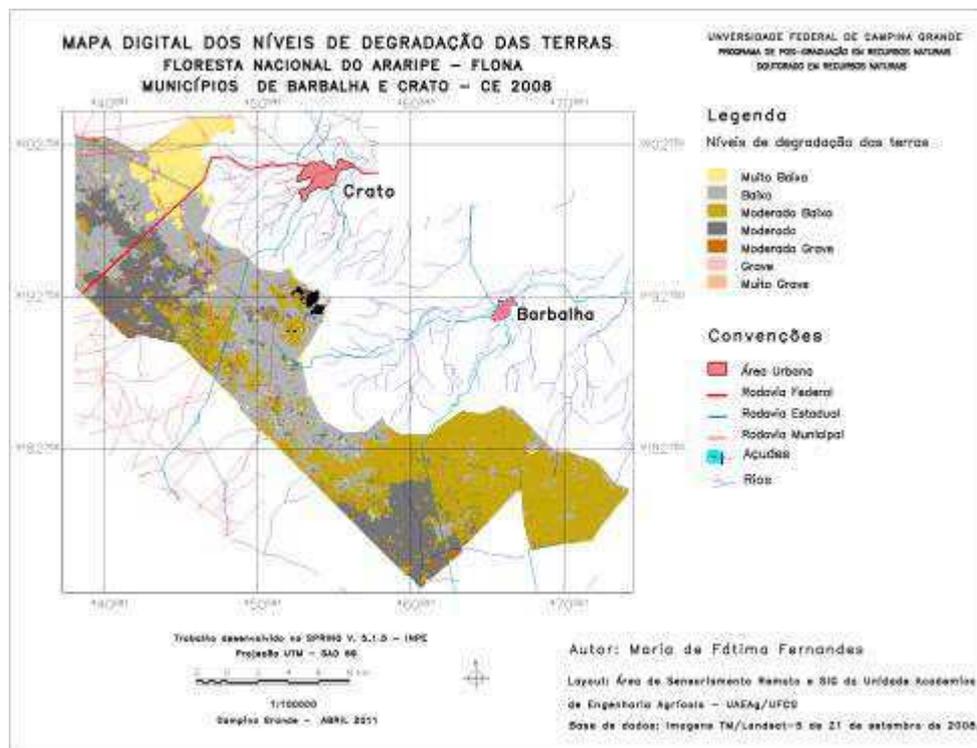


Figura 88. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras – Floresta Nacional do Araripe - FLONA. Municípios de Barbalha e do Crato-CE. 2008.

No ano de 2003 ocorreu uma modificação na paisagem com a ocorrência do nível de degradação muito grave de aproximadamente 3,26 km², ocorrendo uma redução em 2008, de uma área muito pequena em torno de 0,04 km². O nível de degradação moderado grave praticamente permaneceu inalterado no intervalo de tempo adotado nesse estudo.

Ações de preservação e conservação dos recursos naturais nas áreas de nível de degradação moderado devem ser adotadas, não permitindo que essas áreas evoluam para níveis mais graves.

Considerando o período analisado (1987, 2003 e 2008) para identificar os níveis de degradação das terras na FLONA, cujos municípios inseridos no contexto do presente estudo estão Barbalha e Crato no Estado do Ceará, verifica-se que o incremento positivo em maior escala ocorreu para o nível de degradação das terras moderado baixo, enquanto o nível grave também apresenta mesmo que de forma menos expressiva uma alerta para os riscos de desertificação (**Tabela 47**).

Tabela 47. Níveis de degradação das terras na FLONA- Municípios de Barbalha e do Crato, para os anos de 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	30,19	29,51	25,02	10,03	9,77	7,70	- 5,17
Baixo	174,93	173,28	109,76	55,13	57,37	33,77	- 65,17
Moderado baixo	12,85	41,94	117,86	4,27	13,89	36,26	+ 105,01
Moderado	77,90	51,05	68,89	25,89	16,90	21,20	- 9,01
Moderado grave	0,62	3,01	3,39	0,21	1,08	1,04	+ 2,77
Grave	4,44	0,00	0,06	1,48	0,00	0,02	- 4,38
Muito Grave	0,01	3,26	0,04	0,00	1,08	0,01	+ 0,03

Importante ressaltar que no ano de 2008 ocorreu uma redução das áreas classificadas como degradação baixa, um indicativo de que a FLONA, vem ao longo do tempo em riscos a processos de desertificação. Entretanto, o nível de degradação muito grave apresentou uma pequena redução em relação ao ano de 2003. A **Figura 89 (A, B e C)** mostra o percentual de degradação das terras na FLONA, referente aos anos de 1987, 2003 e 2008.

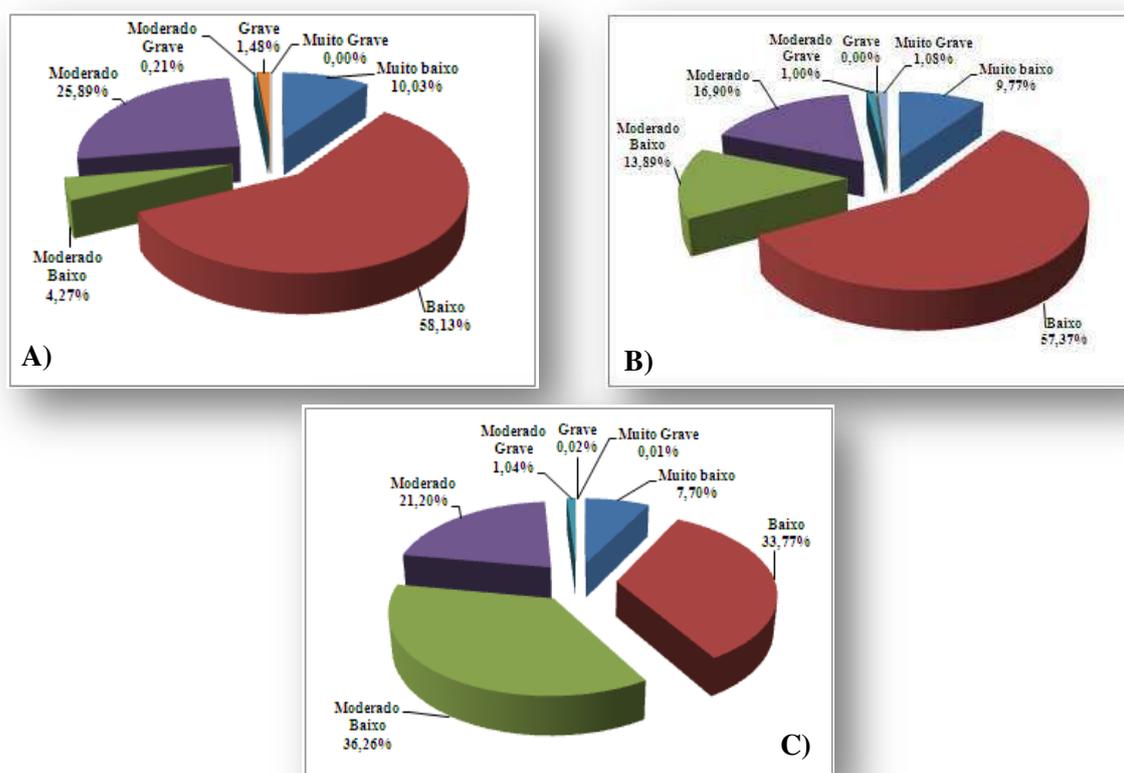


Figura 89. Percentual das classes de Degradação das Terras - FLONA: **A)** 1987; **B)** 2003; **C)** 2008.

A análise comparativa dos dados de degradação das terras obtidos a partir da análise temporal das imagens TM-Landsat (**Figura 90**), retrata que em 2008 ocorreu uma diminuição do nível de degradação baixo em relação ao ano de 1987 de 65,17 km² e, uma recuperação do nível moderado baixo de 105,01 km². Os níveis de degradação grave e muito grave apresentaram uma variação dentro da normalidade, o que traduz os esforços da sociedade civil em conjunto com ações dos poderes públicos constituintes em manter a preservação da Floresta.

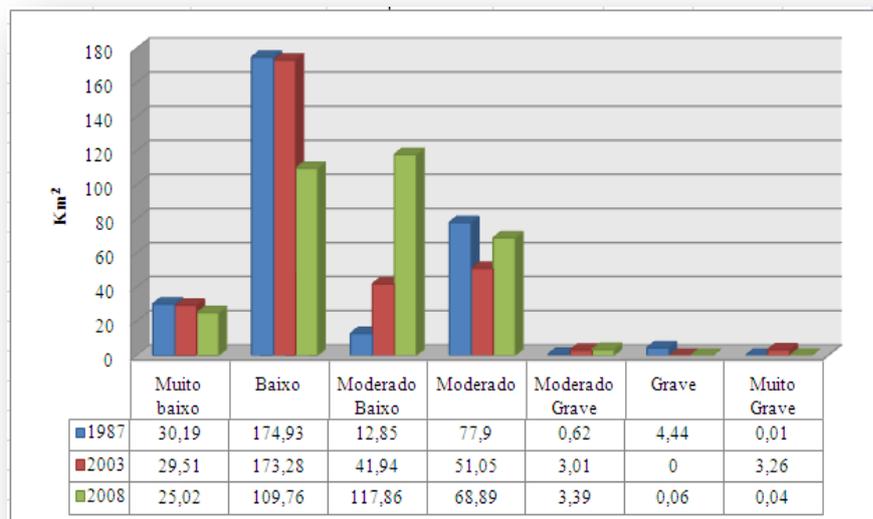


Figura 90. Análise comparativa dos Níveis de Degradação das Terras na FLONA . 1987, 2003 e 2008.

Quando se analisa a degradação ambiental da FLONA por município, se verifica que em Barbalha o incremento positivo de maior expressão ocorreu para o nível de degradação moderado baixo, entretanto, ocorre um aumento mesmo que pequeno para o nível moderado grave e muito grave, o que pode ser atribuído aos fatores decorrentes dos constantes focos de incêndios ocorridos na área e pelo adensamento da população nas áreas de encosta (**Tabela 48**).

Tabela 48. Níveis de degradação das terras na FLONA, município de Barbalha-CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	1,53	0,84	1,19	1,03	0,57	0,70	- 0,34
Baixo	90,57	88,74	36,75	60,92	59,69	21,57	- 53,82
Moderado baixo	10,20	11,75	99,88	6,86	7,90	58,62	+ 89,68
Moderado	44,89	44,75	30,79	30,20	30,10	18,07	- 14,1
Moderado grave	0,43	2,33	1,72	0,29	1,57	1,01	+ 1,29
Grave	1,03	0,00	0,03	0,69	0,0	0,02	- 1,0
Muito Grave	0,01	0,25	0,03	0,01	0,17	0,02	+ 0,02

No município do Crato o incremento positivo para os níveis de degradação moderado baixo, moderado, moderado grave e muito grave, ainda que em menor proporção, indica a evolução do processo de desertificação no intervalo dos anos considerados (**Tabela 49**). Para os demais níveis ocorreu um incremento negativo, indicativo de uma pequena recuperação dessas áreas.

Tabela 49. Níveis de degradação das terras na FLONA, município do Crato-CE, para os anos de 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	28,66	28,63	23,84	18,80	18,64	15,40	- 4,82
Baixo	84,73	84,62	73,26	55,58	55,08	47,33	- 11,47
Moderado baixo	2,65	30,32	17,99	1,74	19,74	11,62	+ 15,34
Moderado	32,81	6,37	38,00	21,52	4,15	24,55	+ 5,19
Moderado grave	0,19	0,68	1,64	0,12	0,44	1,06	+ 1,45
Grave	3,41	0,00	0,03	2,24	0,0	0,02	- 3,38
Muito Grave	0,00	3,01	0,01	0,0	1,96	0,01	+ 0,01

Desta forma, é importante que as áreas que apresentaram tendência a riscos de desertificação sejam monitoradas, com ações pontuais com fim de minimizar esses riscos, com o fortalecimento de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade socioeconômica e ambiental desse importante ecossistema.

Entretanto, quando se analisa os níveis de degradação das terras entre os municípios, com referência ao ano de 1987, se verifica que no município do Crato o nível de degradação baixo é mais significativo (54,7%), importante se reportar a não ocorrência do nível muito grave. Por outro lado, o nível grave representa 14,08% de ocorrência no município de Barbalha e 3,26% no município do Crato, indicativo de que a FLONA nesses municípios requer cuidados especiais quanto aos riscos de desertificação (**Figura 91. A e B**).

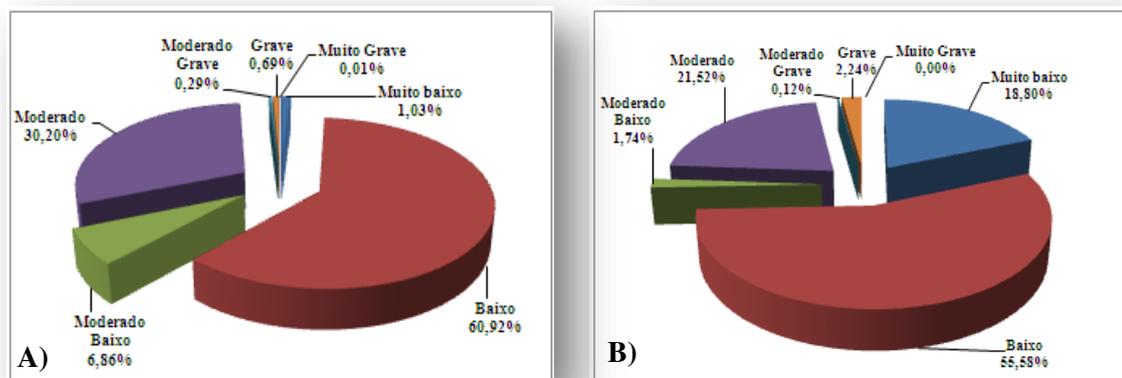


Figura 91. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 1987. FLONA. **A)** Barbalha - **B)** Crato-CE.

Quando se analisa o processo de degradação das terras na FLONA referente ao ano de 2003, o município de Barbalha apresentou um pequeno incremento para o nível de degradação baixo, assim, a ação humana no processo de transformação do ambiente que se encontra em equilíbrio não é muito representativa, enquanto, o município do Crato esse nível permaneceu inalterado. Os dados indicam que o nível de degradação moderado baixo apresentou uma redução em sua área de ocorrência, no entanto, se constata um aumento no nível moderado grave, para os respectivos municípios (**Figura 92. A e B**).

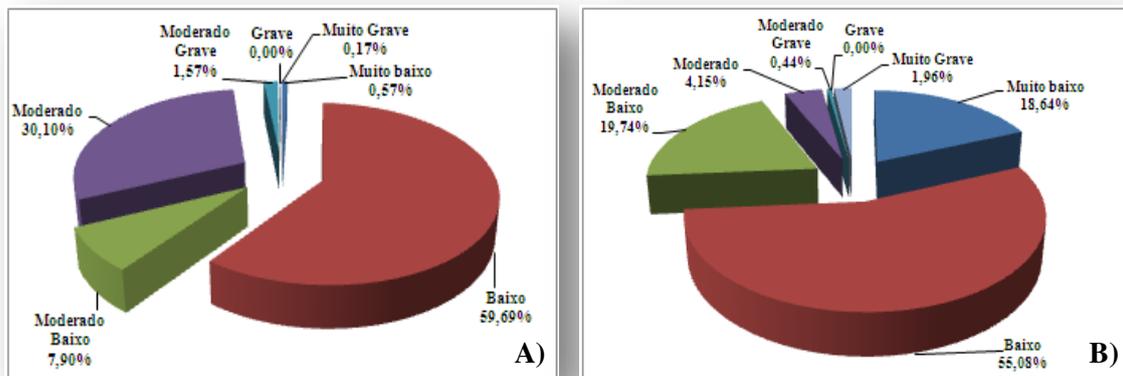


Figura 92. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2003. FLONA. A) Barbalha – B) Crato - CE.

O diagnóstico para o ano de 2008 permite afirmar que o nível de degradação moderado baixo nos municípios considerados teve um aumento bastante significativo, mas, se avalia como satisfatório a diminuição do nível moderado grave (**Figura 93. A e B**). Os municípios são alvos de constantes ameaças por práticas abusivas da ação humana, necessitando de políticas de sustentabilidade para que os níveis mais baixos de degradação não evoluam, o que pode colocar em risco essas áreas tão desejadas pelos pecuaristas e pelo setor imobiliário. Na Floresta Nacional da Chapada do Araripe, por ser área protegida por lei, a densidade populacional é inexistente, entretanto, no seu entorno a ocupação imobiliária tem gerado vários problemas de ordem ambiental.

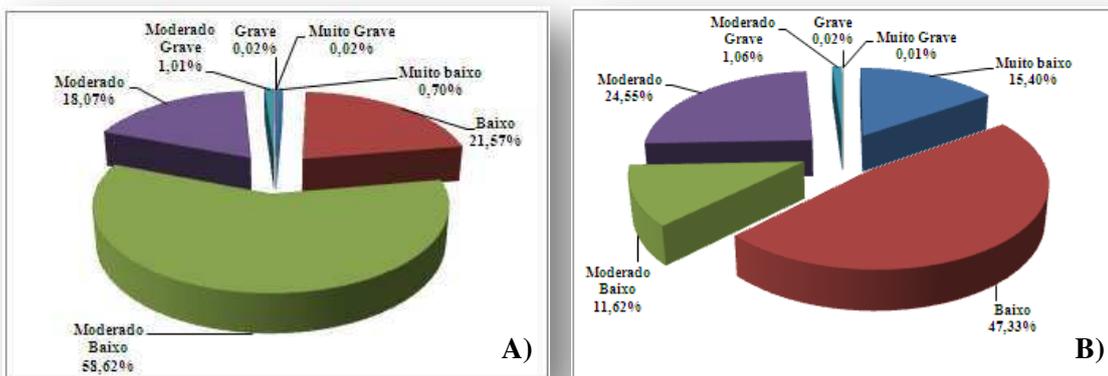


Figura 93. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2008. FLONA. A) Barbalha - B) Crato-CE.

A análise comparativa dos dados de degradação das terras obtidos a partir da análise temporal das imagens TM-Landsat, compreendendo os municípios de Barbalha e do Crato, indica que em 2008 ocorreu uma diminuição do nível de degradação baixo em relação aos anos anteriores e, uma recuperação do nível moderado grave quando considerado o ano 2003. Os níveis de degradação das terras de maior ocorrência foram identificados como sendo o nível de degradação das terras baixo, o nível moderado baixo teve um incremento positivo em 2003, voltando a se recuperar em 2008, os demais se mantiveram dentro de um percentual considerado admissível. Importante citar que o nível muito grave praticamente foi nulo. No município de Barbalha, se identifica que o avanço da desertificação se concentra mais especificamente no nível de degradação moderado baixo, com uma diminuição do nível grave com relação ao ano de 1987. O nível muito grave praticamente permaneceu estável em todos os anos (**Figura 94**).

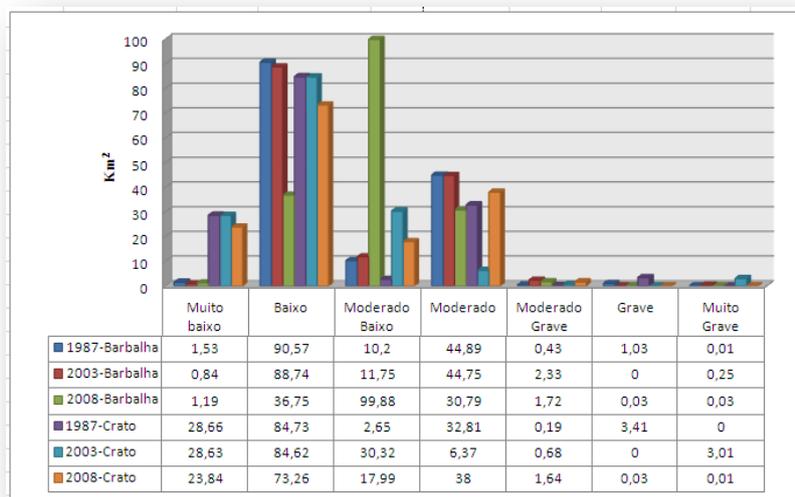
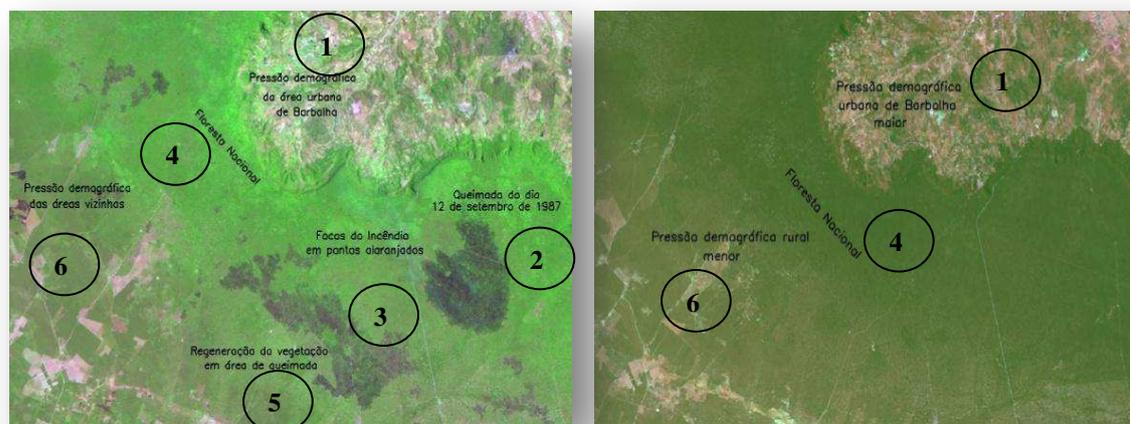


Figura 94. Análise comparativa dos níveis de degradação das Terras: FLONA. Barbalha e Crato -CE: 1987, 2003 e 2008.

5.2.3.1. A ocorrência de queimadas em área da Floresta Nacional do Araripe, nos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará.

Um ponto a se destacar, é que com a criação do Parque Nacional, em 1997, a FLONA foi considerada patrimônio público, desta forma, a ação do homem no interior da floresta diminuiu consideravelmente, possibilitando sua recuperação e tornando-os mais equilibrado e homogêneo. Corroborando com esta afirmativa, se apresenta uma composição RGB com data de 12/09/1987 e 23/08/2003, onde o poder de regeneração da vegetação em função das queimadas que ocorrem de forma criminosa, dos diversos usos agrícolas é observado, no entanto, a floresta sofre forte pressão demográfica no seu entorno (**Figura 95**).



1 - Pressão demográfica da área urbana de Barbalha-CE; 2 - Queimada do dia 12 de outubro de 1987; 3 - Focos de incêndios em pontos alaranjados; 4 - Floresta Nacional; 5 - Regeneração da vegetação em áreas de queimadas; 6 - Pressão demográfica rural menor.

Figura 95. Comportamento espectral de ocorrência do nível de degradação muito baixo na FLONA, em uma composição RGB, com data de 12/09/1987 e 23/08/2003, respectivamente. Fonte. BARBOSA *et al.* (2005)

As queimadas contribuem para o agravamento da degradação ambiental. As práticas agrícolas adotadas, como a broca no preparo do solo causam danos ambientais irreversíveis, em muitos casos, as queimadas são criminosas, com o intuito de burlar a legislação e ampliar

as áreas de pastagem. As imagens do TM-Landsat5 com data de passagem de 12 de setembro de 1987 mostram este aspecto com clareza, cuja ocorrência se verifica no município de Barbalha e atinge a Floresta Nacional do Araripe - FLONA (**Figura 96**).



Banda 3 do TM/Landsat-5, da órbita 217/65 de 12 de setembro de 1987.



Banda 4 do TM/Landsat-5, da órbita 217/65 de 12 de setembro de 1987.



Banda 5 do TM/Landsat-5, da órbita 217/65 de 12 de setembro de 1987.
Os pontos “brancos” ao redor da queimada são as frentes de fogo.



Composição colorida RGB das três bandas.
Vê-se nitidamente as fretes de fogo e a fumaça resultante.

Figura 96. Aspecto da ocorrência de queimada na FLONA. Área de vegetação densa. Município de Barbalha.
Fonte. BARBOSA *et al.* (2005).

A ocorrência de queimadas na área de estudo tem contribuído fortemente para a degradação dos solos e da vegetação (**Figura 97. A e B**). Durante o trabalho de campo se observou que em toda a região do Araripe os incêndios surgem de forma impiedosa, colocando em riscos os recursos naturais dessa região muito importante no tocante a proteção das nascentes dos rios e também para conservação da fauna, daí a necessidade do combate com eficácia aos incêndios florestais. Assim, sendo os incêndios considerados crimes ambientais, através da Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 que em seu artigo 41 preconiza: “*quem provoca incêndio em matas e florestas pode ser apenado com reclusão de dois a quatro anos e ainda pagar multa*”, mesmo assim, esse tipo de crime é comum na região.



Figura 97. A) Área de pastagem em relevo fortemente ondulado com focos de queimadas ao fundo. B) Ocorrência de queimada na encosta da Chapada do Araripe. Crato-CE.
 Coordenadas das Figuras: - 07° 03' 1,5" e -39° 33' 33,6"; - 07° 04' 23,2" e - 39° 28' 4,2".

A principal causa de incêndios na FLONA tem sido atribuída à criação de gado. Por situarem em seu entorno pequenos proprietários rurais, cuja atividade principal é a pecuária, no período crítico de seca, os criadores de gado têm suas pastagens reduzidas, e os incêndios são ocasionados propositalmente para renovação de pastagem no interior da FLONA, abrindo precedente para os demais incêndios na região (MMA, 2006).

Como afirma Roberto Soares, em 17 de agosto de 2010, ao noticiar o foco de incêndio no pé da serra do Crato, Área de Proteção Ambiental (APA-Araripe), a menos de um quilômetro da Floresta Nacional do Araripe (FLONA): “*Ainda não são conhecidas as causas do fogo. "Nesta época do ano, o capim plantado no pé da serra se transforma num verdadeiro barril de pólvora"* (Figura 98).

