

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE

ANÁLISE GEOAMBIENTAL: SUBSÍDIOS AO  
PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DA SERRA DE  
URUBURETAMA - CE

Marcus Vinícius Chagas da Silva

Fortaleza-Ceará

2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE

Marcus Vinícius Chagas da Silva

ANÁLISE GEOAMBIENTAL: SUBSÍDIOS AO  
PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DA SERRA DE  
URUBURETAMA - CE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia, da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia Física. Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semi-Áridas e Litorâneas.

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

Fortaleza-Ceará

2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ – UECE  
Mestrado Acadêmico em Geografia

Título do trabalho: Análise Geoambiental: Subsídios ao Planejamento Agrícola da Serra de Uruburetama - CE

Autor: Marcus Vinícius Chagas da Silva

Defesa em: 22/03/2007

Nota/Conceito obtido: 10 (dez) com louvor

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza

---

Prof. Dr Francisco Amaro Gomes de Alencar

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Maria Silveira Mendes

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vlândia Pinto Vidal de Oliveira

Aos meus pais e irmãos.  
À Érika, pelo amor investido.

## AGRADECIMENTOS

À Trindade Santa e a Nossa Senhora por dar-me condições físicas para realização desta pesquisa.

Ao Prof<sup>o</sup>. Marcos Nogueira pela orientação, confiança e conselhos profissionais nestes dois anos de trabalho.

À Prof<sup>a</sup>. Vlândia Oliveira pelo incentivo e “empréstimo” da sua área de pesquisa.

Aos demais professores do Mestrado Acadêmico em Geografia – UECE e professores do Programa de Desenvolvimento em Meio Ambiente – PRODEMA.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos.

Aos professores Amaro Alencar e Lúcia Silveira pelas observações e sugestões dadas a esta pesquisa.

À Érika Gomes Brito pelo incentivo, apoio, discussões, críticas e sugestões ao trabalho, como também na execução do mapeamento temático.

Ao Sérgio Brito (IPECE) pelas concessões de horário e compreensão nas faltas.

Ao Eliseu Toniolo (GEOPHOTO) pelas constantes discussões a respeito do emprego das técnicas cartográficas.

Ao Guilherme Sousa, amigo e companheiro de ArcGis.

À GAIA Engenharia Ambiental pela compreensão no atraso dos trabalhos.

Aos meus amigos pela constante ausência nos encontros.

Aos meus colegas da turma de 2005 do MAG.

Ao pessoal administrativo do MAG (Júlia, Gerda e Janaína).

À extensão da minha família: Sr. Antônio Rubileu, Dona Tereza, Rafaela, Diego, Sr. Luis Fernandes, Lívia Cabral e Dona Socorro.

## RESUMO

A serra de Uruburetama, porção norte do Estado do Ceará, possui seus recursos naturais utilizados pela atividade agrícola, sendo preponderante a bananicultura no setor úmido, os cajuais no setor subúmido norte, além das culturas temporárias dispersas em toda área de estudo. Geralmente, estas atividades são praticadas discordantes das condições edafoclimáticas, tendo como consequência a incidência de processos avançados de degradação ambiental, representados pela erosão. A degradação, além de impactar os recursos naturais, afeta também a população instalada, resultando na migração do contingente da zona rural para as cidades. A partir disto, fez-se necessário um estudo da compartimentação geoambiental da serra de Uruburetama, norteado pela análise geossistêmica, com base em trabalhos reconhecidamente consagrados. Executou-se o mapeamento dos parâmetros geomorfológicos, pedológicos, climáticos e de cobertura vegetal/uso da terra para subsidiar a análise ambiental. Mensurou-se o potencial ecológico da serra de Uruburetama, com arrimo no cálculo da fragilidade ambiental, segundo os critérios de Crepani *et al* (1996), identificando-se as áreas de fragilidade muito forte (8,94%), forte (61,11%), média (23,43%) e baixa (0,50%). Estes dados foram gerados e apoiados em técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, esquematizados em um modelo de dados Geo-OMT, de acordo com Borges (1997), Borges *et. al.* (2000) e Borges & Davis (2001). Com isso foram identificados quatro sistemas ambientais e 13 subsistemas. Destes subsistemas ambientais identificados, as Áreas de Inundação Sazonal, as Planícies Fluviais, as Cristas Residuais e Inselbergs e a Superfície Pediplanada de Irauçuba, mostraram-se mais susceptíveis à degradação, com alto grau de fragilidade ambiental. Em contrapartida, os subsistemas ambientais Alvéolos, Tabuleiros Interiores e a Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu espelharam baixo grau de fragilidade. A execução do cálculo da fragilidade, em associação com a análise dos subsistemas ambientais, serviu de base para o direcionamento das propostas de manejo e recuperação das áreas degradadas, que tiveram como objetivo a manutenção de parcelas do solo e recuperação da cobertura vegetal. Estes resultados sugeriram bases para um desenvolvimento sustentável e melhoria da qualidade de vida da população afetada.

## ABSTRACT

The Uruburetama Mountain, in the north of Ceará state, has been used their natural resources for agricultural activity, being prevalent banana cultivation in the humid compartment, cashew plantation in the sub humid compartment, beyond temporary crops dispersed in the whole study area. Generally, these activities are practiced in disagreement with soil and climate conditions, bringing like as result the advanced environmental degradation process incidence, presented for erosion. There to impact the natural resources, the land degradation reaches to installed population, resulting in their migration of rural zone to the cities. After of it, made necessary one study of the Uruburetama Mountain's geoenvironmental compartments, guided for geosystemic analysis, with base in consecrated researches. It was executed the mapping of geomorphologic, soil, climatic parameters and covering vegetation/land use to subsidize environmental analysis. It was measured the Uruburetama mountain's ecological potential, embased in the environmental fragility estimate, according to Crepani *et al* (1996) parameters, identifying areas with very strong fragility (8,94%), strong fragility (61,11%), media fragility (23,43%) e feeble fragility (0,50%). These known elements were produced and supported in sensing remote and geoprocessing techniques, that also were projected to a Geo-OMT data model, according to Borges (1997), Borges *et. al.* (2000) and Borges & Davis (2001). With of this, were identified four environmental systems and thirteen subsystems. Of these subsystems, the season floodplain areas, the river plains, the residual ridges and inselbergs and the Irauçuba's pediplaned surface showed very much susceptible to environmental degradation, with high level of environmental fragility. In counterpoint, the alveolus, the inland tabulate surfaces and the Itapipoca-Tururu's pediplaned surface reflected low level fragility. The fragility estimate associate to environmental subsystems analysis embased the propositions guiding to management and recovery degraded areas, which had like as objective the soil maintaining and vegetation recovery. Theses results suggested base for a Sustainable Development and improvement of life quality's population affected.

## Lista de Figuras

FIGURA 01: PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	28
FIGURA 02: IMAGEM DE SATÉLITE LANDSAT-7.....	30
FIGURA 03: IMAGEM DE SATÉLITE CBERS-2.....	31
FIGURA 04: IMAGEM LANDSAT-1.....	31
FIGURA 05: POPULAÇÃO RURAL E URBANA EM 1970.....	40
FIGURA 06: POPULAÇÃO RURAL E URBANA EM 1980.....	40
FIGURA 07: POPULAÇÃO RURAL E URBANA EM 1991.....	41
FIGURA 08: POPULAÇÃO RURAL E URBANA EM 2000.....	42
FIGURA 09: PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB).....	42
FIGURA 10: NÚMERO DE IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM IRAUÇUBA.....	44
FIGURA 11: HECTARES OCUPADOS PELOS IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM IRAUÇUBA.....	45
FIGURA 12: NÚMERO DE IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM ITAPAJÉ.....	46
FIGURA 13: HECTARES OCUPADOS PELOS IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM ITAPAJÉ.....	46
FIGURA 14: NÚMERO DE IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM ITAPIPOCA.....	48
FIGURA 15: HECTARES OCUPADOS PELOS IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM ITAPIPOCA.....	48
FIGURA 16: NÚMERO DE IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM URUBURETAMA.....	49
FIGURA 17: HECTARES OCUPADOS PELOS IMÓVEIS, SEGUNDO AS CLASSES, EM URUBURETAMA.....	50
FIGURA 18: ÁREA TOTAL E QUANTIDADE PRODUZIDA NA SERRA DE URUBURETAMA POR CULTURAS TEMPORÁRIAS (1974-2004).....	52
FIGURA 19: ÁREA TOTAL DE ALGODÃO HERBÁCEO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	53
FIGURA 20: PRODUTIVIDADE DE ALGODÃO HERBÁCEO NA SERRA DE URUBURETAMA (1974-2004) .....	53
FIGURA 21: ÁREA TOTAL PRODUZIDA DE ARROZ EM CASCA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	54
FIGURA 22: PRODUTIVIDADE (KG/HA) DE ARROZ EM CASCA NA SERRA DE URUBURETAMA (1974- 2004).....	55
FIGURA 23: ÁREA PLANTADA DE CANA-DE-AÇÚCAR NA SERRA DE URUBURETAMA.....	56
FIGURA 24: PRODUTIVIDADE DE CANA-DE-AÇÚCAR NA SERRA DE URUBURETAMA.....	56
FIGURA 25: EM SEGUNDO PLANO, TÊM-SE UMA PLANTAÇÃO DE CANA.....	57
FIGURA 26: ÁREA PLANTADA DE FEIJÃO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	58
FIGURA 27: PRODUTIVIDADE DE FEIJÃO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	58
FIGURA 28: BACIA HIDRÁULICA DE UMA BARRAGEM DESTINADA À PLANTAÇÃO DE FEIJÃO.....	58
FIGURA 29: ÁREA PLANTADA DE MAMONA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	59
FIGURA 30: PRODUTIVIDADE DE MAMONA NA SERRA DE URUBURETAMA (1974-2004).....	60
FIGURA 31: ÁREA PLANTADA DE MANDIOCA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	61
FIGURA 32: PRODUTIVIDADE DE MANDIOCA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	61
FIGURA 33: ÁREA PLANTADA DE MILHO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	62
FIGURA 34: PRODUTIVIDADE DE MILHO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	63
FIGURA 35: PLANTAÇÃO IRRIGADA, CONSORCIADA ENTRE MILHO, FEIJÃO E MANDIOCA.....	63
FIGURA 36: ÁREA TOTAL E QUANTIDADE PRODUZIDA NA SERRA DE URUBURETAMA POR CULTURAS PERMANENTES.....	64
FIGURA 37: ÁREA TOTAL DE ALGODÃO ARBÓREO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	66
FIGURA 38: PRODUTIVIDADE DE ALGODÃO ARBÓREO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	66
FIGURA 39: ÁREA TOTAL DE BANANA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	67
FIGURA 40: PRODUTIVIDADE DE BANANA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	67
FIGURA 41: OCUPAÇÃO DAS BANANEIRAS EM TODO CORPO DA VERTENTE, MUNICÍPIO DE URUBURETAMA.....	68
FIGURA 42: ÁREA TOTAL DE CASTANHA-DE-CAJU NA SERRA DE URUBURETAMA.....	69
FIGURA 43: PRODUTIVIDADE DE CASTANHA-DE-CAJU NA SERRA DE URUBURETAMA.....	69
FIGURA 44: NO SEGUNDO PLANO TÊM-SE UMA PLANTAÇÃO DE CAJU.....	70
FIGURA 45: ÁREA TOTAL DE COCO-DA-BAIA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	71
FIGURA 46: PRODUTIVIDADE DE COCO-DA-BAIA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	71

FIGURA 47: PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL NA SERRA DE URUBURETAMA.....	72
FIGURA 48: PRODUÇÃO DE LENHA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	72
FIGURA 49: SUPRESSÃO DA VEGETAÇÃO PARA COMÉRCIO DA MADEIRA.....	73
FIGURA 50: NÚMERO TOTAL DE CABEÇAS.....	74
FIGURA 51: REBANHO DE OVINOS, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS.....	75
FIGURA 52: REBANHO DE CAPRINOS, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS.....	75
FIGURA 53: VERTENTE ÚMIDA EM 2003.....	77
FIGURA 54: VERTENTE ÚMIDA EM 2006.....	77
FIGURA 55: MAPA DE USO DA TERRA 1975.....	79
FIGURA 56: MAPA DE USO DA TERRA 2005.....	80
FIGURA 57: CARTA IMAGEM DA SERRA DE URUBURETAMA.....	82
FIGURA 58: ASPECTOS LITOLÓGICOS DA SERRA DE URUBURETAMA.....	84
FIGURA 59: MAPA DE DECLIVIDADE.....	85
FIGURA 60: SUPERFÍCIE PEDIPLANADA NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA.....	86
FIGURA 61: MAPA DAS FRATURAS E ZONAS DE CISALHAMENTO.....	87
FIGURA 63: VALE FLUVIAL BEM ENCAIXADO NO MUNICÍPIO DE ITAPIPOCA.....	88
FIGURA 64: ALVÉOLO DE ALTITUDE NO MUNICÍPIO DE ITAPAJÉ.....	89
FIGURA 65: INSELBERG NO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA.....	89
FIGURA 66: MAPA DE FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS.....	90
FIGURA 67: PRECIPITAÇÃO NA SERRA DE URUBURETAMA.....	93
FIGURA 68: BALANÇO HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE URUBURETAMA.....	94
FIGURA 69: BALANÇO HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE ITAPIPOCA.....	94
FIGURA 70: BALANÇO HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE ITAPAJÉ.....	95
FIGURA 71: BALANÇO HÍDRICO DO MUNICÍPIO DE IRAUÇUBA.....	95
FIGURA 72: MAPA DE TIPOS CLIMÁTICOS.....	96
FIGURA 73: RIO CAXITORÉ, NA SUPERFÍCIE PEDIPLANADA.....	97
FIGURA 74: ALTO CURSO DO RIO MUNDAÚ, COTA 680 M.....	99
FIGURA 75: MAPA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	101
FIGURA 76: MAPA DOS POÇOS.....	100
FIGURA 77: PLANOSSOLO COM CARACTERÍSTICAS VÉRTICAS, SITUADO NO CAMINHO ENTRE A CIDADE DE IRAUÇUBA E O DISTRITO DE MISSI.....	102
FIGURA 78: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO BEM EVOLUÍDO. AS FORMAS DE USO SÃO A SILVICULTURA E PECUÁRIA EXTENSIVA.....	103
FIGURA 79: NEOSSOLO LITÓLICO, ALTA DECLIVIDADE, A BAIXA CAPACIDADE PROTETORA DA VEGETAÇÃO, PROFUNDIDADE EM TORNO DE 45 CM COM A PRÁTICA DA SILVICULTURA.....	103
FIGURA 80: MAPA DE TIPOS DE SOLOS.....	105
FIGURA 81: VEGETAÇÃO DE MATA ÚMIDA ENTRE OS MUNICÍPIOS DE ITAPAJÉ E URUBURETAMA.....	106
FIGURA 82: FRAGMENTOS DE MATA ÚMIDA.....	107
FIGURA 83: PERFIL ESQUEMÁTICO.....	109
FIGURA 84: SUBSISTEMA AMBIENTAL VERTENTE SECA.....	124
FIGURA 85: SUBSISTEMA AMBIENTAL VERTENTE SUBÚMIDA SECA.....	124
FIGURA 86: SUBSISTEMA AMBIENTAL VERTENTE ÚMIDA.....	125
FIGURA 87: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA DE IRAUÇUBA.....	125
FIGURA 88: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA DE MIRÁIMA-ITAPIPOCA.....	125
FIGURA 89: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA DE MISSI-BROTAS.....	126
FIGURA 90: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA DE ITAPIPOCA-TURURU.....	126
FIGURA 91: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA DE UMIRIM-TEJUÇOCA.....	126
FIGURA 92: SUBSISTEMA AMBIENTAL ÁREAS DE INUNDAÇÃO SAZONAL.....	127
FIGURA 93: SUBSISTEMA AMBIENTAL CRISTAS RESIDUAIS E INSELBERGS. MUNICÍPIO DE MIRÁIMA. .....	127
FIGURA 94: SUBSISTEMA AMBIENTAL TABULEIROS INTERIORES. MUNICÍPIO DE URUBURETAMA.....	127
FIGURA 95: SUBSISTEMA AMBIENTAL ALVÉOLOS. MUNICÍPIO DE ITAPIPOCA.....	128
FIGURA 96: SUBSISTEMA AMBIENTAL PLANÍCIES FLUVIAIS.....	128
FIGURA 97: MAPA DE SISTEMAS E SUBSISTEMAS AMBIENTAIS.....	129
FIGURA 98: NÍVEL DE APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....	137

FIGURA 99: CLASSE CONVENCIONAL.....	138
FIGURA 100: CLASSES GEO-CAMPO.....	139
FIGURA 101: SUBCLASSES <i>GEO-OBJETO</i> COM GEOMETRIA.....	139
FIGURA 102: ASSOCIAÇÃO SIMPLES.....	140
FIGURA 103: ESQUEMA GEO-OMT PROPOSTO PARA O BANCO DE DADOS DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA SERRA DE URUBURETAMA.....	143
FIGURA 104: MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL POR SUBSISTEMAS.....	154
FIGURA 105: RAVINAS EM ÁREAS SEM USO AGRÍCOLA.....	156
FIGURA 106: PLANTAÇÃO DE MILHO “MORRO-A-CIMA”.....	157
FIGURA 107: NOTA-SE O CARREAMENTO DE MAIS DE 30 CM DE SOLO.....	157
FIGURA 108: BANANAL EM URUBURETAMA.....	159
FIGURA 109: MAPA DAS PROPOSTAS DE USO DA TERRA NA SERRA DE URUBURETAMA.....	164

### Lista de Tabelas

TABELA 01: COMPARAÇÃO ENTRE AS ÁREAS DAS CLASSES DE USO DA TERRA.....	76
TABELA 02: MUNICÍPIOS, ÁREA TOTAL, ÁREA ABRANGIDA E PROPORÇÃO.....	83
TABELA 03: ÁREA SEGUNDO AS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	97
TABELA 04: FRAGILIDADE AMBIENTAL POR SUBSISTEMA.....	153

### Lista de Quadros

QUADRO 01: ECODINÂMICA E BALANÇO ENTRE MORFOGÊNESE E PEDOGÊNESE.....	20
QUADRO 02: VULNERABILIDADE AMBIENTAL À EROÇÃO DO SOLO.....	27
QUADRO 03: COMPOSIÇÃO DO GEODATABASE.....	37
QUADRO 04: COMPARATIVO DAS CLASSES DE USO DA TERRA.....	76
QUADRO 05: ADEQUAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA SERRA DE URUBURETAMA.....	101
QUADRO 06: SOLOS SEGUNDO A LIMITAÇÃO PARA O USO.....	104
QUADRO 07: ESPÉCIES VEGETAIS NA REGIÃO DE URUBURETAMA.....	108
QUADRO 08: SISTEMAS E SUBSISTEMAS AMBIENTAIS.....	110
QUADRO 09: SUBSISTEMA AMBIENTAL VERTENTE SECA.....	111
QUADRO 10: SUBSISTEMA AMBIENTAL VERTENTE SUBÚMIDA SECA.....	112
QUADRO 11: SUBSISTEMA AMBIENTAL VERTENTE ÚMIDA.....	113
QUADRO 12: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA DE IRAUÇUBA.....	114
QUADRO 13: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA MIRAÍMA-ITAPIPOCA.....	115
QUADRO 14: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA MISSI-BROTAS.....	116
QUADRO 15: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA ITAPIPOCA-TURURU.....	117
QUADRO 16: SUBSISTEMA AMBIENTAL SUPERFÍCIE PEDIPLANADA UMIRIM-TEJUÇOCA.....	118
QUADRO 17: SUBSISTEMA AMBIENTAL ÁREAS DE INUNDAÇÃO SAZONAL.....	119
QUADRO 18: SUBSISTEMA AMBIENTAL CRISTAS RESIDUAIS E INSELBERGS.....	120
QUADRO 19: SUBSISTEMA AMBIENTAL TABULEIROS INTERIORES.....	121
QUADRO 20: SUBSISTEMA AMBIENTAL ALVÉOLOS.....	122
QUADRO 21: SUBSISTEMA AMBIENTAL PLANÍCIES FLUVIAIS.....	123
QUADRO 22: REGRAS DE DEPENDÊNCIA ESPACIAL.....	142
QUADRO 23: FRAGILIDADE AMBIENTAL DO CRITÉRIO GEOLÓGICO.....	145
QUADRO 24: ATRIBUTOS GEOMORFOLÓGICOS DA FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	146
QUADRO 25: ATRIBUTOS PEDOLÓGICOS DA FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	148
QUADRO 26: FRAGILIDADE AMBIENTAL DA COBERTURA VEGETAL E FORMA DE USO.....	149
QUADRO 27: ATRIBUTOS CLIMATOLÓGICOS DA FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	151
QUADRO 28: GRAUS DE FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	151
QUADRO 29: POTENCIAIS ECOLÓGICOS.....	152

## Lista de Equações

Equação 01: Cálculo da fragilidade ambiental .....	30
Equação 02: Cálculo da escala .....	34

## Lista de Siglas

SIG – Sistema de Informação Geográfica  
 MDA – Modelo Digital de Ambiente  
 E-R – Entidade-Relacionamento  
 IFO – *Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects*  
 OMT – *Object Modeling Technique*  
 OOA – *Object-Oriented Analysis*  
 ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico  
 UTB – Unidade Territorial Básica  
 DSG – Divisão de Serviço Geográfico  
 ETM+ - *Enhanced Thematic Mapper plus*  
 RGB – *Red, Green e Blue*  
 IHS – Intensidade, Matiz e Saturação  
 GPS – *Global Position Systems*  
 EPE – Erro Padrão Estimado  
 CCD – Câmera Imageadora de Alta Resolução  
 CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
 SEAGRI – Secretaria de Agricultura e Pecuária  
 FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos  
 INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
 IDACE – Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará  
 INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
 IBGE – Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
 SUDENE – Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste  
 ZCIT – Zona de Convergencia Intertropical  
 NE – Nordeste  
 EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
 UTM – Universal Transversa de Mercator  
 SBLCS – Serviço Brasileiro de Levantamento e Classificação de Solos  
 UML – Linguagem de Modelagem Unificada  
 MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
 PMU – Prefeitura Municipal de Uruburetama  
 PAM – Produção Agrícola Municipal  
 CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>viii</b>
<b>Lista de Tabelas</b> .....	<b>x</b>
<b>Lista de Quadros</b> .....	<b>x</b>
<b>Lista de Equações</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Siglas</b> .....	<b>xi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2 BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS</b> .....	<b>17</b>
2.1 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.2 MATERIAL E MÉTODO.....	27
<b>3 USO E OCUPAÇÃO DA SERRA DE URUBURETAMA</b> .....	<b>38</b>
3.1 AS CONDIÇÕES DE OCUPAÇÃO .....	38
3.2 ESTRUTURA FUNDIÁRIA.....	43
3.3 USO DA TERRA.....	51
3.3.1 Culturas temporárias .....	51
3.3.1.1 <i>Algodão herbáceo em caroço</i> .....	52
3.3.1.2 <i>Arroz em casca</i> .....	54
3.3.1.3 <i>Cana-de-açúcar</i> .....	55
3.3.1.4 <i>Feijão</i> .....	57
3.3.1.5 <i>Mamona</i> .....	59
3.3.1.6 <i>Mandioca</i> .....	60
3.3.1.7 <i>Milho</i> .....	62
3.3.2 Culturas permanentes .....	64
3.3.2.1 <i>Algodão arbóreo</i> .....	65
3.3.2.2 <i>Banana</i> .....	66
3.3.2.3 <i>Castanha-de-caju</i> .....	68
3.3.2.4 <i>Coco-da-baía</i> .....	70
3.3.3 Silvicultura .....	71
3.3.4 Pecuária .....	73
3.4 MAPEAMENTO DO USO DA TERRA .....	75
<b>4 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA</b> .....	<b>81</b>
4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	81
4.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS.....	83
4.3 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E HIDROLÓGICAS .....	91
4.3.1 Climatologia .....	91
4.3.2 Recursos Hídricos.....	97
4.4 SOLOS E CONDIÇÕES FITOECOLÓGICAS .....	101
<b>5 SISTEMAS AMBIENTAIS DA SERRA DE URUBURETAMA</b> .....	<b>110</b>
<b>6 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DOS SUBSISTEMAS AMBIENTAIS DA SERRA DE URUBURETAMA</b> .....	<b>130</b>
<b>7 MODELAGEM AMBIENTAL DA SERRA DE URUBURETAMA</b> .....	<b>137</b>
7.1 MODELO DE DADOS COMO SUPORTE À FRAGILIDADE AMBIENTAL .....	137
7.2 CÁLCULO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL.....	144

7.3 ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DOS SUBSISTEMAS.....	151
<b>8 BASES PARA O PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DA SERRA DE URUBURETAMA .....</b>	<b>155</b>
<b>9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>165</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>168</b>
<b>APÊNDICE I.....</b>	<b>181</b>
<b>APÊNDICE II.....</b>	<b>186</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente representa as condições, circunstâncias e influências sob as quais existe uma organização ou sistema. Por meio da ocupação e estabelecimento das suas atividades, os seres humanos vão utilizando o potencial da natureza e modificando os aspectos do meio-ambiente, inserindo-se como agentes modificadores nas características visuais e nos fluxos de matéria e energia (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A intensidade com que o homem explora os recursos naturais consegue provocar alterações na dinâmica da natureza. Com a investida sempre crescente a esses recursos, a condição de equilíbrio do meio ambiente antes estabelecido altera-se, mudando o balanço energético, tendo como consequência uma série de impactos de ordem ambiental, social e, conseqüentemente, econômica.