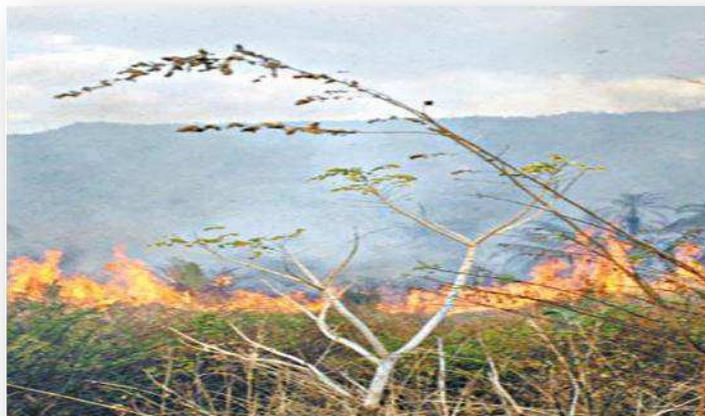


Figura 98. Ocorrência de incêndio - Área de Proteção Ambiental - Crato-CE. 17/08/2010.
 Fonte: DIÁRIO DO NORDESTE (2010)

O incêndio no interior da Floresta Nacional do Araripe, em outubro de 2010, considerado o maior dos quatro registrados dentro da unidade em 2010, queimou aproximadamente 320 hectares da floresta, segundo Verônica Maria Figueiredo Lima, chefe da FLONA, pelas características do incêndio foi considerado criminoso e o combate exige maior esforço por ser de difícil acesso em função do relevo e, destaca ser uma área que vem sofrendo forte pressão antrópica por ser bastante povoada, principalmente no município do Crato (Figura 99).



Figura 99. Incêndios na FLONA, município de Crato-CE ocorrido em outubro de 2010.
 Fonte: <http://tvverdesmares.com.br/cetv/laedicaocariri/fogo-controlado-na-floresta-do-araripe/>

Com relação aos recursos humanos no combate aos incêndios o número é muito reduzido, contando na maioria dos casos com a contribuição da população local.

5.2.4. Município de Marcolândia-PI

Analisando-se a degradação das terras no período compreendido entre os anos de 1987, 2003 e 2008 (**Figuras 100, 101 e 102**) verifica-se a ocorrência do nível de degradação muito baixo apenas no ano de 1987. Como se pode observar no ano de 1987 o nível de degradação das terras de maior ocorrência é o moderado grave. O Nível baixo geralmente está associado às áreas de encostas. Ao longo da BR-316 pode-se destacar a ocorrência dos níveis de degradação classificados como: moderado baixo, moderado grave e pequenos trechos representados pelo nível baixo.

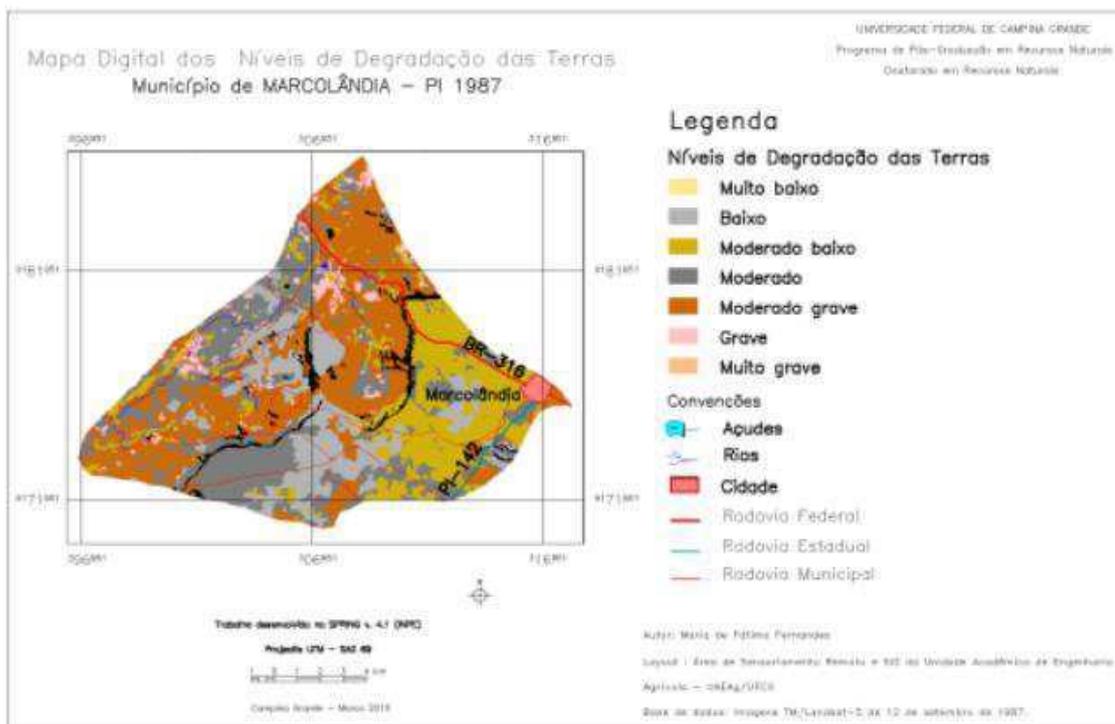


Figura 100. Mapa Digital dos Níveis de Degradação das Terras - Marcolândia - PI. 1987.

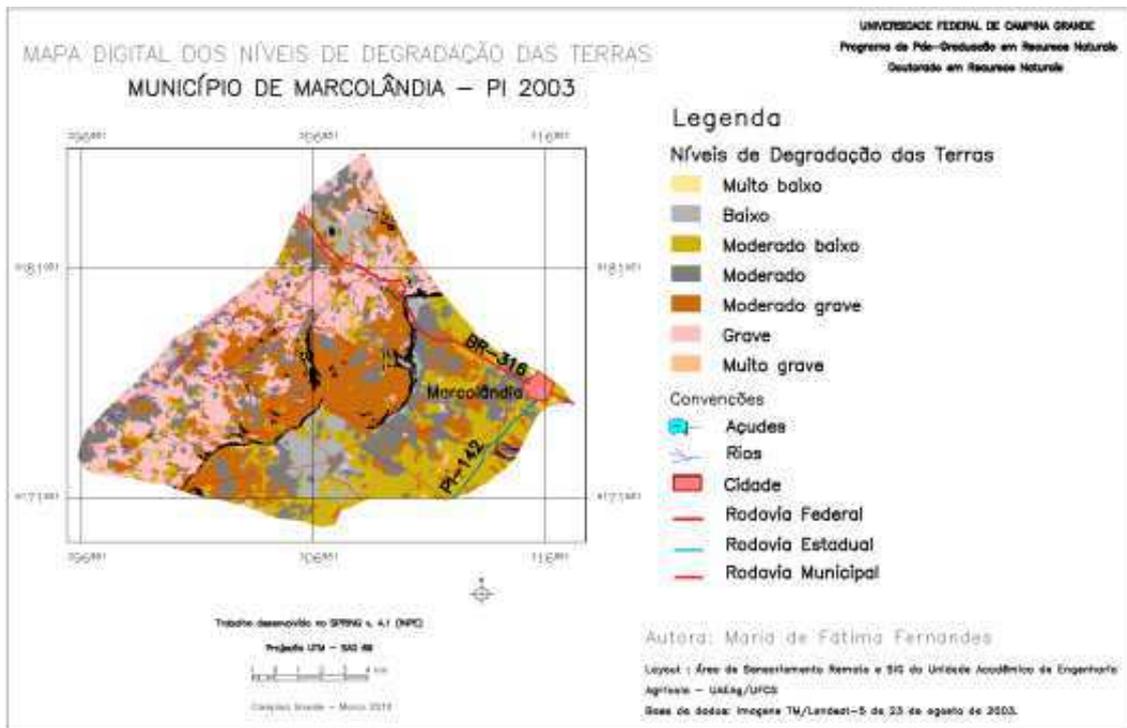


Figura 101. Mapa Digital das Classes de Degradação das Terras. Marcolândia - PI. 2003.

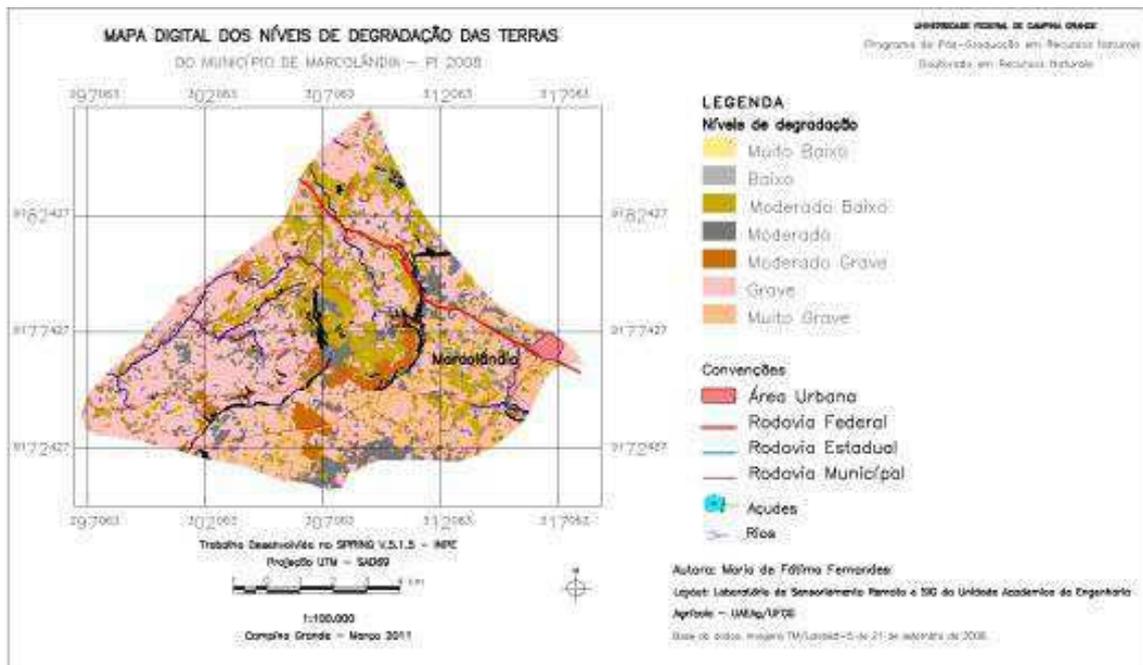


Figura 102. Mapa Digital das Classes de Degradação das Terras - Marcolândia - PI. 2008.

Entre os anos de 1987 e 2003, ocorre uma redução do nível de degradação baixo em torno de 8,29%. No ano de 2003 foi identificado o nível de degradação moderado grave como o de maior ocorrência no município, também, um incremento positivo de 32,44 km² para o nível grave, não sendo identificado na análise o nível de degradação muito grave.

O mapa digital dos níveis de degradação das terras do município de Marcolândia-PI, referente ao ano de 2008, retrata a ocorrência de uma profunda modificação da paisagem

local, onde o nível de degradação grave e muito grave avançou em torno de 43,17% e 17,51%, respectivamente, no período de 21 anos, e o nível moderado baixo apresentou uma redução de 27,01% o que se pode concluir que essas áreas elevaram os níveis de riscos a desertificação, principalmente, pela retirada de material para construção civil, exploração intensiva da monocultura da mandioca, em solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, que após o desmatamento e queimadas (solos apresentam baixa fertilidade), ficam vulneráveis ao surgimento de cupins e formigueiros, que ocorre em quantidade expressiva. Assim, indica-se a adoção de práticas de manejo do solo adequado e de medidas de prevenção para minimizar os riscos à desertificação.

Ao longo da BR 316 aumentou o nível de degradação de forma considerável, bem como, nas proximidades do município de Marcolândia, o nível moderado grave se restringe a poucas áreas de ocorrência.

Entretanto, entre os anos de 1987 e 2008, ocorreu uma redução das áreas classificadas nos níveis de degradação muito baixo, baixo, moderado baixo, moderado e moderado grave, o que não implica que haja uma recuperação das áreas em riscos a desertificação, tendo em vista o incremento positivo para o nível de degradação grave e muito grave (**Tabela 50**).

Tabela 50. Níveis de degradação das terras para o município de Marcolândia-PI, para os anos de 1987, 2003 e 2008.

Níveis de degradação das Terras	Km ²			(%)			Incremento 1987-2008 (Km ²)
	1987	2003	2008	1987	2003	2008	
Muito baixo	0,08	0,00	0,00	0,05	0,0	0,0	- 0,08
Baixo	26,11	12,42	0,35	15,74	7,45	0,21	- 25,76
Moderado baixo	34,77	36,11	30,03	20,95	21,65	17,89	- 4,74
Moderado	45,30	35,89	25,85	27,30	21,52	15,84	- 19,45
Moderado grave	54,20	44,48	9,44	32,66	26,67	5,65	- 44,76
Grave	5,47	37,91	72,09	3,30	22,73	43,17	+ 66,62
Muito Grave	0,00	0,00	29,24	0,0	0,0	17,51	+ 29,24

Quando se analisa os níveis de degradação das terras com referência ao ano de 1987, se verifica que no município o nível de degradação muito baixo é pouco significativo (0,05%), importante se reportar a não ocorrência do nível muito grave. Por outro lado, o nível moderado grave representa 32,66% da área do município, entretanto, no ano de 2003, esse nível corresponde a 26,67%, passando então a um aumento do nível de degradação grave, o que não foi observado pelas autoridades locais, do avanço da degradação no município de forma agressiva (**Figura 103. A e B**).

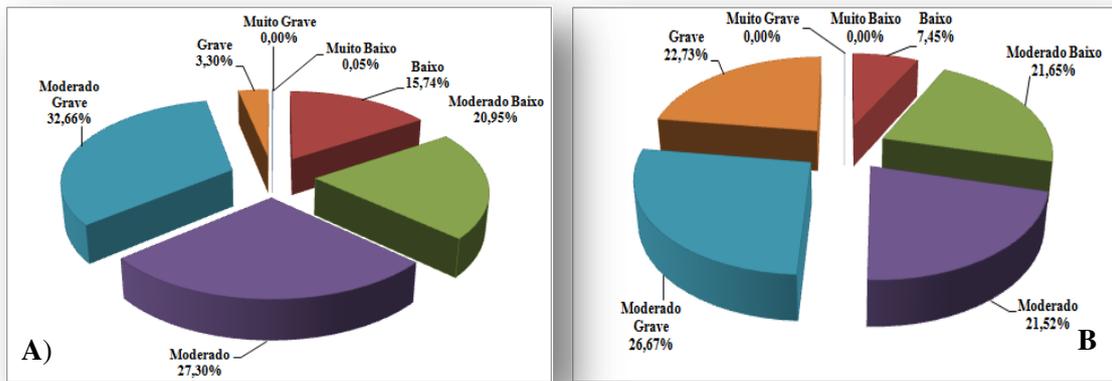


Figura 103. Percentual dos níveis de degradação das terras. A) 1987 B) 2003 - Marcolândia-PI.

Analisando-se os níveis de degradação das terras em 2008 (**Figura 104**) chama-se a atenção para o nível de degradação muito grave que representa 17,51% da área do município. Em 2003 esse nível não foi perceptível na análise digital das imagens, no entanto, no período de 5 anos, ocorreu um aumento significativo para os nível de degradação grave e muito grave.

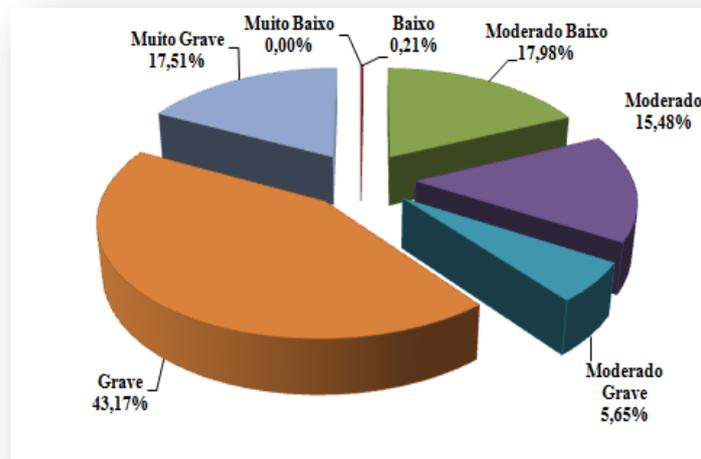


Figura 104. Percentual dos Níveis de Degradação das Terras. 2008. Marcolândia-PI.

A análise comparativa dos dados de degradação das terras obtidos a partir da análise temporal das imagens TM-Landsat pode ser observada na **Figura 105**.

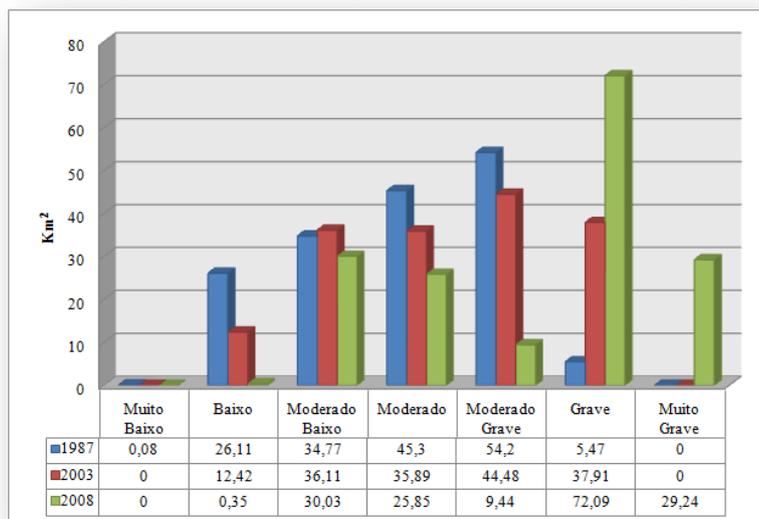


Figura 105. Análise comparativa dos Níveis de Degradação das Terras. Marcolândia-PI. 1987, 2003 e 2008.

A comparação mostra claramente o avanço da degradação classificada como grave, principalmente no ano de 2008 e um expressivo avanço do nível de degradação muito grave.

O nível de degradação das terras moderado representa extensas áreas entre os municípios de Araripina e Marcolândia. Na subida da serra que dá acesso ao município de Marcolândia-PI, a uma altitude de 728 metros, o nível moderado ocorre em função da intervenção humana mesmo em área de relevo movimentado.

O nível moderado baixo a baixo ocorre nas áreas de serras, onde a interferência do homem é menor. Nas áreas mais baixas verifica-se que o nível de degradação das terras varia de moderado grave a grave, com baixa densidade populacional (**Figura 106**).



Figura 106. Nível de degradação moderado. Escarpa da serra - vegetação de caatinga porte baixo - arbustiva - na parte baixa plantio de mandioca. Coordenadas da Figura: 07° 24'39,3" e - 40° 42'49,7".

Conforme BARBOSA *et al.* (2005) dentro do conceito de riscos, se pode considerar que do nível muito baixo ao nível moderado de degradação, é um risco ainda pequeno de desertificação, por serem áreas com maior possibilidade de recuperação através de política de manejo sustentável, de preservação do meio ambiente e dos recursos naturais, porém, medidas devem ser adotadas no sentido de combater e prevenir o avanço da degradação. O Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação do Estado do Piauí se encontra em fase de conclusão.

Na subida da serra da Chapada em direção ao município de Marcolândia-PI, diversas áreas com níveis de degradação moderado, em solos do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, com intensa utilização da cultura de mandioca que se intercala com a vegetação natural, tendo como principal indicador a presença de cupins e formigueiros. Em vista a diversidade de uso e ocupação dos solos, parte da área já avança para o nível moderado a grave, cujo indicador se relaciona a retirada de material para construção civil, destacando-se que a vegetação sofre impactos ambientais no que se refere à dificuldade de regeneração com características de áreas abandonadas em função de impactos oriundos de atividades da pecuária (**Figura 107. A e B**).

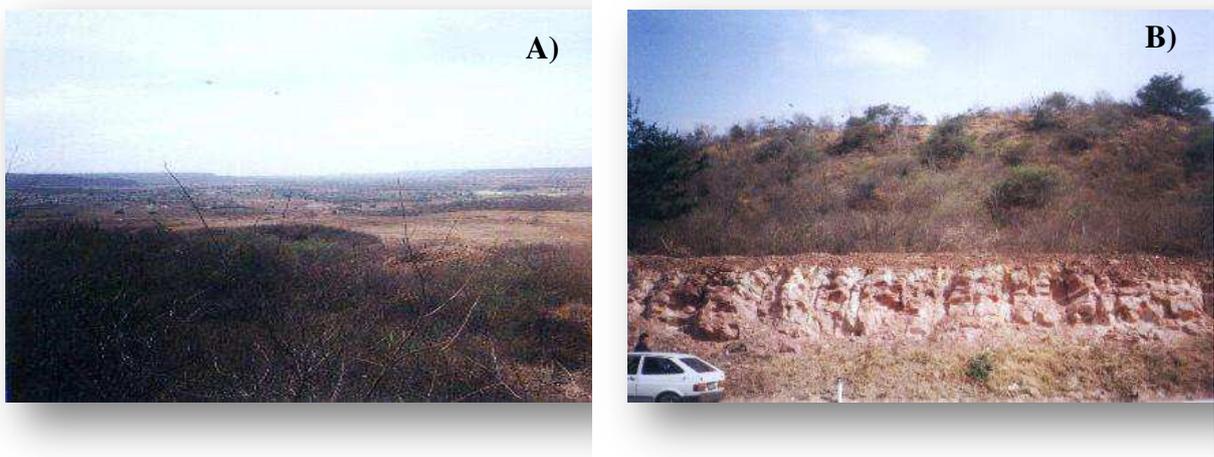


Figura 107. A) Áreas de pasto na depressão sertaneja – nível de degradação MODERADO. Subida da serra em direção ao município de Marcolândia-PI. B) Área de nível de degradação MODERADO a GRAVE. Coordenada das Figuras: 07° 29' 36,0" e -40° 35' 45,0"; lado direito e esquerdo da estrada.

5.3. Indicadores que provocaram alterações ambientais e afetaram a qualidade de vida da população da área de estudo

Os indicadores das condições do meio ambiente mostram que para o município de Araripina (**Figura 108**), a poluição do ar provocada por atividades industrial e de mineração, foi considerada o indicador que provocou alterações ambientais significativas e afetaram as condições de vida da população, isto, em função desse município pertencer ao Pólo Gesseiro de Pernambuco, de certa forma causa impactos ambientais gerados por estas atividades consideradas como potencial poluidor do ar. Quando se trata do recurso água, observa-se que ocorreu assoreamento dos corpos d'água, em função da degradação da mata ciliar (IBGE, 2002).



Figura 108. Indicadores do Meio Ambiente. Condições do Meio Ambiente - 2002. Araripina-PE. Fonte: Adaptado de: CNM. Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente, 2002, IBGE

As condições de Paisagem e Áreas legalmente protegidas (**Figura 109**) foram afetadas por atividades de garimpo, considerada como uma alteração ambiental que ocasionou prejuízos a paisagem. Com relação à agricultura, se verifica prejuízo na atividade agrícola acarretado pela extração mineral, esta atividade sempre se relaciona como um dos fatores que

mais degrada o meio ambiente. As demais condições apresentadas não ofereceram danos ambientais.

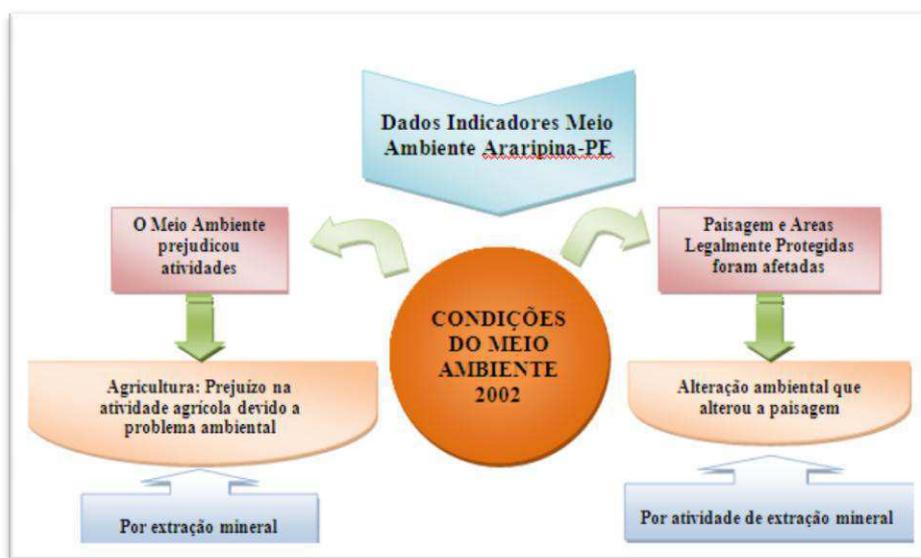


Figura 109. Indicadores do Meio Ambiente. Condições do Meio Ambiente - Paisagem e Áreas Legalmente protegidas - 2002. Araripina-PE.
Fonte: Adaptado de: CNM. Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente, 2002, IBGE

O indicador das condições do meio ambiente mostra para o município de Barbalha (**Figura 110**), as principais alterações ambientais ocorridas no meio ambiente e que afetaram as condições de vida da população foram causadas pelos indicadores: deslizamento de encosta, doença endêmica, esgoto céu aberto e tráfego pesado na área urbana.

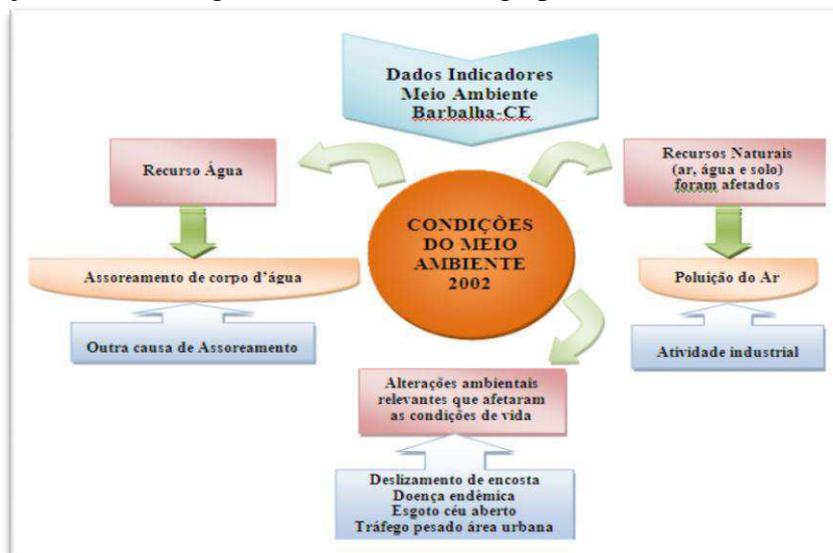


Figura 110. Indicadores do Meio Ambiente, Condições do Meio Ambiente - 2002. Barbalha.
Fonte: Adaptado de: Perfil dos Municípios Brasileiros - Meio Ambiente, 2002, IBGE.

Os recursos naturais (ar, água e solo) foram afetados pela poluição do ar, proveniente de atividade industrial. Quando se trata do recurso água, os indicadores refletem que a qualidade ambiental foi prejudicada por assoreamento de corpos d'água.