O peso social que esses impactos acarretam atinge diretamente um número cada vez maior de pessoas, associadas às atividades de intervenção sobre o balanço energético ou sendo objeto das conseqüências destas.

Compreender o funcionamento e a dinâmica da natureza é o primeiro passo para a resolução dos problemas ambientais que a humanidade enfrenta. É impossível conhecer a natureza sem entender quais os elementos que a constituem, como atuam, de que maneira estabelecem suas inter-relações, e, principalmente, quais as conseqüências desta dinâmica.

O estudo da compartimentação geoambiental e do uso da terra foi analisado em função dos problemas de ordem socioambiental, que afetam os recursos da natureza na serra de Uruburetama, Estado do Ceará – Brasil.

A serra de Uruburetama é o objeto deste estudo, por ser o maciço residual que se encontra mais desconfigurado ambientalmente, dentro do Estado do Ceará, principalmente, quando se executa uma comparação deste maciço com os demais maciços do Estado, como as serras do Machado, Meruoca, das Matas, Baturité, entre outras.

Este maciço, localizado na porção norte do Estado do Ceará, possui altitude média entre 700 e 800m, tendo seus recursos naturais explorados por meio da atividade agrícola, em que se destacam a bananicultura na vertente úmida, a cajucultura no setor norte da vertente subúmida seca, além das lavouras de subsistência espalhadas por toda a área de estudo.

Existem, contudo, na serra de Uruburetama, porções restritas de terra dotadas de solos com boas condições para a agricultura, onde há topografia favorável, disponibilidade hídrica adequada para variados tipos de cultivo.

Nestes ambientes, ocorre um equilíbrio dos fatores ambientais e podem ser classificados como áreas de exceção dentro do semi-árido, pelo fato de normalmente disporem de condições climáticas, hidrológicas e pedológicas favoráveis à agricultura e demais atividades primárias.

Em geral, tem-se uma agricultura tradicional com baixa incorporação tecnológica, baseada no sistema de policultura voltada para a subsistência. As práticas agrícolas são bem distribuídas, de acordo com as condições climáticas das vertentes.

No entorno da serra e nos vales embutidos entre as cristas, existe uma pecuária, normalmente com rebanhos reduzidos, além da prática de culturas, temporárias e permanentes, e silvicultura.

Na vertente úmida, os cultivares de banana foram implementados em toda sua extensão e às margens das nascentes de rios e riachos que drenam a serra, em razão das melhores condições de umidade e disponibilidade hídrica, não levando em consideração as condições edafoclimáticas exigidas por esse cultivo.

Uma questão grave situa-se nas vertentes com maiores deficiências hídricas, de onde foi retirada a cobertura vegetal primária, mediante a prática de queimadas para o cultivo de milho e feijão. Logo após a colheita, essas culturas temporárias expõem os solos às intempéries do clima semi-árido por longos meses, sem obediência à legislação ambiental vigente e aos limites para o uso sustentável da terra.

Outro problema ambiental normalmente encontrado situa-se nos cajuais localizados na vertente subúmida seca. Geralmente ocupam áreas onde a declividade é superior a 45%, ocasionando o ravinamento e o voçorocamento de parcelas significativas do solo.

A falta de intervenção sobre práticas agrícolas inadequadas, a recuperação das vertentes e a não-aplicação de técnicas agrícolas menos impactantes são causas de preocupação e um alerta para a necessidade urgente de políticas públicas direcionadas a amenizar os impactos socioambientais em uma área de relevo fortemente dissecado, como a serra de Uruburetama.

Para resolver tais problemas, é necessária a interferência em uma esfera maior, à luz da análise integrada do meio ambiente, que deve levar em conta não só os limites impostos pela natureza ou pela lei, mas também as barreiras culturais da comunidade.

Diante do que foi exposto, verifica-se a necessidade de um estudo das condições ambientais e das potencialidades da serra de Uruburetama, que possibilite mensurar e cartografar as formas de uso da terra e a fragilidade ambiental, sugerindo bases para o planejamento agrícola sustentável, acenando para a viabilidade de utilização da terra capaz de melhorar a qualidade de vida da população serrana.

Dentre os objetivos fundamentais traçados para a pesquisa, cabe destacar os seguintes:

- 1 criar um modelo de dados embasado no conceito Geo-OMT, para direcionar as ações mitigadoras da degradação ambiental;
- 2 executar o mapeamento dos componentes ambientais da serra de Uruburetama;
- 3 identificar e caracterizar os sistemas ambientais contidos na área;
- 4 determinar o grau da fragilidade ambiental dos subsistemas ambientais; e
- 5 avaliar as potencialidades ambientais dos recursos naturais, propondo medidas adequadas para amenização dos efeitos da degradação ambiental.

## 2 BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

### 2.1 Revisão de literatura

A Geografia Física, como é conhecida, surgiu para avaliar a dinâmica da paisagem e a intensidade da ação humana na modificação do meio ambiente. Aborda o estudo do meio natural e as suas definições a apontam como sendo o estudo das diferentes regiões da terra (TROPPEMAIR, 1985).

Na lição de Souza (2000), desde o seu surgimento até a metade do século XX, a Geografia Física estava marcada pelos estudos setoriais, causando notória divisão interna entre suas áreas de conhecimento.

Podia-se dizer que os estudos eram marcadamente setorizados, tanto no ensino como na pesquisa, abrangendo cinco grandes áreas de conhecimento: a Geomorfologia, estudando as formas do relevo terrestre; a Climatologia, preocupando-se em explicar as variações climáticas nas diferentes áreas do globo; a Pedologia, examinando a origem e formação dos solos; a Hidrologia, a qual analisa as águas superficiais e os ciclos hidrológicos; e a Biogeografia, que cuida dos seres vivos e da distribuição espacial dos ecossistemas.

Procurava-se uma forma de tornar a Geografia uma Ciência que explicasse verdadeiramente os fatos geográficos interligados, principalmente quando os problemas ambientais se avolumaram e mostraram todo um mecanismo complexo, no qual a sociedade humana tinha participação cada vez mais ativa. A Geografia Física tradicional não tinha meios de alcançar tal dimensão porque separava nitidamente o homem da natureza em suas pesquisas (GREGORY, 1985).

As propostas ligadas ao estudo integrado a partir da análise de sistemas nos estudos geográficos remontam à década de 1930, iniciando com as contribuições de Bertalanffy (1973), dissertando sobre como analisar, de forma sistemática, diversas áreas do conhecimento, como a Biologia, a Sociologia e outras disciplinas do conhecimento científico.

Bertalanffy (op. cit.), com a formulação da Teoria Geral dos Sistemas, fixou princípios válidos para os sistemas em geral, como a totalidade e a equifinalidade. As ciências ambientais, após a aplicação da Teoria Geral dos Sistemas, passaram a possuir um cunho lógico-formal bem definido.

Em uma adaptação da Teoria Sistêmica, Sotchava (1976) inseriu o termo geossistema na literatura soviética para que fosse preenchida a lacuna criada entre a Teoria Sistêmica e os fenômenos geográficos. Possui como foco uma entidade espacial cuja dinâmica é condicionada à integração dos elementos naturais, em substituição à dinâmica biológica dos ecossistemas, utilizada até a década de 1970, como categoria de análise do meio ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Portanto, além dos ecossistemas, os geossistemas também representam entidades de organização do meio ambiente. São designados como sistemas ambientais físicos que representam a organização espacial resultante da interação dos elementos socioeconômicos, físicos e biológicos da natureza (CHRISTOFOLETTI, 1999).

De modo preliminar, pode-se mencionar que os geossistemas são conjuntos de dados físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, geologia, águas, vegetação e solos), funcionando como sistemas ambientais físicos, mediante a interação dos fluxos de matéria e energia entre esses dados. Dessa maneira, esses geossistemas possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, onde a natureza se organiza e alcança um equilíbrio, refletido na sua composição fisionômica (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Essa composição fisionômica espelha um potencial ecológico, com uma espacialização menor do que as dos componentes geoambientais, se somadas suas áreas, ou seja, uma área “x” de um sistema ambiental origina áreas com potenciais ecológicos “y, y<sub>1</sub>, y<sub>2</sub>, y<sub>3</sub>...”, e a soma dessas áreas do potencial ecológico perfará a área do sistema ambiental x. Portanto:  $x = y_1 + y_2 + y_3... + y_n$ .

De acordo com as proposições de Bertrand (1972), a organização espacial que o geossistema representa é analisada, segundo a escala, obedecendo à hierarquia de: Zona, Domínio e Região Natural, como unidades superiores, e Geossistema, Geofácia e Geótopo como unidades inferiores (BERTRAND, 1972).

Daí resulta a necessidade de um estudo conjunto dessa organização com o todo, e não de seus elementos separados, que nesta condição nada representam. No geossistema, três variáveis são básicas: os elementos, as relações entre os elementos e os estados (BERTRAND, op. cit.).

Os elementos são as menores unidades de estudo em uma estrutura sistêmica. O arranjo destes é que vai formar a estrutura a ser analisada. Na perspectiva de Christofolletti (1999), a estrutura e (por conseqüência) os elementos

devem ser analisados de acordo com três parâmetros: o tamanho, a correlação e a causalidade. Esta causalidade indica os elementos controlados e os controladores do sistema.

A relação entre os elementos se procede mediante os fluxos de energia e matéria que podem ter o seu grau de complexidade alterado, de acordo com o objeto a ser considerado (CHRISTOFOLETTI, op. cit.).

O estado de um sistema é medido pelo balanço entre as entradas de energia (*inputs*) e as saídas de energia (*outputs*). O sistema se encontrará em um estado estacionário quando o balanço entre *input* e *output* for equivalente. Se um desses valores se altera, o estado do sistema também alterará (CHRISTOFOLETTI, op. cit.).

O trabalho segue, portanto, a Teoria Geossistêmica, proposta por Sotchava (1976) e Bertrand (1972), sendo analisados os elementos, as relações e os estados dos sistemas identificados. Esta teoria é largamente aplicada em estudos regionais, a exemplo dos trabalhos de Souza (2000), Quaresma (2001), Oliveira (2002) e Brito (2005), entre outros.

Esta pesquisa utilizou a terminologia de subsistemas ambientais em correlação a geofácies e sistemas ambientais em correlação ao geossistema, seguindo a abordagem metodológica semelhante à geossistêmica, exposta anteriormente.

Com relação à dinâmica ambiental, o presente estudo adotou os princípios da ecodinâmica de Tricart (1977), adaptado por Souza (2000), para posterior elaboração do balanço entre morfogênese e pedogênese.

Esteado nesses princípios, Tricart (1977) propõe um modelo de classificação do ambiente, adaptado posteriormente, por Souza *et al* (1994) e Souza (2000), às condições naturais do Ceará, o qual possibilita então avaliar as condições de sustentabilidade dos geossistemas. Desse modo, tem-se os meios estáveis, de transição ou *intergrade*, instáveis e fortemente instáveis, caracterizados no quadro 01.

Sendo o geoprocessamento um conjunto de técnicas que perpassa vários segmentos da ciência, a análise geossistêmica apropriou-se desta técnica com o objetivo de quantificar, qualificar e espacializar com exatidão cartográfica os atributos ambientais.

O geoprocessamento tem como objetivo principal “fornecer ferramentas computacionais para que os diferentes analistas determinem as evoluções espacial e temporal de um fenômeno geográfico e as inter-relações entre diferentes fenômenos”. (ASSAD & SANO, 1998).

Quadro 01: Ecodinâmica e balanço entre morfogênese e pedogênese.

<b>Categoria dos Ambientes (ecodinâmica)</b>	<b>Condições de Balanço entre Morfogênese e Pedogênese</b>
Ambientes Estáveis	Estabilidade morfogenética antiga; solos espessos e bem evoluídos; predominância da pedogênese sobre os processos morfogenéticos; cobertura vegetal em equilíbrio.
Ambientes de Transição	Ação simultânea dos processos morfogenéticos e pedogenéticos; incidência moderada das ações areolares; predominância de pedogênese indica tendência a estabilidade; predominância de morfogênese indica tendência a instabilidade.
Ambientes Instáveis	Morfogênese intensificada; relevos fortemente dissecados e vertentes com declives elevadas; condições climáticas agressivas e baixa capacidade protetora exercida pela vegetação; solos erodidos; nítida predominância da morfogênese sobre a pedogênese
Ambientes Fortemente Instáveis	Pedogênese praticamente nula; ausência ou extrema rarefação da cobertura vegetal; incidência acentuada dos processos erosivos

Fonte: adaptado de Souza, 2000.

A partir da utilização do geoprocessamento, permitem-se a espacialização da informação e a manipulação dos dados, criando cenários diversos para uma mesma área, conforme seja a necessidade.

A esse propósito, a partir do final dos anos 1980, com o avanço da cartografia e do sensoriamento remoto, começou a popularização do uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), que consiste em um conjunto de ferramentas para capturar, reter, cruzar e visualizar dados (BURRGOUTH, 1986), ou ainda um sistema que direcione a decisão a ser tomada em um determinado ambiente (COWEN, 1988).

As técnicas de geoprocessamento, consoante Moura (2000), representam a probabilidade de trabalhar inúmeras variáveis antes muito difíceis, por causa do tipo de processo de análise que se implantava.

Com a Teoria Sistêmica, ainda de acordo com a autora, houve aproximação muito grande entre o modelo implantado (os cenários hipotéticos) e a realidade. Assim sendo, novos conceitos na área de geoprocessamento foram surgindo para acompanhar esta evolução (XAVIER-DA-SILVA, 1982).

Um desses conceitos é o de Modelo Digital de Ambiente (MDA). Informa Xavier-da-Silva & Zaidan (2004) que este modelo contém dados georreferenciados e todos os elementos hoje disponíveis da cartografia moderna, como imagens orbitais, modelos digitais de terreno, modelos de elevação e outros.

Na Geografia Física, a modelagem ambiental se faz necessária em projetos de análise geoambiental dentro de um sistema de informações geográficas. Este sistema informatiza, esquematiza, estrutura e, principalmente, localiza as informações contidas em um modelo.

O modelo de dados pode possuir a forma semântica ou geográfica. Na forma semântica, destacam-se os tipos de modelos classificados como E-R (Entidade-Relacionamento), mas possuindo também o modelo IFO (*Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects*), o modelo OMT (*Object Modeling Technique*) e o modelo OOA (*Object-Oriented Analysis*) (BORGES & DAVIS, 2001).

Estes dados na forma semântica apresentam restrições quanto à modelagem geográfica, porque os dados geográficos possuem necessidade de abstração e de relacionamento maior entre seus objetos. A partir destas necessidades, surgiram os modelos Geo-OMT e Geo-OOA (BORGES, 1997).

Os subsistemas ambientais identificados neste trabalho foram informatizados sob a forma de um modelo de dados geográficos denominados Geo-OMT.

O modelo de dados Geo-OMT foi criado por Borges (1997), percebendo a dificuldade em se modelar o dado geográfico com as representações de orientação. Elaborou-se uma adaptação do modelo OMT (*Object Modelling Technique*), criando outro tipo de classe que pudesse suportar a informação georreferenciada das características ambientais da área. Este modelo tornou-se, com efeito, o Geo-OMT.

Segundo Borges (1997), Borges *et. al.* (2000) e Borges & Davis (2001), um modelo de dados para ser considerado Geo-OMT precisa ter as seguintes características básicas:

- 1 possui seus objetos orientados, suportando os conceitos de classe, herança, objetos complexos e método;
- 2 modela e diferencia os diversos tipos de dados, fazendo uso de uma representação simbólica que possibilita a percepção imediata da natureza do objeto;
- 3 fornece uma visão integrada do espaço modelado, representando e diferenciando classes georreferenciadas e classes convencionais, assim como os diferentes tipos de relacionamento entre elas;
- 4 caracteriza as classes contínuas e discretas;
- 5 representa a interação dos objetos;
- 6 suporta as estruturas topologias de rede e “todo-parte”;
- 7 representa as relações espaciais, levando em consideração a forma geométrica da classe;
- 8 traduz as relações topológicas e espaciais em restrições de integridade espaciais;
- 9 representa os diversos fenômenos geográficos;
- 10 possibilita várias representações de uma mesma classe geográfica, conforme a escala e a percepção do objeto do mundo real;
- 11 é de fácil entendimento e representação;
- 12 utiliza o conceito de níveis de informação; e
- 13 é independente de implementação.

Ainda segundo Borges (*op. cit.*), Borges *et. al.* (2000) e Borges & Davis (2001), um modelo Geo-OMT possui como tripé as classes, os relacionamentos e as restrições de integridades espaciais, descritos na seqüência.

As classes podem ser convencionais ou georreferenciadas. As classes convencionais possuem atributos e algum tipo de relação com um objeto espacial, mas não têm propriedades geométricas. As classes georreferenciadas, além de possuir as características da classe convencional, encerram propriedades

geométricas. Estes dois tipos de classes representam os grupos de dados, que podem ser contínuos, discretos e não espaciais.

Os relacionamentos dentro de um Geo-OMT podem ser de associações simples, relações topológicas de redes e relações espaciais. As associações simples são os *links* entre diferentes classes; as relações espaciais são caracterizadas pelas relações topológicas métricas, ordinais e *fuzzy*; e as associações topológicas de rede são representados por nós e arcos interligados, no âmbito da estrutura de um SIG.

As restrições espaciais são representadas por uma série de características, de acordo com a topologia do dado, sua classe e os seus relacionamentos.

Os dados ambientais, com seus atributos e inter-relações, devem estar representados na diagramação do modelo de dados enquadrados em uma das três características descritas há pouco.

A modelagem ambiental oferece suporte às informações que são produzidas após a análise geossistêmica de uma determinada área. Este suporte procede-se com relação à qualidade e precisão cartográfica dos dados ambientais, e, entre estas informações geradas, está o cálculo da fragilidade ambiental.

Na década de 1990, surgiram alguns modelos para se determinar a fragilidade ambiental. Em âmbito nacional, destacam-se os modelos de Ross (1994), um com apoio no índice de dissecação do relevo e outro com arrimo nas classes de declividade. Têm-se, ainda, o modelo de Crepani *et al* (1996). Em âmbito cearense, destaca-se o modelo de Brandão (2003).

No entendimento de Ross (1994), a fragilidade ambiental pode ser obtida por meio do índice de dissecação do relevo, levando em consideração outras variáveis, como cobertura vegetal, tipo de solos e precipitação.

Neste modelo, estas variáveis recebem índices de 1 a 5 por intermédio de critérios essencialmente qualitativos, estabelecendo desde fragilidade muito fraca (1) até fragilidade muito forte (5).

A combinação destes algarismos indicará o grau de fragilidade ambiental da área. Sempre o primeiro dígito é que vai classificar a fragilidade ambiental da área. Se determinada área possui uma combinação 5111, vai ser mais frágil do que outra com a combinação 1555.

Ainda por intermédio de Ross (1994), a fragilidade ambiental também é mensurada por meio das classes de declividade, em conjunto com as outras variáveis, que são precipitação, tipo de solos e cobertura vegetal.

Quanto à metodologia para determinação das áreas mais frágeis ambientalmente, esta classificação não difere da taxonomia anteriormente proposta em Ross (op. cit.). Esta utiliza os mesmos critérios com relação à simbologia com os algarismos, critérios qualitativos para o emprego dos algarismos e a disposição destes.

No presente trabalho, após a descrição e caracterização dos subsistemas ambientais, executou-se a fragilidade ambiental dentro do modelo Geo-OMT, de acordo com os critérios propostos por Crepani *et al* (1996).

Este modelo proposto foi criado dentro do programa Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), tendo sido desenvolvido para o cálculo da fragilidade de acordo com a análise da Unidade Territorial Básica (UTB).

Crepani *et al* (1996) estabelecem três fases para a definição da fragilidade ambiental. A primeira é a definição das unidades homogêneas de paisagem, onde a homogeneidade no interior de uma mesma unidade é maior do que a homogeneidade entre as unidades.

Um território fragmentado é mais fácil de ser analisado, porém não se deixa de levar em conta a existência de uma correlação entre os fragmentos do território (CREPANI *et al*, 1996). Este estudo optou pela metodologia geossistêmica para a definição destas unidades homogêneas de paisagem, utilizando o nível de subsistemas ambientais.

A segunda fase é a elaboração do mapeamento temático da área de estudo, que deve conter os elementos geomorfológicos, pedológicos, climatológicos, geológicos e de cobertura vegetal/uso da terra.

Nesta etapa, são utilizados como base da execução do mapeamento os produtos derivados dos sensores remotos (imagens de satélite, fotografias aéreas, radares topográficos, entre outros), bem como os produtos existentes de uma cartografia básica, ocorrendo uma caracterização ambiental dos subsistemas ambientais definidos anteriormente.

Na terceira e última fase, é realizada a classificação da fragilidade ambiental dos subsistemas ambientais segundo suas características. Estas são

derivadas do mapeamento executado na etapa anterior (relevo, solos, rocha, clima e cobertura vegetal/uso da terra).

Cada uma das variáveis ambientais recebe um número que varia de 1 a 3. Um número próximo de 1 revela baixa fragilidade ambiental e um número próximo a 3 evidencia elevado grau de fragilidade.

Estes números são atribuídos seguindo critérios qualitativos, tornando-os, assim, quantitativos. A quantificação do critério da fragilidade ambiental torna o resultado da soma das cinco variáveis ambientais dividido por cinco, determinando o grau da fragilidade conforme a expressão matemática abaixo.

Equação 1: Cálculo da fragilidade ambiental.

$$\text{Fragilidade} = \frac{\text{NT geologia} + \text{NT geomorfologia} + \text{NT pedologia} + \text{NT vegetação} + \text{NT clima}}{5}$$

Onde:

NT=Nota da variável

Fonte: Adaptado de Crepani *et al* (1996).

Alguns trabalhos desenvolvidos na área da pesquisa abordam a temática da análise integrada, bem como as técnicas de geoprocessamento, modelagem ambiental e cálculo da fragilidade, descritas há pouco.

Dentre os ensaios mais relevantes, destaca-se o de Oliveira (2002), ao hierarquizar a paisagem segundo os parâmetros de solo, vegetação, clima e unidades topográficas. O resultado final, além de constatar a degradação dos parâmetros físicos e químicos do solo em diversas áreas da serra, executou uma compartimentação ambiental, onde foram diagnosticados três domínios biomorfoclimáticos, sete fases geomorfoedáficas e 27 unidades edáficas.

Freitas Filho *et al* (1996), estudando a bacia do rio Mundaú, setor leste da serra de Uruburetama, realizou um zoneamento ambiental, tendo como base técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. O resultado final apontou cinco geossistemas e vinte geofácies na área da bacia.

Toniolo e Kazmierczak (1998) também estudaram a bacia do rio Mundaú, mas com o objetivo diferenciado, o de diagnosticar a degradação ambiental por meio da realidade florestal, utilizando dados de uso e cobertura da terra. O trabalho identificou as áreas mais degradadas da bacia e as soluções para mitigação dos efeitos desta degradação. A principal solução, de acordo com os autores, é a seleção de espécies nativas para a recuperação da cobertura vegetal da área.

No setor norte da serra de Uruburetama, abrangendo o Município de Itapipoca, têm-se o trabalho de Oliveira (1998), executando um zoneamento agroecológico. Esse ensaio teve como base as informações do meio ambiente, como solo, relevo, clima, hidrografia, geologia, agregando-se também a informação do uso da terra. Foram identificadas, então, as unidades geossistêmicas de Planície Litorânea, Planície Fluvial, Glacis Pré-Litorâneos, Depressão Sertaneja e Maciço Residual e, dentro destas unidades, 13 geofácies.

No setor oeste da serra de Uruburetama, há o trabalho de Carvalho *et. al.* (2003), dissertando como analisar a vulnerabilidade à erosão das bacias dos rios Aracatiaçu e Aracatimirim. Utilizou-se o enfoque sistêmico tanto para a caracterização das unidades geoambientais como para a determinação da vulnerabilidade à erosão. No total, foram identificadas quatro classes de vulnerabilidade à erosão: moderadamente estável, medianamente estável/vulnerável, moderadamente vulnerável e vulnerável.

O Município de Irauçuba, setor sudoeste da serra de Uruburetama, foi objeto de vários trabalhos dentro da temática de degradação ambiental/desertificação. Destaca-se o trabalho de Lustosa (2004), realizando classificações morfológicas, micromorfológicas e mineralógicas do solo e relacionando-as com o processo de desertificação.