O município de Barbalha no tocante a Paisagem e Áreas Protegidas revelam a não ocorrência de alteração ambiental que trouxessem prejuízos a paisagem, como também, não

ocorreu degradação de áreas legalmente protegidas, desta forma, a qualidade ambiental não foi afetada.

Os indicadores das condições do meio ambiente para o município do Crato (**Figura 111**) refletem que as principais alterações ambientais ocorridas no meio ambiente e que afetaram as condições de vida da população foram causadas pelos seguintes fatores: contaminação das nascentes, contaminação de rio, desmatamento, doença endêmica, ocupação desordenada do território, poluição do ar, poluição sonora, presença de vetor (moscas, baratas, ratos, pulgas, mosquitos), esgoto céu aberto, queimadas e tráfego pesado na área urbana.

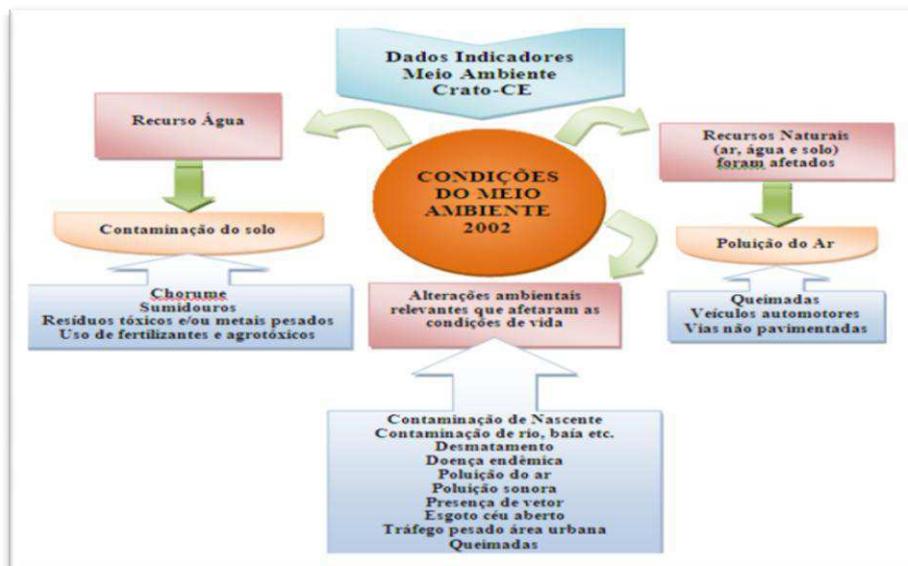


Figura 111. Indicadores do Meio Ambiente, Condições do Meio Ambiente, 2002. Crato.
Fonte: Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente, 2002, IBGE

Os recursos naturais (ar, água e solo) também foram afetados pela poluição do ar, através das queimadas, veículos automotores e vias não pavimentadas, etc. Quando se trata do recurso água, os dados indicam que houve contaminação do solo por chorume, sumidouros, resíduos tóxicos e/ou metais pesados e uso de fertilizantes e agrotóxicos (IBGE, 2000). O desmatamento foi o indicador que provocou alteração ambiental que prejudicou a paisagem.

Os indicadores das condições do meio ambiente IBGE (2000) mostram que para o município de Marcolândia (**Figura 112**), as principais alterações ambientais ocorridas no meio ambiente e que afetaram as condições de vida da população foram causadas pelos seguintes fatores: escassez de água, doença endêmica, poluição do ar, e presença de vetor (moscas, baratas, ratos, pulgas, mosquitos).



Figura 112. Indicadores do Meio Ambiente, Condições do Meio Ambiente, 2002. Marcolândia-PI
 Fonte: Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente, 2002, IBGE

Os recursos naturais (ar, água e solo) foram afetados pela atividade industrial, causando poluição do ar. Quanto se trata do recurso água, os principais indicadores pesquisados indicam que não houve contaminação deste recurso. Este município não apresentou alteração ambiental que prejudicasse a paisagem (IBGE, 2002).

5.4. A dinâmica populacional em áreas de riscos a desertificação

Um ponto importante a se analisar quanto à questão dos indicadores de desertificação diz respeito à densidade populacional, presentes nas áreas em riscos a desertificação. Nesse sentido, MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN (2011) afirmam que a dinâmica demográfica tem que ser investigada nas corretas escalas espaciais que permitam visualizar e analisar os elementos ecológicos que interferem na relação população-ambiente que estão sob investigação.

A análise da população para os municípios da área de estudo, considerando a contagem da população no ano de 2010 (**Tabela 51**), tem sua importância a partir do momento que se avalia a pressão exercida pelo contingente da população que faz uso dos recursos naturais, assim como, analisarem de que forma esta pressão se desenvolve em ambientes em riscos de desertificação. De conformidade com CNRBC - Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga (2004) é no semiárido que se manifesta com maior intensidade, o hiato entre a base econômica e o peso demográfico.

Tabela 51. Dados gerais da população dos municípios em 2010

Dados Gerais	Municípios			
	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia
População residente urbana	46.908	38.022	100.916	6.707
População residente rural	30.394	17.301	20.512	1.105
Homens	37.836	26.904	57.616	3.867
Mulheres	39.466	28.419	63.812	3.945
Total da população	77.302	55.323	121.428	7.812
Taxa de urbanização (%)	60,72	69,70	83,10	85,85

Fonte: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>

Relacionando-se o indicador densidade demográfica com os níveis de degradação das terras durante o trabalho de campo, observou-se que as áreas com densidade populacional de alta a média, corresponderam aos níveis de degradação moderado, moderado baixo e moderado grave, em decorrência de serem áreas com possibilidades de uso agrícola, apresentar solos com aptidão agrícola para a maioria das culturas e pela disponibilidade de recursos hídricos. Entretanto, nas áreas com níveis graves essa densidade tende a diminuir, encontrando-se habitações abandonadas (migração), predominando a pecuária que usa os remanescentes da vegetação natural para pastagem. A ocorrência de nível muito baixo e baixo é verificada em áreas de relevo forte ondulado e montanhoso, sobretudo na Depressão Sertaneja, onde a densidade também tende a ser baixa.

Os dados retratam que a população dos municípios se concentra na zona urbana, ocorrendo um êxodo rural acentuado. O demonstrativo da demografia da população urbana e rural dos municípios da área de estudo entre os anos de 1970 a 2010 confirma a elevada taxa de urbanização no período considerado (**Tabela 52**). Os dados do IBGE retratam que no ano de 2010 a população feminina e masculina correspondente a zona urbana, é maior que a da zona rural, tendo esse êxodo como causa principal às dificuldades enfrentadas no campo pelos pequenos agricultores, posseiros e arrendatários, tanto em função da escassez de água como pelo aumento das áreas com problemas de degradação das terras, em consequência tem contribuído para a redução das áreas que possibilitem a exploração agrícola, por outro lado, esse contingente que migra torna-se mão-de-obra barata, principalmente na construção civil dos grandes centros urbanos. Outro fator observado tem relação com as políticas desenvolvidas na área rural que exclui o pequeno agricultor em função do enfrentamento de problemas tais como: concentração de terras, ausência de uma assistência técnica de qualidade, dificuldade de acesso ao crédito agrícola nas principais instituições bancárias oficiais, como pelos problemas e obstáculos no momento da comercialização e escoamento dos produtos produzidos.

A população feminina que migra da zona rural para urbana busca uma melhor qualidade de vida, facilidade de acesso ao estudo, o que proporciona melhores condições de trabalho, por conseguinte, buscando obter a sua independência econômica.

Tabela 52. Demonstrativo da demografia – população urbana e rural dos municípios.

Municípios	Demonstrativo da demografia – população urbana									
	Feminina					Masculina				
	1970	1980	1991	2000	2010	1970	1980	1991	2000	2010
Araripina	5.570	8.609	14.227	18.199	24.557	4.882	7.366	12.711	16.452	22.351
Barbalha	5.261	8.039	12.881	15.985	19.758	4.365	6.992	11.421	14.684	18.264
Crato	22.918	31.590	37.852	44.892	53.631	18.894	26.716	32.428	39.025	47.285
Marcolândia	-	-	-	2.435	3.435	-	-	-	2.313	3.272
Municípios	Demonstrativo da demografia – população rural									
	Feminina					Masculina				
	1970	1980	1991	2000	2010	1970	1980	1991	2000	2010
Araripina	14.443	16.097	16.831	17.953	14.909	14.024	15.848	16.816	18.294	15.485
Barbalha	8.060	8.012	7.051	8.120	8.661	7.684	7.912	7.077	8.242	8.640
Crato	14.992	11.349	10.008	10.184	10.181	14.192	11.020	10.231	10.545	10.331
Marcolândia	-	-	-	683	510	-	-	-	747	595

Fonte: (IBGE, 2000, CNM)

A densidade demográfica compreende um indicador de desertificação quando se considera que esteja associada a um aumento na pressão da população sobre os recursos naturais. Nesse contexto, conclui-se que para os municípios em estudo ocorre uma migração expressiva da população rural para os centros urbanos. Assim, a partir do momento em que existe um menor adensamento populacional e as áreas antes utilizadas com agricultura encontrando-se em “*pousio*”, esse processo possibilita a recuperação das áreas em processo de degradação por meios naturais. Por outro lado, este contingente da população que deixa a zona rural e passam a habitar os centros urbanos provavelmente ocupam áreas vulneráveis, como encostas que apresentam instabilidades, leitos de rios, entre outras áreas impróprias para habitação que propiciam os desastres naturais em muitos casos de grande magnitude.

5.5. A produção pecuária e sua relação com a desertificação

Outro fator importante no contexto da desertificação, diz respeito às extensas áreas exploradas com pastagem com finalidade de suporte a pecuária. Durante o trabalho de campo presencia-se que extensas áreas de vegetação natural foram desmatadas cedendo lugar a áreas de pastagens, principalmente nos municípios de Araripina, Barbalha e Crato. Desta forma, se adverte que as áreas ainda ocupadas com a vegetação nativa estão sob forte pressão antrópica.

Entre os anos de 2007 e 2009, nos municípios de Barbalha e do Crato o incremento ocorreu para todos os efetivos de rebanho, sendo o maior percentual para o rebanho bovino. No município de Araripina verifica-se uma redução para os rebanhos de eqüinos, muares, suínos e caprinos, entretanto, ocorreu um aumento para o rebanho de bovino e no município de Marcolândia a redução foi observada para todo o efetivo de rebanhos (**Tabela 53**).

Tabela 53. Efetivos de rebanhos - 2007 e 2009

Efetivos de rebanhos (cabeças)	Araripina		Barbalha		Crato		Marcolândia	
	2007	2009	2007	2009	2007	2009	2007	2009
Bovinos	25.000	26.274	9.520	10.119	17.871	20.394	1.259	864
Eqüinos	2.105	2.000	582	603	766	781	104	79
Asininos	1.862	1.900	297	308	411	417	157	45
Muares	783	700	1.138	1.156	726	735	83	59
Suínos	8.965	8.200	3.271	3.534	5.202	5.605	808	743
Caprinos	3.733	3.579	1.186	1.273	1.391	1.526	279	172
Ovinos	5.665	8.509	1.328	1.458	2.957	3.418	2.469	919

Fonte: IBGE, Produção da Pecuária Municipal 2007; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

Em termos quantitativos nos municípios predomina o rebanho efetivo de bovinos. A pecuária é considerada uma das causas do aumento da degradação das terras, o que pode colocar as áreas destinadas à pecuária em riscos de desertificação. Os municípios têm uma pecuária diversificada, com o rebanho efetivo de ovinos maior que o de caprinos. A pressão exercida pela pecuária sobre os recursos naturais os torna áreas em risco de desertificação, pelo excedente de animais em conformidade com a capacidade das terras, pela compactação dos solos em função do pisoteio dos animais, pelo manejo inadequado dos animais de forma extensiva.

5.6. Vulnerabilidades das famílias frente ao processo de degradação das terras

Estudar as desigualdades sociais fundamenta-se, portanto, na leitura da sociedade de classes, em que os diferentes segmentos sociais possuem diferentes oportunidades de vida (HOGAN; MARANDOLA, 2005).

As vulnerabilidades apresentadas nesse estudo, mesmo em uma escala pequena no primeiro momento, permite vislumbrar as condições socioeconômicas e ambientais da população e chama a atenção dos dirigentes municipais para adoção de políticas públicas capazes de minimizar o quadro de abandono em que se encontram algumas famílias da zona rural dos municípios. De acordo com CNRBC (2004) as regiões dos sertões e do agreste onde se situa grande parte do semiárido e do bioma Caatinga enfrentam graves adversidades do ponto de vista social; a vulnerabilidade dessas regiões às recorrentes estiagens e a prática de uma agricultura familiar inconsistente com as condições naturais tem perpetuado a pobreza, a desigualdade e a exclusão social.

Corroborando com esta afirmativa, os dados referentes ao Índice de Desenvolvimento da Família publicado pelo Ministério de Desenvolvimento Social, para os municípios da área de estudo, indicam com sendo mais desfavorável os indicadores relacionados a acesso ao conhecimento, ao trabalho e disponibilidade de recursos, sendo o de melhor desempenho os indicadores de desenvolvimento infantil e condição habitacional (**Tabela 54**).

Tabela 54. Índice de desenvolvimento da família para os municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia. Data de referência - 2010.

IDF - ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO DA FAMÍLIA	Municípios			
	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia
IDF ⁴	0.53	0.55	0.58	0.56
Vulnerabilidade	0.69	0.67	0.68	0.71
Acesso ao conhecimento	0.32	0.40	0.40	0.31
Acesso ao trabalho	0.21	0.18	0.29	0.21
Disponibilidade de recursos	0.36	0.42	0.40	0.47
Desenvolvimento infantil	0.94	0.96	0.95	0.95
Condição Habitacional	0.67	0.70	0.74	0.70

Fonte: MDS (2009)

⁴O Índice de desenvolvimento da família (IDF) analisa as vulnerabilidades por famílias com base nas informações: composição familiar, acesso ao conhecimento e ao trabalho; disponibilidade de recursos, desenvolvimento infantil e condições habitacionais. Como outros indicadores que abordam a pobreza em perspectiva multidimensional, o IDF varia entre 0 e 1 e, quanto melhores as condições da família, mais próximo de 1 será o indicador.

5.6.1. Análise da Vulnerabilidade social

Ainda existem desigualdades entre as regiões do Brasil, entre o campo e a cidade, entre mulheres e homens. São essas desigualdades que fazem com que o avanço positivo nas médias nacionais de vários indicadores sociais, não reflita ainda, uma realidade para toda a população (IPEA, 2010).

A análise da vulnerabilidade social realizada através do trabalho de campo, dados censitários e aplicação dos questionários (**Figura 113**), permitiram diagnosticar o quadro socioeconômico e ambiental da população dos municípios em estudo, cujo valor encontrado se enquadra na classe de vulnerabilidade muito alta, favorecendo um entendimento da magnitude e complexidade das condições de vida da população urbana e rural, da falta de políticas públicas que atendam efetivamente as necessidades do homem do campo, das dificuldades das famílias em se manterem de forma sustentável. Essa amostragem traça a vulnerabilidade social de forma qualitativa das famílias que representaram o universo da pesquisa.

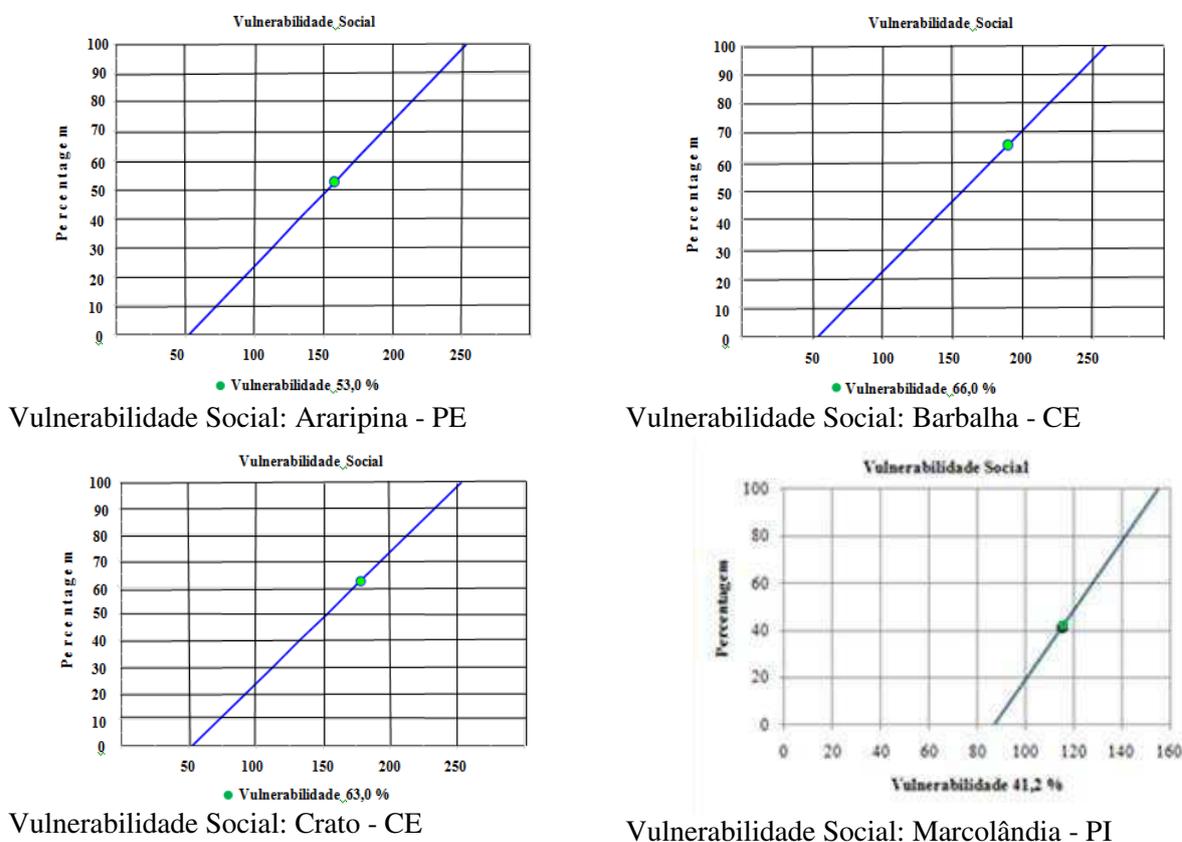


Figura 113. Vulnerabilidade social dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.

Assim, a vulnerabilidade social das famílias é muito alta e variável, algumas famílias conseguem sobressair do seu estado de pobreza, com acesso a alguns serviços básicos que possibilitam melhorar a qualidade de vida, outras, permanecem em estado de extrema pobreza. Nesse sentido, o que afirma o Instituto de Pesquisa Aplicada (IPEA), retrata bem essa realidade:

Embora o Brasil tenha tido um desempenho excelente na redução da pobreza extrema e da fome, os indicadores nacionais encobrem desigualdades internas. Entre essas, as mais importantes entre as regiões do país, entre zonas rurais e urbanas e entre grupos raciais (IPEA, 2010).

A principal vulnerabilidade do produtor rural para os municípios se relaciona ao indicador educação, em sua maioria constituída por analfabetos e/ou analfabeto funcional. A pesquisa revela o perfil do produtor concentrando-se na faixa etária de 36 a 64 anos, com residência fixa na zona rural e, se enquadram principalmente na categoria de pequeno produtor rural.

5.6.1.1. Educação

Com relação à educação a análise de indicadores educacionais para os municípios se reveste de importância quando considerado um parâmetro primordial para avaliar a questão do desenvolvimento, tanto econômico como social de uma região. O grande desafio do Século XXI será reduzir o número de analfabetos, sendo considerado um dos indicadores mais importantes do milênio (IBGE, 2008).

Importante se reportar aos municípios com relação ao tema educação, quando se observa que ocorreu uma diminuição do analfabetismo entre os anos de 1991 a 2000 (**Tabela 55**). Por outro lado, em 1991, apresentavam um percentual elevado de pessoas com idade acima de 25 anos analfabetas, principalmente nos municípios de Araripina e Marcolândia onde mais da metade nesta faixa etária eram analfabetas.

Tabela 55. Percentual de crianças e pessoas analfabetas, nos municípios da área de estudo.

Faixa etária	MUNICÍPIOS							
	Araripina		Barbalha		Crato		Marcolândia	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
	(<i>%</i>)							
7 a 14 anos	55,78	31,41	46,47	20,95	34,97	16,91	66,42	34,44
10 a 14 anos	43,37	20,50	34,96	11,97	24,86	8,31	56,76	25,38
5 a 17 anos	29,3	15,00	25,41	5,30	16,8	5,18	42,44	21,65
acima de 15 anos	46,37	34,57	36,51	26,17	32,6	22,91	56,81	41,43
18 a 24 anos	31,3	17,69	16,31	12,83	18,28	9,11	38,26	26,65
acima de 25 anos	53,23	38,89	45,49	32,77	38,83	27,39	60,61	47,40

Fonte: CNM (2008).

Outro ponto a ser ressaltado com relação às pesquisas realizadas pelo IBGE, é que ocorreu uma concentração de analfabetos entre as pessoas com 60 anos ou mais de idade, fazendo-se referências ao gênero, a distribuição ocorre da seguinte forma: 4.728 mulheres sabem ler e escrever, enquanto, 6.475 mulheres não sabem ler e escrever (**Tabela 56**).

Tabela 56. Pessoas residentes de 60 anos ou mais de idade, por alfabetização e sexo, segundo os municípios - 2000.

Municípios	Pessoas residentes de 60 anos ou mais de idade			Pessoas residentes de 60 anos ou mais de idade, por alfabetização e sexo					
				Sabem ler e escrever			Não sabem ler e escrever		
	Total	Homem	Mulher	Total	Homens	Mulheres	Total	Homens	Mulheres
Araripina	5.511	2.576	2.935	1.921	990	931	3.590	1.586	2.004
Barbalha	4.310	1.842	2.468	1.836	781	1.055	2.474	1.061	1.413
Crato	9.528	3.964	5.564	4.578	1.893	2.685	4.950	2.071	2.879
Marcolândia	453	217	236	124	67	57	329	150	179

Fonte: IBGE Censo demográfico 2000.

A média de anos de estudo (**Tabela 57**) retrata a forma de medição da defasagem escolar. No Nordeste, por exemplo, esta defasagem escolar é muito grande. Para os municípios em estudo, as pessoas que não têm instrução e com menos de um ano de estudo o número é elevado.

Tabela 57. Pessoas residentes - 10 anos ou mais de idade - anos de estudos.

Municípios	Pessoas residentes - 10 anos ou mais de idade					
	sem instrução e menos de 1 ano de estudo	1 a 3 anos de estudo	4 a 7 anos de estudo	8 a 10 anos de estudo	11 a 14 anos de estudo	15 anos ou mais de estudo
Araripina	13.952	16.673	14.252	3.911	2.489	1.356
Barbalha	6.114	10.623	9.860	4.083	3.447	761
Crato	12.763	17.888	23.473	11.951	11.637	3.566
Marcolândia	1.704	1.386	1.063	296	176	9

Fonte: IBGE Censo Demográfico 2000

Na região Nordeste, principalmente na zona rural e entre os homens onde se concentra o maior percentual de pessoas com 15 anos ou mais de idade enquadradas como analfabeto funcional (**Tabela 58**).

Tabela 58. Taxa de analfabetismo funcional das pessoas de 15 anos ou mais de idade - 2007.

Grandes Regiões	Taxa de analfabetismo funcional das pessoas de 15 anos ou mais de idade (%)				
	Total	Características selecionadas			
		Sexo		Situação de domicílio	
		Homens	Mulheres	Urbana	Rural
Brasil	21,7	22,3	21,1	17,8	42,9
Nordeste	33,5	36,3	30,8	26,1	53,2

Fonte: IBGE, 2007

A taxa de escolarização também é um indicador muito importante, medida pela percentagem dos estudantes de uma faixa etária em relação ao total de pessoas do mesmo grupo. Entre a faixa de 0 a 6 anos, a maior taxa de escolarização pertence aos municípios de Barbalha e Crato, no Estado do Ceará (**Tabela 59**).

Tabela 59. Taxa de escolarização dos municípios por grupos de idade.

Municípios	Taxa de escolarização (%)					
	Total	Grupos de idade				
		0 a 6 anos	7 a 14 anos	15 a 17 anos	18 a 24 anos	25 anos ou mais
Araripina	30,9	20,9	86,5	61,3	30,9	4,5
Barbalha	40,2	48,2	94,6	82,5	41,8	7,5
Crato	36,7	41,2	95,2	79,9	38,2	6,7
Marcolândia	32,4	28,6	86,8	62,6	26,0	7,4

Fonte: IBGE, Censo Demográfico - 2000

Com relação à taxa de alfabetização os dados apontam a ocorrência de uma melhora significativa (**Tabela 60**).

Tabela 60. População residente de 10 anos ou mais de idade, total, alfabetizada e taxa de alfabetização, municípios da área de estudo e respectivos Estados.

Municípios	População residente de 10 anos ou mais de idade		
	Total	Alfabetizada	Taxa de alfabetização (%)
Pernambuco	6.319.507	4.851.306	76.8
Araripina	53.712	36.046	67.1
Ceará	5.804.948	4.370.897	75.3
Barbalha	36.731	27.962	76.1
Crato	82.761	65.261	78.9
Piauí	2.238.583	1.597.527	71.4
Marcolândia	4.701	2.902	61.7

Fonte: Censo Demográfico 2000

Os municípios de Araripina e Marcolândia o índice se encontra abaixo da média do Estado, entretanto, os municípios de Barbalha e Crato esta taxa foi superior àquelas apresentadas para o Estado do Ceará. Vale salientar, que em 2000 a taxa de alfabetização do Brasil era de 86,37%.

Existe a necessidade de melhorias no setor educacional, principalmente, quando se considera que o percentual de crianças e pessoas analfabetas é muito alto, pois é através da educação que se forma cidadãos conscientes em defesa de um ambiente sustentável e com conhecimentos apropriados com relação à forma de preservação e conservação dos recursos naturais.

5.6.1.2. Habitação

Outra característica marcante na zona rural de qualquer município da região Nordeste, que traduz uma exposição muito alta de vulnerabilidade da população, também ocorre na área de estudo, se relaciona as péssimas condições das habitações rurais, que se destaca como um dos graves problemas sociais, quando da existência das chamadas casas de taipas, sendo esse tipo de moradia o “*habitat*” ideal para o barbeiro, transmissor da doença de chagas, favorecendo também a infestação de outros insetos e outros tipos de doenças. Nos municípios predomina o tipo alvenaria em bom estado de conservação, no entanto, encontram-se diversas casas de taipa e tijolo sem energia (**Figura 114**).



Figura 114. Aspecto geral de uma habitação do tipo taipa – sem energia elétrica. Zona rural de Araripina-PE. Coordenadas da figura: -07° 29' 1,9" e - 40° 22' 18,7".