Sales (2004) estudou o núcleo de desertificação de Irauçuba, analisando-o sob três vertentes. A primeira foram os estudos climato-hidrológicos que caracterizaram a área como núcleo de aridez. A segunda foram os estudos morfopedológicos, que identificaram a influencia da forma de uso da terra ao impacto recebido pelo solo, e a terceira foram os estudos fitoecológicos na determinação da recuperação ambiental das áreas degradadas em razão do inadequado uso da terra.

Em pesquisa realizada na Folha Irauçuba, englobando grande parte da serra de Uruburetama, Brandão (2003) elaborou o cálculo de vulnerabilidade para determinar a erosão do solo. Utilizou como base o modelo proposto pelo Crepani *et al* (1996), porém com adaptações, principalmente no tocante à quantificação. Consoante Brandão (2003:35) exprime,

Cada tema foi avaliado separadamente e cada classe temática (unidade litológica, intervalo de declividade, tipo de solo, índice de intensidade pluviométrica e tipo de vegetação/uso do solo) foi ponderada (hierarquizada) através de notas, que variam dentro de uma escala de 1 a 10, conforme a menor ou maior influência na ocorrência dos processos erosivos.

Nesta lógica, foram distribuídas notas às classes temáticas segundo os graus de fragilidade natural à erosão, conforme proposto pelo autor no quadro 02.

Quadro 02: Vulnerabilidade ambiental à erosão do solo.

<b>Grau de Vulnerabilidade</b>	<b>Nota</b>
Muito Alta	9-10
Alta	7-8
Moderada	5-6
Baixa	3-4
Muito Baixa	1-2

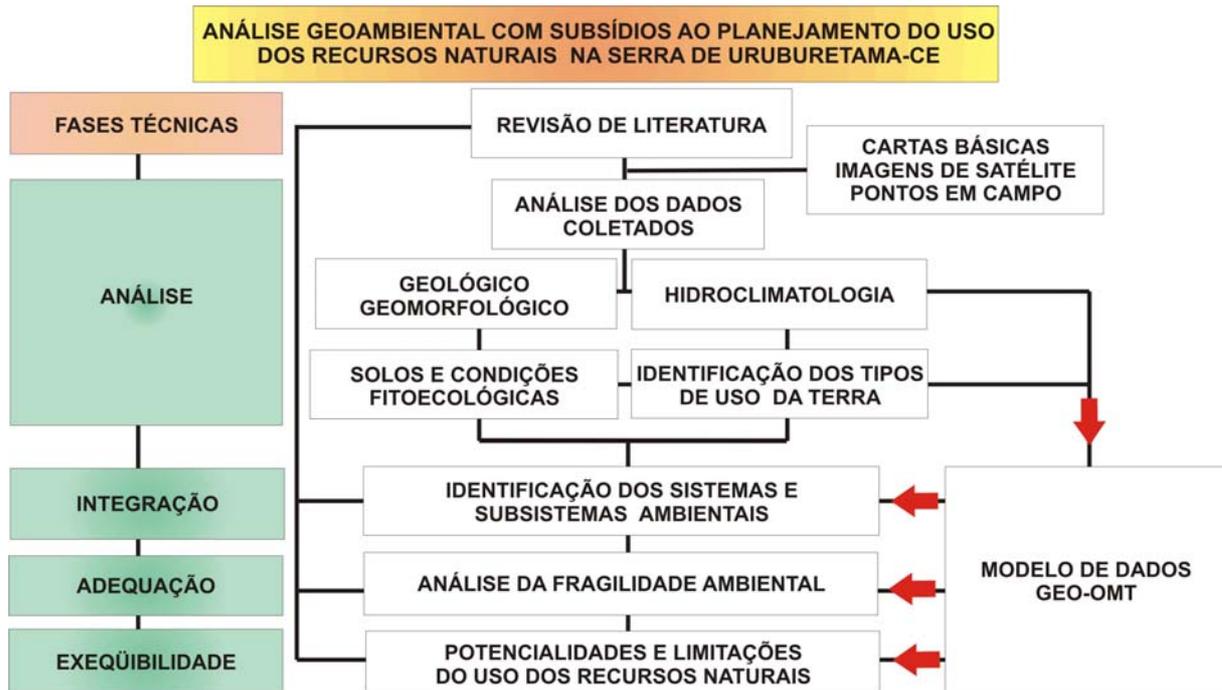
Fonte: Brandão (2003).

O resultado final expressa o grau de vulnerabilidade, isto é, quanto mais próximo de 1, menos vulnerável é o meio, e quanto mais próximo de 10, mais vulnerável é o meio.

## 2.2 Material e Método

Os procedimentos técnicos, que subsidiaram a execução da pesquisa, norteados pela metodologia apresentada, foram compostos das fases apresentadas na figura 01.

Na **fase de análise**, o banco de dados foi sendo montado, de acordo com a geração das variáveis. Nas fases de integração, adequação e exequibilidade, precisou-se dar as respostas no que diz respeito a delimitação dos sistemas ambientais, fragilidade ambiental segundo os sistemas e espacialização das propostas de manejo.



Fonte: Adaptado de Brito (2005) e Oliveira e Printz (2000).  
 Figura 01: Procedimentos técnicos.

Os dados ambientais que alimentaram o banco de dados foram gerados com o apoio de técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens, após um levantamento e tratamento dos materiais cartográficos, para compor a base cartográfica do trabalho e os produtos derivados dos sensores remotos. O material geocartográfico utilizado foi:

- 1 cartas topográficas folhas Itapipoca SA.24-Y-D-II, Paracuru SA.24-Y-D-III, São Luis do Curu SA.24-Y-D-VI e Irauçuba SA.24-Y-D-V todas na escala original de 1:100.000 em formato analógico e em formato digital do acervo do IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará), produzidas pelo Ministério do Exército-DSG (Divisão de Serviço Geográfico) e SUDENE (Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste).

As cartas em formato digital foram corrigidas geometricamente para ser reparado o erro posicional surgido após a vetorização das cartas do formato analógico. Essa correção geométrica foi efetuada no *software* Autocad Map 2002 por intermédio das coordenadas dos cantos da carta.

Após a execução desta etapa, as cartas analógicas foram escaneadas e convertidas em formato *.tiff* para a superimposição com os vetores digitalizados, corrigindo-se eventuais erros na representação cartográfica dos elementos, principalmente com relação a recursos hídricos e altimetria.

Foi atualizada a toponímia com relação às localidades que evoluíram para distritos, tendo sua forma de representação cartográfica corrigida. Também foi levantada a toponímia dos corpos hídricos que não existiam na execução do mapeamento básico;

- 2 atlas da CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), 2003;
- 3 a base de solos do Zoneamento Agroecológico do Estado do Ceará (SEAGRI, 1988);
- 4 carta de tipos climáticos de Brandão *et al* (2003);
- 5 o processo de uso e ocupação, da serra de Uruburetama, teve diagnosticadas sua estrutura e sua evolução histórica, junto aos órgãos públicos, como, IDACE (Instituto de Desenvolvimento Agrário do Ceará), INCRA (Instituto de Colonização e Reforma Agrária) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Em virtude de os dados primários de uso da terra, por município, só existirem a partir de 1974<sup>1</sup>, a série histórica analisada estende-se de 1974 a 2004. A tabulação dos dados foi executada de dois em dois anos.

Foram contemplados os Municípios de Irauçuba, Itapajé, Itapipoca e Uruburetama, uma vez que possuem porções significativas de terras dentro da serra de Uruburetama;

- 6 imagens de satélite Landsat 7 (figura 02) sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper plus*), composição colorida falsa cor *red*(R), *green*(G) e *blue*(B) nos canais 5, 4, 3 respectivamente, com a resolução espacial de 30 metros, do segundo semestre de 2002, órbitas-ponto 217-63 e 217-62.

A composição RGB das duas cenas do Landsat passou por uma transformação IHS com o canal 8. A resolução espacial do resultado

---

<sup>1</sup> As publicações do IBGE *Produção Agrícola Municipal (PAM)* e *Produção da Pecuária Municipal (PPM)* tem início no ano de 1974, sendo realizada anualmente.

desta operação foi de 15 metros. Após essa fase, foram realizados o mosaico e o recorte das cenas conforme a área de trabalho.

Os pontos de controle para o registro desta imagem foram extraídos em campo com auxílio de aparelho GPS, com um erro-padrão estimado (EPE) de 5 metros;

- 7 imagens de satélite Cbers (figura 03) sensor CCD (Câmera Imageadora de Alta Resolução), órbita-ponto: 151/104 e 152-104 de 14/11/2006. Composição colorida falsa cor RGB nos canais 2, 3 e 4 e 4, 3 e 2 variando conforme foi o comportamento espectral dos alvos. A resolução espacial é de 20 metros e também teve seus pontos de controle extraídos da mesma forma que a imagem Landsat de 2002; e
- 8 imagem de satélite Landsat 1 (Figura 04), órbita-ponto: 233-62 de 23/08/1975. Composição colorida falsa cor RGB nos canais 4, 5 e 6.

Para a representação cartográfica atender os objetivos especificados, o passo seguinte foi a definição da escala de trabalho.

Em ambiente de serra, é sabido que a extensão territorial dos imóveis rurais é pequena, e entre uma propriedade e outra existe uma variação dos tipos de uso da terra, principalmente nas áreas rebaixadas embutidas entre níveis residuais mais elevados.

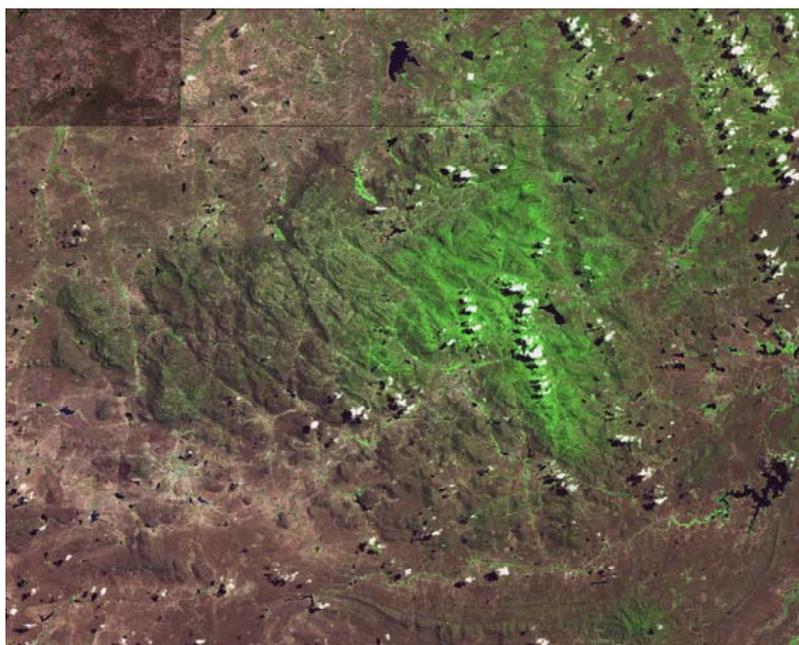


Figura 02: Imagem de satélite Landsat-7.

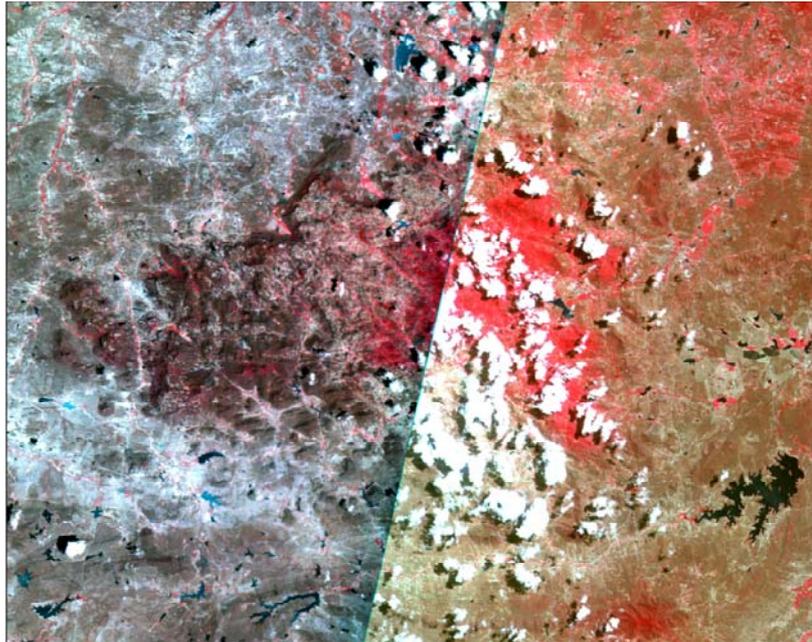


Figura 03: Imagem de satélite Cbers-2.

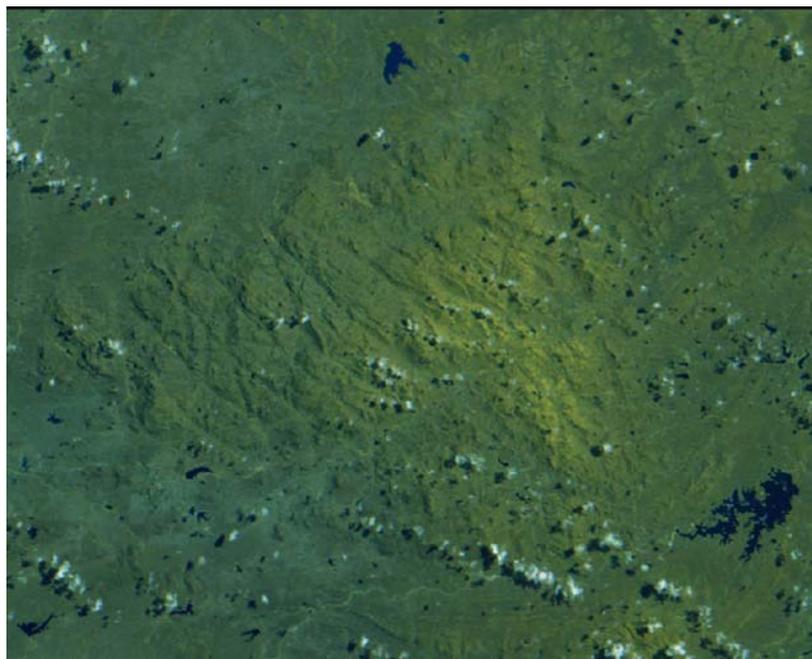


Figura 04: Imagem Landsat-1.

Para a confecção do mapeamento de acordo com a tipologia evidenciada em campo, a menor extensão territorial mapeável foi estabelecida em 30m lineares, ou seja, 900m<sup>2</sup>.

Com a determinação da extensão do menor alvo mapeável, foram aplicados os parâmetros de Silva (2004) para a definição da escala de trabalho, expressos pela equação 03:

Equação 03: Cálculo da escala.

$$M = \frac{Em}{0,0002m} = \frac{30m}{0,0002m} = \frac{300.000}{2} = 150.000$$

Fonte: Adaptado de IBGE (2004).

Onde: M=escala

Em= tamanho mínimo do objeto mapeável

A escala definida em 1:150.000 serviu de base para a identificação da chave de interpretação das imagens de satélite, na qual foi utilizado o *software* Spring 4.3.

Para a interpretação da imagem de satélite, é necessária uma associação do alvo detectado na imagem com a realidade de campo, originando o que é chamado de chave de interpretação (TONIOLO, 1994).

Essa chave de interpretação é uma das bases para definir a legenda do mapeamento a ser utilizada e é determinada em função, principalmente, do objetivo do trabalho, da escala a ser usada para o levantamento e também da época de obtenção da imagem (TONIOLO, 1996).

A chave é elaborada a partir de amostras locais nas diferentes feições dos alvos existentes na imagem, sendo estas amostras, posteriormente, comparadas com a realidade de campo. Em campo, são anotadas as características que se denominam de critérios de interpretação. Estes critérios são: cor do alvo na imagem, tonalidade, textura, forma e sombras (SILVA FILHO *et al.* 1998).

A partir daí, foi executada a atualização da base cartográfica já corrigida na etapa anterior, principalmente com relação aos espelhos d'água implementados, e com a definição da chave de interpretação específica para cada um dos temas listados a seguir:

- 1 Geologia/geomorfologia - a geologia foi analisada com base nos dados do Atlas da CPRM (2003), que possui escala original de 1:500.000. Posteriormente, esta escala foi adequada para a escala do estudo, compilando do mapeamento realizado por Brandão *et al* (2003) e a interpretação da imagem de satélite realizada de forma visual, tendo como alvos principais os depósitos Quaternários e a Formação Barreiras.

Estes alvos se caracterizam por possuírem baixa rugosidade, coloração bem definida entre marrom-escuro e verde. Suas disposições ocorrem geralmente ao longo dos cursos d'água ou em áreas mais rebaixadas, se comparadas com o entorno quando dentro da área de serra, ou, ainda, paralelos à linha de costa.

O mapa geomorfológico foi elaborado a partir da interpretação visual de imagem de satélite Landsat, sendo considerada a combinação das características de tonalidade, textura e forma dos elementos a serem mapeados.

Nesta fase, a imagem Landsat passou por uma restauração, utilizando o *software* Spring 4.3. Com isso sua resolução espacial aumentou para 7,5 metros. Esta restauração foi efetuada para melhor delimitação dos tipos de vertentes dentro da serra.

Em locais mais específicos, para melhor delimitação dos limites das unidades geomorfológicas, utilizou-se a imagem Landsat na forma monocromática, porque os tons de cinza refletem melhor a topografia do terreno;

- 2 pedologia - o mapeamento de solos produzido teve como base o Zoneamento Agroecológico do Estado do Ceará (SEAGRI, 1988). Executou-se a compatibilização com a escala de trabalho a partir das formas de relevo mapeadas anteriormente e dos perfis de solo analisados por Oliveira (2002).

As áreas classificadas como planícies fluviais, alvéolos e tabuleiros interiores tiveram seus limites cartográficos impostos na base com a informação pedológica correspondente a estes tipos de feições geomorfológicas.

A delimitação das vertentes da serra mapeadas na etapa anterior serviu para a correção dos limites das ocorrências pedológicas, de acordo com a interpretação visual da imagem de satélite;

- 3 hidroclimatologia - a carta de tipos climáticos foi adaptada de Brandão *et al* (2003), com base nos dados dos postos pluviométricos disponibilizados pela FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) e de acordo com a resposta espectral da vegetação na imagem Landsat, sobretudo nos setores norte e leste.

Para caracterização dos tipos climáticos, utilizou-se a classificação proposta por Strahler (1969) em conjunto com os dados gerados pelo cálculo do balanço hídrico, utilizando o *software* Varejão-Silva (1990);

- 4 cobertura vegetal / uso da terra – 2005, foi elaborada a interpretação digital da imagem de satélite Landsat, restaurada para facilitar na diferenciação dos alvos, já que o tema uso da terra foi o que englobou as menores ocorrências espaciais deste trabalho.

Esta interpretação foi efetuada mediante uma segmentação em ambiente Spring 4.3. Este procedimento utiliza a assinatura especial de cada *pixel* para classificar as regiões homogêneas. O método mais apropriado foi o crescimento de regiões, pelo qual só se agrupam as regiões que estão espacialmente vizinhas, de acordo com os parâmetros de similaridade do *pixel* e tamanho da região (INPE, 2006). O nível de similaridade utilizado foi de 8 *pixels* e a região de 30 *pixels*. A imagem segmentada foi “mosaicada” para uma categoria temática e a classificação das regiões realizada visualmente com base nas chaves de classificação coletadas em campo em locais predeterminados.

As classes que foram utilizadas neste mapeamento são (FERNANDES, 1998): caatinga arbustiva aberta associada a solo exposto, caatinga em pousio/regeneração, culturas temporárias, culturas permanentes, culturas temporárias/permanentes, mata úmida e água.

Para a diminuição dos erros temporal e espacial, realizou-se a classificação com base na imagem Landsat, posteriormente comparada com a imagem do Cbers, nos locais sombreados ou com nuvens.

A imagem do Cbers, também sendo restaurada, fez aumentar a resolução espacial para 10 metros, com sua interpretação feita exclusivamente de forma visual;

- 5 cobertura vegetal / uso da terra – 1975, a imagem Landsat 1 foi registrada com pontos de controle baseados na imagem Landsat 7. Realizou-se uma segmentação para a determinação das regiões homogêneas, ou seja, com a mesma forma de uso. O nível de similaridade foi de 1 *pixel* e da região de 4 *pixels*.

Estes níveis de região e similaridade tão baixos decorrem da reduzida resolução espectral da imagem (90 m). A imagem segmentada foi “mosaicada” para uma categoria temática e a classificação das regiões realizou-se de forma visual.

Para a realização das chaves de interpretação na escala de 1:150.000, foram utilizadas entrevistas com a população local, em conjunto com as classes de uso da terra existentes no mapeamento básico da SUDENE.

As classes determinadas para este mapeamento foram (FERNANDES, 1998): caatinga arbustiva aberta associada a solo exposto, caatinga conservada/mata seca, culturas temporárias/permanentes, mata úmida, pecuária extensiva associada ao extrativismo vegetal, sombra e água.

A classe sombra não pôde ser excluída em virtude de não haver na literatura cartográfica procedimentos técnicos concisos para tal; e

- 6 declividade - as classes de declividade foram extraídas das cartas topográficas da SUDENE. O atributo altimétrico foi posto em cada curva de nível de forma manual.

Produziu-se um modelo de malha triangular irregular, em que os vértices do triângulo são pontos da curva de nível. Esta modelagem fornece subsídios para se medir a declividade da rampa (em graus) em relação ao eixo x. Após feita a correlação entre graus e porcentagem, foram localizadas as áreas de proteção permanente que serão úteis na geração da carta propositiva de uso da terra.

Efetuiu-se a checagem de campo em pontos predeterminados por meio do clinômetro.

Na **fase de integração**, foram identificados, delimitados e caracterizados os sistemas ambientais da serra de Uruburetama. Na identificação, foi preponderante o elemento geomorfológico interpretado na etapa anterior, por espacializar toda a dinâmica ambiental na delimitação do objeto cartográfico. Os demais temas foram importantes na delimitação e caracterização dos subsistemas ambientais.

O nível de estabilidade foi determinado por critérios qualitativos explicitados no procedimento teórico, posteriormente adicionados à tabela dos sistemas ambientais mediante um campo identificador com o atributo na forma de texto.

Na **fase de adequação**, com os sistemas ambientais já definidos, será identificada a fragilidade ambiental com base em Crepanil *et. al.* (1996). O modelo aplicado será o Geo-OMT.

O cálculo da fragilidade ambiental foi executado a partir do cruzamento dos dados ambientais. Cada dado ambiental tem um campo numérico onde está quantificado o grau da fragilidade de acordo com os critérios qualitativos, tornando-os assim quantitativos.

Com o relacionamento dos campos numéricos, a tabela resultado desta etapa possui, além do campo identificador relacional com a feição cartográfica, cinco campos numéricos que são os resultados dos cinco temas que fazem parte do cálculo (geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal /uso da terra e a hidroclimatologia).

A fragilidade ambiental é a equação 01, exposta na página 26, cujo resultado é um novo campo numérico composto do somatório dos cinco campos numéricos existentes na tabela dividido por 5. Este resultado foi analisado conforme os parâmetros adaptados de Spröl (2004) e Crepanil *et. al.* (1996) .

Na **fase de exeqüibilidade**, foram determinadas as potencialidades e limitações de cada subsistema ambiental. Para a execução desta etapa, foram utilizados os dados da fase de análise e a caracterização dos sistemas ambientais.

Em seguida, foram cruzados o mapeamento dos sistemas ambientais e o cálculo da fragilidade para a identificação das áreas de maior fragilidade ambiental dentro de cada subsistema.

O critério de estabilidade e a caracterização ambiental do subsistema indicaram as propostas de manejo a serem adotadas e o grau da fragilidade recomendará o local onde a proposta deve ser implantada, excluindo-se as áreas de preservação permanente.

O resultado desta fase foi composto de um tema que possui atributos de texto e numéricos. Os atributos de texto são as classificações do subsistema, os graus de estabilidade ambiental e fragilidade e as propostas de manejo que serão desenvolvidas.

O sistema de informação geográfico utilizado para o geoprocessamento das informações é o Spring 4.3, onde, a partir da criação de um banco de dados, foram criadas quatro categorias, sendo cada categoria e seus planos de informação apresentados no quadro 03.

Quadro 03: Composição do geodatabase.

<b>Categorias</b>	<b>Planos de Informação</b>
Base cartográfica	Limite estadual Limite municipal Sede urbana Sedes distritais Estrada pavimentada Estrada não pavimentada Rios e riachos Açudes e lagoas Curva de nível intermediária Curva de nível mestre Ponto cotado Toponímia
Dados ambientais	Geologia Geomorfologia Pedologia Cobertura vegetal/uso da terra Hidroclimatologia Declividade Áreas de preservação permanente
Integração	Sistemas ambientais
Adequação	Fragilidade ambiental
Exeqüibilidade	Proposições para o uso dos recursos naturais

Cada fase do estudo teve seu projeto independente, porém em relação às especificações de projeção e do sistema de coordenadas, foi utilizada a projeção Universal Transversa de Mercator; o *datum* horizontal foi o South American 1969. O sistema de coordenadas é planas em metros, com a área dentro do fuso 24.