Os resultados preliminares do Censo Demográfico 2010 indicam a existência de domicílios sem energia nos quatros municípios (**Figura 115**).

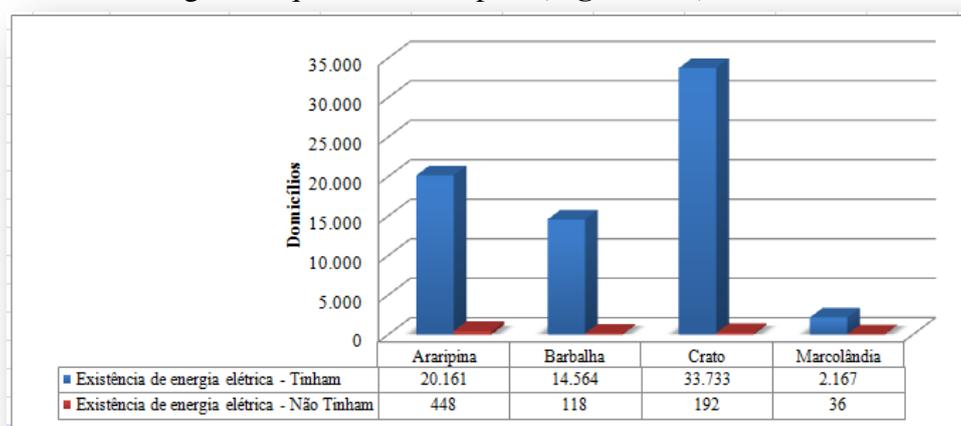


Figura 115. Existência de energia elétrica - nos municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia - 2010.
Fonte: IBGE (2010).

Dessa forma, as políticas públicas como o “*Programa Luz para Todos*” do Governo Federal ainda falta chegar a muitos lares nordestinos. De acordo com o Ministério das Minas e Energia, o Nordeste, possui o maior contingente de pessoas sem energia elétrica no país, entretanto, mais de 125 mil domicílios já foram atendidos por esse Programa, correspondendo a um total de 620 mil pessoas.

5.6.1.3. Destino do lixo

Diante a situação de vulnerabilidade social das famílias, os dados indicam que é comum na zona rural dos municípios a prática de descarte dos resíduos sólidos a céu aberto, entretanto, a prática de queimar ou enterrar é muito utilizado. Essas práticas trazem conseqüências muito grave aos solos, principalmente quando os resíduos em sua maioria são constituídos por material plástico. O destino do lixo quando se refere à outra forma de descarte, o percentual é elevado, assim, os prejuízos são revertidos ao meio ambiente.

Sendo a destinação do lixo um problema ambiental também implica em um indicador considerado na análise das áreas em risco a desertificação (**Tabela 61**).

Tabela 61. Destino do lixo - zona urbana e rural dos municípios.

Municípios	Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio					
	Urbana			Rural		
	Destino do lixo (%)			Destino do lixo (%)		
	Coletado	Queimado ou enterrado	Outra forma (1)	Coletado	Queimado ou enterrado	Outra forma (1)
Araripina	82,3	2,8	14,8	1,1	22,3	76,7
Barbalha	82,4	8,3	9,3	6,2	55,5	38,3
Crato	80,1	6,3	13,5	9,8	49,6	40,6
Marcolândia	81,9	5,5	12,6	-	21,7	78,3

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

(1) Jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio, lago ou mar e/ou outro destino

Quando se analisa os resultados preliminares do Censo Demográfico 2010 com relação ao destino do lixo nos municípios (**Figura 116**), verifica-se que a situação ainda continua crítica com relação a esse indicador, em vista apresentarem os municípios um número considerável de domicílios que indicaram outro destino para o lixo.

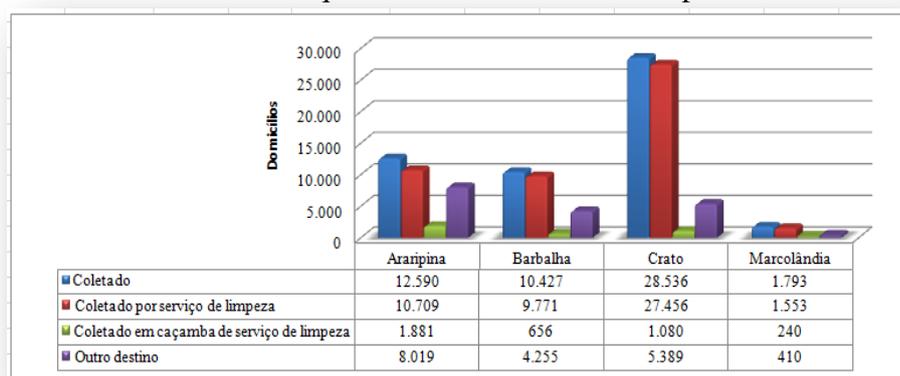


Figura 116. Destino do lixo. Municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.

Fonte: IBGE, Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010. Ano 2010.

A forma como é tratada a questão da disposição final dos resíduos tem gerado um problema grave nos municípios, com a consequente degradação do ambiente. O lixo e o esgoto doméstico são considerados um fator formador de alto índice de vulnerabilidade, principalmente na zona rural. O destino do lixo é um fator de maior preocupação quanto à contaminação do meio ambiente, sobretudo, dos recursos hídricos e dos solos.

Apesar de esforços implantados pelos serviços municipais em atender às necessidades da população com a remoção adequada dos resíduos, a maioria das descargas ocorre de forma clandestina, ocupando terrenos abandonados, às margens de estradas, nos leitos dos rios. A indicação da coleta seletiva também tem diminuído um grande volume de lixo destinados aos lixões a céu aberto. A coleta de lixo tanto domiciliar, de indústria, da construção civil e hospitalar, tem grande importância para um município, diminuindo a quantidade de lixo depositada em lugares inadequados, como terrenos baldios e sobretudo, quando jogado nos leitos dos rios, provocando a degradação ambiental e prejuízos a saúde humana.

5.6.1.4. Tipo de esgotamento sanitário

Um ponto negativo diz respeito ao esgotamento sanitário onde a forma mais comum de lançamento é a céu aberto, a minoria das residências utilizam fossa séptica, que seria uma política fundamental no tocante ao combate de várias doenças, entre elas, a verminose, também, evitaria que os dejetos humanos fossem lançados diretamente em rios, nascentes, superfície do solo, como se constata na maioria das residências da zona rural, ou mesmo, na periferia dos grandes centros urbanos. Dados publicados pelo IBGE confirmam que o esgotamento sanitário é um serviço que apresenta a menor taxa de cobertura e sua evolução no Brasil deixa a desejar, sendo considerado o serviço público de pior qualidade, entretanto, mais da metade dos municípios brasileiros (52,2%) dispõe desse tipo de política pública. O tipo de esgotamento sanitário (**Tabela 62**) é um indicador importante quando presente em um município, pois influi na qualidade de vida da população.

Tabela 62. Tipo de esgotamento sanitário.

Municípios	Domicílios particulares permanente, por situação do domicílio							
	Urbana				Rural			
	Tipo de esgotamento sanitário (%)			Sem instalação sanitária (%)	Tipo de esgotamento sanitário (%)			Sem instalação sanitária (%)
	Rede Geral	Fossa séptica	Outra forma (1)		Rede Geral	Fossa séptica	Outra forma (1)	
Araripina	54,7	3,6	18,6	23,1	0,1	3,6	16,6	79,7
Barbalha	4,3	3,0	76,8	15,9	0,0	1,2	45,0	53,8
Crato	29,0	14,1	45,8	11,0	0,0	4,3	30,6	65,1
Marcolândia	0,0	1,9	85,8	12,3	0,0	0,7	10,2	89,1

Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2000.

(1) Fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar e/ou outro escoadouro

Confirmando as afirmativas descritas veja-se parte da matéria publicada pelo jornalista Rodolfo Sabiá:

“O Crato é uma cidade que não tem esgotamento nem saneamento. As águas de esgotamento são despejadas no Rio Grangeiro e vai para o Salgado...”.
Rodolfo Sabiá.

Os dados preliminares do IBGE (2010) indicam que esses serviços também continuam a desejar, veja-se que o número de domicílios que não tinha banheiro ou sanitário ainda é elevado (**Figura 117**).

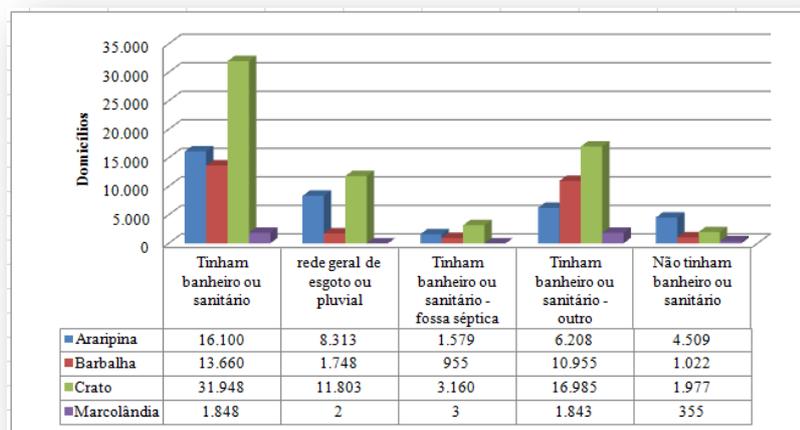


Figura 117. Existência de banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário. Municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.

Fonte. IBGE, Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010. Ano 2010.

Outro indicador que mostra a fragilidade do sistema para com as pessoas idosas (**Tabela 63**), diz respeito às condições de saneamento que se apresenta de forma inadequada para a maioria dos domicílios pesquisados.

Tabela 63. Domicílios sob responsabilidade de pessoas de 60 anos ou mais de idade, por condição de saneamento - 2000.

Municípios	Domicílios sob responsabilidade de pessoas de 60 anos ou mais de idade			
	Total	Condição de saneamento		
		Adequado (1)	Semi-adequado (2)	Inadequado (3)
Araripina	3.533	904	896	1.733
Barbalha	2.671	132	1.833	706
Crato	5.994	1.927	2.668	1.399
Marcolândia	289	0	187	102

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

A falta de saneamento básico principalmente na zona rural traz conseqüências danosas ao meio ambiente, quando se trata da poluição dos recursos hídricos de superfície e subterrâneos, além, de ser considerado um vetor de transmissão de doenças principalmente para as crianças quando sua destinação final é realizada a céu aberto. Assim, o melhoramento do saneamento básico em um município traz benefícios a toda população, em curto espaço de tempo, principalmente no tocante a saúde pública e a conseqüente melhoria na qualidade de vida da população.

5.6.1.5. Forma de abastecimento de água

No Brasil, a população atendida por rede de abastecimento de água é de 76,1% (14 milhões de pessoas não têm acesso rede de distribuição de água) e no Nordeste esta cobertura é de 63,9%, com destaque para a crescente contaminação dos mananciais em função do uso inadequado, tais como, irrigação, indústrias, mineração, deposição de esgotos a céu aberto, entre outras formas de utilização. Os municípios de Araripina, Barbalha e Crato estão em uma situação privilegiada quanto à questão do abastecimento de água na zona urbana, entretanto, outra forma de abastecimento ocorre em um percentual elevado. O município de Marcolândia apenas 0,2% dos domicílios está ligado à rede geral de abastecimento de água, sendo que

outra forma de abastecimento representa 99,8%. No município não existe forma de abastecimento por poço ou nascente (Tabela 64).

Tabela 64. Forma de abastecimento de água.

Municípios	Domicílios particulares permanentes, por situação do domicílio							
	Urbana							
	Forma de abastecimento de água (%)							
	Rede Geral			Poço ou Nascente				Outra forma
Total	Canalizada em pelo menos um cômodo	Canalizada só na propriedade ou terreno	Total	Canalizada em pelo menos um cômodo	Canalizada só na propriedade ou terreno	Não canalizada		
Araripina-PE	77,5	66,7	10,9	4,4	1,1	0,4	3,0	18,0
Barbalha-CE	90,8	72,8	18,0	2,5	1,4	0,2	0,9	8,7
Crato-CE	87,8	78,8	9,0	5,4	2,4	0,7	2,3	6,8
Marcolândia-PI	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-	99,8

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Os dados preliminares do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010) retratam que em todos os municípios o número de domicílios que afirmaram como tendo outra forma de abastecimento de água e o abastecimento sendo feito por poço ou nascente (Figura 118) ainda é muito elevado, havendo a necessidade de ampliação desses serviços a população de baixa renda e principalmente na zona rural. Para o município de Marcolândia-PI os resultados apontam que outra forma de abastecimento de água tem situação ainda semelhante a observada no Censo de 2000.

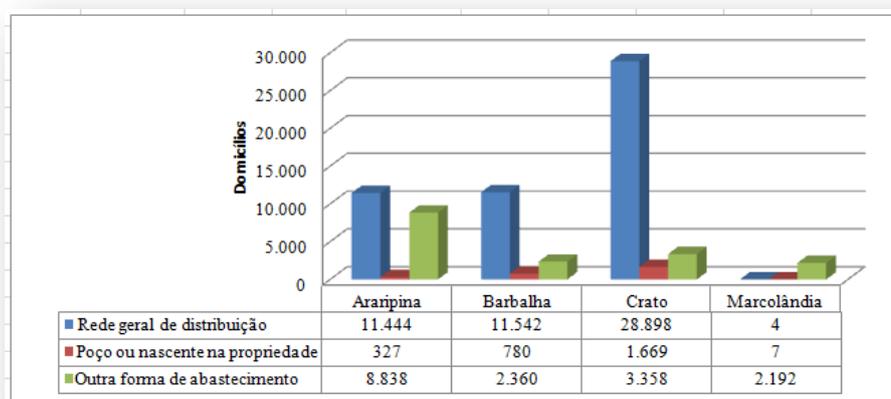


Figura 118. Forma de abastecimento de água. Municípios Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.

Fonte: IBGE, Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010.

Como exemplo das vulnerabilidades a que estão expostas a maioria da população da zona rural dos municípios em estudo, cita-se esse depoimento de um morador do sítio Barreiro Grande no município do Crato: “a água consumida é proveniente de barreiros, no sítio não tem energia elétrica, não recebem ajuda de programa do governo, algumas recebem, vivem apenas do que plantam (milho e feijão), não tem agente de saúde”.

5.6.1.6. Participação em organização

A participação da população rural em organização ocorre principalmente na forma de Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR). Esse tipo de organização nos municípios é expressivo, pois além de representar os trabalhadores rurais é responsável pela administração da aposentadoria rural a nível local. A participação dos trabalhadores rurais em sindicatos tem contribuído para o acesso a informações, participação em conselho municipal de desenvolvimento rural, entre outras atividades que lhes são inerentes, uma resposta da sociedade frente aos desafios do homem do campo, diante problemas de diversa natureza, sobretudo, no campo social, educacional, segurança e saúde.

5.6.1.7. Saúde e Principais morbidades hospitalares

A saúde e o ambiente formam um sistema complexo em interação e retroação recíprocas. A qualidade do ambiente é condição irredutível à saúde e à vida humana, sendo a condição humana o sujeito primeiro da qualidade do ambiente (GERVAISE, 1998).

Os indicadores referentes aos serviços de saúde mostram a necessidade de programas de política públicas mais eficazes para atender a população carente que necessitam dos serviços de saúde principalmente quanto ao Sistema Único de Saúde (SUS). Os dados do IBGE apontam que 52,94% dos estabelecimentos de saúde para o município de Araripina são de responsabilidade do município; 44,12% estão a cargo do setor privado e apenas 2,94% são federais (**Figura 119**).

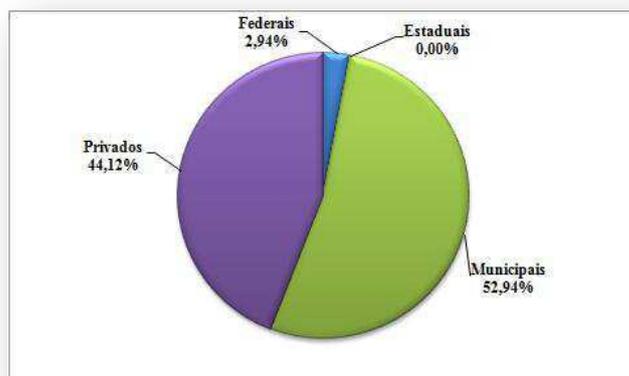


Figura 119. Percentual de Estabelecimentos de Saúde. Araripina-PE.

Fonte: IBGE (2008)

O município de Barbalha-CE tem aproximadamente 75% dos estabelecimentos de saúde sob a obrigação do município; 23,21% no setor privado e 1,79% dos estabelecimentos são federais. A situação para o município de Crato é bem diferente, onde 43,5% dos estabelecimentos de saúde correspondem ao setor privado, 49,3% ficam a cargo do município, 2,9% dos estabelecimentos são federais e 4,3% de responsabilidade estadual (**Figura 120**).

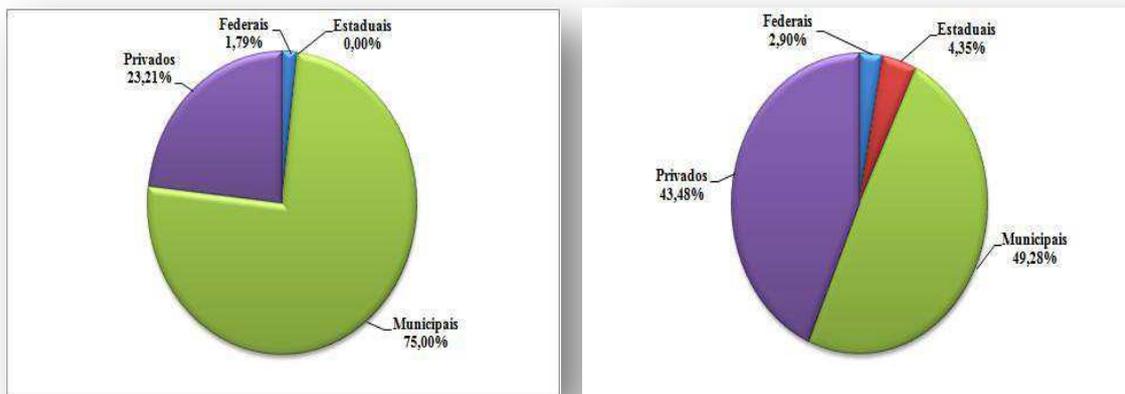


Figura 120. Percentual de Estabelecimentos de Saúde. Barbalha e Crato - CE.
Fonte: IBGE (2008)

O município de Marcolândia é responsável por 66,7% dos estabelecimentos de saúde e 33,3% no setor privado. Com relação ao Estado do Piauí os municípios têm o controle de 68,8% dos estabelecimentos de saúde, o Estado com 2,6% e o setor privado com 28,4% (Figura 121).

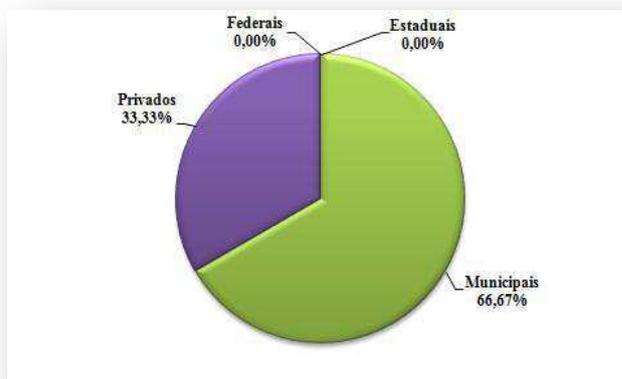


Figura 121. Percentual de Estabelecimentos de Saúde. Marcolândia-PI.
Fonte: IBGE (2008)

A Tabela 65 mostra o percentual de estabelecimentos de saúde dos Estados que englobam os municípios da área de estudo, com relação ao Brasil.

Tabela 65. Percentual de estabelecimentos de saúde do Brasil e dos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí.

País/Estados	Federais	Estaduais	Municipais	Privados
	(%)			
Brasil	1	1,4	52,9	44,7
Ceará	0,4	0,9	75,5	23,2
Pernambuco	0,7	1,3	64,7	33,4
Piauí	0,2	2,6	68,8	28,4

Fonte: IBGE (2008)

Conclui-se que os municípios brasileiros são os maiores responsáveis pelos estabelecimentos de saúde, tendo a União e os Estados uma participação menos expressiva, enquanto isso, o setor privado tem ampliando o controle de grande fatia dos referidos estabelecimentos.

As principais morbidades hospitalares ocorridas na área de estudo podem ser observadas na **Tabela 66**.

Tabela 66. Principais Morbidades Hospitalares ocorridas nos municípios em 2009

Óbitos		Municípios		
		Araripina	Barbalha	Crato
Doenças- infecciosas e parasitárias	Homens	2	28	9
	Mulheres	3	31	19
	Total	5	59	28
Neoplasias - tumores	Homens	0	65	3
	Mulheres	0	71	0
	Total	0	136	3
Doenças - endócrinas, nutricionais e metabólicas	Homens	1	4	6
	Mulheres	2	5	11
	Total	3	9	17
Transtornos mentais e comportamentais	Homens	0	0	5
	Mulheres	0	0	1
	Total	0	0	6
Doenças - sistema nervoso	Homens	0	61	4
	Mulheres	0	57	0
	Total	0	118	4
Doenças - aparelho circulatório	Homens	5	112	33
	Mulheres	7	131	36
	Total	12	243	69
Doenças - aparelho respiratório	Homens	0	62	59
	Mulheres	1	57	67
	Total	1	119	126
Doenças – aparelho digestivo	Homens	1	20	18
	Mulheres	0	10	12
	Total	1	30	30
Doenças – aparelho geniturinário	Homens	0	25	13
	Mulheres	0	16	6
	Total	0	41	19
Doenças - originadas no período perinatal	Homens	0	20	5
	Mulheres	0	16	2
	Total	0	36	7
síntomas, sinais e achados anormais em exames clínicos e laboratoriais	Homens	0	6	3
	Mulheres	1	6	4
	Total	1	12	7
Lesões, envenenamentos e causas externas	Homens	0	72	5
	Mulheres	0	27	3
	Total	0	99	8

Fonte: Ministério da Saúde, Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS 2008 - IBGE - Cidades@

Os dados para o município de Marcolândia encontram-se indisponível, segundo o IBGE. No município de Araripina as principais morbidades hospitalares foram relacionadas com doenças do aparelho circulatório e doenças do aparelho respiratório, entre outras de menor intensidade de ocorrência. Essas doenças estão relacionadas principalmente com as atividades de mineração desenvolvidas no município. Os municípios de Barbalha e do Crato as ocorrências de doenças com maior número de frequência estão relacionadas com: morbidade por doenças infecciosas e parasitárias; doenças do aparelho circulatório; doenças do aparelho respiratório; neoplasias – tumores; doenças do aparelho digestivo; doenças do aparelho geniturinário.

5.6.1.8. Morbidades Hospitalares

O número de óbitos no decorrer dos anos de 2008 e 2009 foi maior no município de Barbalha, seguido do município do Crato, respectivamente. O município de Araripina foi o que apresentou um menor número de óbitos, sendo que para o município de Marcolândia estes dados estão indisponíveis. Observa-se que em 2009, no município de Araripina o número de óbitos foi maior entre as mulheres, no entanto, para o município de Barbalha a maior ocorrência é verificada entre os homens (**Tabela 67**).

Tabela67. Morbidades Hospitalares - 2008/2009.

Municípios	Homens (Óbitos)		Mulheres (Óbitos)		Total (Óbitos)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Araripina	21	14	11	19	32	33
Barbalha	455	496	409	413	864	909
Crato	136	169	132	165	268	334
Marcolândia	Dados não disponíveis					

Fonte: Ministério da Saúde, Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde DATASUS 2008 - IBGE - Cidades@.

5.6.1.9. Saúde da criança

O Nordeste ainda é a região mais pobre do país, mas a desnutrição infantil se reduziu ao nível das regiões mais desenvolvidas (IPEA, 2010).

Fazendo-se uma análise da saúde da criança nos municípios se observa que ocorreu uma expressiva redução da mortalidade infantil em menores de 1 (um) ano de idade (**Figura 122**).

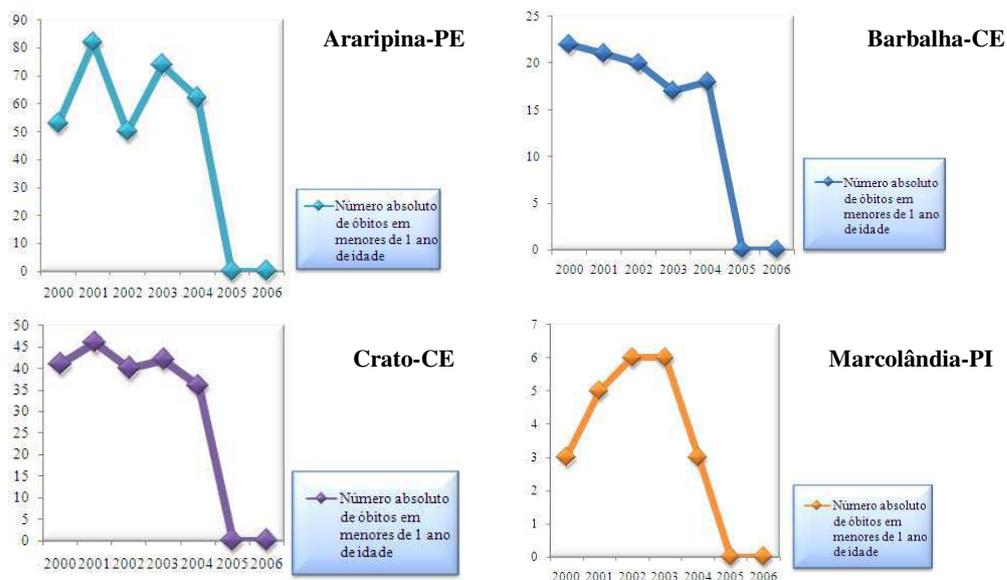


Figura 122. Saúde da criança - óbitos em menores de 1 ano de idade dos municípios da área de estudo.

Fonte: CNM - Confederação Nacional dos Municípios

Quando se trata de internações por Infecção Respiratória Aguda (IRA), os municípios conseguiram uma diminuição gradativa relativa a essa doença, entre os anos de 2000 a 2006 (Figuras. 123).