### 3 USO E OCUPAÇÃO DA SERRA DE URUBURETAMA

#### 3.1 As condições de ocupação

Uruburetama, palavra de origem tupi, significa “terra de urubus”. A serra adquiriu este nome não por causa da presença destas aves no local, e sim por conta das primeiras referências, em janeiro de 1607, quando por esta serra transitaram os padres Francisco Pinto e Luiz Figueira. Seriam terras, segundo refere o padre Figueira, aquelas nas quais deveriam estar reunidas todas as pragas do Brasil. Fazendo então alusão às pragas, chamou-a serra de Uruburetama (PMU, 1998).

O histórico de ocupação teve como base a análise do povoamento dos municípios que compuseram a serra de Uruburetama no início do século XIX, de acordo com a Enciclopédia dos Municípios Brasileiros (IBGE, 1959).

As terras que hoje pertencem à serra de Uruburetama faziam parte, apenas, dos Municípios de Itapajé, Itapipoca e Uruburetama. O Município de Irauçuba só foi emancipado de Itapajé no ano 1957.

No Município de Itapipoca, o núcleo municipal desenvolveu-se a partir do cultivo de algodão em suas vertentes e na estocagem das colheitas em grandes galpões construídos no sopé da serra.

Na segunda metade do século XIX, as grandes colheitas de algodão coincidiram com a guerra abolicionista dos Estados Unidos, fazendo com que a produção agrícola do Município de Itapipoca auferisse o mercado externo. Foi nesta época que o núcleo se desenvolveu ainda mais, sendo instituído como vila com o nome de Imperatriz. Após alguns anos, o nome original de Itapipoca foi-lhe restaurado.

O Município de Uruburetama tem origem no período colonial, quando a Metrópole (Portugal) concedeu terras, “sesmarias”, ao capitão-mor Bento Coelho de Moraes, em 19/11/1720. Em 1750, partes destas semarias foram doadas à Igreja, que ficou com um quarto das terras. Em 1855, foi criado o sítio São João do Arraial, sob administração da freguesia de Imperatriz (Itapipoca).

Em 1869, o arraial foi elevado à categoria de Vila, em 1890 desmembrou-se e voltou a ser anexado a Itapipoca em 1898. Em 1899, o desmembramento foi restaurado e a Vila recebeu o nome de São João de Uruburetama; em 1931, a Vila passa à categoria de Município, como o nome de Uruburetama.

Em 1958, 40% da produção agrícola do Município de Uruburetama era comercializada com a cidade de Fortaleza. Isso fez com que houvesse um tráfego de caminhões intenso para a época, inclusive com linha regular de transporte rodoviário entre as cidades e, como consequência, uma subordinação relativa ao comércio atacadista, fazendo com que o seu desenvolvimento fosse voltado para atender as necessidades agrícolas da cidade de Fortaleza. A partir disso, o Município de Uruburetama, desde meados do século XX, é irradiado economicamente por esta cidade.

O histórico de ocupação da serra se enlaça com a história do Município de Itapajé, já que o Município de Itapipoca mantinha relações apenas exploratórias com a serra a partir do cultivo de algodão, e o Município de Uruburetama sempre foi muito subordinado ao Município de Fortaleza, também mantendo relações com a serra apenas para o aproveitamento agrícola.

A ocupação na serra de Uruburetama disseminou-se a partir do núcleo de Itapajé, com a ocupação das terras tanto do próprio município como das terras que pertencem aos Municípios de Itapipoca, Uruburetama e Irauçuba.

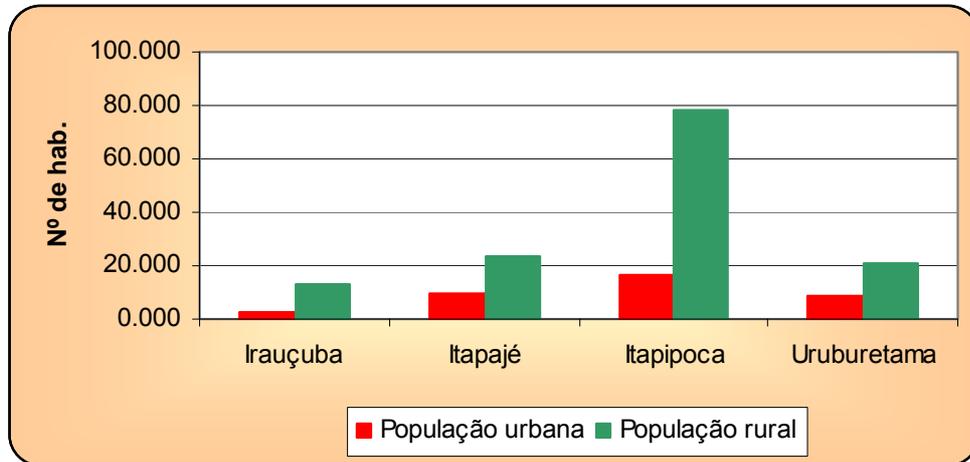
O frade capuchinho Vidal da Penha percorreu a serra de Uruburetama e por onde passava era erguida uma cruz. Estabeleciam-se as povoações e arraiais no início do século XVIII. Em dezembro de 1837, a povoação de Santa Cruz de Uruburetama recebera terras doadas por Francisco Cunha Linhares para a construção da capela de Nossa Senhora da Penha, no mesmo local onde anteriormente o Capuchinho erguera uma cruz.

Após, a povoação foi elevada à categoria de Vila e o Município se denominou Santa Cruz da Uruburetama, em 1850, mas, com o crescimento da povoação do Riacho do Fogo, a sede da vila foi transferida em 1862 para o local do antigo riacho do fogo, que passou a denominar-se São Francisco de Uruburetama. A denominação de Itapajé só foi imposta em 1943.

A partir do histórico do povoamento da serra de Uruburetama, ora descrito com base nos municípios abrangentes, a dinâmica populacional, a partir dos anos 1970 a 2000, tem configuração diferenciada.

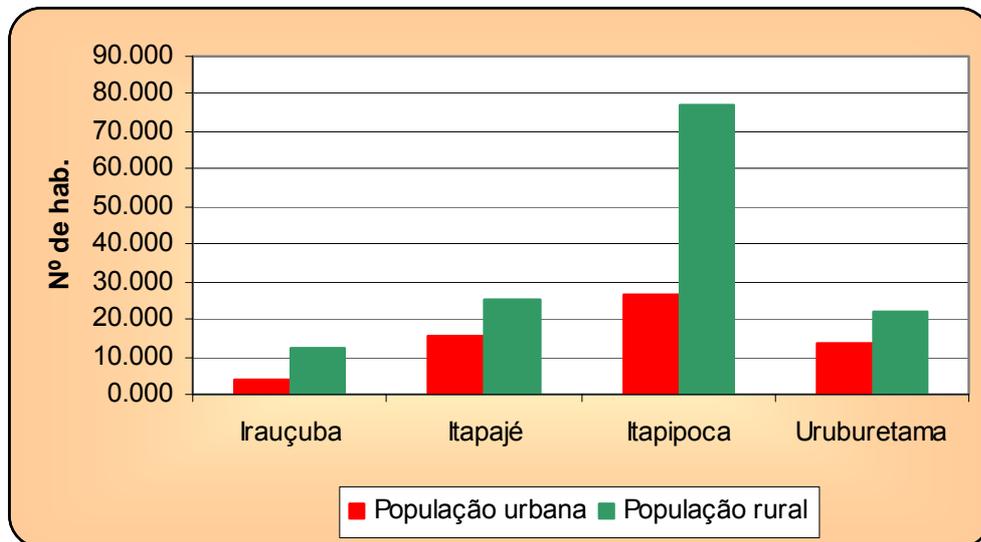
Em 1970 (figura 05), era nitidamente superior o número de pessoas morando na zona rural. Em Irauçuba, 16,78% da população residiam na zona urbana, enquanto 83,21% na zona rural. Em Itapajé, 29,51% da população moravam em áreas urbanas enquanto 70,49% em área rural. Em Itapipoca, 17,57% da

população residiam na zona urbana, enquanto 82,43% na zona rural e, por último, em Uruburetama, 29,08% da população eram de áreas urbanas, enquanto 70,92% eram de áreas rurais.



Fonte: Censo Demográfico, IBGE (1970).  
Figura 05: População rural e urbana em 1970.

Em 1980 (figura 06), a proporção entre a população rural e urbana diminuiu de maneira generalizada nos quatro municípios estudados, mas ainda ocorria supremacia da população residente em áreas rurais.



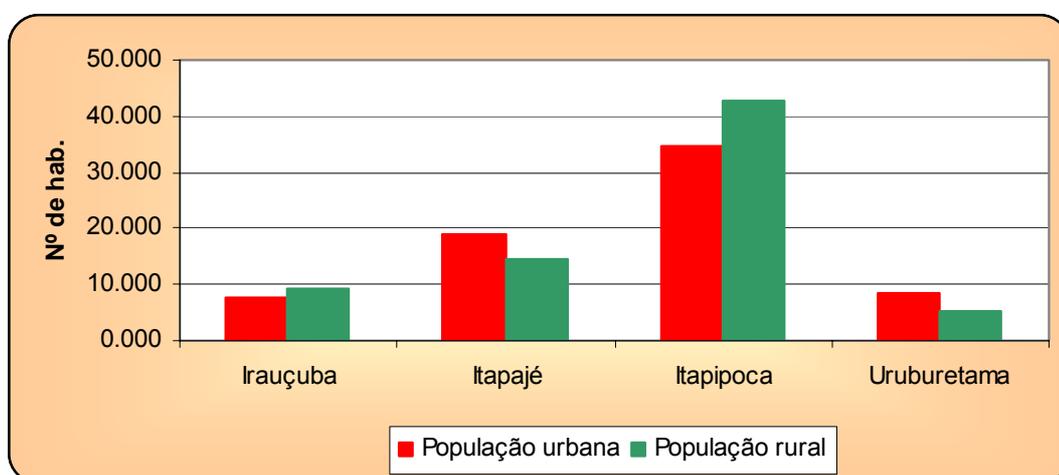
Fonte: Censo Demográfico do IBGE (2000).  
Figura 06: População rural e urbana em 1980.

Em Irauçuba, 25,04% da população era urbana, enquanto 74,96% da população ainda residiam em áreas rurais. Em Itapajé, 37,66% eram residentes da zona urbana e 62,34% da zona rural. Em Itapipoca, 25,73% da população eram da

zona urbana, enquanto 74,27% da zona rural e, em Uruburetama, 38,12% moravam em áreas urbanas e 61,88% residiam em áreas rurais.

No início da década de 1990 (figura 07), confirma-se a tendência de declínio da população rural, diagnosticada na década de 1980. A população urbana já é superior à população rural em Itapajé e Uruburetama.

Em Irauçuba, a população urbana era de 44,91% e a rural era de 55,09%. Em Itapajé a população urbana era de 56,38% e a população rural era de 43,62%. Em Itapipoca a população urbana registrava 44,87%, enquanto a rural era de 55,13% e, em Uruburetama, a população urbana era de 61,35%, enquanto a rural declinou para 38,65%.

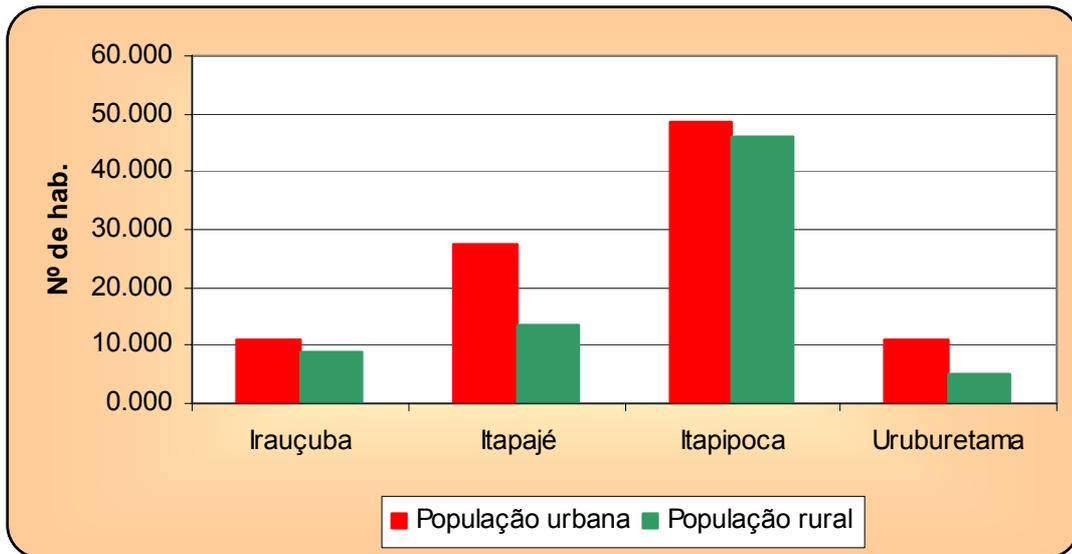


Fonte: Censo Demográfico do IBGE (2000).  
Figura 07: População rural e urbana em 1991.

No século XX (figura 08), confirma-se a tendência de aumento da população urbana nos quatro municípios estudados e, conseqüentemente, o declínio, de forma generalizada, da população rural.

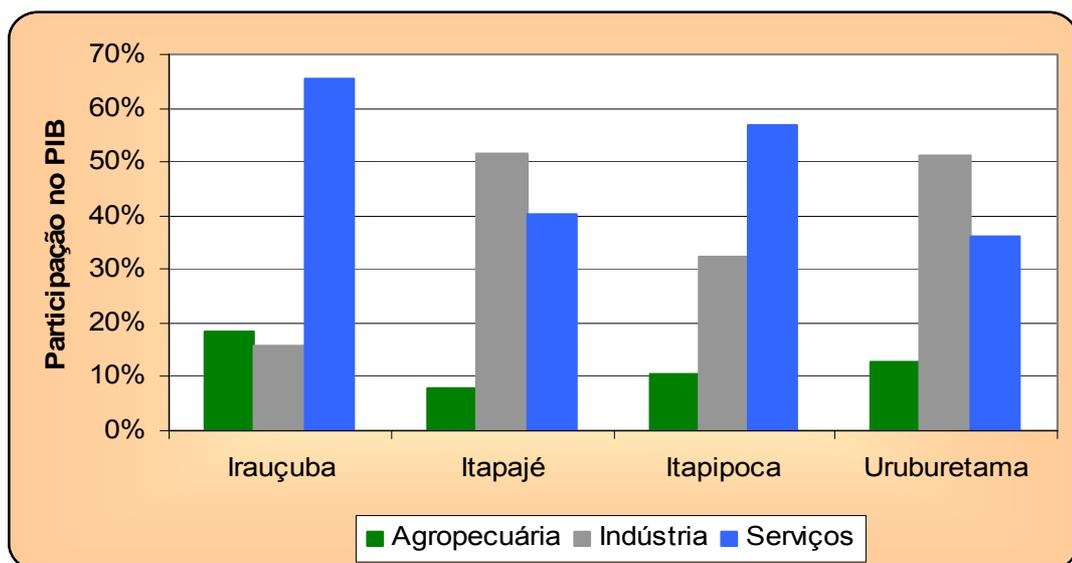
Em Irauçuba, a população urbana tornou-se superior à população rural, 55,59% da população é urbana e 44,41% da população é rural. Em Itapajé, 66,82% da população é urbana e 33,18% rural. Em Itapipoca, a população urbana também supera a população rural, a urbana é de 51,37% e a rural é de 48,63% e, por último, em Uruburetama, 67,93% da população é rural e 32,07% da população é urbana.

Conseqüentemente, com este aumento da população urbana, os indicadores econômicos destes municípios evidenciam uma participação maior do setor de serviços e do setor de indústria, atividade praticada essencialmente em centros urbanos, e a participação reduzida do setor da agropecuária, atividade praticada na área rural.



Fonte: Censo Demográfico do IBGE (2000).  
 Figura 08: População rural e urbana em 2000.

De acordo com a figura 09, o setor da agropecuária é o que possui menor participação no PIB. Em Irauçuba, representa apenas 18,49%, em Uruburetama representa 12,8%, em Itapipoca 10,71% e, em Itapajé, é o menor registrado, com apenas 7,98%. Enquanto isso, o setor de serviços é o que possui maior participação no PIB em dois municípios, Irauçuba e Itapipoca, com um total de 65,66% e 56,81%, respectivamente. E o setor de indústria possui a maior participação em Itapajé, com 51,7%, e em Uruburetama com 51,06%.



Fonte: IPECE, 2003.  
 Figura 09: Produto Interno Bruto (PIB).

### 3.2 Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária pode ser analisada de acordo com os dados do IBGE, que são os censos agropecuários, ou com os dados levantados pelo INCRA, sintetizados no cadastro das propriedades (ALENCAR, 2005).

Utilizando os dados cadastrais do INCRA, por serem mais recentes, foi executada a classificação das propriedades com base em sua extensão territorial, em pequena, média e grande propriedade. E, após, tabulados os dados das áreas produtivas e improdutivas, segundo os municípios.

O INCRA realiza a classificação com base na extensão, apoiado na unidade módulo fiscal. Propriedade rural entre um e quatro módulos fiscais é classificada como pequena. Propriedade entre quatro e 15 módulos fiscais é classificada como média e acima de 15 módulos fiscais é considerada grande propriedade.

Ainda na lição de Alencar (2005), a definição de módulo fiscal é executada no Estatuto da Terra, dizendo o seguinte (Art. 50: §2º):

*O módulo fiscal de cada Município, expresso em hectares, será determinado levando-se em conta os seguintes fatores: a) o tipo de exploração predominante no Município: I - hortifrutigranjeira; II - cultura permanente; III - cultura temporária; IV - pecuária; V - florestal; b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; c) outras explorações existentes no Município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; d) o conceito de "propriedade familiar", definido no item II do artigo 4º desta Lei.*

Como o conceito de módulo fiscal está imbricado com o de propriedade familiar, o Estatuto da Terra definiu propriedade familiar como (inciso II do Art. 4):

*Imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área fixada para cada região e tipo de exploração e eventualmente trabalhado com ajuda de terceiros.*

Conforme exposto, a área do módulo fiscal é fixada para cada região. Com isso as áreas das pequenas, médias e grandes propriedades alteram-se entre os municípios. Portanto, fez-se necessário que a tabulação dos dados seja realizada por município.

No Município de Irauçuba, por exemplo, um módulo fiscal corresponde a 55 hectares. Em Itapipoca, corresponde a 50 hectares. No Município de Itapajé, o

módulo fiscal equivale a 45 hectares e, em Uruburetama, tem-se menor módulo fiscal, com 35 hectares<sup>2</sup>.

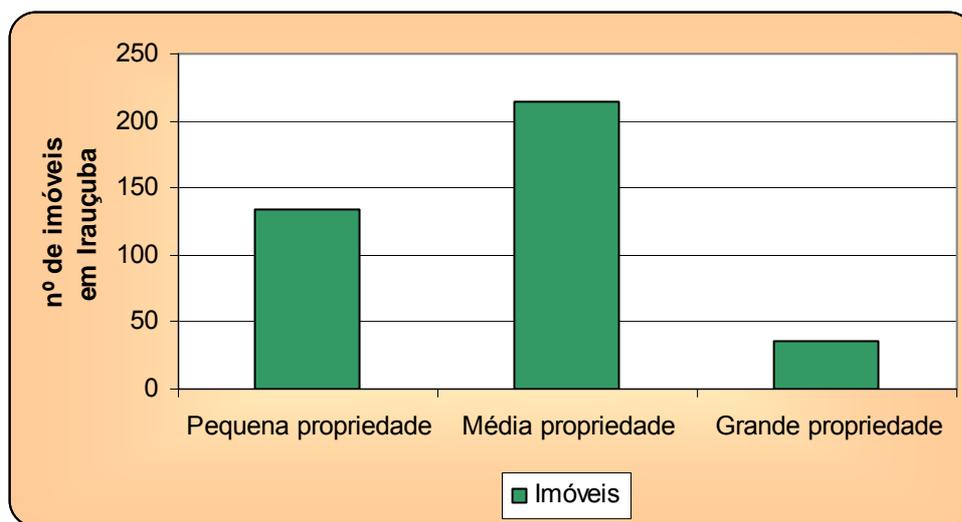
A estrutura fundiária dos municípios que compõem a área de estudo configura-se então da forma exposta a seguir.

No Município de Irauçuba, existem 134 pequenas propriedades, perfazendo um total de 2.756 ha. Destas, 50 propriedades são produtivas, com 268 ha, e 84 propriedades são improdutivas, com 2.488 ha.

As médias propriedades, no Município de Irauçuba, cobrem 35.950 ha, divididos em 214 imóveis. Destes imóveis, 101 são produtivos, com 7.558 ha, e 113 são improdutivos, com 28.392 ha.

Em Irauçuba, as grandes propriedades possuem apenas 36 imóveis, mas recobrem 42.459 ha. Entre as grandes propriedades, existem 21 produtivas, possuindo 14.220 ha, e 15 improdutivas, possuindo 28.239 ha.

As figuras 10 e 11 evidenciam a estrutura fundiária do Município de Irauçuba por imóveis e por extensão rural, respectivamente. Nota-se a predominância das médias propriedades e pequenas propriedades no número de imóveis, no entanto, isto não é refletido nas áreas ocupadas por estas classes, onde prevalecem as grandes propriedades.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

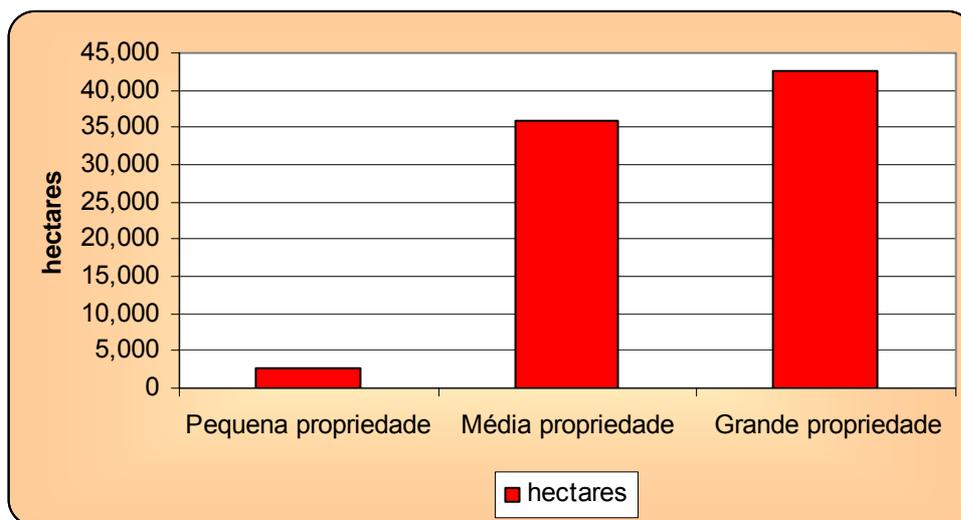
Figura 10: Número de imóveis, segundo as classes, em Irauçuba.

Ao todo, no Município de Irauçuba, existem 59.119 de hectares improdutivos. Proporcionalmente, as grandes propriedades têm 47,76% das terras

<sup>2</sup> Dados disponíveis na sede do INCRA-CE.

improdutivas, as médias propriedades possuem 48,02% de terras improdutivas e as pequenas propriedades apenas 4,22% do total das terras improdutivas.

Executando-se uma análise em cada classe de propriedade, notam-se as pequenas propriedades com 90,27% de suas terras improdutivas. As médias propriedades detêm 78,97% de sua área improdutiva, enquanto as grandes propriedades possuem 66,25% de terras improdutivas.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

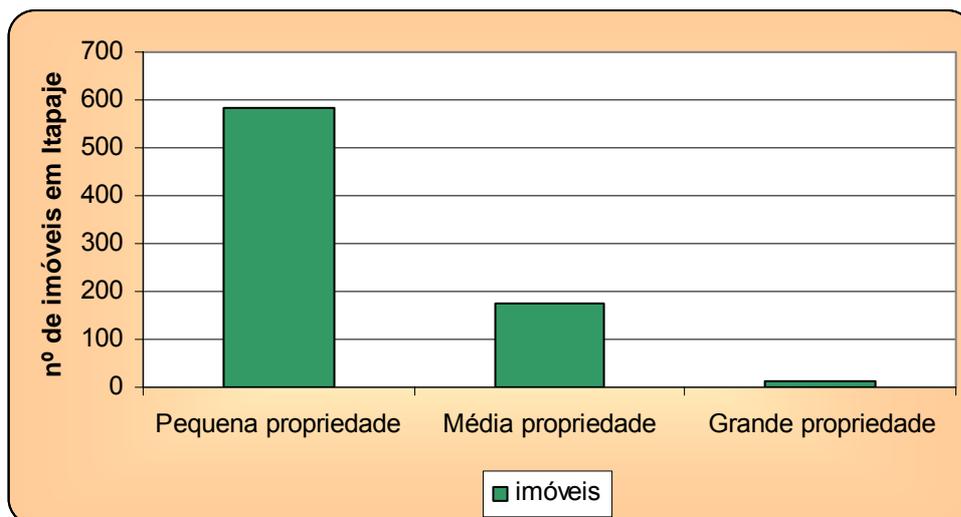
Figura 11: Hectares ocupados pelos imóveis, segundo as classes, em Irauçuba.

Em Itapajé, as pequenas propriedades possuem 9.795 hectares distribuídos entre 584 imóveis. Destes imóveis, 246 são produtivos, com 1.434 hectares, e 338 são improdutivos, com 8.361 hectares.

As médias propriedades de Itapajé possuem 177 imóveis distribuídos em 21.216 hectares. As propriedades produtivas possuem 7.198 hectares, com 102 imóveis, e as propriedades improdutivas possuem 14.018 hectares, com 75 imóveis.

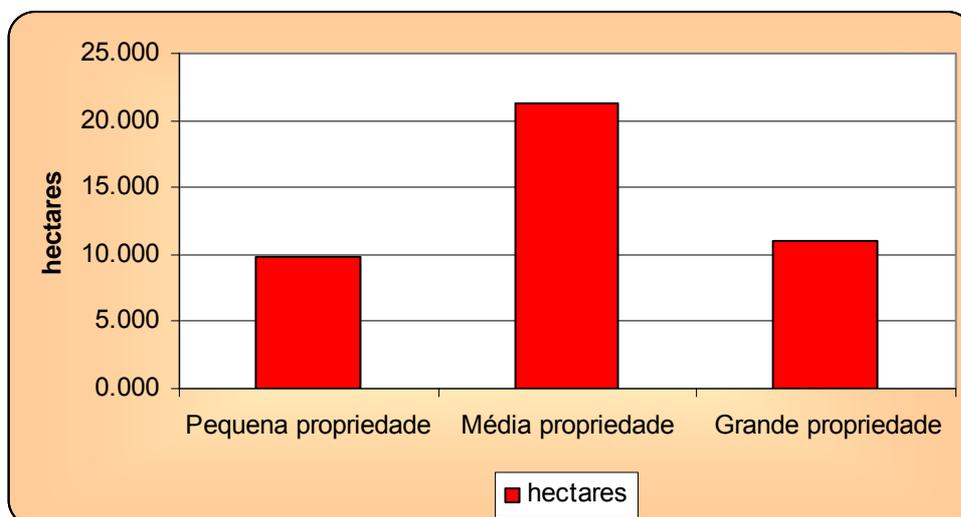
As grandes propriedades, em Itapajé, constam de 11 imóveis, perfazendo 11.012 hectares. As propriedades produtivas são nove imóveis, com 6.216 hectares, e as improdutivas são dois imóveis, com 4.796 hectares.

As figuras 12 e 13 ilustram a estrutura fundiária em Itapajé com relação ao número de imóveis e a área ocupada. Ocorre a predominância, em quantidade, dos imóveis de pequena propriedade, no entanto, quando são comparadas as áreas, esta classe é a que possui menor abundância.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

Figura 12: Número de imóveis, segundo as classes, em Itapajé.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

Figura 13: Hectares ocupados pelos imóveis, segundo as classes, em Itapajé.

As terras improdutivas em Itapajé, ao todo, são 27.175 hectares. As pequenas propriedades possuem 30,76% destas terras, as médias propriedades possuem 51,58% destas áreas e as grandes propriedades detêm 17,66% de terras improdutivas.

Analisando dentro de cada classe, percebe-se que as pequenas propriedades possuem 85,35% de terras improdutivas, as médias propriedades possuem 66,07% de terras improdutivas e as grandes propriedades detêm 43,55% de terras improdutivas.

Nos municípios de Irauçuba e Itapajé, este alto índice de improdutividade nas pequenas propriedades é consequência de uma série de fatores, observados em campo. Historicamente, as pequenas propriedades detêm os piores solos. O

agricultor necessita, então, cultivar todo seu terreno para suprir a deficiência do solo e produzir uma quantidade que gere renda para a família durante todo o ano. Geralmente, para esta produção, são incorporadas terras protegidas legalmente.

Junte-se a isso a dificuldade do pequeno produtor em reunir valor a sua produção, a escassez de incorporação tecnológica e a não-aplicação de técnicas menos agressivas à natureza por causa de limitações, eminentemente de ordem econômica.

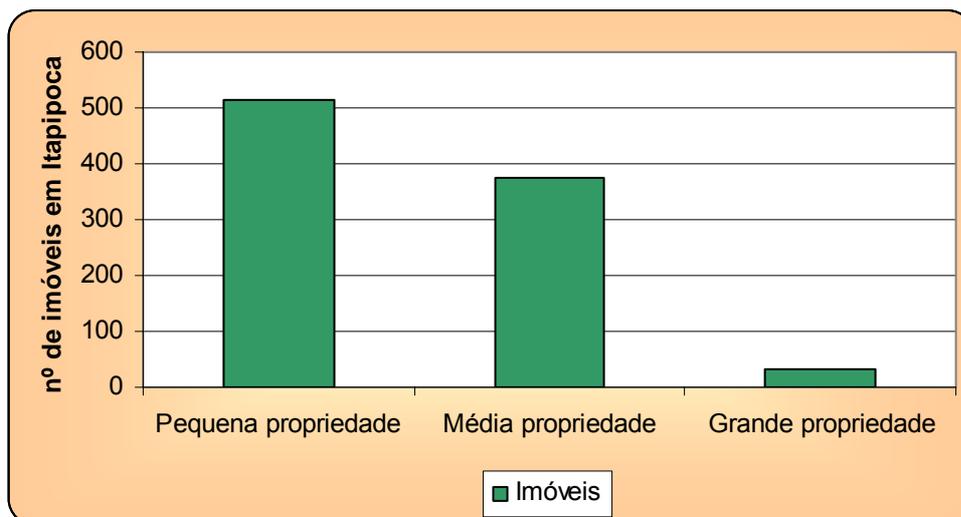
Este ciclo vai degradando aos poucos os recursos naturais dos pequenos proprietários, e observações em campo evidenciaram que as áreas mais degradadas estão justamente nas pequenas propriedades; ao contrário do grande produtor, que possui os melhores solos, além de recursos econômicos para realizar melhoramentos nos seus plantios, mas não os faz, contribuindo com a maioria das terras improdutivas.

No Município de Itapipoca, as pequenas propriedades possuem 11.062 hectares, sendo divididos em 516 imóveis. Deste número, 127 imóveis são considerados produtivos, com 721 ha e 389 imóveis são considerados improdutivos, com 10.341 ha.

As médias propriedades, no Município de Itapipoca, recobrem 54.766 hectares, com 374 imóveis. Destes imóveis, 172 são produtivos, com 12.217 hectares, e 202 imóveis são considerados improdutivos, com 42.549 hectares.

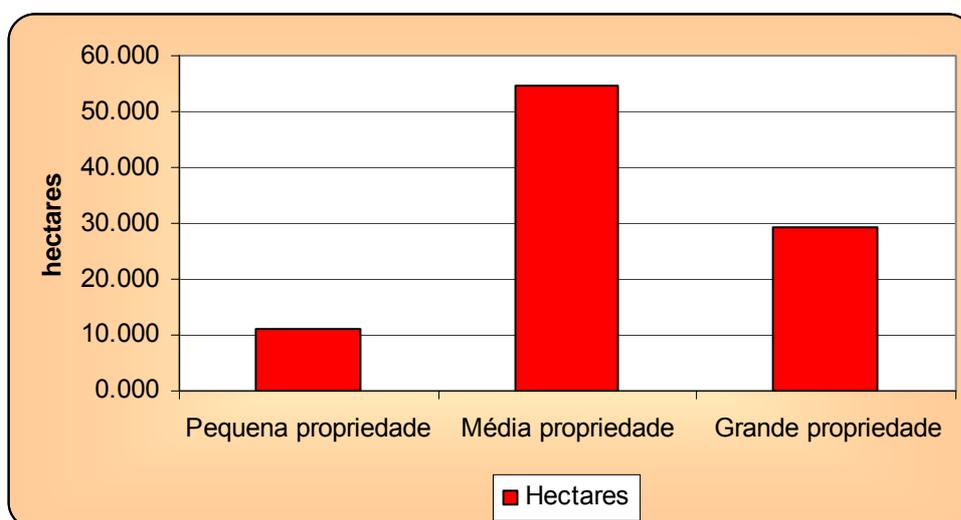
E as grandes propriedades em Itapipoca possuem 29.139 hectares, em 31 imóveis. São considerados produtivos 20.578 hectares, distribuídos em 28 imóveis, e são considerados improdutivos 8.559 hectares, em três imóveis.

A estrutura fundiária do Município de Itapipoca é mostrada nas figuras 14 e 15 com relação à distribuição do número de imóveis e às áreas ocupadas por classe.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

Figura 14: Número de imóveis, segundo as classes, em Itapipoca.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

Figura 15: Hectares ocupados pelos imóveis, segundo as classes, em Itapipoca.

Nas pequenas propriedades, este município não difere dos já analisados, sendo a classe que possui o maior número de imóveis e a menor área. Ocorre um fato peculiar nas médias propriedades, que possuem uma área que supera em 87% as das grandes propriedades.

As áreas improdutivas do Município de Itapipoca são ao todo 61.449 hectares. As pequenas propriedades possuem 16,88% destas áreas. As médias propriedades têm 69,24% das áreas improdutivas e as grandes propriedades possuem 13,99% das terras improdutivas.

Associando a área total dos imóveis e o percentual de terras improdutivas das médias propriedades é evidente a ocorrência da especulação fundiária, já que o Município de Itapipoca, dentre os municípios estudados, em geral, é o que possui as

melhores condições para agricultura, não justificando, assim, esse número elevado de terras improdutivas.

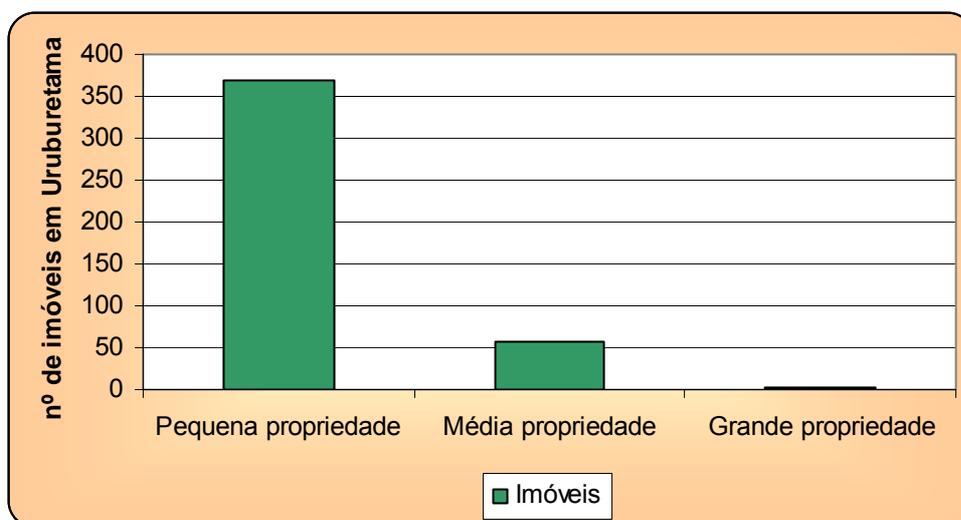
Deve-se também notar que o dado é tabulado para todo o município. Como existe uma forte pressão do turismo na faixa litorânea de Itapipoca, existirá também uma especulação fundiária para a agregação de novas terras por esta atividade econômica (OLIVEIRA, 1998).

E, por último, no Município de Uruburetama, existem 369 imóveis classificados como pequena propriedade, possuindo 5.127 hectares. Destes imóveis, 199 são produtivos, com 1.048 hectares, e 170 imóveis são improdutivos, com 4.079 hectares.

As médias propriedades possuem 6.537 hectares em 58 imóveis. 35 imóveis são considerados produtivos e possuem 2.400 hectares, e 23 imóveis são considerados improdutivos, com 4.137 hectares.

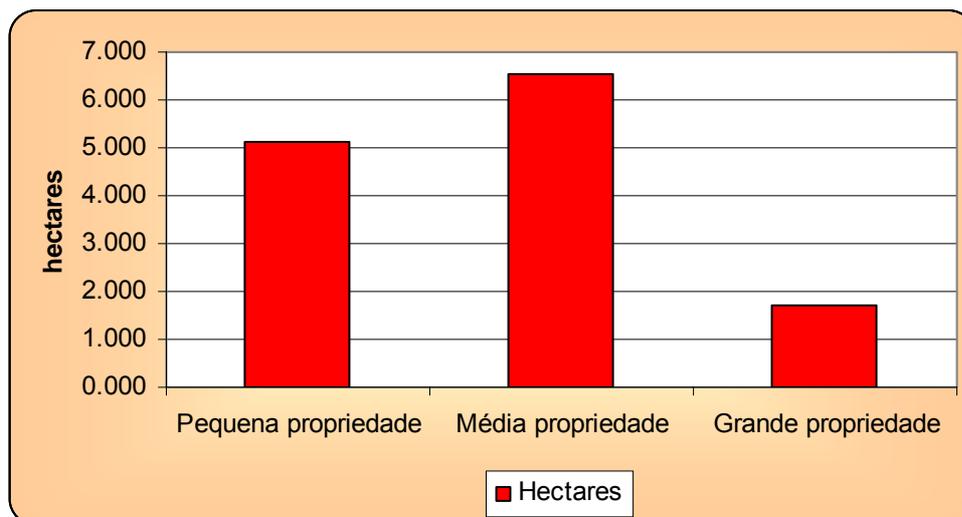
As grandes propriedades, no Município de Uruburetama, possuem 1.693 hectares em apenas dois imóveis. Um imóvel é produtivo, com 687 hectares e o outro imóvel é improdutivo, com 1.005 hectares.

As figuras 16 e 17 expõem a estrutura fundiária do Município de Uruburetama em relação ao número de imóveis e à área ocupada por classe de imóvel. Não fugindo à regra, este município possui um número expressivo de pequenas propriedades, ocupando uma área menor do que as médias propriedades. Um dado, porém, difere dos outros municípios, que é o número de grandes propriedades, apenas duas.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

Figura 16: Número de imóveis, segundo as classes, em Uruburetama.



Fonte: Dados cadastrais do INCRA, 2000.

Figura 17: Hectares ocupados pelos imóveis, segundo as classes, em Uruburetama.

Existem fatores que justificam este número pequeno de grandes propriedades. O Município de Uruburetama possui boa parte de suas terras agriculturáveis em área de vertente. O relevo torna-se um fator limitante para a mecanização da lavoura e, conseqüentemente, o manejo da terra por parte do agricultor.

Historicamente, estas terras foram cultivadas com uma cultura de baixo valor no mercado, não sendo possível empregar quantidade expressiva de insumos, mão-de-obra e opções para amenizar o efeito do fator limitante, sem onerar o produto final, inviabilizando assim o cultivo. Além disso, existe ainda o elevado valor de mercado para estas terras, porque dispõem de bons climas e bons solos e, também, é considerada a pequena extensão territorial do Município.

As terras improdutivas de Uruburetama são, ao todo, 9.221 hectares, sendo 44,23% nas pequenas propriedades, 44,86% nas médias e 10,89% das terras improdutivas situadas nas grandes propriedades.

Este percentual tão marcante de 89,09% de terras improdutivas está nas pequenas e médias propriedades, por causa dos fatores já demonstrados para os Municípios de Irauçuba e Itapajé, como a dificuldade do pequeno produtor em agregar valor a sua produção, a escassez de incorporação tecnológica e a não-aplicação de técnicas menos agressivas, ocasionando um ciclo de degradação dos recursos naturais do solo.

### 3.3 Uso da Terra

Todas as atividades produtivas da sociedade ocorrem sobre a terra, sejam estas atividades de uso direto, utilizando os recursos naturais para a geração de renda, como o setor agropecuário e a mineração, ou de uso indireto, como a localização dos sítios urbanos, por exemplo.

As atividades agropecuárias da serra de Uruburetama foram analisadas sob quatro vertentes. A primeira são as culturas temporárias, a segunda as culturas permanentes, a terceira é a silvicultura e a quarta e última forma de utilização da terra analisada é a pecuária.

#### 3.3.1 Culturas temporárias

No Nordeste, em geral, são praticadas com baixa incorporação tecnológica, com uma agricultura de base familiar e em pequenas propriedades. A produção de todas as culturas temporárias da região Nordeste em 2005 foi de 79.368.474 t (IBGE, 2006). O Estado do Ceará, em 2005, contribuiu com 3.421.805 t (IBGE, 2006).

Este tipo de cultura tem como principal característica a necessidade de a planta ser continuamente renovada. Nesta renovação, faz o solo ficar totalmente exposto alguns meses do ano às variáveis do clima semi-árido.

Na serra de Uruburetama, originalmente, ocupavam a superfície pediplanada, a vertente seca e a subúmida seca da serra, mas, a cada dia que passa, este tipo de cultura avança sobre a vertente úmida, as planícies fluviais e as áreas de inundação sazonal.

Na figura 18, são evidenciadas a área total em hectares e a quantidade produzida em toneladas de todas as culturas temporárias dos quatro municípios que abrangem a área da serra (Irauçuba, Itapajé, Itapipoca e Uruburetama), de 1974 até 2004.

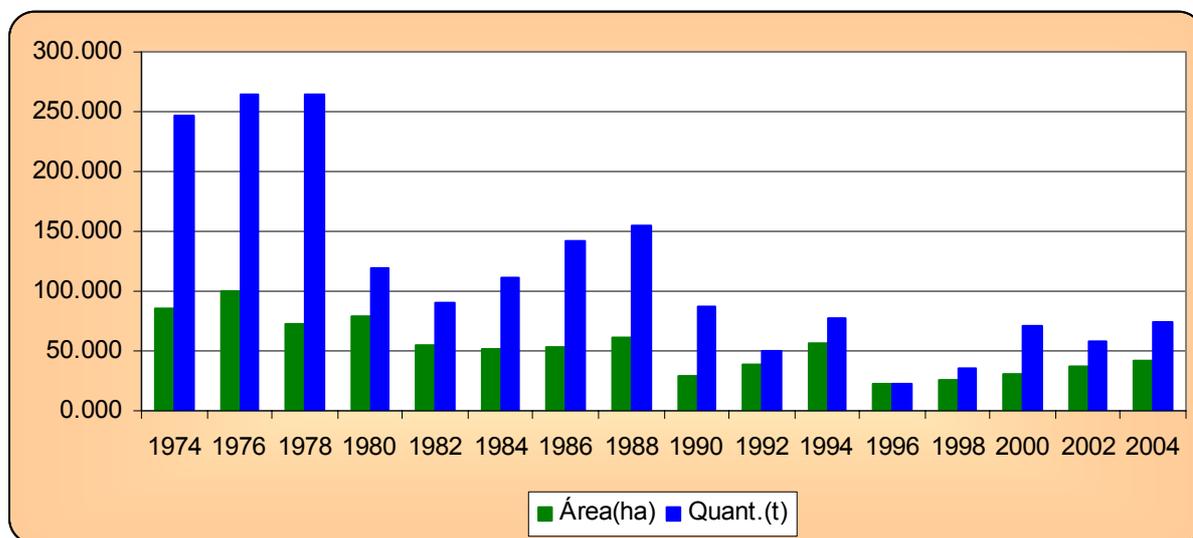
Nota-se uma queda tanto na produtividade quanto na produção. O ano de 1976 registrou uma área plantada com 100.056 hectares e, em menos de 30 anos,

esta área não ultrapassa 50% do obtido em 1976. A área cultivada no ano de 2004 foi mensurada em 42.068 hectares.

Com relação à produtividade, tem-se também queda generalizada. Na década de 1970, foi obtida uma produção de 265.306 toneladas, com uma produtividade de 3,62 t/ha no ano de 1978. Em 2004, esta produção não ultrapassou as 74.000 toneladas, com uma produtividade de 1,74 t/ha, ou seja, uma redução de mais de 50%.

Esta queda, tanto na produção como na produtividade, decorre de vários fatores, pormenorizados nas análises das culturas tratadas posteriormente. Entre esses fatores têm-se as pragas, a não-aplicação correta dos melhoramentos genéticos e a substituição das áreas de lavoura por pastagens.

As culturas temporárias praticadas com expressividade espacial na região da serra de Uruburetama são: algodão herbáceo em caroço, arroz, cana-de-açúcar, feijão em grão, mamona, mandioca e milho. Existem também outras culturas temporárias praticadas na área, como batata-doce e amendoim, mas encontram-se sem cultivos representativos.



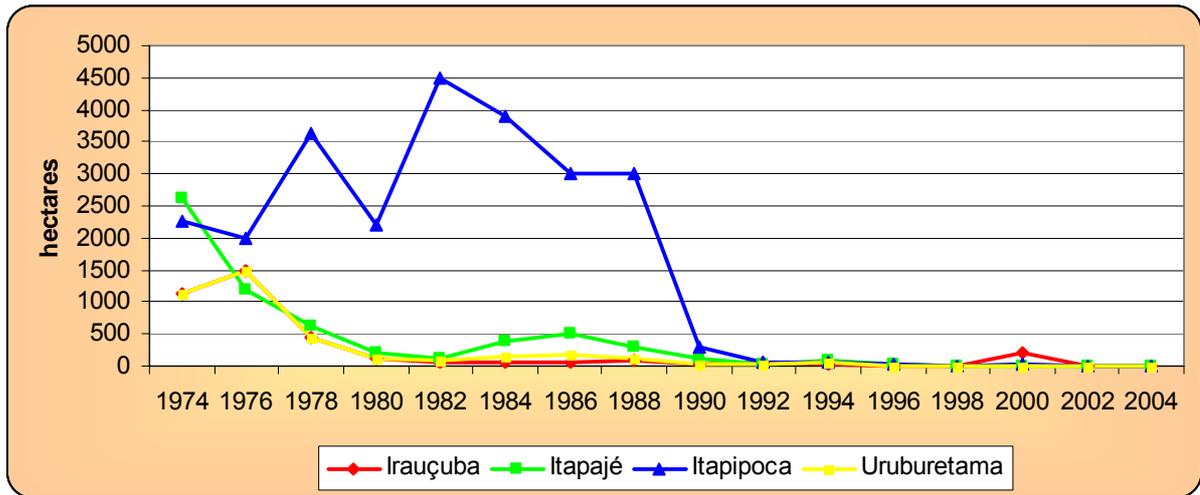
Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).  
 Figura 18: Área total e quantidade produzida na serra de Uruburetama por culturas temporárias (1974-2004).

### 3.3.1.1 Algodão herbáceo em caroço

Na serra de Uruburetama, este cultivo já ocupou grande parte da depressão sertaneja e das vertentes seca e subúmida seca, tendo seu auge antes

da praga do “bicudo” (*Anthonomus grandis*) em meados dos anos 1970 até o início dos anos 1980.

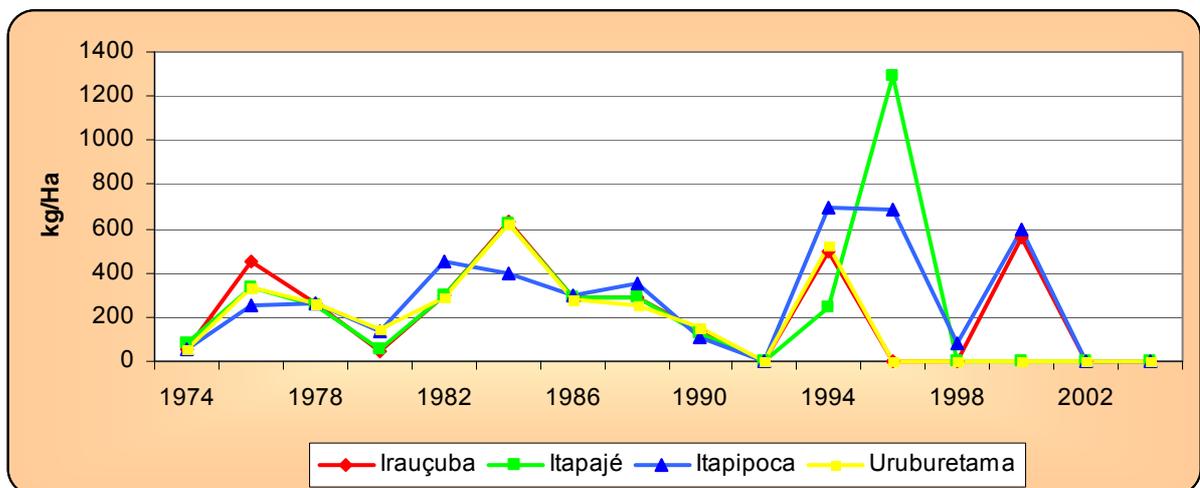
A partir daí, este tipo de cultivo perdeu espaço, tanto nas áreas serranas como na depressão sertaneja e, desde o ano de 1996, não se registram mais áreas expressivas desta lavoura (figura 19).