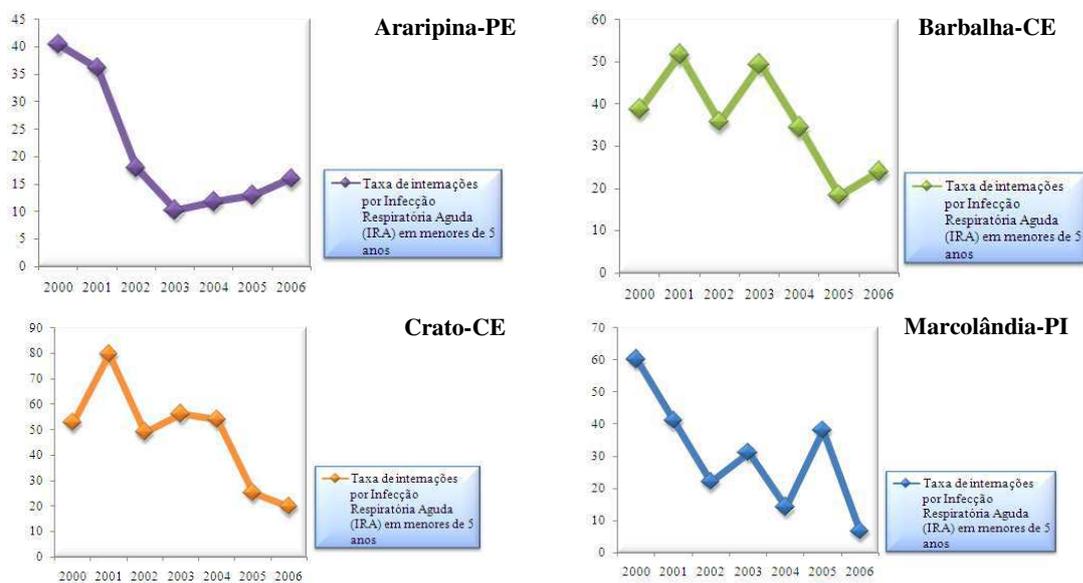


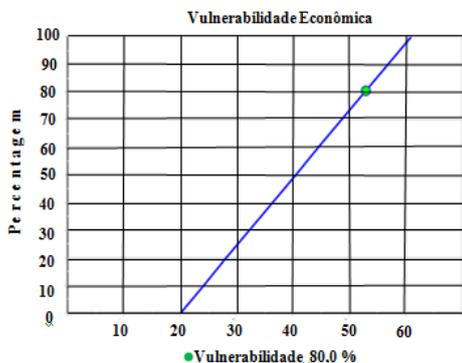
Figura 123. Saúde da criança - internações por Infecção Respiratória Aguda (IRA)

Fonte: CNM - Confederação Nacional dos Municípios

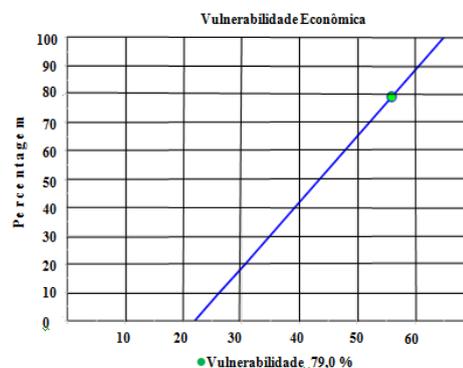
Estes dados são importantes, pois demonstra que ocorreu um avanço significativo com relação a saúde da criança, principalmente quando se faz uma correlação com a diminuição do número de óbitos em menores de um ano de idade.

5.6.2. Análise da vulnerabilidade econômica

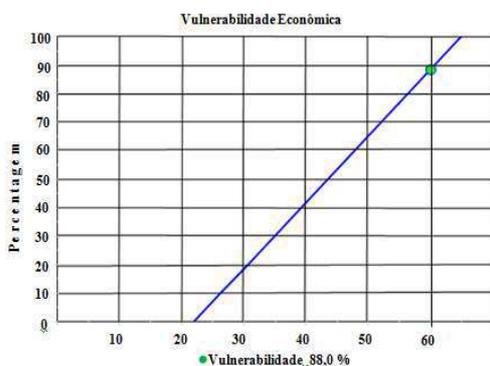
O valor da vulnerabilidade econômica (**Figura 124**) identificado para os municípios é muito alto (> 69%), reforçando a tese de dependência dos programas sociais, principalmente, os advindos de transferências de renda por parte da União (por exemplo, a aposentadoria rural, o programa Bolsa família), mesmo atenuando o sofrimento do trabalhador rural, deixam muito a desejar em relação à melhoria da qualidade de vida dessa população.



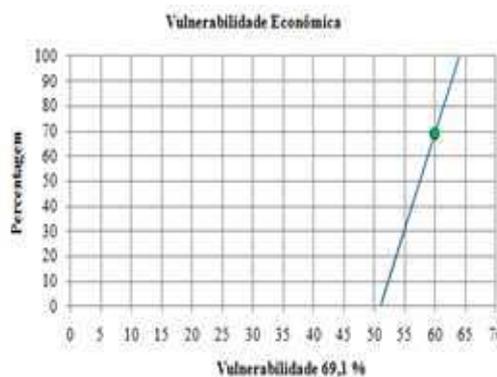
Vulnerabilidade Econômica: Araripina - PE



Vulnerabilidade Econômica: Barbalha - CE



Vulnerabilidade Econômica: Crato - CE



Vulnerabilidade Econômica: Marcolândia - PI

Figura 124. Vulnerabilidade econômica dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.

5.6.2.1. Indicadores econômicos

Dentre os fatores de vulnerabilidade econômica da população, se destaca a grande dependência das famílias em relação ao Programa Bolsa Família, tanto em nível dos municípios, dos respectivos Estados e do Brasil (**Tabela 68**). A maioria das famílias considera como uma fonte de renda principalmente os que vivem em estado de extrema pobreza, entretanto, um contingente expressivo da população de baixa renda não recebe esses benefícios. Atualmente, o Programa Bolsa-Família atinge 12,4 milhões de lares humildes (IPEA, 2010).

Tabela 68. Informações gerais do Programa Bolsa Família.

INFORMAÇÕES GERAIS					
	Municípios				Data de referência
	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia	
População total (CENSO 2010)	77.363	55.373	121.462	7.810	2010
Estimativa de famílias pobres - Perfil Bolsa Família (PNAD 2006).	11.779	6.753	13.533	1.290	2006
Estimativa de famílias de baixa renda - Perfil Cadastro Único (PNAD 2006).	15.548	9.367	19.630	1.648	2006
CADASTRO ÚNICO					
Total de famílias cadastradas	17.672	10.322	19.860	2.038	12/2010
Total de famílias cadastradas com renda per capita mensal de até ½ salário mínimo	16.573	9.668	18.941	1.913	12/2010
Total de famílias cadastradas com renda per capita mensal de até ½ 140,00	15.846	8.883	17.437	1.866	12/2010
BENEFÍCIOS					
Número de famílias beneficiárias do Programa Bolsa Família	13.169	8.098	15.437	1.540	03/2011
Estados da Federação – Informações Cadastro Único					
	População (2008)	Estimativa famílias pobres - Perfil Bolsa Família (PNAD 2006)	Estimativa Famílias Pobres - Perfil Cadastro Único (PNAD 2006)		
Ceará	8.450.527	960.379	1.376.048		
Pernambuco	8.734.194	980.645	1.445.313		
Piauí	3.111.196	398.785	545.950		
Informações Gerais					
Brasil	189.604.313	12.995.195	22.231.781		

Fonte: <http://www.mds.gov.br/bolsafamilia>

Os principais indicadores econômicos retratam a ocorrência de uma maior concentração de renda, conforme se observa na distribuição dos dados do índice de Gini, referentes aos anos de 1991 e 2000. Os municípios de Araripina e Marcolândia apresentaram um aumento visível no tocante ao índice renda, acentuando ainda mais a desigualdade social (**Figura 125**).

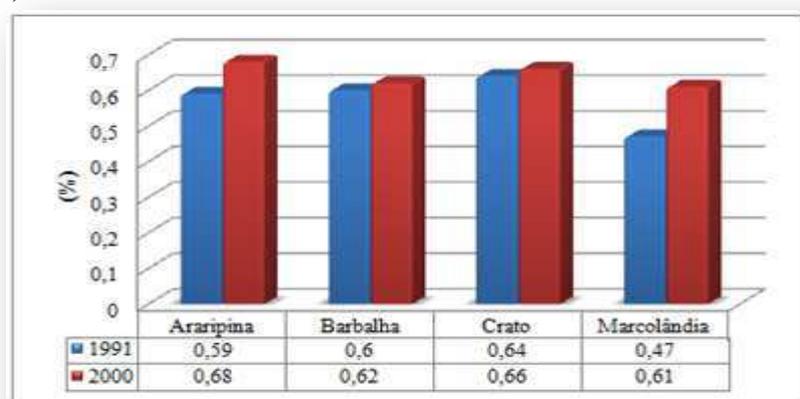


Figura 125. Dados Econômicos: Distribuição do Índice de Gini para os municípios de Araripina, Barbalha, Crato e Marcolândia.

Fonte: Adaptado de: CNM (2008).

Assim, mesmo ocorrendo nos municípios um desenvolvimento na economia, com a redução da pobreza, entretanto, ainda se mantém uma desigualdade acentuada (entre os anos considerados) com relação ao aumento no número de ricos, conseqüentemente, uma maior concentração de renda. Segundo dados do IPEA, os fatores que contribuíram para a diminuição da pobreza, estão relacionados com os seguintes indicadores: além do crescimento econômico, os ganhos do salário mínimo e as transferências de renda governamentais. **(Figura 126).**

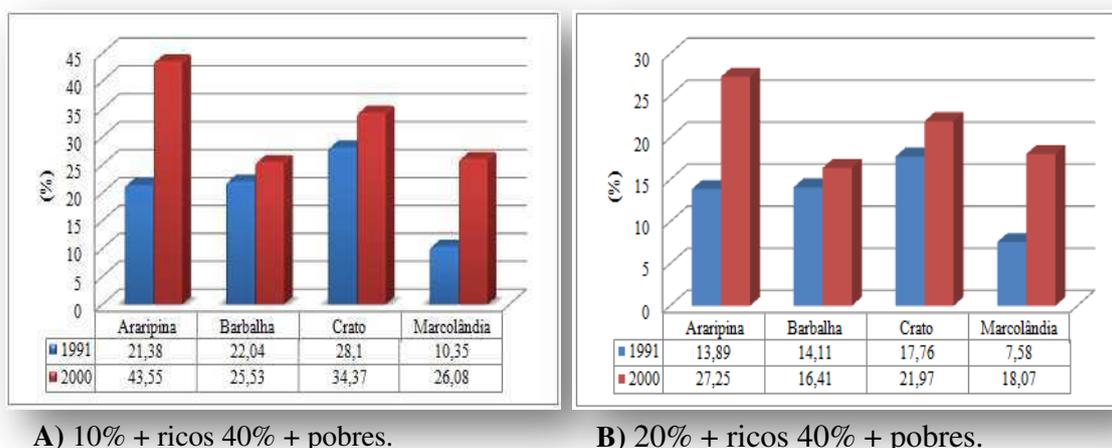


Figura 126. Dados Econômicos - Desigualdades.

Fonte: Adaptado de: CNM (2008)

O perfil de remuneração das famílias da área de estudo se concentra na faixa de renda que se enquadra em classes de salário mínimo, como os que ganham até 01 (um) salário mínimo, sendo um percentual elevado para os municípios e, de certa forma tem ampliado e aprofundado as questões sociais, tanto na área urbana como rural, uma situação de difícil reversão, que passa pelo nível de escolaridade, nessa faixa se encontra as pessoas com menos tempo de escolarização **(Tabela 69).**

Tabela 69. Rendimento nominal mensal – classes de salário mínimo - 2000.

Municípios	Pessoas residentes - 10 anos ou mais de idade						
	Rendimento nominal mensal – Classes de salário mínimo						
	até 1	mais de 1 a 2	mais de 2 a 3	mais de 3 a 5	mais de 5 a 10	mais de 10 a 20	mais de 20
Araripina	14.520	5.671	1.517	1.479	976	435	186
Barbalha	12.679	3.533	1.188	904	715	352	109
Crato	25.279	8.899	2.906	2.657	2.932	1.402	521
Marcolândia	1.408	509	142	115	110	9	21

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000

Os resultados preliminares do Censo Demográfico, ano de 2010, indicam que no intervalo de 10 anos nos municípios da área de estudo **(Figura 127)** a concentração de renda ainda é acentuada, assim como, o percentual de famílias sem rendimento, o que caracteriza um dos fatores de vulnerabilidade social das famílias muito alto.

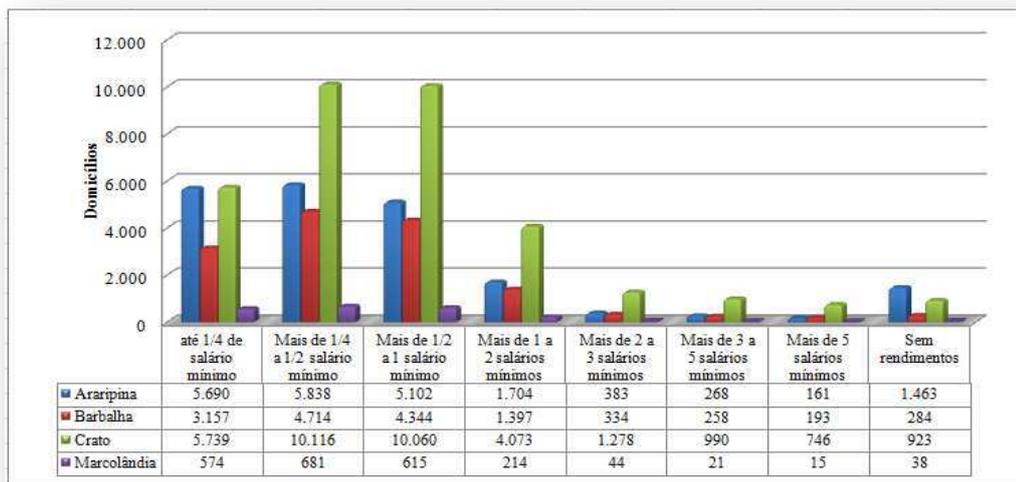
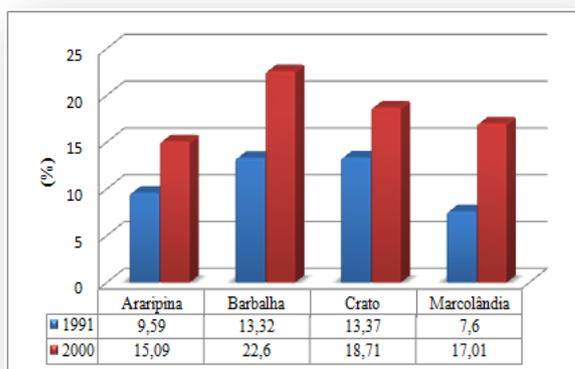
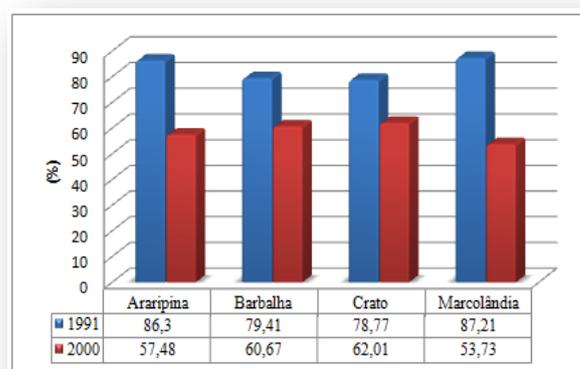


Figura 127. Domicílios particulares permanentes - Classes de rendimento nominal mensal domiciliar per capita. Ano 2010. Municípios de Arapirina, Barbalha, Crato e Marcolândia. IBGE (2010).

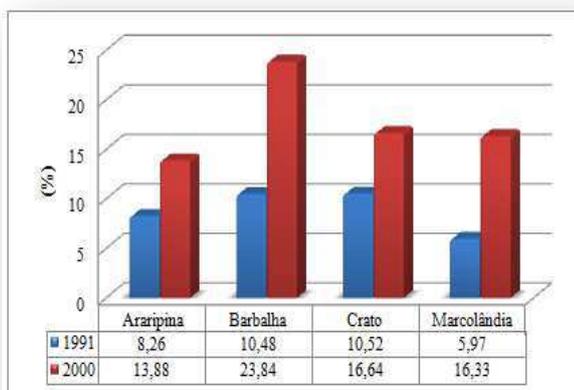
Entretanto, ocorreu um aumento substancial na renda das famílias proveniente de transferências governamentais, em todos os municípios ocorreu um decréscimo na renda proveniente do trabalho das famílias. As famílias permanecem em seu estado de pobreza, esperando pelos programas sociais do Governo principalmente na esfera Federal, cujo objetivo tem sido a diminuição das desigualdades sociais e ao mesmo tempo promover uma melhor qualidade de vida da população que vive a margem da sociedade (**Figura 128**).



Percentual da renda proveniente de transferências governamentais.



Percentual da renda proveniente do trabalho.



% de pessoas com mais de 50% da renda provenientes de transferências governamentais

Figura 128. Dados Econômicos – Indicadores da Composição de Renda.

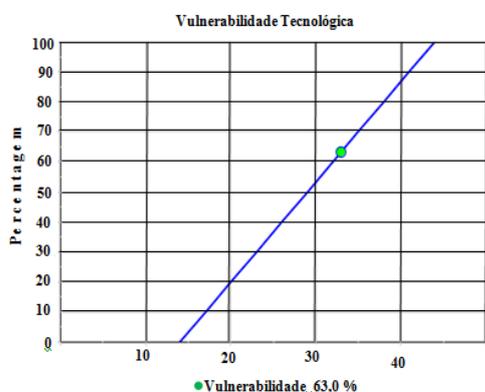
Fonte: Adaptado de: CNM (2008)

Para ABRAHAM *et al.* (2006) a luta contra a desertificação, embora tenha como foco principal as conseqüências destes processos (diminuição da qualidade de vida das populações afetadas, as perdas e limitações de suas atividades produtivas, as relações mútuas destes processos com a pobreza e a exclusão), também deve considerar as causas que o geram, não muito distante dos conceitos de participação, inclusão social e equidade regional.

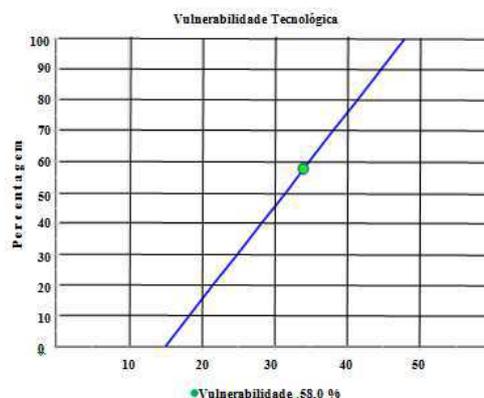
5.6.3. Análise da vulnerabilidade tecnológica

Os valores da vulnerabilidade tecnológica (**Figura 129**) para a área de estudo foi considerado muito alto (> 44%), reforçando a tese de que grande parcela da população rural em estado de vulnerabilidade social não dispõe de recursos, nem conhecimentos suficientes para empregar tecnologias em suas atividades agropecuárias.

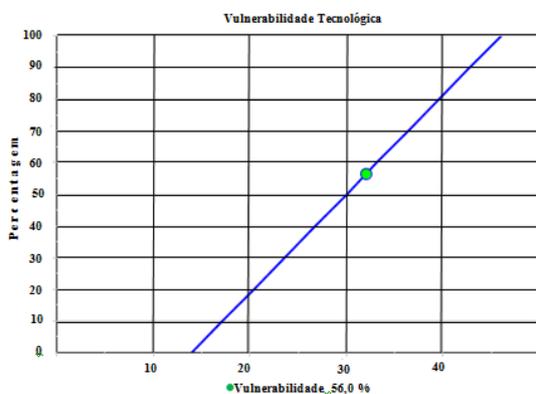
Mesmo considerando uma região onde a produção agrícola é diversificada, tendo na pecuária e a monocultura da mandioca, as atividades agrícolas que mais se sobressaem, a maioria dos pequenos produtores afirmaram não comercializarem o excedente da produção.



Vulnerabilidade Tecnológica: Araripina-PE.



Vulnerabilidade Tecnológica: Barbalha - CE



Vulnerabilidade Tecnológica: Crato - CE



Vulnerabilidade Tecnológica: Marcolândia - PI

Figura 129. Vulnerabilidade tecnológica dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.

5.6.3.1. Ações de controle de resíduos sólidos e produtos tóxicos

Com relação às ações de controle de resíduos e embalagens de produtos tóxicos, os quatro municípios informaram que a quantidade produzida não é significativa e que não dispõem de unidades municipais de conservação da natureza. O município do Crato informou que as embalagens vazias de produtos tóxicos são colocadas em vazadouros a céu aberto. Essas ações são prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto para a saúde humana (**Tabela 70**). Nos

municípios não existe aterro industrial tendo em vista a quantidade produzida não ser significativa.

Tabela 70. Ações de Controle de Resíduos e Embalagens de Produtos Tóxicos.

Ações de Controle de Resíduos e Embalagens de Produtos Tóxicos			
Instrumento de gestão ambiental	Municípios		
	Araripina	Barbalha	Crato
Existência de Central de Recebimento de Embalagens vazias de agrotóxicos	Outros	Quantidade de agrotóxicos não significativos	Vazadouro a céu aberto no município
Existência de Aterro Industrial no Município	Quantidade produzida não é significativa	Quantidade produzida não é significativa	Não tem

Fonte: Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente, 2002, IBGE

5.6.3.2. Ações de gestão dos recursos florestais, solo e outras ações

O Município de Marcolândia-PI informou que dentre os itens indicados como instrumento de gestão ambiental, no que se refere a existência de central de recebimento de embalagens vazias que a quantidade de agrotóxicos utilizado não é significativa, com relação a existência de aterro industrial no município também informa que a quantidade produzida não é significativa e não tem unidade municipal de conservação da natureza.

Quanto as ações desenvolvidas relacionadas à gestão dos recursos florestais, apenas o município de Barbalha-CE, afirmou desenvolver ações de contenção de encostas, sendo importante ressaltar as ações desenvolvidas como o combate e/ou controle a processos erosivos, controle do uso e limites à ocupação do solo, incentivo à promoção e práticas de agricultura orgânica, introdução de práticas de desenvolvimento sustentável. As principais ações de gestão ambiental para os municípios estão relacionadas na **Tabela 71**. O município de Marcolândia apenas a alternativa - Outras Ações de Caráter Ambiental foram caracterizadas como instrumento de gestão.

Tabela 71. Instrumentos de gestão ambiental - recursos florestais, solo e outras ações.

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL	Municípios		
	Araripina	Barbalha	Crato
Ações de gestão dos recursos florestais	-	Contenção de encostas	Não
Ações de gestão do recurso solo	Controle do uso e limites à ocupação do solo; Incentivo à promoção e práticas de agricultura orgânica	Combate e/ou controle a processos erosivos; Controle do uso e limites à ocupação do solo; Incentivo à promoção e práticas de agricultura orgânica; Introdução de práticas de desenvolvimento sustentável;	Não
Outras ações de caráter ambiental	Controle de vetores de doenças; Controle, monitoramento e/ou licenciamento da ocupação urbana; Elaboração de Plano de Gestão e Zoneamento Ecológico-Econômico	Controle, monitoramento e/ou licenciamento da ocupação urbana; Programa de Educação Ambiental; Promoção de controle biológico de pragas	Controle de vetores de doenças

Fonte: CNM. Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente, 2002, IBGE

5.6.3.3. *Tamanho das propriedades e Condição legal do produtor rural (Tipo de posse).*

Com relação à condição legal do produtor (**Tabela 72**) em todos os municípios a maior concentração de estabelecimentos agropecuários e área dos estabelecimentos agropecuários se verificam na condição de proprietário individual. Em termos de cooperativa apenas o município de Araripina tem produtor incluído nessa categoria. Importante se destacar que na condição do produtor, a representação feminina surge de forma pouco expressiva em relação à condição do produtor masculino. Assim, fica evidente que a maioria dos produtores que têm acesso às terras encontra-se na condição de proprietários, na condição de assentado sem titulação definitiva o número é muito pequeno, os menores estabelecimentos foram contabilizados por parceiros, arrendatários e ocupantes (**Tabela 73**).

Tabela 72. Dados gerais da condição legal do produtor - Censo agropecuário - 2006.

Condição Legal do Produtor	Número de estabelecimentos agropecuários (Unidades)				Área dos estabelecimentos agropecuários (hectares)			
	Municípios				Municípios			
	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia
Proprietário Individual (1)	7.114	2.226	3.250	429	93.511	20.868	31.106	6.908
Condomínio, consórcio ou sociedade de pessoas (2)	16	51	60	-	194	78	302	-
Cooperativa (3)	1	-	-	-	1.815	-	-	-
Sociedade anônima ou por cotas de responsabilidade limitada (4)	-	6	2	-	-	67	212	-
Instituição de utilidade pública (5)	-	1	-	-	-	1	-	-
Governo (federal, estadual ou municipal) (6)	2	2	-	-	459	140	-	-
Outra condição	6	5	12	23	36	14	154	-

Fonte. Censo agropecuário 2006.

- (1) **Produtor individual:** quando o produtor fosse uma pessoa física e o único responsável pelo estabelecimento;
- (2) **Condomínio, consórcio ou sociedade de pessoas:** quando o produtor fosse um condomínio, um consórcio ou uma sociedade de pessoas, como marido e mulher, pais e filhos, amigos e outros;
- (3) **Cooperativa:** quando o produtor fosse uma cooperativa;
- (4) **Sociedade anônima (S/A) ou por Cotas de responsabilidade limitada (LTDA):** quando o produtor fosse uma sociedade anônima ou sociedade por cotas de responsabilidade limitada ou entidades de economia mista;
- (5) **Instituição de utilidade pública:** quando o produtor fosse uma instituição de utilidade pública, tais como: instituição religiosa, hospital beneficente, asilo, orfanato, organização não-governamental (ONG), e outras; e
- (6) **Governo** – quando o produtor fosse um órgão do Governo Federal, Estadual ou Municipal.

Tabela 73. Dados gerais da condição do produtor - Censo agropecuário - 2006

Condição Produtor (*)		Número de estabelecimentos agropecuários (**) (Unidades)				Área dos estabelecimentos agropecuários (hectares)			
		Municípios				Municípios			
		Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia	Araripina	Barbalha	Crato	Marcolândia
Proprietário	Masculino	4.523	1.145	1.236	311	77.332	16.979	26.598	5.890
	Feminino	1.039	218	193	43	10.741	2.348	972	512
Assentado sem titulação definitiva	Masculino	7	1	17	2	23	-	30	Não disponível
	Feminino	-	-	-	-	-	-	-	-
Arrendatário	Masculino	230	238	761	14	1.050	782	1.843	415
	Feminino	37	34	103	2	126	90	75	Não disponível
Parceiro	Masculino	179	198	249	-	717	386	393	-
	Feminino	34	24	48	-	93	16	30	-
Ocupante	Masculino	724	295	298	13	5.090	406	1.683	24
	Feminino	166	56	49	2	844	38	151	Não disponível

Fonte. Censo agropecuário 2006.