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

Figura 19: Área total de algodão herbáceo na serra de Uruburetama.

A produtividade (figura 20), diferentemente da produção, manteve seu rendimento estável durante o final da década de 1970 e a década de 1980, variando apenas nos anos de seca ou de intensas chuvas. Durante o final da década de 1990 até o início do século XXI, a produtividade tornou-se bastante irregular na área, atingindo o melhor rendimento no Município de Itapajé em 1996.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

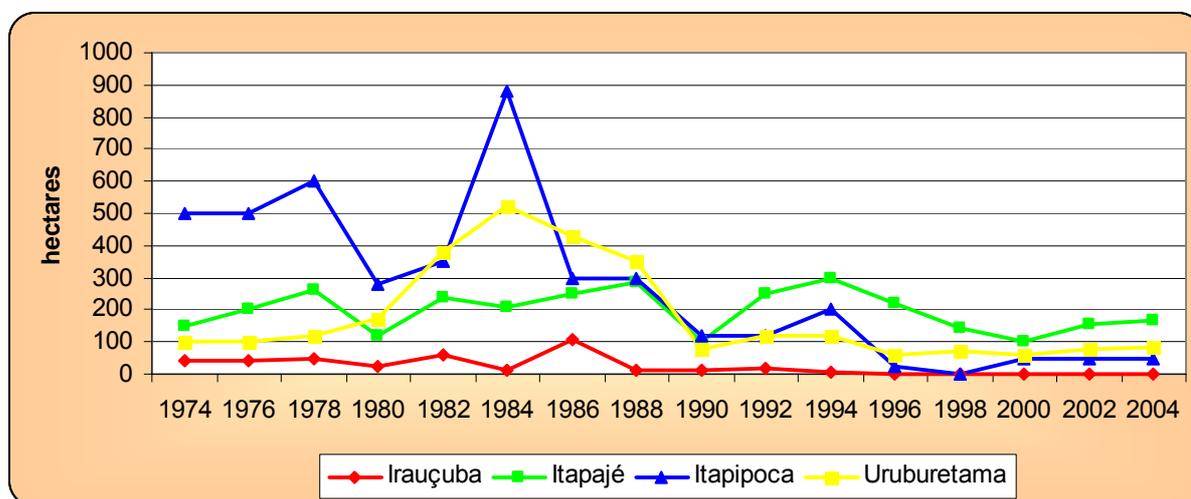
Figura 20: Produtividade de algodão herbáceo na serra de Uruburetama (1974-2004).

Esta produtividade em Itapajé é explicada por existir uma plantação de 17 ha, em cuja propriedade foram implantadas inovações tecnológicas, como a melhora genética da planta e o manejo diferenciado (MA/DFA, 1988), atingindo assim uma produtividade de cerca de 1.300 kg/ha. Fato semelhante ocorreu no Município de Itapipoca nos anos de 1994, 1996 e 2000, não sendo, portanto, regra para os demais cultivos.

### 3.3.1.2 Arroz em casca

Este tipo de cultura ocupa as áreas dos alvéolos, principalmente os de altitude, localizando-se acima dos 400m. Suas condições edafoclimáticas requerem uma má drenagem do solo, preferencialmente nos horizontes subsuperficiais, e uma necessidade hídrica superior a 850 mm/ano, com uma temperatura que não exceda 30°C (STONE [et al.], 2001). A área cultivada está disposta na figura 21.

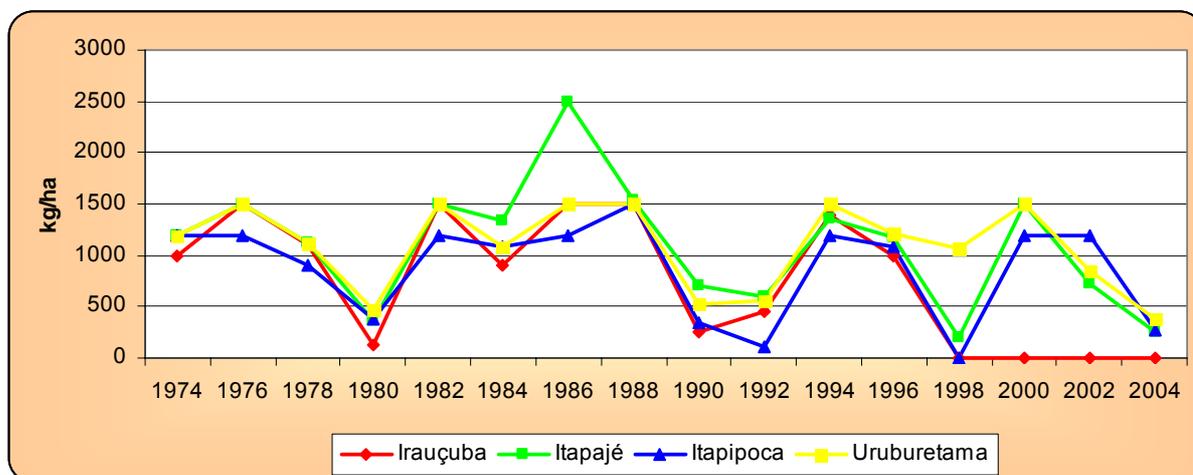
É notório o fato de que tanto a área quanto a quantidade produzida são alvos de forte declínio, desde meados da década de 1980, restando apenas algumas áreas de cultivo restritas aos Municípios de Itapajé, Uruburetama e Itapipoca.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).  
Figura 21: Área total produzida de arroz em casca na serra de Uruburetama.

O cultivo do arroz, na serra de Uruburetama, geralmente, é efetuado após o corte da vegetação para lenha e carvão. Em áreas de vertentes, como era cultivado anteriormente, este tipo de cultura favorecia o escoamento superficial entre as fileiras, carreando a camada superficial do solo, e, conseqüentemente, os

nutrientes e matéria orgânica, assim, ano após ano, o agricultor foi perdendo rentabilidade e migrando para outros cultivos.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).  
 Figura 22: Produtividade (kg/ha) de arroz em casca na serra de Uruburetama (1974-2004).

Como este tipo de cultura era praticado sobre os Argissolos, principalmente nos Municípios de Itapipoca, Itapajé e Uruburetama, estas áreas foram substituídas pelos bananais em Itapajé e Uruburetama e pelos cajuais em Itapipoca.

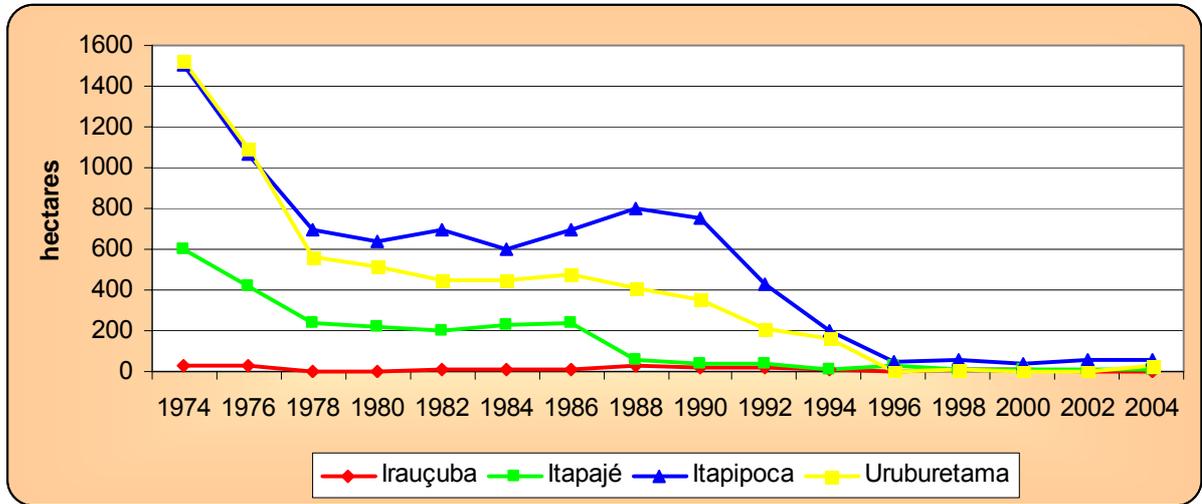
No ano de 1984, teve-se a maior área plantada, com 1.622 ha, com rendimento médio de 1.11 t/ha. No ano de 2004, houve uma área cultivada de apenas 256 ha e um rendimento médio de 0.29 t/ha, ou seja, uma queda na produtividade de 73,27% (figura 22).

### 3.3.1.3 Cana-de-açúcar

Cultura típica da Zona da Mata nordestina, na serra de Uruburetama é praticada em áreas onde o relevo não ultrapassa os 12% de declividade, disponibilidade hídrica superior a 1.000 mm/mês e em solos profundos, férteis e arenosos. Com estas características, este tipo de cultura é praticada nos alvéolos e, em menor quantidade, nos vales fluviais que possuem uma distância maior dos interflúvios (figura 25).

A área plantada (figura 23), no final da série histórica, é muito inferior a da década de 1970. Em 1974, o somatório das áreas dos quatro municípios estudados

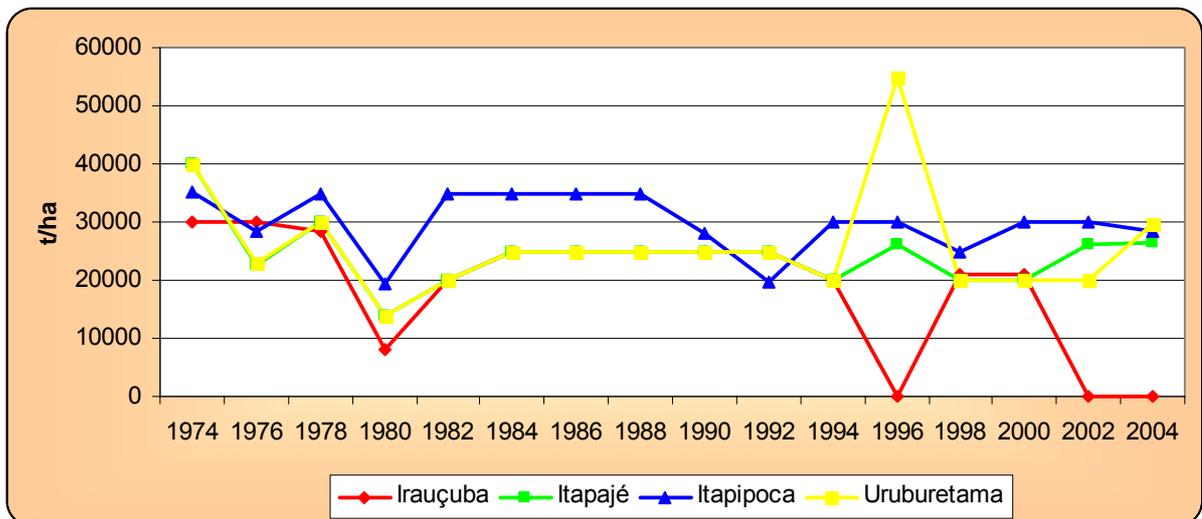
ultrapassava os 3.600 ha. Em 2004, essa área plantada não ultrapassava a 100 ha. A produção total, que em 1974 era de 139.563 t, em 2004 foi de 2.254 t.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

Figura 23: Área plantada de cana-de-açúcar na serra de Uruburetama.

Esta redução das áreas plantadas decorre de uma série de fatores. O primeiro, e de maior importância na serra de Uruburetama, é a substituição da alimentação bovina, que antes era realizada pela cana, e que passou a ser feita com capim-elefante.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

Figura 24: Produtividade de cana-de-açúcar na serra de Uruburetama

Com a diminuição das cabeças de gado, fato mostrado na secção 3.3.4, ocorreu também diminuição da área plantação da cana. Junte-se a isso o aumento dos custos da lavoura, que, para obter melhor rendimento, deve ser mecanizada, e

feita a aquisição de mudas melhoradas geneticamente. Estes investimentos são de custosa dissolução, porque geralmente são pequenas ou médias propriedades.

Com isso a produtividade (figura 24) declinou intensamente. Em 1974, a produção era de 40.000 t/ha e em 2004 não extrapolava as 30.000 t/ha, ou seja, é apresentada uma redução de 25% em 30 anos.



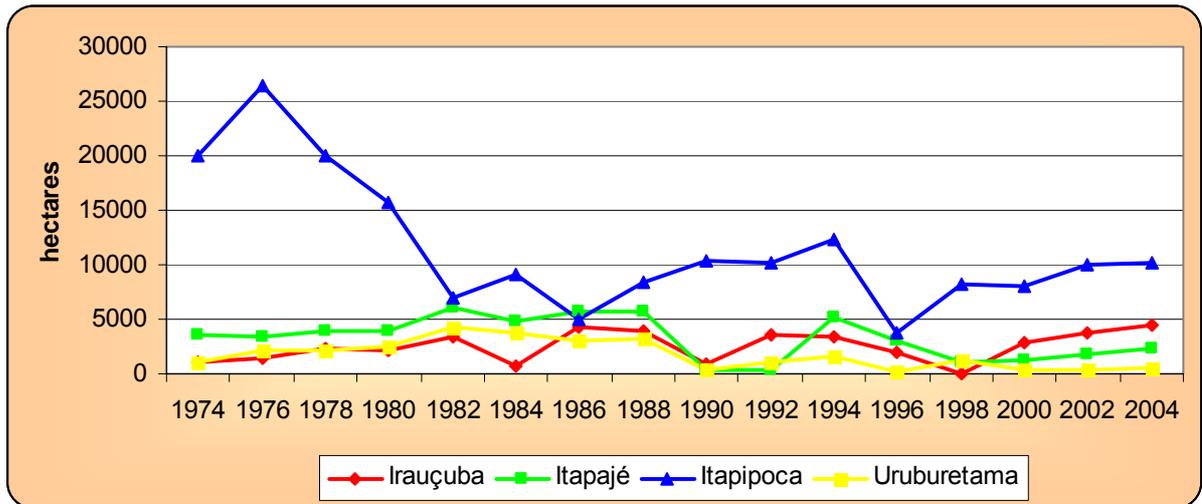
Figura 25: Em segundo plano, têm-se uma plantação de cana.

#### 3.3.1.4 Feijão

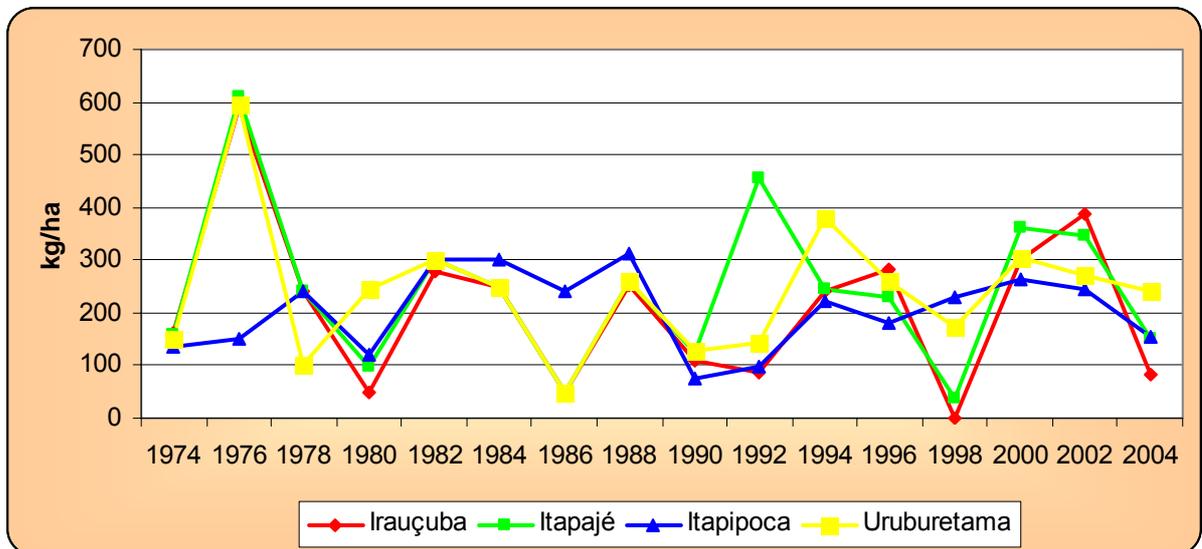
Grande parte da sua produção encontra-se na superfície pediplanada, nas planícies fluviais (figura 26) e nos alvéolos embutidos na vertente seca da serra. Na área de estudo, normalmente, está consorciado com outro tipo de cultivo, como milho, mandioca e até mesmo banana.

Especialmente em Itapipoca, este cultivo perdeu espaço para a castanha-de-caju, por causa da valorização econômica deste gênero. Nos demais municípios, a cultura apresentou uma variação normal, geralmente regida pelo viés econômico.

Em 1974, a área plantada (figura 26) era de 25.600 ha, com uma produção de 3.592 t, ou seja, uma produtividade de 140 kg/ha. Em 2004, a área plantada era de 17.411 ha e a produção de 2.405 t com uma produtividade de 138 kg/ha. Apesar da queda na área plantada e na produção total, o índice de produtividade (figura 27) conseguiu manter uma oscilação normal ao longo da série histórica, variando apenas quando se alteravam as condições naturais.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).  
 Figura 26: Área plantada de feijão na serra de Uruburetama.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).  
 Figura 27: Produtividade de feijão na serra de Uruburetama

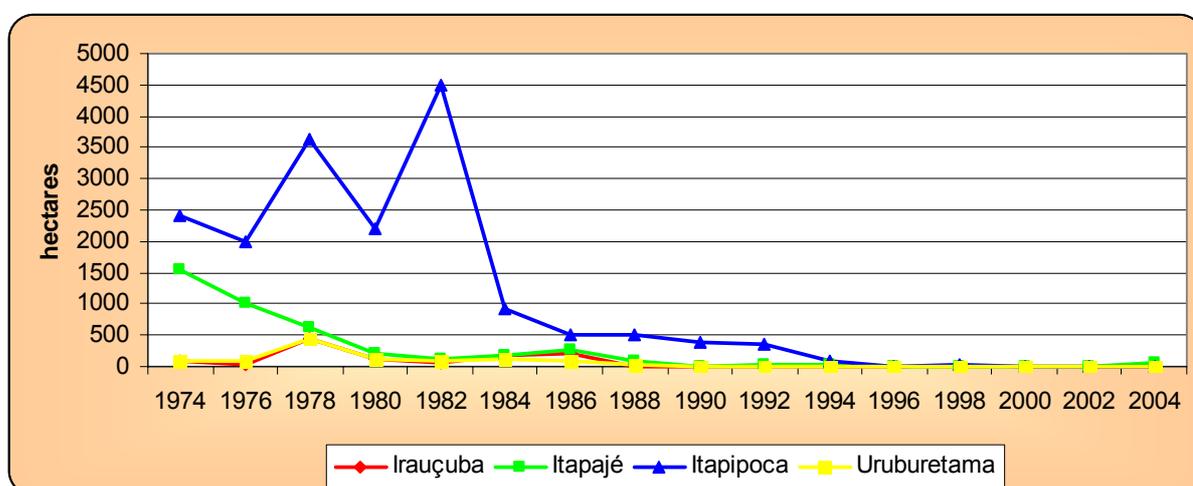


Figura 28: Bacia hidráulica de uma barragem destinada à plantação de feijão.

### 3.3.1.5 Mamona

A mamona facilmente se adaptou às condições nordestinas de semi-aridez. Sua necessidade hídrica é baixa, se comparada com os outros cultivos, cerca de 600 mm, uma média térmica não superior a 30°C, necessitando de solos pobres, lixiviados, profundos e arenosos (LIMA, 2001).

A partir destas características, a produção de mamona foi localizada nas manchas de tabuleiros ou nas áreas de acúmulo de sedimentos, preferencialmente no sopé das vertentes da serra.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

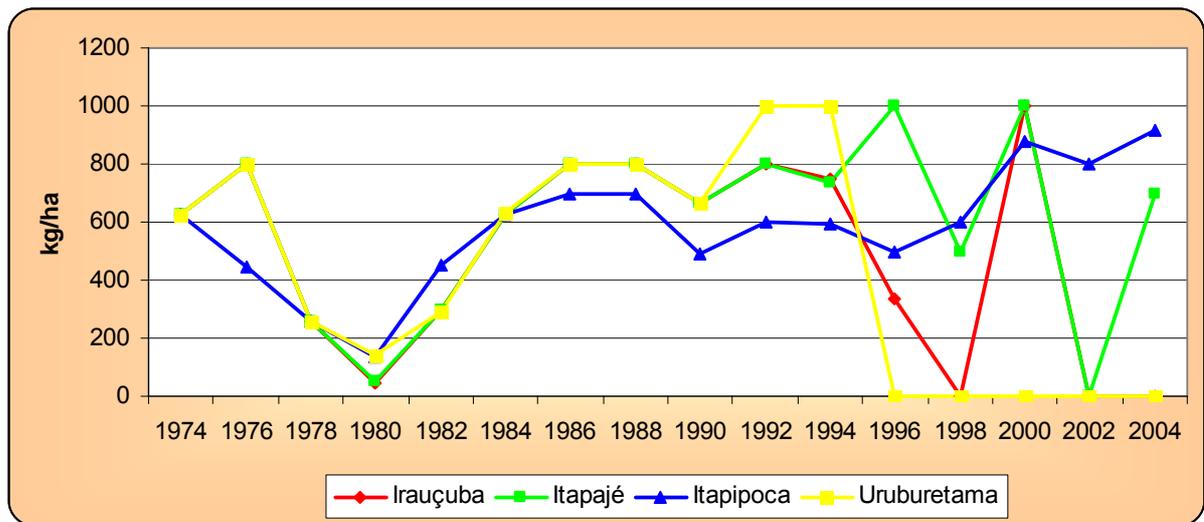
Figura 29: Área plantada de mamona na serra de Uruburetama.

A produção da mamona declinou ao longo da série analisada. Tendo o Município de Itapipoca como principal produtor da região, a produção já alcançou 2.580 t, com uma área plantada de 5.161 ha em 1974 (figura 29). Em 2004, a produção foi de 53 t, constatando-se uma queda de 97,95%, e a área plantada ao longo desses anos decresceu 98,60 %, passando de 5.161 ha para 72 ha.

Este declínio da área plantada deve-se ao fato destes municípios, em geral, não disporem de boas condições edafoclimáticas para este cultivo. No primeiro momento, as plantações são instaladas, mas não se tornam sustentáveis. No zoneamento agrícola (SILVA *et. al.*, 2004), os quatro municípios estudados foram considerados inaptos para este cultivo.

A produtividade (figura 30), apesar do decréscimo da área total plantada, teve ascendência na média, excluindo-se os anos de seca ou condições climáticas desfavoráveis ao cultivo.

Os índices de produtividade, quando se comparam o início e o final da série, são superiores em 46% no Município de Itapipoca e em Itapajé 12%. Isso decorre do tipo de manejo que está diferenciado, utilizando o consórcio com feijão ou amendoim e da melhora genética da cultivar utilizada, que é a BRS 149 Nordestina (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento - MAPA, 2003). Em Irauçuba e em Uruburetama, esta cultura foi abolida por não haver mais condições naturais para o cultivo.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).  
Figura 30: Produtividade de mamona na serra de Uruburetama (1974-2004).

### 3.3.1.6 Mandioca

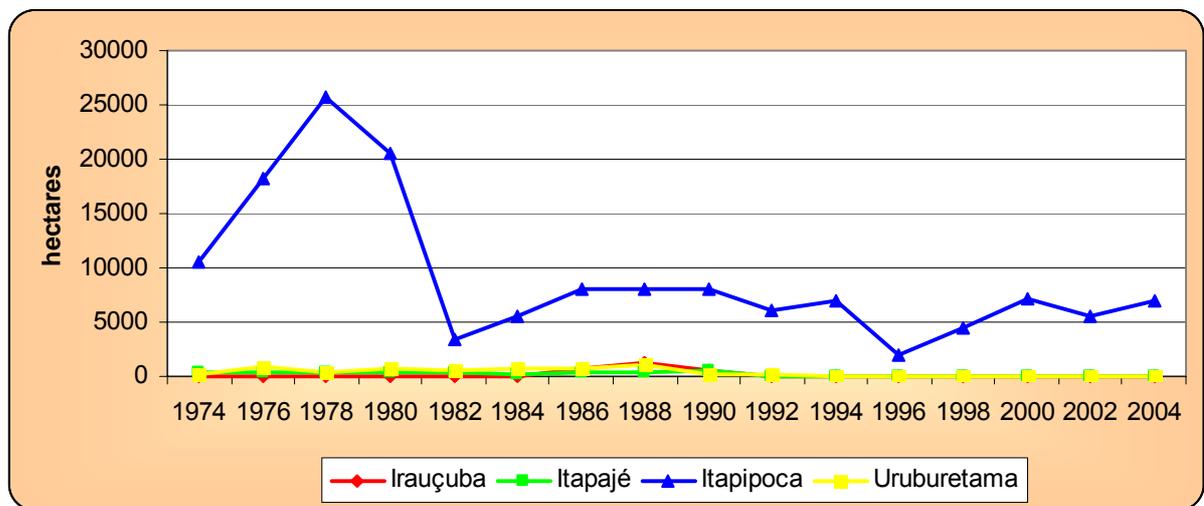
O Município de Itapipoca é superior neste cultivo em relação aos demais, porque esta cultura é praticada sobre solos mais arenosos e ácidos, típicos da região de tabuleiro, existentes no setor norte do Município de Itapipoca e fora da área de estudo.