(*) **Produtor:** É a pessoa física ou jurídica (união de indivíduos que, por meio de um acordo reconhecido por lei, formam uma nova pessoa: a entidade jurídica, com personalidade própria, podendo ter fins lucrativos: empresas industriais, comerciais, etc., ou não terem fins lucrativos: cooperativas, associações culturais, religiosas, etc.) responsável pelas decisões na utilização dos recursos, e que exerce o controle administrativo das operações relativas às explorações do estabelecimento agropecuário, com a responsabilidade econômica e/ou técnica sobre a exploração, sendo ou não o proprietário (IBGE, 2006).

(**) **Estabelecimento agropecuário:** É toda unidade de produção dedicada, total ou parcialmente, a atividades agropecuárias, florestais e aquícolas, subordinada a uma única administração: a do produtor ou a do administrador. Independente de seu tamanho, de sua forma jurídica ou de sua localização em área urbana ou rural, tendo como objetivo a produção para subsistência e/ou para venda, constituindo-se assim numa unidade recenseável (IBGE, 2006).

Para o município de Araripina e Marcolândia o imóvel rural classificado como pequena propriedade - compreende o imóvel com área entre 70 e 280 hectares, para os municípios de Barbalha e do Crato o valor considerado é de 26 e 104 hectares. O tamanho das propriedades classificadas como média para os municípios de Araripina e Marcolândia corresponde à área do imóvel rural que varia de 280 a 1.050 hectares e para os municípios de Barbalha e Crato compreende áreas do imóvel entre 104 a 390 hectares (**Tabela 74**).

Tabela 74. Classificação do tamanho das propriedades, segundo o Módulo Fiscal.

Municípios	Módulo Fiscal (*)	Tamanho das propriedades (hectares)	
		Pequena	Média
Araripina	70	Entre 70 e 280	280 a 1.050
Barbalha	26	Entre 26 e 104	104 a 390
Crato	26	Entre 26 e 104	104 a 390
Marcolândia	70	Entre 70 e 280	280 a 1.050

(*) De acordo com o Sistema Nacional de Cadastro Rural – Índices básicos de 2001- Módulo fiscal é a unidade de medida expressa em hectares, definida pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) fixada para cada município, considerando os seguintes fatores: · tipo de exploração predominante no município, · renda obtida com a exploração predominante, · outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam significativas em função da renda ou da área utilizada e conceito de propriedade familiar.

O módulo fiscal no Nordeste varia de 15 a 90 hectares. O Módulo Fiscal serve de parâmetro para classificação do imóvel rural quanto ao tamanho, na forma da Lei nº. 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Considera que a pequena propriedade compreende o imóvel rural de área compreendida entre 1(um) e 4(quatro) módulos fiscais; média propriedade - o imóvel rural de área superior a 4 (quatro) e até 15 (quinze) módulos fiscais (FETAPE, 2009).

5.6.3.4. Assistência técnica

A produção agropecuária do pequeno produtor rural continua ineficiente, sem assistência técnica, os programas de apoio que seriam destinados a esses produtores geralmente têm pouca divulgação, portanto, o acesso a informação é dificultada pelos tomadores de decisão, onde na maioria das vezes essas ações para o setor agrícola são negligenciadas (**Figura 130**).

Eis o depoimento de um produtor de mandioca na localidade Serra dos Cláudios no município de Araripina: “*Não tem assistência técnica; fez um empréstimo no Banco do Nordeste, mas não consegue pagar – a maioria dos agricultores que fazem empréstimo fica indimplente. Tem uma associação – mas é muito fraca, preferia dar baixa na associação. Não tem energia e a água é transportada por carro pipa. Toda a família trabalha no roçado (filhos, mulher), na colheita da mandioca contrata em torno de 9 trabalhadores, o custo é muito alto. A hora do trator para o preparo da terra é de R\$ 35,00. A jornada de trabalho é das 05:00 às 14:00*”. Depoimento do Sr. Pedro José do Nascimento - Aposentado - 62 anos.



Figura 130. Condições de trabalho na zona rural de Araripina, localidade Serra dos Claúdios. Coordenadas da Figura: -07° 33' 58,4" e -40° 42' 58,0".

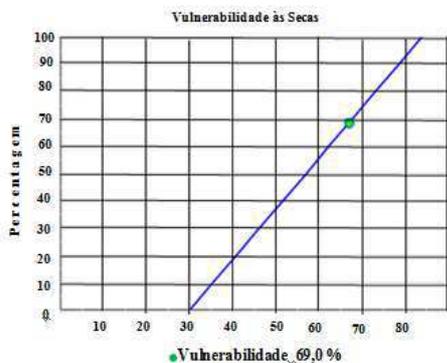
5.6.3.5. Estruturas Administrativas

Importante se destacar as estruturas administrativas e quadro institucional na área do meio ambiente, com atribuições específicas voltadas para promover a sustentabilidade do meio ambiente, instituídas pelas Secretarias e Conselhos. Os municípios que informam sobre a existência de Secretaria Municipal do Meio Ambiente foram Araripina-PE e Barbalha-CE, assim como, os que indicam a instalação do Conselho Municipal do Meio Ambiente, foram Araripina-PE e Crato-CE. O município de Marcolândia no Piauí não tem instalado o Conselho Municipal do Meio Ambiente nem a Secretaria Municipal do Meio Ambiente (CNM, 2002).

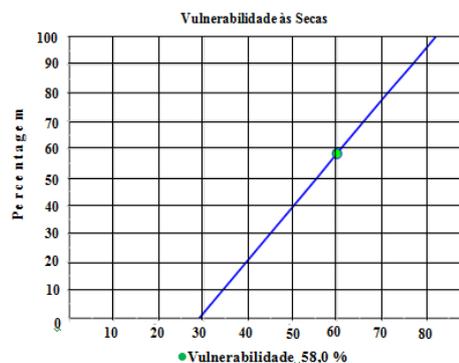
5.6.4. Análise da Vulnerabilidade as secas

Para o MMA (2007) no caso de vulnerabilidade as secas, o contexto social e econômico torna-se muito importante, principalmente nas áreas em risco à desertificação, onde se tem um ciclo vicioso de degradação dos recursos naturais e empobrecimento da população associado com períodos de secas. Desta forma, a seca é considerada um fenômeno ecológico que se manifesta na redução agropecuária, provoca uma crise social e se transforma em um problema político. Para o CNRBC (2004) a seca é um problema muito mais econômico do que climático.

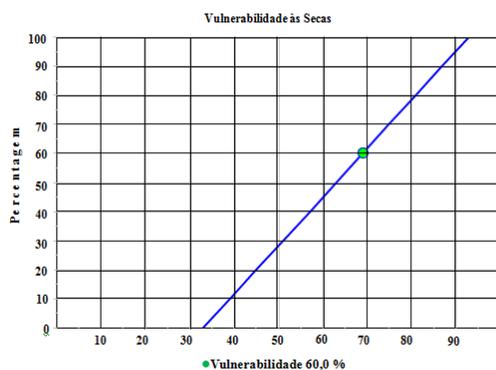
Os valores da vulnerabilidade às secas (**Figura 131**) para a área de estudo foi considerado muito alto (> 54%).



Vulnerabilidade às secas: Araripina-PE



Vulnerabilidade às secas: Barbalha-CE



Vulnerabilidade às secas: Crato-CE



Vulnerabilidade às secas: Marcolândia-PI

Figura 131. Vulnerabilidade às secas dos municípios: Araripina - PE, Barbalha - CE, Crato-CE e Marcolândia - PI.

5.6.4.1. Forma de armazenamento de água

Com relação a forma de abastecimento de água, na zona rural se caracteriza como um problema de grande fragilidade para a população, levando-se em consideração que a fonte de água, citada na maioria das entrevistas, como de barreiros, chafarizes, açudes, nem sempre estão próximos às residências, ficando essa atividade do transporte da água para o consumo diário geralmente a cargo das mulheres e/ou crianças. De conformidade com as respostas dos entrevistados, afirmam que em torno de 50,0% da população rural utilizam a cisterna como forma de armazenamento, 18,7% utilizam o barreiro, 6,2% armazenam a água em nascente, 12,5% em caixa d'água e não fazem nenhum tipo de armazenamento aproximadamente 12,5%.

5.6.4.2. Água armazenada seca nas pequenas estiagens

Essa percepção da escassez de água é relatada por diversos moradores da zona rural em todos os municípios, a exemplo, desse depoimento de um agricultor no município de Araripina-PE: “por viverem da roça as dificuldades são grandes, e a falta d'água é uma constante, o abastecimento é feito por meio de carro pipas, sendo um valor muito alto, em torno de R\$ 40,00, com capacidade de 8.000 litros de água”.

Para o município de Marcolândia, a escassez de água constitui-se um forte entrave ao desenvolvimento socioeconômico e à subsistência da população (**Figura 132**).



Figura 132. Uma das formas de captação de água no município e situação de vulnerabilidades das famílias.

Fonte: Crédito das Fotos. SOARES (2005)

Nesse aspecto, o período de estiagem torna-se um pesadelo vivido com frequência pela população rural, onde as fontes d'água secam, não permitindo o abastecimento tanto humano como animal durante todo o ano. As principais formas de abastecimento domiciliar verificada nos municípios, por ordem de uso na zona rural, é feita por carro pipas, animais e latas. Um ponto que chamou a atenção diz respeito a questão do racionamento de água onde a maioria informou fazer de forma permanente e em segundo plano fazem durante o período de estiagem.

5.6.4.3. Instrumento de gestão ambiental dos recursos hídricos

As ações de gestão dos recursos hídricos, de maior expressão podem ser observadas nos municípios de Araripina e Barbalha, como exemplo, a preocupação com a ampliação e/ou melhoria do sistema de abastecimento de água e a implantação e/ ou melhoria do tratamento de esgoto sanitário. Entre outras ações importantes, que foram desenvolvidas principalmente nos municípios de Araripina, Barbalha e Crato (**Tabela 75**). Não foram observadas ações de gestão para o município de Marcolândia-PI.

75. Instrumentos de gestão ambiental dos recursos hídricos.

INSTRUMENTO DE GESTÃO AMBIENTAL	Municípios		
	Araripina	Barbalha	Crato
Ações de Controle da Poluição	Fiscal/combate ao despejo de resíduos domésticos; Implantação /operação de estação de qualidade do ar	Outras	Fiscal/combate ao despejo de resíduos domésticos
Ações de Gestão dos Recursos Hídricos	Ampliação e/ou melhoria do sistema de abastecimento de água; Implantação e/ ou melhoria do tratamento de esgoto sanitário	Ampliação e/ou melhoria do sistema de abastecimento de água; Dragagem e/ ou limpeza de canais escoamento das águas; Implantação e/ ou melhoria do tratamento de esgoto sanitário	Dragagem e/ ou limpeza de canais escoamento das águas

Fonte: CNM. Perfil dos Municípios Brasileiros – Meio Ambiente, 2002, IBGE

5.6.4.4. Uso de irrigação e cultivo em vazantes.

Nos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará foi observado o uso de irrigação e cultivo em vazantes, no entanto, quando as chuvas são suficientes a exploração mais utilizada em todos os municípios é a agricultura de sequeiro. Os agricultores entrevistados nos municípios de Araripina-PE e Marcolândia-PI afirmaram não usarem irrigação e nem usam cultivos em vazantes.

5.6.4.5. Ocupação no período de estiagens, orientação técnica para as secas e forma de observação de previsão de chuvas.

Em período de estiagens a maioria dos produtores afirma como ocupação principal às frentes de emergência também com prestação de serviços a outros produtores ou se mantém na atividade.

Os resultados indicam que os produtores não dispõem de orientação técnica durante o período de secas. Interessante observar que 18,75% dos entrevistados responderam que fazem observações das previsões de chuva através de instituições, 37,5% ainda utiliza a experiência e 43,7% afirmaram que não fazem observações de previsão de chuva.

5.6.4.6. Redução do rebanho

A redução do rebanho em período de estiagem é uma prática de manejo muito importante e eficaz, tendo em vista que nessa época é grande a ocorrência de mortalidade dos rebanhos, principalmente pela escassez de água e diminuição de alimentos, quando se relaciona a quantidade e qualidade da formação de pastagem. A adoção da prática de redução do rebanho se reverte em melhoria da convivência do homem do campo com a questão das secas, diminuindo as perdas econômicas. Os resultados indicam que em torno de 18,75% dos entrevistados responderam que fazem a redução do rebanho durante o período de estiagem e 81,25% afirmaram que não fazem esse tipo de manejo. Essa relutância do pequeno agricultor em não desfazer do seu rebanho nesse período gera um grande número de animais mortos nas pequenas propriedades rurais, que são colocados às margens de estradas, em muitos locais conhecidos como verdadeiros “cemitérios dos animais”.

CAPÍTULO 6

"Neste país continente
Que a gente chama Brasil,
No miolo do Nordeste
Onde o meio é mais hostil;
Onde a caatinga é mais fina
A Providência Divina
Fez um chapadão viril.

ARARIPE disse o índio,
Deu o nome com razão.
Era o 'Rio das Araras'
Que hoje não há mais não;
Tal como o porco queixada,
Guariba, bola e pintada,
Não tem mais nesse rincão.

Chapadão do Araripe,
Beleza sem outra igual.
Mataria exuberante,
Clima ameno, especial,
Altitude avantajada,
Média de chuva dobrada
Em face ao Sertão Central.

Trinta léguas de comprido,
Cinco a doze de largura.
O Araripe é de fato
Um anjo de criatura.
As águas que caem aqui
Têm por destino servir
Pra amenizar a secura."

Trecho do cordel APA-Araripe, de:
Willian Brito.

CONCLUSÕES



6. CONCLUSÕES

A análise das classes de uso das terras realizada para o município de Araripina no Estado de Pernambuco indica que o desmatamento da vegetação natural no intervalo de tempo considerado nesse estudo mostra que pouco resta da vegetação original, no ano de 2008, a vegetação classificada como densa representa apenas 0,59% da área e as áreas com predomínio de pasto entre os anos de 1987 e 2008 apresentaram um aumento de 56,24 km².

Os recursos florestais estão sendo reduzidos para ceder lugar a atividades agropecuárias e como matriz energética, sobretudo, para atividade de mineração principalmente no município de Araripina-PE, e outras indústrias, como as olarias, panificadoras.

As áreas destinadas à exploração de pastagem e culturas agrícolas em função da alta vulnerabilidade a riscos de desertificação, decorrentes de atividades desenvolvidas sem uma preocupação conservacionista não devem ser negligenciadas, principalmente no tocante ao preparo dos solos, com o uso de queimadas e o plantio morro abaixo (segue o declive). As áreas de solo exposto devem ser mais bem monitoradas tendo em vista serem áreas com maior probabilidade de riscos a processos de desertificação.

A análise comparativa dos dados de degradação das terras obtidos a partir da análise temporal das imagens TM-Landsat demonstra que a situação da degradação das terras nos municípios no período considerado é preocupante, se constituindo em uma alerta para adoção de medidas de contenção visando minimizar e combater a degradação das terras.

No trabalho de campo se verificou que diversas atividades agropecuárias desenvolvidas nos municípios, têm colocado essas áreas em riscos a desertificação, em função de práticas de desmatamentos e queimadas em larga escala, com finalidades de aumentar as áreas de pastagem, o que tem contribuído para o aumento da degradação das terras. As queimadas não respeitam a legislação sendo as áreas de encostas e topos dos morros desmatados, o que tem de certa forma acelerado o processo de degradação.

No município de Araripina no período de duas décadas (1987-2008) o incremento para o nível de degradação muito grave foi significativo, exigindo com urgência o direcionamento de políticas públicas voltadas para essa região, objetivando a sustentabilidade das famílias presentes nessas áreas. As principais atividades que contribuíram para a degradação das terras estão relacionadas com a exploração mineral, o desmatamento da caatinga, a pecuária, a monocultura da mandioca e as queimadas. As áreas de mineração têm provocado um avanço na degradação das terras, com sérios problemas ambientais e colocando essas áreas em riscos de desertificação, exercendo uma enorme pressão sobre os recursos naturais e nenhuma ação de recuperação dessas áreas foi observada durante o percurso de campo.

Os resultados evidenciam forte tendência de que os recursos naturais ao longo do tempo vêm sofrendo desequilíbrio ambiental, com áreas em riscos à desertificação e com forte impacto no tocante à degradação da paisagem local.

Os impactos ambientais provenientes da perda da biodiversidade (fauna e flora), a escassez dos recursos hídricos, a adoção de práticas degradantes do meio físico, como plantio morro abaixo (uma herança da colonização) e as queimadas, a exposição dos solos aos raios

solares, aumentando a sua temperatura, a evaporação e a destruição de microorganismo, o intenso uso pela pecuária, o desflorestamento da mata ciliar, a mineração, entre outras atividades, têm contribuído para o aumento da degradação, assim como, colocando as populações locais em situações altamente vulneráveis.

No município de Barbalha o incremento foi de 8,69% para o nível de degradação grave e o muito grave correspondeu a 9,55%; no município do Crato no ano de 1987, o nível de degradação grave representava 24,82% da área, tendo o nível de degradação muito grave aumentado no ano de 2008 em relação a 1987 em 19,66%, representativo de um quadro de avanço de degradação nesses municípios. A ocorrência de incremento positivo para o nível de degradação moderado grave evidencia que um ecossistema importante que deveria está sendo protegido encontra-se em risco a desertificação em consequência de interferências da ação humana no processo de degradação das terras.

As transformações da paisagem nos municípios de Barbalha e do Crato são ocasionadas principalmente pelas constantes queimadas e pelas plantações de pastagens destinadas à pecuária, o desmatamento da mata atlântica e o adensamento populacional nas áreas de entorno da Chapada do Araripe, também, se destacam a exploração de argila destinada às fábricas de cerâmicas da região e áreas de pedreiras, cujo nível de degradação foi caracterizado como grave e moderado grave. No entanto, deixa-se uma alerta aos governantes sobre o risco do avanço do processo de desertificação, com o qual se associam perdas econômicas, sociais e ambientais.

A maior representatividade do nível de degradação das terras muito baixo identificado nos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará encontra-se na Floresta Nacional do Araripe.

No município de Marcolândia no Estado do Piauí nos anos de 1987 e 2003 não foi identificado o nível de degradação muito grave, no entanto, no ano de 2008, esse nível já representa 17,51% da área. O nível muito baixo de degradação não foi observado entre os anos considerados, o que indica um avanço da desertificação. Foi observado que as principais atividades que contribuíram para a degradação das terras estão relacionadas com a exploração de material para a construção civil, o desmatamento da vegetação de caatinga, a pecuária, a monocultura da mandioca, as queimadas e a presença de pragas, como cupins e formigueiros.

Os indicadores ambientais publicados pelo IBGE permitiram que se traçasse um diagnóstico do estado do meio ambiente, ao mesmo tempo, as informações são importantes na definição de prioridades de planejamento e prevenção ambiental para os municípios. Nesta perspectiva, os indicadores ambientais se propõem a avaliar o cumprimento de política pública de meio ambiente e, se constituem em instrumentos de avaliação, que devem representar à realidade ambiental e socioeconômica de uma região.

Os resultados apontam que a maior parte da população não dispõe de uma estrutura socioeconômica capaz de promover a sua própria sustentabilidade e se torna mão-de-obra barata na extração da lenha para fins energéticos para atender a grande, média, pequena e micro indústrias da região, o que faz deste território um território de insustentabilidades.

7. RECOMENDAÇÕES

Em função dos resultados, se faz necessário um planejamento adequado e eficaz das áreas mais indicadas ao desenvolvimento de uma agricultura racional, sobretudo, com relação à preservação e conservação das áreas de florestas e dos recursos hídricos, das áreas de mineração, entre outros aspectos que estão atuando de certa forma no agravamento da degradação das terras.

Atenção e vigilância devem ser voltadas para a Floresta Nacional do Araripe, que nesse estudo compreende parte dos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, em virtude da ocorrência de incêndios, pelos diversos usos agrícolas e pela pressão demográfica em seu entorno, foi observado a ocorrência do nível de degradação grave, mesmo sendo uma área menos expressiva se constitui em uma alerta para os riscos de desertificação.

Merece atenção especial o município de Araripina no Estado de Pernambuco, que por fazer parte do Pólo Gesseiro, as atividades de mineração geralmente utilizam o energético florestal em seus processos produtivos, o que tem contribuído para a degradação das terras e da vegetação.

Nos municípios de Barbalha e do Crato no Estado do Ceará, recomenda-se maior atenção à preservação das áreas de várzeas, que são intensamente exploradas com a cultura de cana-de-açúcar e pastagem. As extensas áreas exploradas com pastagem com fins de suporte à pecuária devem ser monitoradas, em vista não serem observadas práticas conservacionistas e na maioria das vezes ocupam áreas de relevo com declividade acentuada.

Recomenda-se para o município de Marcolândia-PI, maior atenção das autoridades locais para o avanço da degradação das terras que vem ocorrendo de forma expressiva, principalmente quando se analisa os anos de 2003 e 2008, onde se visualiza uma modificação na paisagem desse município, com aumento evidente dos níveis de degradação grave e muito grave. Assim, que esse resultado sirva de aporte para a construção do Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação, em fase de elaboração para o Estado do Piauí.

8. REFERÊNCIAS

ABRAHAM, E. M.; MONTAÑA E.; TORRES, L. **Procedimiento y marco metodológico para la obtención de Indicadores de Desertificación em forma participativa.** In: Indicadores de La Desertificación para América Del Sur. IICA-BID ATN JF7905 – RG. IICA-BID-Fundo Especial do Governo do Japão. Fundação Grupo Esquel Brasil. Mendoza, Argentina, 2006. ISBN: 978 – 987 – 23430 – 0 – 2. p.37-64.

ABRAHAM, E. M.; MACCAGNO, P. **Los resultados obtenidos por los países: indicadores y puntos de referencia de la desertificación a nível nacional e local en Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Ecuador y Perú.** In: Indicadores de La Desertificación para América Del Sur. IICA-BID ATN JF7905 – RG. IICA-BID-Fundo Especial do Governo do Japão. Fundação Grupo Esquel Brasil. Mendoza, Argentina, 2006. ISBN: 978 – 987 – 23430 – 0 – 2. p. 141-188.

ABRAHAM E.; MONTAÑA E.; TORRES L. Desertificación e indicadores: posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. In: *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales.* Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98. Vol. X, núm. 214, 1 de junio de 2006. **Nueva serie de Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana.** Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-214.htm>>. Acesso em: 10/02/2011.

ACCIOLY, L. J. O. Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil. **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 25, n. 1, p.23-25, 2000.

ACCIOLY, L. J. de O.; COSTA T. C. e C. da; OLIVEIRA M. A. J. de; SILVA, F. H. B. B. da; BURGOS, N. **O papel do sensoriamento remoto na avaliação e no monitoramento dos processos de desertificação do semi-árido brasileiro.** Anais - I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 2002.

ACCIOLY, L. J. de O.; PACHECO, A.; COSTA, T. C. e C. da; Lopes, O. F.; Oliveira, M. A. J. de. **Relações empíricas entre a estrutura da vegetação e dados do sensor TM/LANDSAT1.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, n.3, p.492-498, 2002. Campina Grande, PB, DEAg/UFCG - <<http://www.agriambi.com.br>>.

ACOSTA, V. G. **Historia y desastres em America Latina.** 1997. LARED. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Disponível em: <http://www.desenredando.org/public/libros/1997/hydv2/hydv2_cap04-AH_sep-09-2002.pdf>. Acesso em: 20/09/2008.

AGUIAR, R. B. de. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: diagnóstico do município de Marcolândia.**/Organização do texto [por] Robério Bôto de Aguiar [e] José Roberto de Carvalho Gomes. – Fortaleza: CPRM-Serviço Geológico do Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/piaui/relatorios/122.pdf>>. Acesso em: 21/10/2008.

ALENCAR, M. L. S. de. **El Niño de 1997/1998: Sistemas Hídricos, degradação ambiental e vulnerabilidades socioeconômica no Cariri Paraibano**. 2004. 170p. il. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2004.

AMORIM, S. G. de. **Notas para uma visão política sobre as atividades de sensoriamento remoto: algumas implicações antropológicas e filosóficas da construção, interpretação e representações do espaço em termos de territórios digitais**. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1393-1399.

ANA. Agência Nacional de Águas. Cadernos de Recursos Hídricos. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. 2005. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 10/10/2008.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. SEMAR, Recursos Hídricos do Estado do Piauí. **Atlas do Abastecimento de Água do Estado do Piauí**. 2005. Disponível em: <<http://www.pi.gov.br/download/CANIN.pdf>>. Acesso em: 21/10/2008.

ANGELOTTI, F.; SÁ, I. B.; MELO, R. F. de. As mudanças Climáticas Globais e a Desertificação. In: Angelotti, F.; Sá, I. B.; Menezes, E.A.; Pellegrino, G.Q. (Org.). **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro**. 1 ed. Petrolina, PE / Campinas, SP: Embrapa, 2009, v. 1, p. 41-49.

ARAÚJO, A. E. de. **Construção social dos riscos e degradação ambiental: município de Sousa, um estudo de caso**. 2002. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2002.

ARAÚJO, L. E. de. **Degradação ambiental e vulnerabilidade na bacia do rio Paraíba - Estudo de caso do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)**. . 2010. 136p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2010.

AUBREVILLE, A. **Climats, forets et desertification de l’Afrique tropicale**. Paris: Geogr. Marit. & Col., 1949.351 p.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. **GIPISITA**. CETEM. Centro de Tecnologia Mineral. Ministério da Ciência e Tecnologia. Rio de Janeiro. Novembro/2005. CT2005-122-00. Comunicação Técnica elaborada pela Edição do Livro Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações. Pg. 449-470. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2005-122-00.pdf>>. Acesso em: 23/07/2008.

BANCO DO NORDESTE. **Documento referencial do pólo de desenvolvimento integrado Cariri cearense/Banco do Nordeste**; Coordenação Francisco Mavignier Cavalcante França; Organização Ricardo Lima de Medeiros Marques. – Fortaleza, 2001. 54 p.

BARBOSA, M. P.; FERNANDES, M. F. de.; SILVA, M. J. da.; GUIMARÃES, C. L.; COSTA, I. C. da. **Diagnóstico Socioeconômico Ambiental da APA Chapada do Araripe: Ceará, Pernambuco e Piauí**. Convênio ATECEL/GRUPO GESTÃO. Campina Grande, PB, 2005. 231p.

- BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidade de risco a desastre**. Campina Grande-PB: Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade Federal da Paraíba. 1997. 87p. (Apostila).
- BARCELLOS, F. C.; OLIVEIRA, S. M. M. C. de. **Novas Fontes de Dados sobre Risco Ambiental e Vulnerabilidade Social**. Disponível em: <<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT11-848-561-20080509105611.pdf>>. Acesso em: 04/02/2010.
- BARROSO, O. Patativa – **O Vôo de Um Poeta**. Disponível em: <<http://patativaofilmevoo.blogspot.com/>>. Acesso em: 23/11/2009.
- BATISTA, J. A. do. N. **Relatório da aplicação de sensoriamento remoto para a identificação de corpos aquáticos sobre a região do município de São José dos Campos**. Universidade de São Paulo. São Carlos-SP. Janeiro/2002. Disponível em: <<http://www.lcad.icmc.usp.br/~rosane/Sensoriamento.pdf>>. Acesso em: 20/02/2009.
- BEEKMAN, G. B.; **El Programa de Combate a La Desertificación y Mitigación de los Efectos de La Sequías em América Del Sur, BID-IICA**. In: Indicadores de La Desertificación para América Del Sur. IICA-BID ATN JF7905 – RG. IICA-BID-Fundo Especial do Governo do Japão. Fundação Grupo Esquel Brasil. Mendoza, Argentina, 2006. ISBN: 978 – 987 – 23430 – 0 – 2. p. 21 – 35.
- BURROUGH, P.: **Principles of Geographical information Systems for Land Resources Assessment**. Clarendon, Oxford, 1986.
- BRASIL. Senado Federal. **Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21**. Brasília, 1997.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial de terra. Rio de Janeiro, 1981. 744 p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial de terra. Rio de Janeiro, 1983. 856 p.
- BRASIL. Congresso Nacional. Assembléia Nacional Constituinte. **Constituição do Brasil 1988**. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1988. p.112.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: PAN - Brasil**. Brasília, DF, 2004. 213p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semi-árido brasileiro**. Brasília, DF. 2005. 32p.
- BRASIL. MME. Delegacias do MME/Pernambuco e no Ceará. DNPM. **Projeto de Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe**. Recife, 1996. 101p.

- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. (SEDEC). **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2008. 88 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca: PAN - Brasil**. Brasília, DF, 2005. 242p. IL.
- CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap1-introducao.pdf>>. Acesso em: 22 de agosto de 2008.
- CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; GARRIDO, J. **SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. *Computer & Graphics*, v.20 n.3, p. 395-403, 1996.
- CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. **Conceitos básicos em ciência da geoinformação**. 2005. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap2-conceitos.pdf>>. Acesso em: 21 de agosto de 2008.
- CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. R. de; **Arquitetura de sistemas de informação geográfica**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 22 de agosto de 2008.
- CAMPBELL, J. B. **Introduction to Remote Sensing**. Second edition. Ed. Taylor & Francis, 1996.
- CAPRA, F. A. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Trad. Newton Roberval Eicheberg. São Paulo: Cultrix, 1996. 256 p.
- CARDONA, O. D. Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo: elementos para el ordenamiento y la planeación Del desarrollo. In: MASKREY, A. (ed). **Los desastres no son naturales**. Colômbia: LA RED/ITDG, 1993. P. 51-74.
- CARVALHO, O. **Programa de Ação Nacional para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca (PAN-Brasil)**. Apresentação no I ENED. Reunião preparatória de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2010.
- CARVALHO, L. H. A concentração fundiária e as políticas agrárias governamentais recentes. *Revista IDeAS – Interfaces em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade*, Rio de Janeiro – RJ, v. 4, n. 2, p. 395-428, 2010. CASTRO, A. L. C. **Manual de planejamento em defesa civil**. vol. 1. Brasília: Ministério da Integração Nacional/Departamento de Defesa Civil, 1999. 133p.
- CAVALCANTI, E. R.; COUTINHO, S. F. S.; SELVA, V. S. F. **Desertificação e desastres naturais na região do semi-árido brasileiro**. *Revista Cadernos de Estudos Sociais*. v. 22, n. 1. jan./jun., 2006. Recife: Editora Massangana, 2007. p. 19-31. ISSN 0102-4248. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/geral/nesa/desastres_naturais.pdf>. Acesso em: 02/03/2010.

CALVANCANTI, E. **Para compreender a desertificação**: uma abordagem didática e integrada. Instituto Desert: Teresina, 2001. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agropecuário/artigo_agropecuário/desertificaca.html>. Acesso em: 20/04/2009.

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 Hídricos, 2010. 372p.

CITYBRAZIL. **Marcolândia-PI**. Disponível em: <<http://www.citybrazil.com.br/pi/marcolandia/index.php>>. Acesso em: 26/02/2008.

CNM. Confederação Nacional dos Municípios. **Condições do meio ambiente em 2002**. Disponível em: <http://www.cnm.org.br/meioambiente/mu_meioambiente_quadro.asp?iIdItem=3&iIdMun=100123024>. Acesso em: 12/02/2009.

CNRBC. Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Caatinga (Brasil). **Cenários para o Bioma Caatinga**. Recife: SECTMA, 2004. 283p.

CONDIRC . Conselho de Desenvolvimento e Integração Regional do Cariri. **A região do Cariri**. Disponível em: <<http://www.cariri.org.br/aregiao.jsp#barbalha>>. Acesso em: 20/01/2010.

COWEN, D. J. GIS versus CAD versus DBMS: What Are the Differences? **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 54: 1551- 1555, 1988.

COWEN, David. GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? In: PEUQUET, Donna, MARBLE, Duane. **Introductory readings in Geographic Information Systems**. London: Taylor & Francis, 1990. P. 52-61.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Araripina, estado de Pernambuco**/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G. Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 11 p. + anexos.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Piauí: Diagnóstico do município de Marcolândia**/Organização do texto [por] Robério Bôto de Aguiar [e] José Roberto de Carvalho Gomes. Fortaleza: CPRM - 2004.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Hidrogeologia da Porção Oriental da Bacia Sedimentar do Araripe. 2005. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/araripe_meta_A.PDF>. Acesso em: agosto de 2010.

CRUVINEL, P. E. **Organização estratégica de plataforma para caracterização espacial de riscos no setor agropecuário e agroflorestal.** / Paulo E. Cruvinel, Paulo Manoel L.C. Protasio, Maurício Braga Meira. - São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2007. 23 p. - (Embrapa Instrumentação Agropecuária. Documentos, ISSN 1518-7179; 28). Disponível em: <www.cnpdia.embrapa.br/publicacoes/download.php?file=doc28_2007>. Acesso em: 13/04/2010.

CREPANI, E. **O Núcleo de Desertificação de Gilbués observado pelo Sensoriamento Remoto e pelo Geoprocessamento.** In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 5185-5192.

CUNHA, A. B. da.; BARBOSA. M. S. de C.; CASTRO, D. de. **Consumo da lenha na calcinação da gipsita e impactos ambientais no pólo gesseiro da Mesorregião do Araripe – PE.** BIOFAR – Revista de Biologia e Farmácia. ISSN 1983-4209 - Volume 02 – Numero 01 – 2008.1. Disponível em: <http://eduep.uepb.edu.br/biofar/n1v2/pdf_consumo_de_lenha.pdf>. Acesso em: 10/01/2010.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Incêndio volta a ameaçar APA do Araripe.** Disponível em: <<http://diariodonordeste.globo.com/materia.asp?codigo=833366>>. Acesso em: 20/11/2010.

DUARTE, Renato. **Do desastre natural à calamidade pública: a seca de 1998-1999** / Renato Duarte. - Recife: Fundaj: Assembléia Legislativa, 2002. 280p.: Il.

DUARTE, S. M. A. **O desastre da desertificação no município de Taperoá, Estado da Paraíba, Brasil.** Campina Grande: Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande/CTRN, 2008. 214 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ), **Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará.** Rio de Janeiro. 1973a. 2v. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 28; SUDENE. Série Pedologia, 16).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ), **Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Pernambuco.** Rio de Janeiro. 1973b. 2v. (Embrapa-SNLCS. Boletim Técnico, 26; SUDENE. Série Pedologia, 14).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ), **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** – Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. Xxvi, 412p.: il.

ERNESTO FILHO, P. **Barbalha e sua história.** (Trechos dos versos). Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/cordel/1650274>>. Acesso em: setembro/2009.

FAO. **Desarrollo sostenible de tierras áridas y lucha contra la desertificación.** Roma, 1993. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/v0265s/v0265s00.htm>>. Acesso em: 12/08/2010.

FAO. **La conservación de las tierras en América Latina.** Disponível em: <www.fao.org/ag.revistas>. 1998. Acesso em: 16 de agosto de 2008.

FEITOSA, R. Q.; COSTA, G. A. O.; CAZES, T. B.; FEIJÓ, B. Ajuste automático de parâmetros de segmentação. **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados: novos sistemas sensores: métodos inovadores** / versão brasileira atualizada e organizada por Thomas Blaschke e Hermann Kux; tradução Hermann Kux. - 2ª. Ed. – São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FERREIRA, D. G.; RODRIGUES, V.; MELO, H. P.; RODRIGUES NETO, F. R.; NASCIMENTO, P. J. S. do. **Avaliação do quadro da desertificação no Nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas**. Teresina: UFPI/Núcleo DESERT, 1994. 22 p.

FLORENZANO, T. G. **Geotecnologias na geografia aplicada: difusão e acesso**. Revista do Departamento de Geografia, 17 (2005) 24-29. Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_17/Teresa_Gallotti_Florenzano.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2008.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97 p.

FUNCEME. **Zoneamento geoambiental do estado do Ceará: parte II mesoregião do sul cearense**. /Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza. 2006. 132p.

FUPEF. **Apoio Técnico e Institucional para o desenvolvimento do Programa Florestal da Chapada do Araripe em Pernambuco**. Produto 2 – Diagnóstico, Curitiba, 2007, 203 p.

GERVAISE, P. M. (Responsável Técnico). Projeto Araripe de Proteção Ambiental e Desenvolvimento Sustentável da APA Chapada do Araripe e da Bio-Região do Araripe. Ministério do Meio Ambiente, Fundação de Desenvolvimento Tecnológico do Cariri – FUNDETEC e Universidade Regional do Cariri – URCA. 1998.

GOMES, C. M. S.; GEHLEN, V. R. F.; OLIVEIRA, H. M. C. de. Atividades Humanas e desenvolvimento sustentável: uma saída para o desastre da seca e desertificação no semi-árido pernambucano. In: XII ENCONTRO NACIONAL DA ABEP; XII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 2000. **Brasil, 500 anos: mudanças e continuidades: Anais do XII Encontro de Estudos Populacionais da ABEP Caxambu. Anais**. Belo Horizonte: ABEP, 2000. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/Poster/Atividades%20Humanas%20e%20Desenvolvimento%20Sustent%20avel....pdf>>. Acesso em: 12/09/2010.

GONZÁLES, P. I. A; DELGADO, R. C.; PRADO, F; B. **Desastres y salud pública: un abordaje desde el marco teórico de la epidemiología**. Revista Spanala de Salud pública, Março-Abril, vol. 76, nº. 8. Espanã: Ministerio de Salidad y Consumo, 2002, pp. 121-132. Disponível em: <http://www.msc.es/salud/epidemiologia/resp/revista_cdrom/vol76/vol76_2/RS762C-121.pdf>. Acesso em: 24/10/2008.

HARA, L. T. **Técnicas de apresentação de dados em geoprocessamento**. 1997. 85p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE. São José dos Campos, SP, 1997. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/teses/lauro/>>. Acesso em: 20/09/2008.

- HARVEY, D. A produção capitalista do espaço. / David Harvey, - São Paulo: Annablume, 2005. (Coleção Geografia e Adjacências). 252p.;
- HISSA, I. A. **Análise da realidade da fonte batateira do Cariri-CE: aspectos econômicos e legais do mercado de água**. 125 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, 2005. C.D.D. 574.52632.
- IBGE. **Censo demográfico**. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/default_censo_2000.shtm>. Acesso em: 04/06/2008.
- IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 14/02/2011.
- IBGE. Produção da Pecuária Municipal 2007; Malha municipal digital do Brasil: situação em 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.
- IBGE. Produção Agrícola Municipal 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2009/2010.
- IBGE. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 21/04/2008.
- IBMA-MMA. **Floresta Nacional do Araripe-Apodi**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flonas/home.php>>. Acesso em: 04 jun 2008.
- IPEA. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - Relatório Nacional de Acompanhamento** – Brasília: Ipea. 2010. 184p.:il.
- JORNAL NACIONAL. **Meteorologistas discutem efeitos do aquecimento global no sertão**. Edição do dia 26/07/2010. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2010/07/meteorologistas-discutem-efeitos-do-aquecimento-global-no-sertao.html>>. Acesso em: 14/08/2010.
- KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLRI, G. S. F.; RUDORFF, F. de M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2006. 109p.: Il., tabs.
- LAVELL, T. A. Comunidades Urbanas, vulnerabilidad a desastres y opciones de prevención y mitigación: una propuesta de investigación-acción para Centroamérica: In: LAVELL, A. (comp.) **Viviendo en riesgo: comunidades vulnerables y prevención de desastres en America Latina**. Colômbia: LARED/FLACSO, p. 69-82, 1994.
- _____. La gestión de los desastres: hipótesis, concepto y teoría. In: _____, Estado, Sociedad y gestión de los Desastres en America Latina: en busca del paradigma perdido. Lima: LA RED/FLACSO/ITDG, p. 1-29, 1996.

LEITE, F. R. B.; SOARES, A. M. L.; MARTINS, M. L. R. **Áreas degradadas susceptíveis aos processos de desertificação no Estado do Ceará - 2ª aproximação.** In: Anais do VII SBSR, 1993. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte@80/2008/05.19.18.22/doc/156-161.pdf>>. Acesso em: 01/09/2010.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation. 3rd edition.** John Wiley & Sons, New York, 1994. 748p.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote sensing and image interpretation.** New York: John Wiley & Sons, 2000.

LIMA, J. R. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos efeitos da Seca PAN-Brasil.** Disponível em: <http://www.senado.gov.br/web/comissoes/cma/ap/AP_20070828_SRHU-MMA_Desertificacao.pdf>. Acesso em: 10/05/2010.

LIMA, J. R. de. **Especial: desertificação e semi-árido.** Boletim 10. Junho de 2005. Ministério da Educação. Disponível em: <<http://www.tvbrasil.org.br/fotos/salto/series/150707EspecialDesertificacao.pdf>>. Acesso em: 10/02/2010.

LIMAVERDE, R. **Os registros rupestres da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil.** I Congresso Internacional da SAB. "Arqueologia Transatlântica". set/out/2007. UFSC. Florianópolis-SC. Disponível em: <http://www.fundacaocasagrande.org.br/pdf/artigo.pdf>. Acesso em: 20/09/2008.

LOPES, C. **Nativos da Chapada.** Cordel. Disponível em: <<http://www.araripina.com.br/nativos-da-chapada>>. Acesso em: 20/05/2009.

LOPES, C. **A força do gesso.** Cordel. Disponível em: <<http://www.araripina.com.br/nativos-da-chapada>>. Acesso em: 20/05/2009.

MACEDO, H. P. de. A Integração de Bacias no Semi-Árido do Nordeste. In: Angelotti, F.; Sá, I. B.; Menezes, E. A.; Pellegrino, G. Q. (Org.). **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro.** 1 ed. Petrolina, PE / Campinas, SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2009, v. 1, p. 173-181.

MAGALHÃES, A. R. As mudanças Climáticas Globais e a Desertificação. In: Angelotti, F.; Sá, I. B.; Menezes, E.A.; Pellegrino, G.Q.. (Org.). **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro.** 1 ed. Petrolina, PE / Campinas, SP: Embrapa, 2009, v. 1, p. 17-25.

MAGALHÃES, A. O. **Análise ambiental do alto curso da microbacia do Rio da Batateira no município do Crato/CE: subsídios ao zoneamento ecológico-econômico.** Dissertação de Mestrado, Fortaleza: UFC, 2006.

MARANDOLA JÚNIOR, E; HOGAN, D. J. **Em direção a uma demografia ambiental? Avaliação e tendências dos estudos de população e ambiente no Brasil.** R. Bras. Est. Pop., São Paulo, v. 24, n. 2, p. 191-223, jul./dez. 2007.

MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, J. D. **Vulnerabilidade do lugar e riscos na Região Metropolitana de Campinas** / Eduardo Marandola Júnior (Org.); Daniel Joseph Hogan (Org.). - Campinas: Núcleo de Estudos de População / Unicamp, 2011. 173p. Disponível em: <http://www.nepo.unicamp.br/textos/publicacoes/textos_nepo/textos_nepo_62.pdf>. Acesso em: 10/junho/2011.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBİYAMA, M. **Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina**. In: Caminhos de Geografia 8 (17) 72 - 84, fev/2006. Revista on line. ISSN 1678-6343. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 20/10/2008.

MARENGO, J. A. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil**. PARCERIAS ESTRATÉGICAS _ BRASÍLIA, DF _ N.27 _ DEZEMBRO 2008. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/prospeccao/doc_arq/prod/registro/pdf/regdoc5034.pdf>. Acesso em: 19/05/2010.

MARQUES, W. R. **Interpretação de Imagens de Satélites em Estudos Ambientais**. Ambiência Guarapuava, PR v.2 n.2 p. 281-299. jul/dez 2006. ISSN 1808 – 0251.

MASKREY, A. (ed). **Los desastres no son naturales**. Colômbia. LA/RED/ITDG, 1993. 166p.

_____, **El manejo popular de los desastres naturales: estúdios de vulnerabilidad y mitigación**. Lima: ITDG, 1989. 209p.

MATALLO JUNIOR, H. **Indicadores de Desertificação: histórico e perspectivas**. – Brasília: UNESCO, 2001. 80p. ISBN: 85-87853-27-9.

MDS. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. **Cadernos de Estudos Desenvolvimento Social em Debate**. – N.4. (2006).- Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação, 2005.116 p.; 28 cm. ISSN 977180807504-0.

MDA/EFPT. **Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável – PTDRS**. Território Vale do Rio Guaribas. Piauí. 2006. Disponível em: <http://sit.mda.gov.br/biblioteca_virtual/ptdrs/ptdrs_territorio096.pdf>. Acesso em: Acesso em: 24/10/2008.

MEDEIROS, M. S. de. **Poluição ambiental por exposição à poeira de gesso: impactos na saúde da população**./Marcílio Sandro de Medeiros; orientadora: Lia Giraldo da Silva Augusto. -- 200 f.: il.; Recife, 2003. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública)- Departamento de Saúde Coletiva, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz. Disponível em: <<http://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2003medeiros-ms.pdf>>. Acesso em: 03/03/2010.

MEUNIER, I. **Vasconcellos Sobrinho e o amadurecimento da compreensão da desertificação no Brasil**. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. 2004. Disponível em: <<http://senasbpc.sites.uol.com.br/not02.09.04.htm#02>>. Acesso em: 20/09/2008.

MI – Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Conferência Geral sobre Desastres Para Prefeitos, Dirigentes de Instituições Públicas e Privadas e Líderes Comunitários**. Brasília, 2007.

MI – Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual de Desastres Naturais**. Brasília, 2007. 182p.

MI - Ministério da Integração Nacional. Programas de Desenvolvimento Regional - PPA 2004/2007. Brasília-DF. 2004. Disponível em: <<http://www.lib.utexas.edu/benson/lagovdocs/brazil/federal/integracao/programadesenvregional2004-2007.pdf>>. Acesso em; 10/02/2009.

MMA. Ministério do Meio Ambiente (SRH). IBAMA. UFPB. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Marcos Oliveira Santana, organizador. – Brasília: MMA, 2007. 134p.: Il. Color.; 27cm.

MMA. **Vulnerabilidade Ambiental** – Rozely Ferreira dos Santos, organizadora. – Brasília: MMA, 2007. 193 p.: Il. Color.; 29 cm. ISBN 978-85-7738-080-0.

MMA. **PROJETO ÁRIDAS**. Guia de planejamento para o desenvolvimento sustentável/Ministério do Meio Ambiente; Sean E. Mckaughan (organizador). – Brasília: MMA, 2008. 240p.

MMA. Glossário de termos e conceitos usados no contexto da UNCCD=Glosario de términos y conceptos usados em el contexto de La UNCCD – Glossary of terms and concepts used within the UNCCD context / Heitor Matallo Júnior, organizador. – Brasília: MMA, 2009. 154p.:Il. Color. ISBN 978-85-7738-119-7.

MORAES, E. C. de. **Fundamentos de Sensoriamento Remoto**. MCT-INPE. 2002. Disponível em: <http://www.grss-unicamp.com/CAP1_IntroSR_INPE.pdf>. Acesso em: 13/09/2010.

MORAES NETO, J. M. de. **Gestão de riscos a desastres ENOS (El Niño Oscilação Sul) no semi-árido paraibano: uma análise comparativa**. 2003. 181p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) UFCCG, Campina Grande, PB, 2003.

MOREIRA, A. M. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologia de Aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) 2001.

MOREIRA, A. M. **Tratamento de dados digitais: Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologia de Aplicação**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) 2003.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano** – 2ª. ed. – Belo Horizonte: ed. da autora, 2005. Xvi. 294p.: Il. ISBN 85-903669-1-X.

MUNICÍPIOS-CE. **Crato**. Disponível em: <<http://www.municipios-ce.com.br/dados.php?cli=51>>. Acesso em: set/2011.

MUNIZ, E. Governo e Sociedade lutam contra a desertificação. Governo do Estado do Piauí. 2004. Disponível em: <http://www.pi.gov.br/materia_especial.php?id=7802>. Acesso em 29/09/2009.

NASCIMENTO, F. R. do.; SOUZA, M. J. N. de.; CRUZ, M. L. B; da. Enfoque geoambiental para o tratamento da degradação/desertificação no município de Sobral – nordeste do Brasil/Ceará. **Ateliê Geográfico Goiânia-GO**, v. 1, n. 2, dez/2007, p. 49-70. Disponível em: <<http://revistas.ufg.br/index.php/atelie/article/view/3015/3055>>. Acesso em: 18/10/2008.

PACHECO, A. P.; FREIRE, N. C. F.; BORGES, U. N. **A Transdisciplinaridade da Desertificação**. Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Geociências. Geografia - v. 15, n. 1, jan./jun. 2006.

PACHECO, A. P.; FREIRE, N. C. F.; BORGES, U. da N.; MOURA, D. C.; SCHLINDWEIN, C.; PEREIRA, E. G. **Sensoriamento Remoto na identificação de áreas passíveis de desertificação numa porção do semi-árido brasileiro**. Geodésia on-line. 3/2006. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/2006/03.1/PFB-2006.htm>>. Acesso em: 11/08/2008.

PERH-PE (1998). **Plano Estadual de Recursos Hídricos - Estado de Pernambuco**. SECTMA-PE.

PERNAMBUCO. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. Programa de Ação Estadual de Pernambuco para o Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAE-PE / SECTMA. – Recife: CEPE, 2009. XXp. : il.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil**. – PNUD, 2000. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/atlas/>>. Acesso em: 20/08/2008.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. /Flávio Jorge Ponzoni, Yosio Edemir Shimabukuro. – São José dos Campos, SP : A. Silva Vieira Ed., 2007. II. ISBN 978-85-60507-03-3.

QUEZADA, S. F.; VARNERO-SANTIBÁÑEZ, P. Interacciones entre el Cambio Climático y La Desertificación em Latinoamérica. In: Angelotti, F.; Sá, I. B.; Menezes, E.A.; Pellegrino, G.Q.. (Org.). **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro**. 1 ed. Petrolina, PE / Campinas, SP: Embrapa, 2009, v. 1, p. 27-39.

RANGEL, J. **Combate à Desertificação**. SUDEMA - Superintendência de Administração do Meio Ambiente. 2008. Disponível em: <<http://www.sudema.pb.gov.br/artigo.php?id=27082008110116>>. Acesso em: 20/08/2009.

REÁTEGUI, R.; VALLES, W.; GIL, D. Mitigacion de erosión e inundación com siembra de bambu – La Cuenca Del Rio Cumbaza. IN: MEDINA, J.; ROMERO. R. **Los desastres si avisan – estudios de vulnerabilidad y mitigación II**. Lima: ITDG, 1992. P. 79 – 102.

REPUBLICA ARGENTINA. Programa de Accion Nacional de Lucha Contra La desertificacion. Documento de Base. 1997. Disponível em: <<http://www.unccd.int/actionprogrammes/lac/national/1997/argentina-spa.pdf>>. Acesso em: 20/09/2010.

REVISTA VEJA. Edição 2.220. Ano 44. Nº. 23. **Só nos sobrou o Supremo**. Entrevista. Junho de 2011. pgs. 17, 20 e 21.

RIBEIRO, S. C.; SOUZA, A. B.; BEZERRA, T. M. A. C.; **Mapa de cobertura vegetal e de declividade: instrumentos importantes na elaboração do zoneamento ambiental do Crato – CE**. Universidade Regional do Cariri – URCA. CADERNOS DE CULTURA E CIÊNCIA. Vol. 2- Nº 2. maio 2007. ISSN 1980-5861.

RIO GRANDE DO NORTE, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Rio Grande do Norte - PAE-RN, Natal: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, abril, 2010. 248p

ROCHA, J. S. M. da. **Manual de projetos ambientais**. Santa Maria, RS: Supercor Produtos Gráficos, 1997. 446p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia, Ed. da Universidade Federal de Uberlândia. 1990. 136p.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação Ambiental e Desertificação no Semiárido Brasileiro. In: Angelotti, F.; Sá, I. B.; Menezes, E.A.; Pellegrino, G.Q.. (Org.). **Mudanças Climáticas e Desertificação no Semi-Árido Brasileiro**. 1 ed. Petrolina, PE / Campinas, SP: Embrapa, 2009, v. 1, p. 53-76.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B.; SAMPAIO, Y. S. B. **Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no nordeste do Brasil**. Revista de Geografia, Vol. 22, Nº. 1. 2005. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/38>>. Acesso em: 26/10/2009.

SANTOS, A. C. B.; FIGUEIREDO, J. M.; SILVA, M. A. P.; **Revitalização das Margens do Rio Granjeiro – Crato – CE**. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 899-900, jul. 2007. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/77/768>>. Acesso em: 24.09.2008.

SAPIÊNCIA. Informativo científico da FAPEPI. **DESERTIFICAÇÃO: Pesquisas no Piauí já apontam resultados**. SAPIÊNCIA. Maio de 2006. No. 7 – Ano III. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/novafapepi/sapiencia7/pesquisa1.php>>. Acesso em: 14/09/2010.

SAPIÊNCIA. Informativo científico da FAPEPI. **PAN-Brasil busca conter a desertificação e a pobreza no semi-árido**. SAPIÊNCIA. Maio de 2006. No. 7 – Ano III. Disponível em: <<http://www.fapepi.pi.gov.br/novafapepi/sapiencia7/pesquisa1.php>>. Acesso em: 14/09/2010.