Esta cultura também é praticada em pequenas porções nas áreas de depósitos fluviais nos demais municípios, nas manchas esparsas de tabuleiro e, mais dificilmente, no sopé das vertentes. Geralmente é cultivada consorciada com milho e feijão.

A quantidade produzida atingiu 211.521 t em 1978, a maior parte da produção no Município de Itapipoca. Em 2004, a produção foi de 63.343 t, com a maior parte novamente no Município de Itapipoca, configurando uma queda de 70,05% na produção e a área plantada foi reduzida em 73,46% (figura 31).

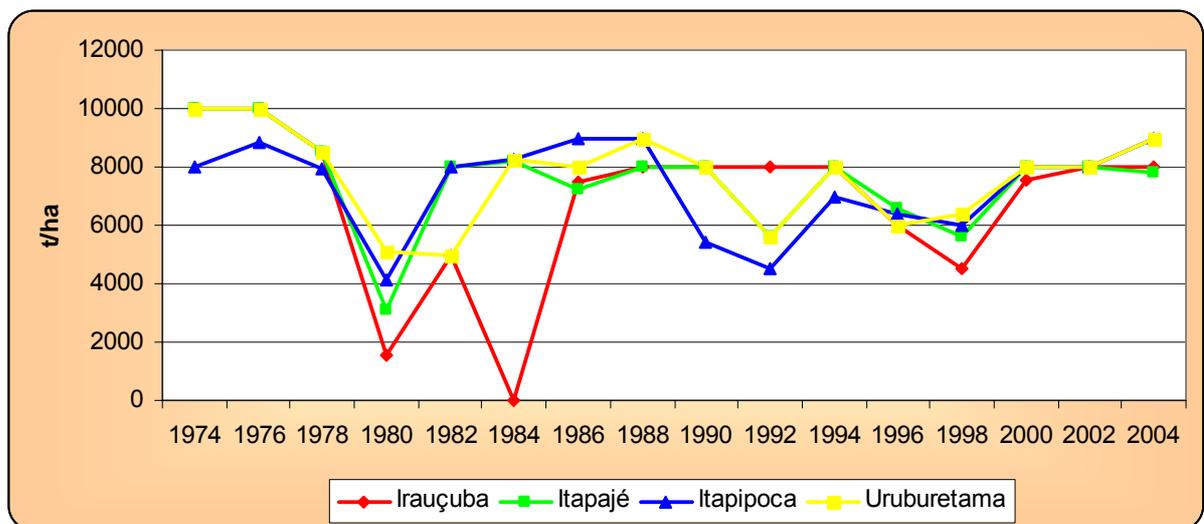
A redução da produção de mandioca (*Manihot sculentas*), no Nordeste, ocorre de forma generalizada em virtude de algumas causas (MAPA, 2005). Entre as mais representativas, estão o desenvolvimento urbano, o desgaste dos solos e a expansão das fronteiras agrícolas.

Na serra de Uruburetama, as causas mais importantes são: o aumento dos custos de produção, inviabilizando o cultivo de sequeiro, e esta cultura está perdendo espaço, entre os grandes produtores, para cultivos mais rentáveis, como o caju.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
Figura 31: Área plantada de mandioca na serra de Uruburetama

A produtividade (figura 32), ao contrário da produção, após uma retração de 20% entre as décadas de 1970 e 1980, manteve-se estável.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
Figura 32: Produtividade de mandioca na serra de Uruburetama.

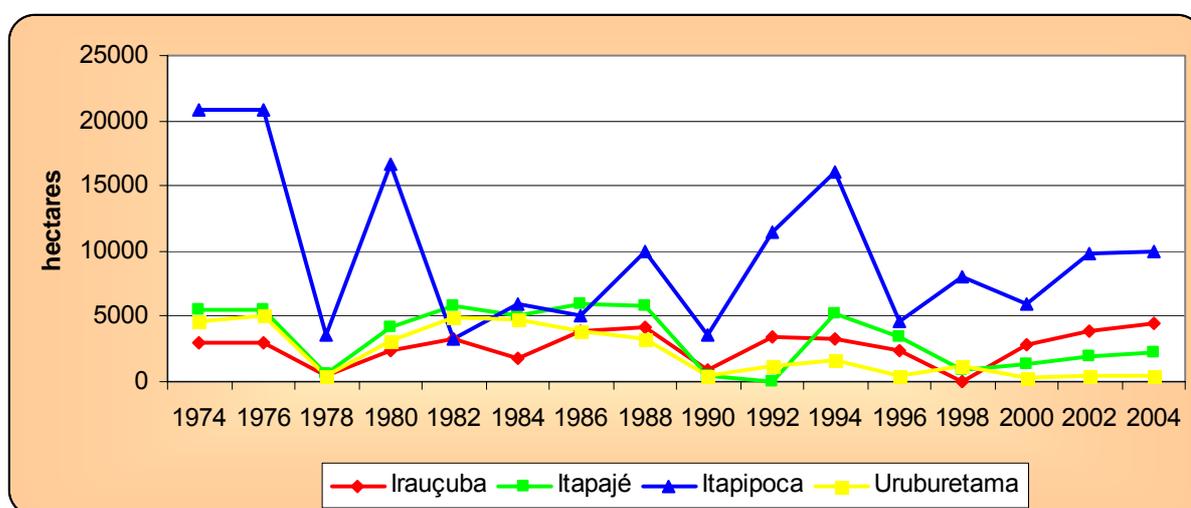
### 3.3.1.7 Milho

Durante todo o século XX, a produção de milho era restrita à porção ocupada pelo clima semi-árido, independentemente da declividade da área. No início do século XXI, esta produção ocupa lentamente as porções de clima tropical quente semi-úmido de cinco meses secos, não levando em consideração a declividade do terreno.

Geralmente, este tipo de cultivo, quando é praticado na depressão sertaneja, ocorre associado a outra cultura, como o feijão, por exemplo (figura 35), e uma incipiente incorporação tecnológica, como irrigação e sementes selecionadas distribuídas pelo Governo do Estado. Quando é praticado em áreas de vertentes com forte declividade, só se aplicam as sementes selecionadas, não possuindo irrigação ou culturas consorciadas.

A maior parte das plantações de milho da serra de Uruburetama é de pequenos proprietários. A constante dificuldade em se diluir os custos fixos e as quedas sucessivas do preço no mercado inviabilizaram este cultivo por certo período (MAPA, 2005a).

O crescimento do setor aviário nestes últimos anos, porém, fez com que a procura por este produto aumentasse, com isso, o valor pago também cresceu em torno de 30% (MAPA, 2005a). O produtor, então, retomou sua plantação, como pode ser observado entre os anos de 2000 e 2004.

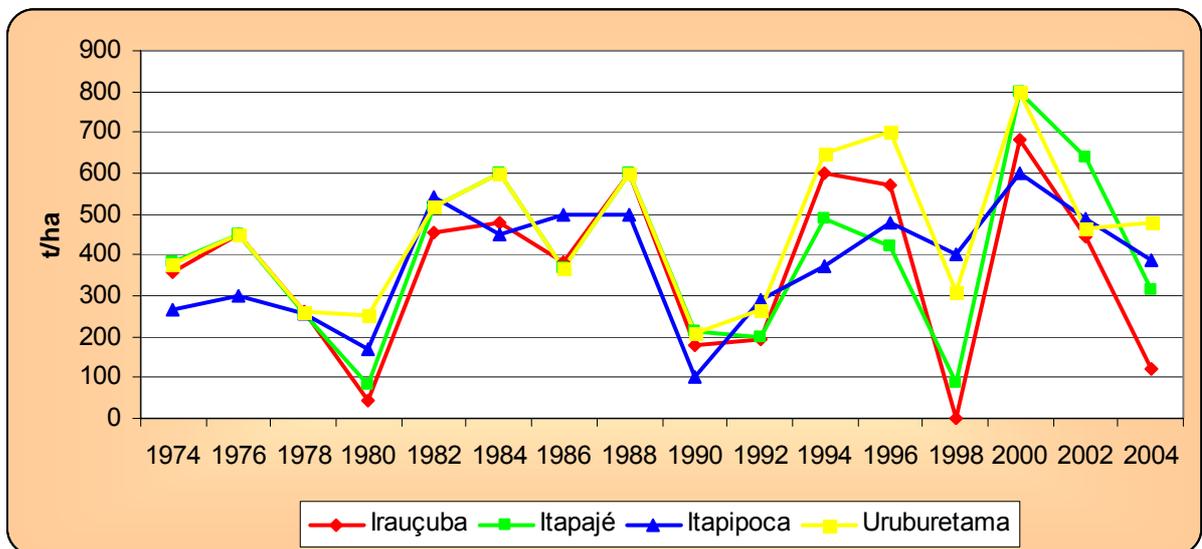


Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

Figura 33: Área plantada de milho na serra de Uruburetama.

A produção foi reduzida em 56,80%, em 28 anos, passando de 12.331 t em 1976, para 5.326 t em 2004. A área plantada (figura 33) também diminuiu, pois era de 34.358 ha e passou para 17.150 ha uma queda de 50,08%.

O índice de produtividade (figura 34) configurou-se muito inconstante, por ser uma cultura muito frágil às variações climáticas, mas em geral apresenta uma melhora. No Município de Uruburetama, o enriquecimento foi de 27,65%, e nos demais também houve melhora na produtividade, na ordem de 20%, quando se comparam as médias históricas dos anos de 1974, 1976 e 1978 com os anos de 2000, 2002 e 2004.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE, 1974-1992) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE, 1994-2004).

Figura 34: Produtividade de milho na serra de Uruburetama



Figura 35: Plantação irrigada, consorciada entre milho, feijão e mandioca.

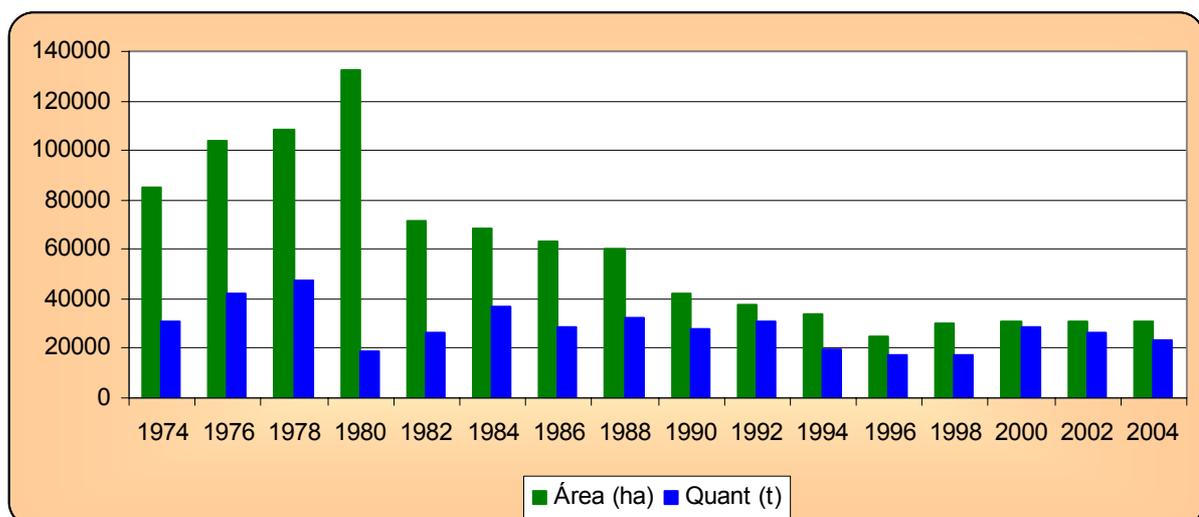
### 3.3.2 Culturas permanentes

No Nordeste, estas culturas são empregadas em áreas de melhores solos e com disponibilidade hídrica. Ao todo, as culturas permanentes foram responsáveis por uma produção de 8.903.013 milhões de toneladas, em 2005. O Estado do Ceará produziu em 2005, 848.481 mil de toneladas (IBGE, 2005).

As culturas permanentes praticadas na região da serra de Uruburetama, analisadas individualmente, são: algodão arbóreo em caroço, banana, castanha-de-caju e coco-da-baía. Existem também outras culturas permanentes, sendo praticadas, como café em coco, manga e laranja, mas, desde o ano 2000, encontram-se em áreas muito restritas.

Nas culturas permanentes, a planta não tem a necessidade de ser renovada a cada colheita. A principal característica passa a ser, então, a necessidade da planta em manter as parcelas do solo. Geralmente estas plantações também são praticadas com uma pequena incorporação tecnológica, com o uso de agrotóxicos e em grande parte são plantios comerciais.

Originalmente, ocupam os melhores solos ou as melhores condições climáticas da área em estudo. Estas áreas são representadas pelos tabuleiros, as vertentes úmida e subúmida, as planícies fluviais e os alvéolos.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).

Figura 36: Área total e quantidade produzida na serra de Uruburetama por culturas permanentes.

A figura 36 evidencia uma redução paulatina na área total ocupada por essas culturas. Comparando os anos extremos da série histórica, em 1980, foi registrada uma área plantada de 132.514 ha e no ano de 2004 uma área de 30.845 ha, uma redução de 76,72%. E esta queda, porém, permaneceu estável nos últimos anos da série.

O ano de 1980 apresenta uma peculiaridade, já que foi o ano de maior área plantada e a menor produção. Em 1979, ocorreu forte seca (SOUZA; OLIVEIRA, 2002) e em 1980 a precipitação foi abaixo da média histórica, ou seja, foram dois anos consecutivos com irregularidade pluviométrica, ocasionando conseqüências na lavoura.

A quantidade produzida, diferentemente da produção, manteve-se estável durante as décadas de 1990 e 2000, mas apresentou no total uma produção média inferior à média dos anos 70 e 80.

### 3.3.2.1 Algodão arbóreo

O auge da sua produção foi no final dos anos 1970, mas, com a praga do “bicudo” (*Anthonomus grandis*) assolando as plantações nos anos 1980, esta produção foi reduzida de tal modo, que, hoje em dia, praticamente não se cultiva mais algodão arbóreo na área pesquisada.

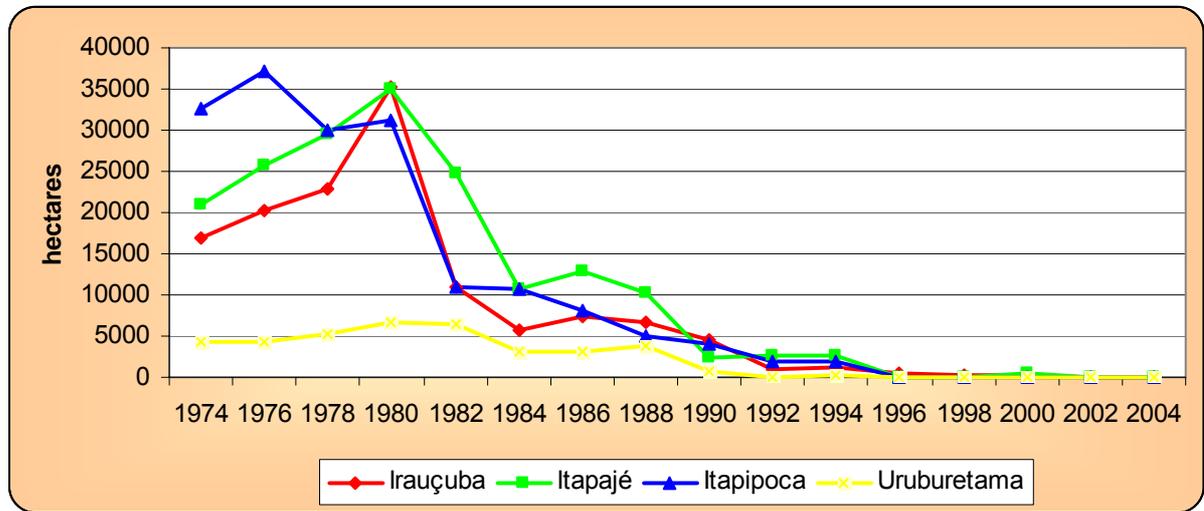
Os melhoramentos realizados pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) nos cultivares deste gênero, no final dos anos 1980 e início dos anos 1990, reduziram a incidência do “bicudo”, mas a não-implantação destes melhoramentos pelos agricultores inviabilizou este cultivo.

A área total (figura 37) atingiu o maior nível no ano de 1980, com 108.248 ha. Em 2004, esta cultura foi praticada somente no Município de Itapipoca e com apenas 53 ha, uma redução de 99,95% na área plantada.

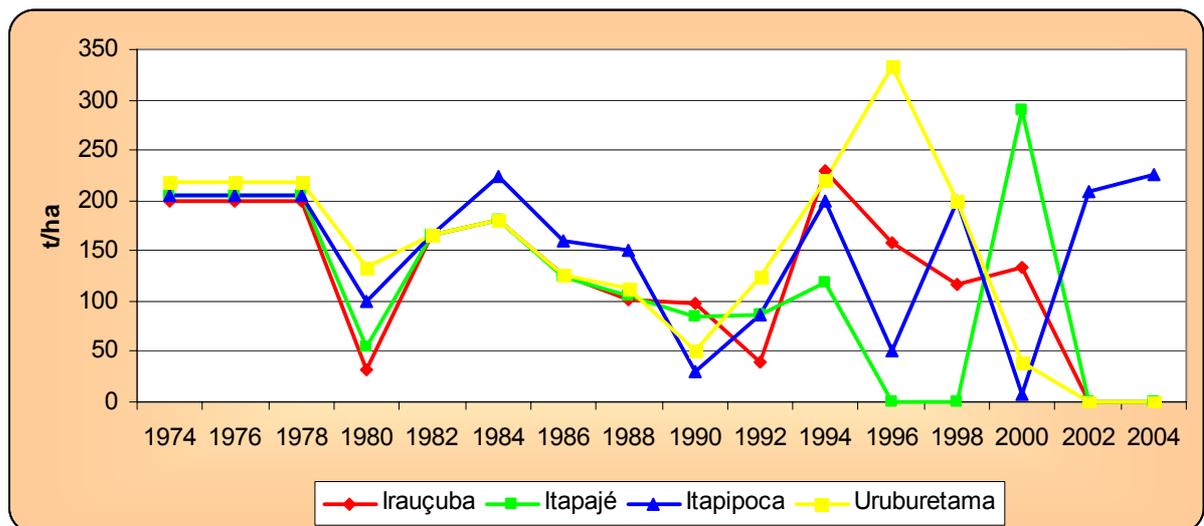
O índice de produtividade (figura 38) também foi reduzindo ano a ano. Nos anos 1970, a média de produção era de 207,5 t/ha, nos anos 1980 a média era de 137,4 t/ha e, nos anos 1990, foi de 121,94 t/ha.

Em 2004, no entanto, o índice de produtividade em Itapipoca, em 2000, registrado em Itapajé e em 1996 registrado em Uruburetama foi muito acima da média. Isso decorre do fato da correta aplicação dos melhoramentos desenvolvidos

pela EMBRAPA para o manejo deste cultivar, como a adoção da variedade do algodão mocó-precoce, que produz em 180 dias, e a poda precoce (CEARÁ, 1988).



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
Figura 37: Área total de algodão arbóreo na serra de Uruburetama.

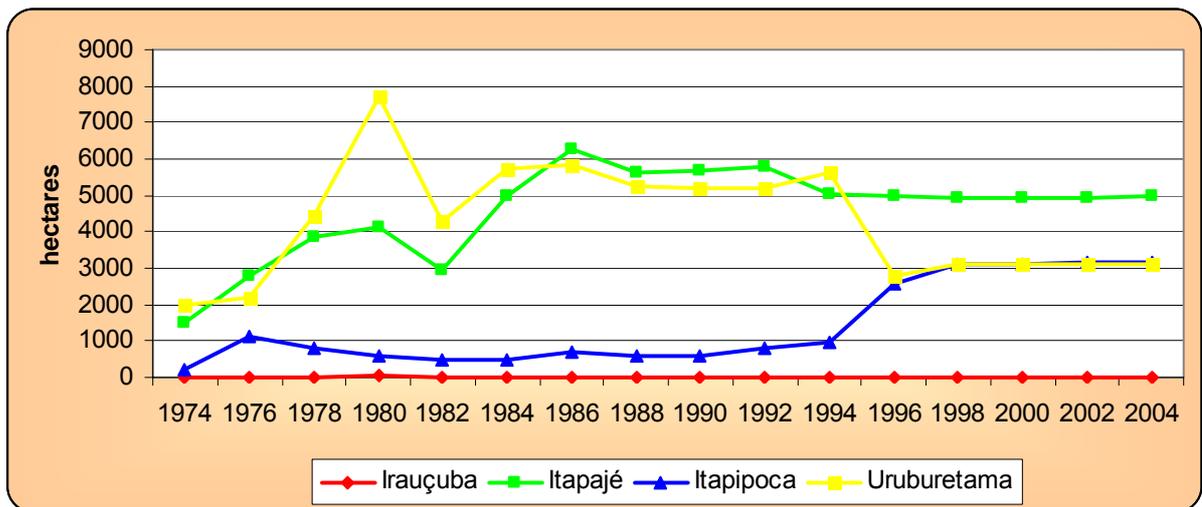


Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE), Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
Figura 38: Produtividade de algodão arbóreo na serra de Uruburetama.

### 3.3.2.2 Banana

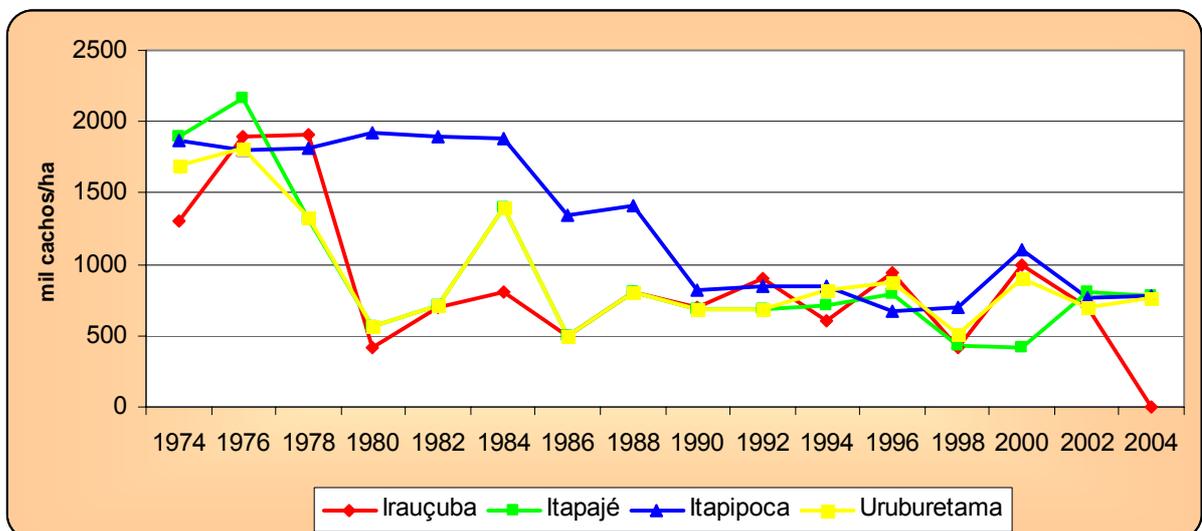
Tradicionalmente, a serra de Uruburetama é uma grande produtora deste gênero. Até o final da década de 1980, era a maior região produtora do Estado, com 12.810 ha plantados em 1986 (figura 39). Em meados dos anos 1990, perdeu esse título para o perímetro irrigado de Morada Nova, onde atualmente se tem a maior produção e a melhor produtividade do Estado do Ceará.

Toda a vertente úmida e as grandes parcelas da vertente subúmida seca são monopolizadas por este cultivo, sendo praticado em locais onde o declive varia desde plano até forte-ondulado e o solo também variando desde raso até muito profundo, sendo geralmente Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e, nos platôs, Alissolos (OLIVEIRA, 2002).



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).

Figura 39: Área total de banana na serra de Uruburetama.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).

Figura 40: Produtividade de banana na serra de Uruburetama.