- SAUSEN, T. M.; **Desastres naturais e geotecnologias sensoriamento remoto**. Caderno Didático Nº. 2. Santa Maria, RS, Brasil. 2008. INPE-15327-PUD/199.
- SILVA, M. M. de A.; MEDEIROS, M. J. L. e; SILVA, P. K. da.; SILVA, M. M. P. da. **Impactos ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande-PB**. Revista de Biologia e Ciência da Terra. Vol. 5 – Número 1. 1º. Semestre 2006. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/camara.pdf>>. Acesso em: 19/02/2001.
- SILVA, E. P. da. **Estudo da vulnerabilidade sócio-econômico-ambiental e dos riscos a desastres ENOS (El Niño Oscilações Sul) no município de Picuí – Paraíba: um estudo de caso**. 2002. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB. 2002.
- SILVA, E. P. da.; BARBOSA, M. P.; MELO, R. F. Desertificação e vulnerabilidade associados ao fenômeno El Niño no município de Picuí-Paraíba. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 5, n.1, p. 37-44, 2007. Disponível em: <http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol5/4_artigo_v5.pdf>. Acesso em: novembro/2010.
- SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R; da; PATRÍCIO, M. C. M.; MARIANO, E. B. **Análise dinâmica do processo de desertificação na região de Gilbués-PI, utilizando imagens do TM/Landsat 5**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 6265-6272. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.21.04/doc/6265-6272.pdf>>. Acesso em: 12/08/2010.
- SINDUSGESSO. **Pólo Gesseiro. Força para o gesso de Pernambuco**. Disponível em: <http://www.sindusgesso.org.br/polo_gesseiro.asp> Acesso em: 20/01/2010.
- SMITH, T. R.; MENON, S.; STAR, J. L.; Estes, J. E.: **Requeriments and principles for the implementation and construction of large-scale geographical information systems**. International Journal of Geographical Information Systems. 1:13-32, 1987.
- SOARES, J. V. **Formas e técnicas utilizadas para obtenção e armazenamento de água para consumo humano na zona rural do município de Marcolândia-PI**. Florianópolis, 2005. Manografia (Especialização). 81p.
- SOARES, A.; ABREU, M. C. S.; ANTONIO, L. de Q.; SILVA FILHO, J. C. L. da. **Revisando a estruturação do Modelo DPSIR como base para um Sistema de Apoio a Decisão para a Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas**. XV SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção. Novembro/2008. Disponível em: <http://ufc.academia.edu/JoseLazaro/Papers/236328/Revisando_a_estruturacao_do_Modelo_DPSIR_como_base_para_um_Sistema_de_Apoio_a_Decisao_para_a_Sustentabilidade_de_Bacias_Hidrograficas>. Acesso em: 21/02/2011.
- SOUZA, C. D. de.; **Simulação Computacional do fluxo hídrico subterrâneo na região do Cariri e calibração utilizando gradiente das cargas hidráulicas**. UFCE. (Dissertação de Mestrado). 2007. Fortaleza, Ce. 117p.

SOUSA, R. F. de.; FERNANDES, M. de F.; BARBOSA, M. P. **Vulnerabilidades, semi-aridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri Paraibano**. Revista OKARA: Geografia em debate. v2. n2. P. 128-206. 2008. ISSN: 1982-3878. João Pessoa.Pb. DGEDC/CCEN/UFPB. Disponível em: <<http://www.ies.ufpb.br/ojs2/index.php/okara/article/view/3350/3349>>. Acesso em: outubro de 2008.

SPRING: **Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling**. CAMARA G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Computers & Graphics, 20: (3) 395-403, May-Jun 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 13/09/2010.

SRH/COGERH. **Implantação do sistema de monitoramento/gestão de uma área piloto do aquífero Missão Velha na bacia sedimentar do Cariri, no Estado do Ceará**. 2001.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104p. Publications in Climatology.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. Desastres naturais: conhecer para prevenir/Lídia Keiko Tominaga, Jair Santoro, Rosângela do Amaral (orgs.) -. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.:Il.; Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 19/02/2011.

UNCCD. Measuring the value of land. The Economics of Desertification, Land Degradation and Drought. 2011. Disponível em: <<http://www.unccd.int/knowledge/docs/ATT4J7FE.pdf>>. Acesso em: 10/06/2011.

UNDP (2001). **Human Development Report 2001**. Oxford and New York, Oxford University Press. <<http://www.undp.org/hdr2001/completenew.pdf>> [Geo-2-278].

UNICEF/FLACSO/LA RED. Educación y prevención de desastres / Armando Campos. – 1a. Ed. – San José, C. R.: UNICEF, 1999. 145 p.; ISBN 9968-793-21-3.

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. INPE. São José dos Campos. 1982. 61p.

VERGOLINO, J.R. O. **A metamorfose econômica de uma região a partir da cultura: o caso do Cariri Cearense**. XI Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Ciudad de Guatemala, 7 - 10 Nov. 2006.

VIANA, M. O. L.; RODRIGUES, M. I. V. **Um Índice Interdisciplinar de Propensão à Desertificação (IPD): Instrumento de Planejamento**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 30, n. 3. p. 264-294, jul.- set. 1999.

VIANA, M. S.; NEUMANN, V. H. L. 2002. **Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE - Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo.** In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Queiroz, E. T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. L. C. (Edits.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 1. ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), 2002. v. 01: 113-120. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio005/sitio005.pdf>>. Acesso em: 20/08/2008.

VINHAS, L. **Um subsistema extensível para o armazenamento de geo-campos em bancos de dados geográficos.** (Tese de Doutorado), São José dos Campos, 2006. 114p. INPE.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **Geoprocessamento e análise ambiental.** Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro: SBG, n. 54, p. 47-61, jul/set 1992.

ZAIDAN, R. T.; SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado ao Zoneamento de áreas com necessidade de proteção: O caso do Parque Estadual do Ibitipoca-MG. **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**/Jorge Xavier da Silva, Ricardo Tavares Zaidan (organizadores). 2ª. Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. 368 p.

WEBB, KEMPTON E. **A face cambiante do Nordeste do Brasil** / Kempton E. Webb; tradução de J. Alexandre R. Orrico. – Rio de Janeiro: Apec – Banco do Nordeste do Brasil, 1979. 310p.

WILCHES-CHAUX, G. La vulnerabilidad global. In: Maskrey, A. (comp.). **Los desastres no son naturales.** Colombia: LA RED/ITDG, oct. 1993.

ANEXOS

ANEXO I

Diagnóstico Sócio-Econômico e Ambiental

Municípios de Araripina-PE, Barbalha e Crato-CE e Maracolândia-PI.

Fator Vulnerabilidade Social

a) Variável Demográfica

- 1.1. Número total de pessoas na família ___ sexo masculino ___ sexo feminino ___
- 1.2. Número total de pessoas economicamente ativa na família ___ sexo masculino ___ sexo feminino ___
- 1.3. Faixa etária 0-7__ 8-14__ 15-18__ 19-25__ 26-35__ 36-45__ 46-55__ >65 ___
- 1.4. Escolaridade até a 4ª série ___ até a 8ª série ___ ensino médio incompleto ___ ensino médio completo ___ analfabeto ___ superior incompleto ___ superior completo ___ escolaridade do produtor _____
- 1.5. Residência do produtor casa rural ___ cidade ___ distrito ___ capital ___
- 1.6. Área da propriedade _____
- 1.7. Número de famílias/pessoas na propriedade _____

b) Variável Habitação

- 2.1. Tipo de habitação: taipa em mau estado ___ bom estado ___ alvenaria em mau estado ___ bom estado ___
- 2.2. Fogão lenha/carvão ___ lenha/carvão + gás ___ gás ___ elétrico ___
- 2.3. Água consumida: potável (filtro, poço tubular ou encanada) ___ não potável ___
- 2.4. Esgotos: rede de esgotos ___ fossa _____ eliminação livre ___
- 2.5. Eliminação de lixo: coleta ___ enterra ou queima ___ livre ___
- 2.6. Eliminação de embalagens de agrotóxicos: comercialização com as próprias firmas ___ devolução aos revendedores ___ reutilização para o mesmo fim ___ colocada em fossa especial ___ queimada ___ reaproveitada para outros fins ou deixada em qualquer lugar ___
- 2.7. Tipo de piso: chão batido ___ tijolo ___ cimento ___ cerâmica ___
- 2.8. Tipo de teto: palha ___ telha cerâmica ___ outros _____
- 2.9. Energia: não tem ___ elétrica monofásica ___ elétrica bifase _____ elétrica trifásica ___ solar ___ eólica _____
- 2.10. Geladeira: tem ___ não tem ___
- 2.11. Televisão tem ___ não tem ___ Antena Parabólica: Sim _____ Não: _____
- 2.12. Vídeo cassete tem ___ não tem ___
- 2.13. Rádio: tem ___ não tem ___
- 2.14. Periódicos: tem ___ não tem ___ Qual (is) _____

c) Variável Consumo de Alimentos

- 3.1. Consumo de leite em dias da semana _____
- 3.2. Consumo de carne bovina em dias da semana _____
- 3.3. Consumo de carne caprina/ovina em dias da semana _____
- 3.4. Consumo de carne de porco em dias da semana _____
- 3.5. Consumo de legumes em dias da semana _____
- 3.6. Consumo de verduras em dias da semana _____
- 3.7. Consumo de frutas em dias da semana _____
- 3.8. Consumo de batata-doce em dias da semana _____
- 3.9. Consumo de ovos em dias da semana _____
- 3.10. Consumo de café em dias da semana _____
- 3.11. Consumo de massas em dias da semana _____
- 3.12. Consumo de feijão em dias da semana _____
- 3.13. Consumo de aves (guiné, galinha, peru, pato) em dias da semana _____
- 3.14. Consumo de peixe em dias da semana _____
- 3.15. Consumo de caça em dias da semana _____
- 3.16. Consumo de derivados do milho (cuscuz, angu, polenta, mugunzá) em dias da semana _____
- 3.17. Consumo de farinha de mandioca em dias da semana _____

d) Variável Participação em Organização Sindical

4.1. Pertence sim__ não __ qual _____

e) Variável Salubridade Rural

5.1. Infestação de nematóides: inexistente_baixa____ média__ alta__

5.2. Infestação de cupins: inexistente_baixa____ média__ alta__

5.3. Infestação de formigas: inexistente_baixa____ média__ alta__

5.4. Infestação de doenças vegetais: inexistente_baixa____ média__ alta__ qual (is) _____

5.5. Infestação de vermes/carrapato nos animais: inexistente____ baixa____ média__ alta__

5.6. Infestação de mosca do chifre: inexistente__ baixa__ média__ alta__

5.7. Infestação de doenças nos animais: inexistente_baixa____ média__ alta__ qual (is) _____

5.8. Surtos de febre aftosa sim__ não__

5.9. Infestação de doenças nas pessoas: inexistente__ baixa__ média__ alta__ qual (is) _____

5.10. Infestação de piolhos/fungos nas pessoas: inexistente__ baixa__ média__ alta__ qual (is) _____

5.11. Combate às pragas domésticas sim__ não__ qual (is) _____

Fator Vulnerabilidade Econômica

a) Variável Produção Vegetal

6.1. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____

6.2. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____

6.3. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____

6.4. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____

6.5. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____

6.6. Cultivo _____ produção _____ área _____ produtividade _____

6.7. Área de pastejo: não tem__ abandonada__ conservada__

6.8. Florestamento/mata nativa não tem__ <25% da área__ 25% da área__ > 25% da área__

b) Variável Animais de Trabalho

7.1. Bois: tem__ não tem__

7.2. Cavalos: tem__ não tem__

7.3. Muares: tem__ não tem__

7.4. Jumentos: tem__ não tem__

c) VARIÁVEL ANIMAIS DE PRODUÇÃO

8.1. Garrotes: tem__ não tem__

8.2. Vacas: tem__ não tem__

8.3. Aves: tem__ não tem__

8.4. Bodes / carneiros: tem__ não tem__

8.5. Ovelhas: tem__ não tem__

8.6. Cabras: tem__ não tem__

8.7. Porcos: tem__ não tem__

8.8. Peixes: tem__ não tem__

D) VARIÁVEL VERTICALIZAÇÃO

9.1. Matéria prima processada/melhorada na propriedade sim, qual _____ fonte _____

9.2. Matéria prima processada/melhorada na propriedade sim, qual _____ fonte _____

9.3. Matéria prima processada/melhorada na propriedade sim _____ qual _____ fonte _____

e) Variável Comercialização, Crédito e Rendimento

10.1 Venda da produção agrícola: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__

10.2 Venda da produção pecuária: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__

10.3 Venda da produção verticalizada: não faz__ atravessador__ varejista__ cooperativa__ agroindústria__ consumidor__

10.4 Fonte principal de crédito: não tem__ agiota__ banco particular__ cooperativa__ banco oficial__

10.5 Renda bruta aproximada da propriedade por ano(R\$) _____

10.6 Outras rendas(R\$) _____ Qual _____
10.7 Renda total(R\$) _____

Fator Vulnerabilidade Tecnológica

a) Variável Tecnologia

- 11.1 Área da propriedade. (ha): <50 (aproveitamento de até 50%)__ <50 (aproveitamento >50%)__
51-100 (aproveitamento de até 50%)__ 51-100 (aproveitamento>50%)__
101-200 (aproveitamento de até 50%)__ 101-200(aproveitamento >50%)__
- 11.2 Tipo de posse: proprietário__ arrendatário__ meeiro__ ocupante__
- 11.3 Uso de Biocidas (veneno caseiro): regular__ ocasional__ não usa__ controle biológico__
- 11.4 Uso de adubação/calagem: regular__ ocasional__ não usa__ adubação orgânica__
- 11.5 Tração das ferramentas: máquina__ manual__ animal__
- 11.6 Uso do solo: segue o declive__ em nível__
- 11.7 Práticas de conservação: não usa__ usa__
quais _____
- 11.8 Conflitos ambientais: sim__ quais _____
não__
- 11.9 Irrigação: regular__ ocasional__ não usa__
- 11.10 Assistência técnica: regular__ ocasional__ não tem__ quem? _____
- 11.11 Exploração da terra: intensiva irracional__ extensiva irracional__ racional__
- 11.12 Capacitação para exploração: instituições governamentais e/ou ONG__ técnicos particulares__
sozinho__ não faz__ quais _____
- 11.13 Sabe executar obras de contenção: sim__ quais _____ não__

b) Variável Máquinas e Verticalização

- 12.1 Possui máquinas agrícolas e/ou implementos: nenhum__ alguns__ principais__ todos__
- 12.2 Possui equipamentos adequados para transformação de matéria prima: sim__ não__

Fator Vulnerabilidade às Secas

a) Variável Recursos Hídricos

- 13.1 Armazenamento de água: não faz__ caixa d'água__ cisternas__ barreiros__ açudes (2 anos sem secar)__ açudes (+ de 2 anos sem secar)__ outras opções de armazenamento _____
- 13.2 Água armazenada seca nas pequenas estiagens: sim__ não__
- 13.3 Captação de água das chuvas (telhado): não faz__ faz__
- 13.4 Fonte de água: não possui__ cacimba__ poço amazonas__ poço tubular__
outras _____
- 13.5 Fonte de água seca nas pequenas estiagens: sim__ não__
- 13.6 Periodicidade da oferta hídrica dos reservatórios e fontes: temporária__ permanente__
- 13.7 Água das fontes permite abastecimento humano todo o ano: sim__ não__
- 13.8 Água das fontes permite abastecimento animal todo o ano: sim__ não__
- 13.9 Água das fontes permite irrigação todo o ano: sim__ não__
- 13.10 Forma de abastecimento domiciliar: lata__ animais__ carros pipas__ encanada__
- 13.11 Racionamento: não faz__ faz durante as estiagens__ faz permanentemente__
- 13.12 Aproveitamento das águas residuais: não__ sim__
como _____
- 13.13 Observação de alguma fonte/barragem que não secava e passou a secar: sim__ não__
qual _____

<p>b) Variável Produção</p> <p>14.1 Orientação técnica para as secas: tem__ não tem _____</p> <p>14.2 Pecuária: não explora__ explora raças não adaptadas_____ explora raças adaptadas_____</p> <p>14.3 Agricultura de sequeiro: não faz__ faz sempre__ faz com chuvas suficientes__</p> <p>14.4 Cultivo de vazantes: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies_____</p> <p>14.5 Irrigação: não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Espécies _____ Método_____</p>
<p>c) Variável Manejo da Caatinga</p> <p>15.1 Não faz__ faz ocasionalmente__ faz sempre__ Como _____</p>
<p>D) VARIÁVEL EXPLORAÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS</p> <p>16.1 faz sem replantio__ não faz__ faz com replantio__ Espécies/Finalidades_____</p>
<p>e) Variável Armazenamento</p> <p>17.1 Alimentação humana: não faz__ faz (estoque para um ano)__ faz (para mais de um ano)__ Forma_____</p> <p>17.2 Armazenamento da alimentação animal: não faz__ faz (estoque para um ano)__ faz (para mais de um ano) _____ Forma_____</p>
<p>f) Variável Redução do Rebanho</p> <p>18.1 não faz__ faz antes das estiagens__ faz durante as estiagens__ Critérios de descarte_____</p>
<p>g) Variável Observação das Previsões De Chuvas</p> <p>19.1 não faz__ faz pela experiência__ faz por instituições__ Quais_____</p>
<p>h) Variável Ocupação nas Estiagens</p> <p>20.1 abandona a terra__ frentes de emergência__ presta serviços a outros produtores__ se mantém na atividade_____</p>
<p>j) Variável Educação</p> <p>21.1 Disciplinas contextuais no ensino básico: não possui__ até a 4ª série__ da 5ª à 8ª série__ em todas__ Qual (is)_____</p> <p>21.2 Disciplinas contextuais no ensino médio: não possui__ possui em uma série__ mais de uma série_____</p>
<p>l) Variável Administração Rural</p> <p>22.1 Planejamento da produção: não faz__ faz empiricamente__ acompanhamento técnico__</p> <p>22.2 Oferta contínua dos produtos: não__ sim__ por que _____ não comercializa__ comercializa o excedente__ produz para comercialização__</p> <p>22.3 Comercialização: não comercializa____ comercializa o excedente____ produz para comercialização_____</p> <p>22.4 Fontes de renda: exclusivamente da propriedade__ outras _____</p>

Histórico das Secas

23.1 Secas acontecidas: ano_____ duração_____ (meses)
Perdas e impactos (comentários e quantificações)

23.2 Secas acontecidas: ano_____ duração_____ (meses)
Perdas e impactos (comentários e quantificações)

23.3 Secas acontecidas: ano_____ duração_____ (meses)

Perdas e impactos(comentários e quantificações)

Fator Migração

24.1 A família reside a quantos anos?_____
24.2 Quantas pessoas da família deixaram a propriedade nos últimos anos?_____
a dois anos _____ a quatro anos _____ a seis anos _____ a oito anos _____ a dez anos _____ ou mais _____
24.3 Quantas pessoas da família regressaram e se fixaram? _____
24.4 Quantas famílias regressaram e se fixaram na: própria propriedade____ em outra propriedade —
24.5 Destino dos que saíram: zona urbana do município__ outras localidades na Paraíba__ outros Estados__

Exploração de Minérios

Sim_____	Tipo_____	Qual(is) minérios _____	Não_____
----------	-----------	-------------------------	----------

Observações.

Nome do agente comunitário: _____

Local da entrevista: _____

Data da entrevista: _____ / _____ / _____

ANEXO II

Valores de referência do diagnóstico sócio-econômico e ambiental

Fator Vulnerabilidade Social																
a) Variável demografia																
Item	Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção		Opção	
1.1*	≥ 7	07	< 7	06	< 6	05	< 5	04	< 4	03	< 3	02	< 2	01		
1.2*	1 pessoa	03	2 pessoas	02	> 2 pessoas	01										
1.3*	< 14	05	> 65	04	15-18	03	19-25	02	26-64	01						
1.4	Analfabeto	08	Até 4ª	07	Até 8ª	06	Médio inc.	05	Médio com.	04	Sup. Inc.	03	Sup. Com.	02	Pós-grad.	01
1.5	Capital	04	Cidade	03	Distrito	02	Rural	1								
b) Variável habitação																
2.1	Taipa (m)	04	Alvenaria (m)	03	Taipa (b)	02	Alvenaria (b)	01								
2.2	Len/car	04	Len/car/gás	03	Gás	02	Elétrico	01								
2.3	Não potável	02	Potável	01												
2.4	Elim. livre	03	Fossa	02	Rede esgoto	01										
2.5	Livre	03	Ent/quei.	02	Coleta	01										
2.6	Reaproveita (outros)	06	Queima	05	Reutiliza	04	Fossa	03	Devolução	02	Comerc.	01				
2.7	Chão bat.	03	Cimento	02	Cerâmica	01										
2.8	Palha	02	T/Cerâmica	01												
2.9*	Não tem	06	Monofásica	05	Bifásica	04	Trifásica	03	Solar	02	Eólica	01				
2.10	Não tem	02	Tem	01												
2.11	Não tem	02	Tem	01												
2.12	Não tem	02	Tem	01												
2.13	Não tem	02	Tem	01												
2.14	Não tem	02	Tem	01												
c) Variável consumo de alimentos																
3.1	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.2	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.4	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.5	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.6	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.7	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.8	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		

3.9	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.10	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.11	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.12	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.13	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.14	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.15	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.16	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
3.17	1	07	2	06	3	05	4	04	5	03	6	02	7	01		
d) Variável participação em organização																
4.1	Não	02	Sim	01												
e) Variável salubridade rural																
5.1	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.2	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.3	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.4	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.5	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.6	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.7	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.8	Sim	02	Não	01												
5.9	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.10	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
5.11	Alta	04	Média	03	Baixa	02	Inexistente	01								
Fator Vulnerabilidade Econômica																
a) Variável produção vegetal																
6.1	Baixa	03	Média	02	Alta	01										
6.2	Baixa	03	Média	02	Alta	01										
6.3	Baixa	03	Média	02	Alta	01										
6.7	Não tem	03	Abandonada	02	Conservada	01										
6.8	Não tem	03	< 25%	02	> 25 %	01										
b) Variável animais de trabalho																
7.1	Não tem	02	Tem	01												
7.2	Não tem	02	Tem	01												
7.3	Não tem	02	Tem	01												
7.4	Não tem	02	Tem	01												
c) Variável animais de produção																
8.1	Não tem	02	Tem	01												

8.2	Não tem	02	Tem	01												
8.3	Não tem	02	Tem	01												
8.4	Não tem	02	Tem	01												
8.5	Não tem	02	Tem	01												
8.6	Não tem	02	Tem	01												
8.7	Não tem	02	Tem	01												
8.7	Não tem	02	Tem	01												
8.8	Não tem	02	Tem	01												
d) Variável verticalização																
9.1	Não	02	tem	01												
e) Variável comercialização, crédito e rendimento																
10.1	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01				
10.2	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01				
10.3	Não faz	06	Atravessador	05	Varejista	04	Coop.	03	Agro-indústria	02	Consumidor	01				
10.4	Agiota	05	Não tem	04	Particular	03	Coop.	02	Banco oficial	01						
10.5*	< 10 Sal.	04	11-30	03	31-60	02	> 61	01								
10.6	Não tem	02	Tem	01												
10.7*	< 10 Sal.	04	11-30	03	31-60	02	> 61	01								
Fator Vulnerabilidade Tecnológica																
a) Variável tecnológica																
11.1	a	06	b	05	c	04	d	03	e	02	f	01				
11.2	Ocupa	04	Meeiro	03	Arrendatário	02	Proprietário	01								
11.3	Regular	04	Ocasional	03	Não usa	02	Biológico	01								
11.4	Não usa	04	Ocasional	03	Regular	02	Orgânico	01								
11.5	Manual	03	Animal	02	Mecânico	01										
11.6	Declive	02	Nível	01												
11.7	Não usa	02	Usa	01												
11.8	Sim	02	Não	01												
11.9	Não usa	03	Ocasional	02	Regular	01										
11.10	Não usa	03	Ocasional	02	Regular	01										
11.11	Int. Irrac.	03	Ext. Irrac.	02	Racional	01										
11.12	Não faz	04	Sozinho	03	Particular	02	Gov./Org.	01								
11.13	Não	02	Sim	01												
b) Variável máquinas e verticalização																
12.1	Nenhum	04	Algumas	03	Principais	02	Todas	01								
12.2	Não	02	Sim	01												

Fator Vulnerabilidade às Secas																
a) Variável recursos hídricos																
13.1	Não faz	06	Cx. d'água	05	Cisternas	04	Barreiros	03	Açude (2 anos sem secar)	02	Açudes (+2 anos)	01				
13.2	Sim	02	Não	01												
13.3	Não Faz	02	Faz	01												
13.4	Não possui	04	Cacimba	03	Poço amazonas	02	Poço tubular	01								
13.5	Sim	02	Não	01												
13.6	Temporário	02	Permanente	01												
13.7	Não	02	Sim	01												
13.8	Não	02	Sim	01												
13.9	Não	02	Sim	01												
13.10	Lata	04	Animais	03	Carro pipa	02	Encanada	01								
13.11	Não faz	03	Na estiagem	02	Permanente	01										
13.12	Não	02	Sim	01												
13.13	Sim	02	Não	01												
b) Variável produção																
14.1	Não tem	02	Tem	01												
14.2	Não	03	Exp.ñ.adap.	02	Exp. Adap.	01										
14.3	Não faz	03	Sempre	02	Com chuva	01										
14.4	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01										
14.5	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01										
c) Variável manejo da Caatinga																
15.1	Não faz	03	Ocasional	02	Sempre	01										
d) Variável exploração de espécies nativas																
16.1	Não faz	03	Faz s/ rep.	02	Faz c/ rep.	01										
e) Variável armazenamento																
17.1	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01										
17.2	Não faz	03	Faz (1ano)	02	Faz(+1ano)	01										
f) Variável redução do rebanho																
18.1	Não faz	03	Durante	02	Faz antes	01										
g) Variável observação das previsões de chuvas																
19.1	Não faz	03	Experiência	02	Instituições	01										
h) Variável ocupação nas estiagens																
20.1	Abandona	04	Frentes	03	Prest. Serv.	02	Se mantém	01								
i) Variável educação																
21.1	Não possui	02	Possui	01												
21.2	Não possui	02	Possui	01												

j) Variável administração rural															
22.1	Não faz	03	Empiric.	02	Acompanham.	01									
22.2	Não	02	Sim	01											
22.3	Não	03	Excedente.	02	Comercializa	01									
22.4	Exclusiva	02	Outras	01											
Variável histórico das secas															
23.1*	Sim	02	Não	01											
Variável residência															
24.1*	< 10 anos	03	11-20 anos	02	> 21	01									

*Modificado pelo autor desta pesquisa.