Como as condições de produção expostas anteriormente não são ideais para a bananeira, houve forte declínio da produtividade. Na série histórica analisada, a redução da produtividade foi de 65,41% (figura 40). Uma parte desta redução decorre dessas condições inadequadas de produção (figura 41) e falta de manejo, e outra parte provém do mal-do-panamá e da sigatoka-negra, que aboliu bananais da

espécie banana-maçã de norte a sul do País nos anos 1990, e que só 10 anos depois, estão paulatinamente se recuperando.



Figura 41: Ocupação das bananeiras em todo corpo da vertente, Município de Uruburetama.

### 3.3.2.3 *Castanha-de-caju*

Esta cultura é praticada em áreas de clima tropical, exigindo uma precipitação de 800 a 1.500mm sobre as áreas de solos arenosos, levemente ácidos, sem horizontes de impedimento e uma baixa declividade (SILVA, 1998).

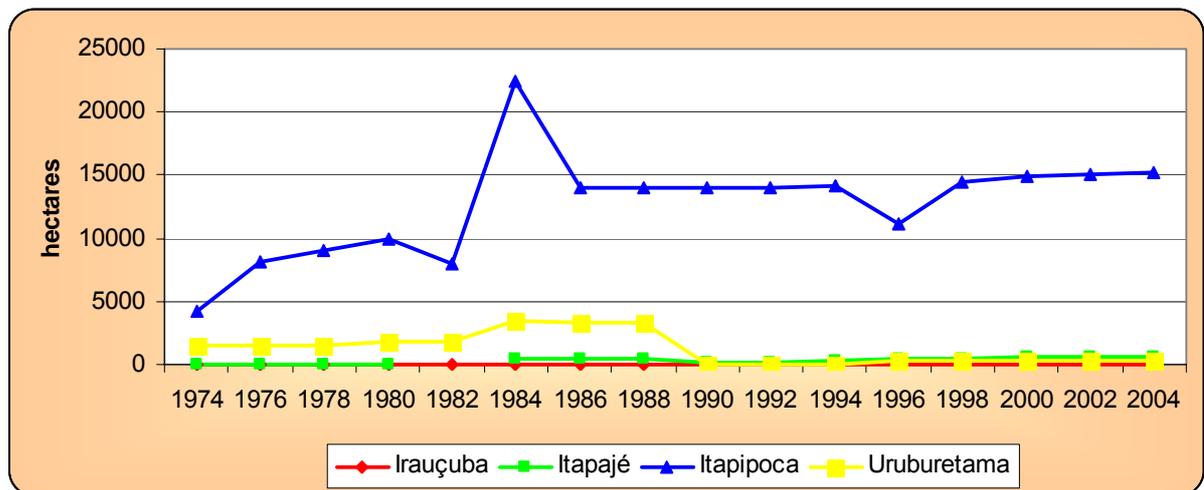
Com essas condições ambientais, como pré-requisito para a produção do caju, grande parte das plantações localiza-se no Município de Itapipoca, mas também ocorrem em manchas de tabuleiros dispersas nos Municípios de Itapajé, Uruburetama e Irauçuba, como mostra a figura 42.

Ao longo da série histórica analisada, a área plantada de castanha-de-caju recebeu um acréscimo de 178%. Isso é consequência do valor econômico da castanha, que, antes da década de 1980, não era explorada. Com o incremento do comércio, este produto passou a ser um dos líderes da pauta de exportação de produtos agrícolas do Estado do Ceará, fazendo com que o cultivo expandisse suas fronteiras agrícolas.

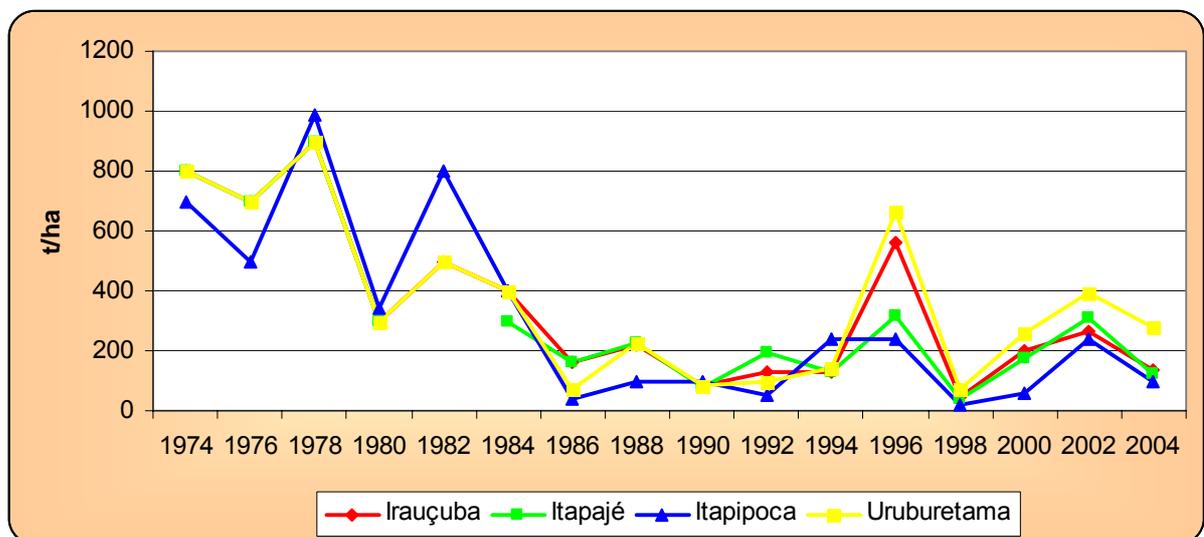
A produtividade exibida na figura 43, seguindo a tendência dos outros cultivos, foi reduzida em 79,51% ao longo dos 30 anos, haja vista que a média no ano de 1974 era de 800 kg/ha, enquanto em 2004 não superou os 100 kg/ha.

Para mudar este quadro, a EMBRAPA realizou uma série de experimentos na forma de manejo no cultivo do caju. Os ensaios obtiveram melhores resultados na manipulação genética das mudas do cajueiro-anão precoce e na mudança da configuração da plantação entre fileiras e indivíduos (SILVA, 1998).

Ao se comparar apenas os anos entre 1998 e 2002 (figura 43), nota-se um incremento na produtividade, sendo reduzida em 2004 por causa do excesso hídrico antes da época de maturação da castanha, reduzindo a produção.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
Figura 42: Área total de castanha-de-caju na serra de Uruburetama.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
Figura 43: Produtividade de castanha-de-caju na serra de Uruburetama.



Figura 44: No segundo plano têm-se uma plantação de caju.

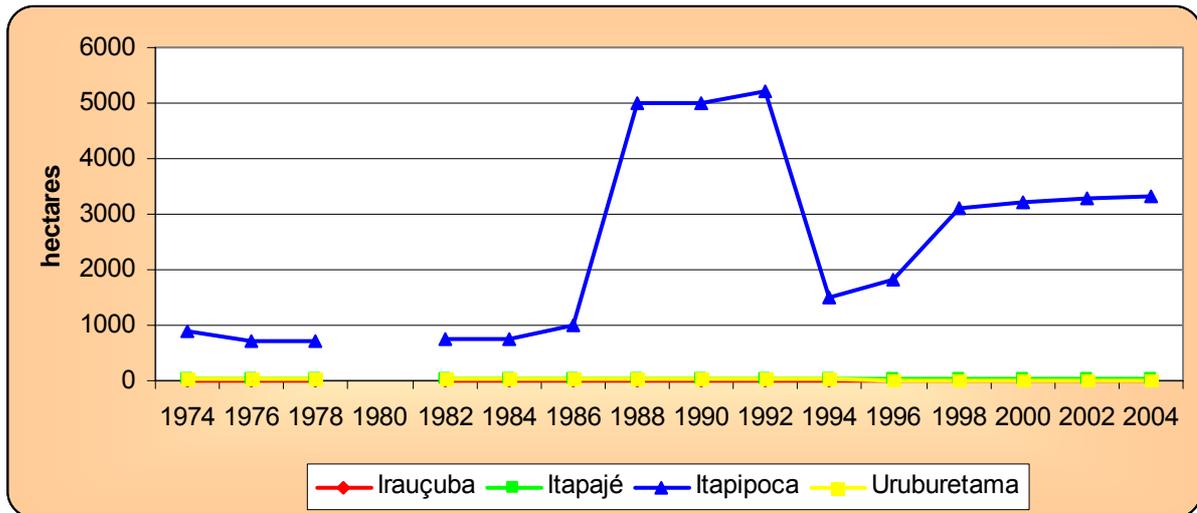
No início dos anos 2000, foram implantadas plantações de caju nas vertentes que possuem solos do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo com declividade superior a 30%, em desarmonia relativamente às condições edafoclimáticas exigidas para este cultivo, como demonstra a figura 44.

#### 3.3.2.4 *Coco-da-baía*

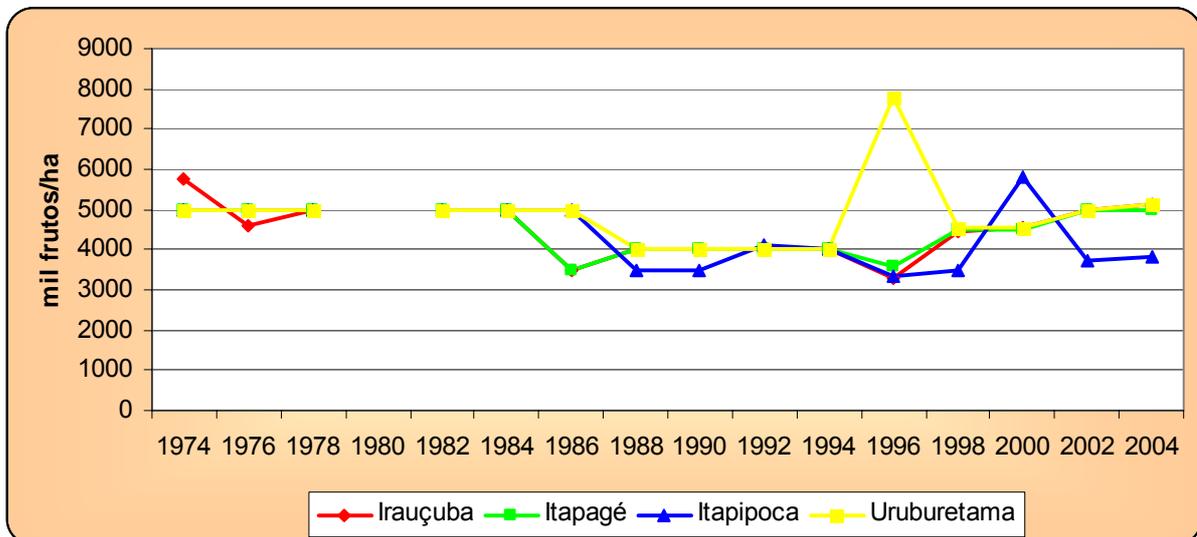
Este é outro exemplo de cultura típica de regiões de solo profundo e relevo plano, como acontece com a castanha-de-caju. O coco-da-baía é largamente cultivado nas áreas de tabuleiros do Município de Itapipoca, bem como nas manchas de tabuleiros nos outros municípios e em outras áreas de menor abrangência espacial, como os vales embutidos entre vertentes e os alvéolos.

A área cultivada (figura 45) cresceu 248% nos 30 anos analisados. Em virtude do valor econômico que passou a ser acumulado no início dos anos 1980, houve a instalação, principalmente no Município de Itapipoca, de grandes fazendas especializadas neste cultivo, refletindo assim neste aumento expressivo da área plantada.

A produtividade manteve a média de 5 t/ha, existindo redução de 20% nos anos 1990, mas rapidamente houve recuperação deste índice (figura 46).



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
 Figura 45: Área total de coco-da-baia na serra de Uruburetama.



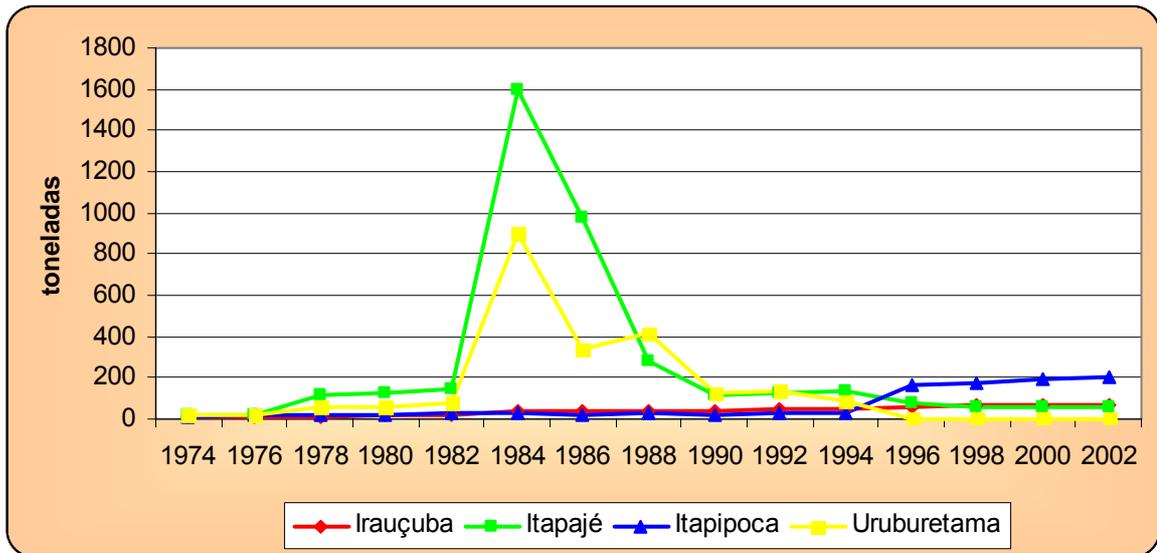
Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).  
 Figura 46: Produtividade de coco-da-baia na serra de Uruburetama.

### 3.3.3 Silvicultura

Sendo a primeira forma de uso da vegetação dos sertões, a silvicultura é utilizada na área, como alternativa para baixa incorporação tecnológica no meio rural, por não necessitar de implementos, insumos e mão-de-obra qualificada. Na serra de Uruburetama, é praticada para produção de carvão vegetal e lenha, sendo praticamente inexistente a produção de madeira em tora.

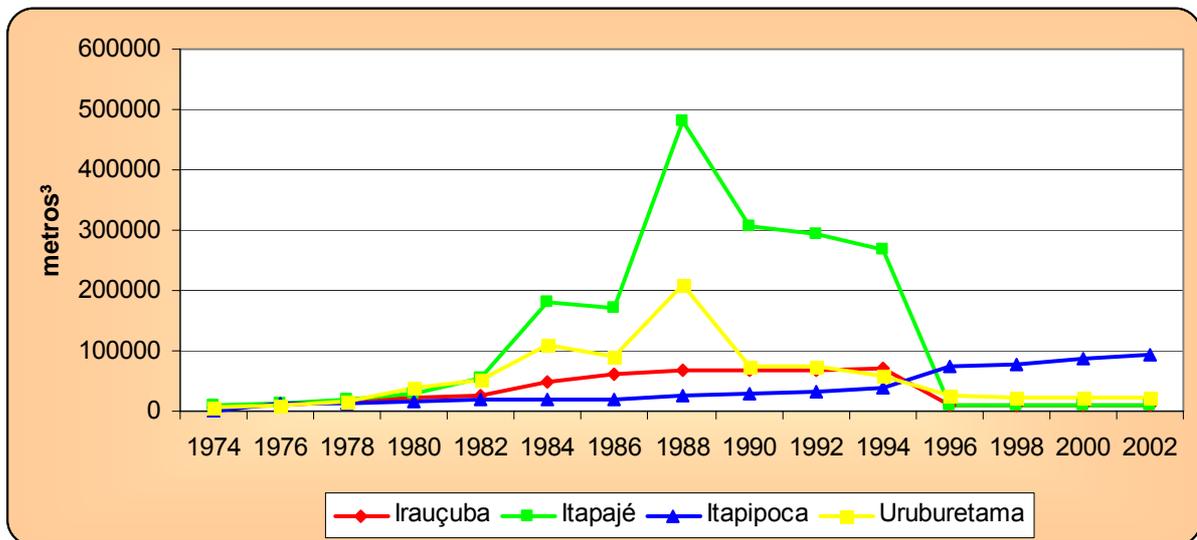
As figuras 47 e 48 mostram a produção de carvão e lenha na serra de Uruburetama. É notório que, se forem comparados os anos de início da série com os anos finais, vê-se um aumento na produção.

Segundo observado em campo, isso decorre do fato de as terras, antes exploradas com culturas diversas, quando esgotam sua capacidade produtiva, são abandonadas, fazendo com que a vegetação rebrote. Essa planta, então, após 3-7 anos, é extraída para produção de carvão ou lenha. Existe ainda a supressão da vegetação nativa para novas áreas de produção agrícola (figura 49), sendo comercializada esta vegetação, então suprimida.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).

Figura 47: Produção de carvão vegetal na serra de Uruburetama.



Fonte: Produção Agrícola Municipal (IBGE) e Anuário Estatístico do Ceará (IPECE).

Figura 48: Produção de lenha na serra de Uruburetama.

Os picos de produção no meio do gráfico foram ocasionados pela forte valorização agrícola destes produtos. Em 1984, o valor de uma tonelada de carvão era de 100 cruzeiros, em 1986 era de 600 cruzeiros, ou seja, um aumento de 600%. Semelhante ao carvão, a lenha, em 1984, custava 7 cruzeiros o m<sup>3</sup> e em 1986

custava 50 cruzeiros, apresentando um aumento de mais de 600% (PAM, 1984 e 1986).



Figura 49: Supressão da vegetação para comércio da madeira.

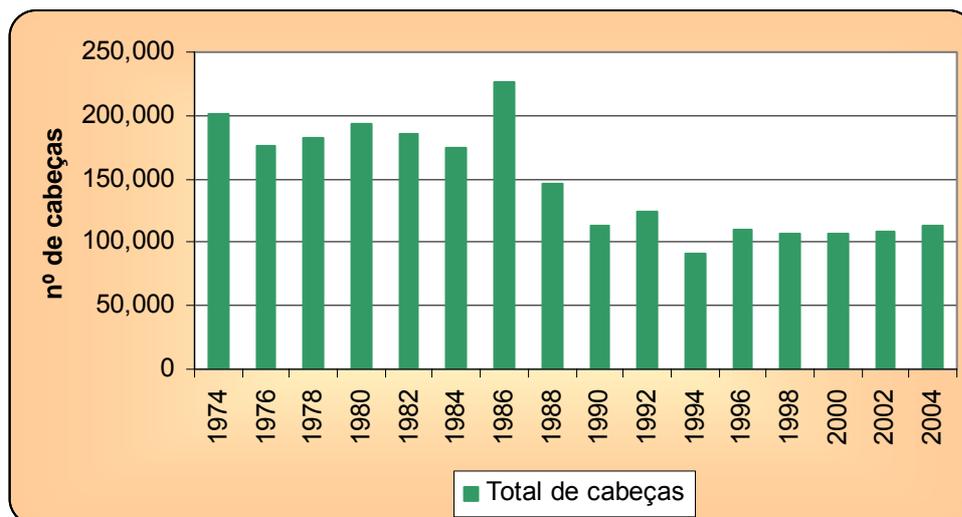
### 3.3.4 Pecuária

Ao lado da silvicultura, a pecuária é a forma de uso da terra que ocupa as maiores porções de terra na superfície pediplanada, abrangendo também áreas de serra, sobretudo nos alvéolos.

A série histórica analisada, semelhante à agricultura, englobou os anos entre 1974 e 2004, sendo pormenorizados os rebanhos de bovinos, asininos, eqüinos, caprinos e ovinos, por serem as ocorrências mais comuns na área.

Em 1974, o número total de cabeças era 200.613. Houve sucessivas baixas no rebanho, estabilizando-se na década de 1990, com uma média de 110.000 cabeças (figura 50), apresentando uma redução de 45%.

A redução do número total de cabeças espelha uma diminuição generalizada em todas as categorias analisadas neste trabalho. O rebanho de bovinos evidenciou uma redução superior a 50%. No ano de 1974, os rebanhos somavam 101.396 cabeças de gado e no ano de 2004 apenas 50.378 cabeças.



Fonte: Produção da Pecuária Municipal (1974 a 2004).  
 Figura 50: Número total de cabeças.

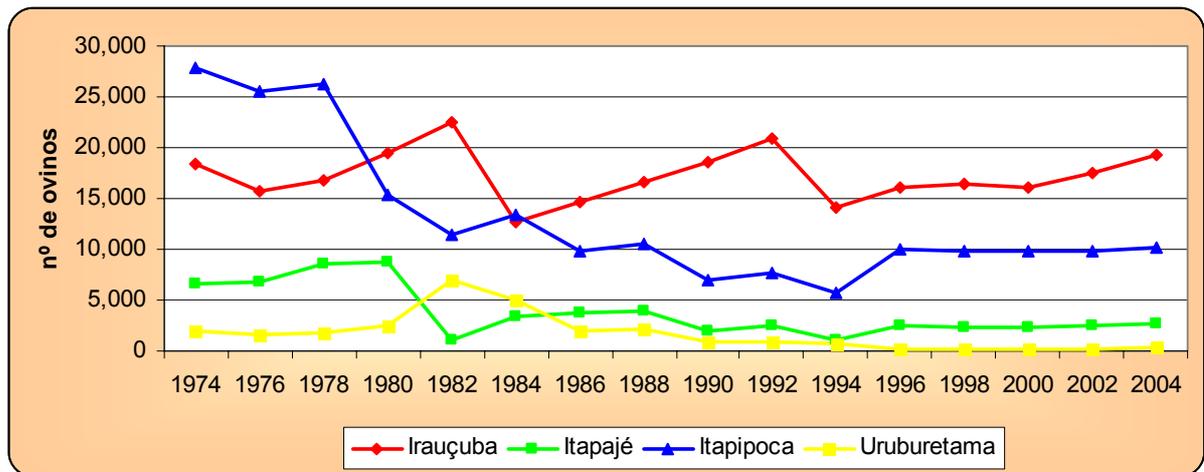
Os rebanhos de asininos que em 1974 somavam 16.233 cabeças, no ano de 2004, atingiram apenas 8.671, ou seja, houve um declínio de 46,58%. Com os eqüinos, foi semelhante. Em 1974, eram 5.673 cabeças, em 2004 eram 2.889 cabeças, uma redução de 49,07%.

Os ovinos apresentaram uma queda de 40,91%. Em 1974, havia 54.843 unidades e em 2004 somente 32.403 unidades. Já com os caprinos, houve a menor redução da área de estudo, diminuindo apenas 12,57%. As cabeças foram reduzidas de 22.468 em 1974 para 19.642 em 2004.

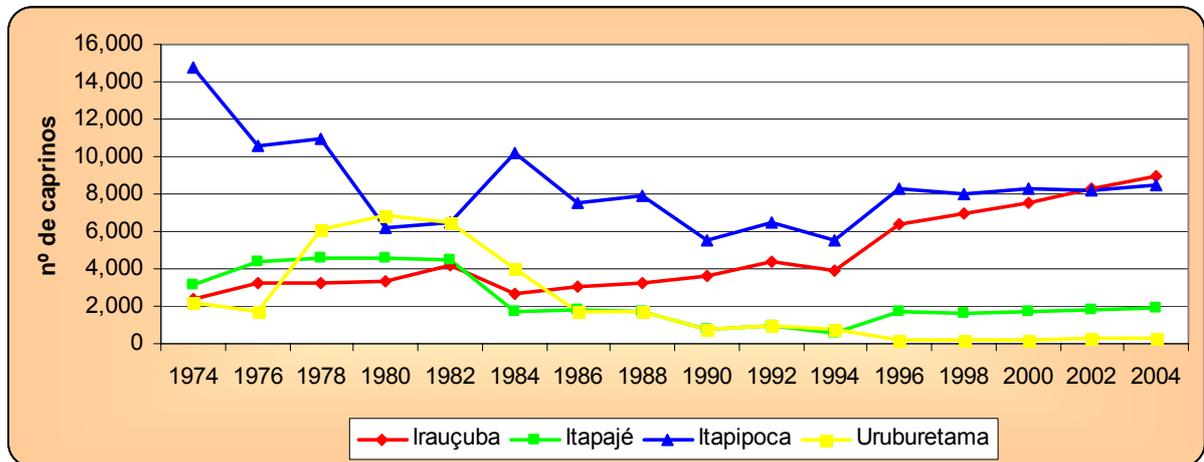
Nestes rebanhos de ovinos e caprinos, a redução é menor em virtude dos programas do Governo do Estado do Ceará. Estes programas estimulam a criação e manutenção destes rebanhos com a doação de cabeças de cabra para os pequenos produtores e a aquisição do leite da cabra e das cabeças produzidas nestas propriedades por parte do Governo do Estado do Ceará.

Grande parte destas ações concentrara-se no Município de Irauçuba, porque, de acordo com o Governo, amenizariam os impactos da degradação ambiental bastante avançada neste município.

Nas figuras 51 e 52, são mostrados os rebanhos de ovinos e caprinos, por município. Em Irauçuba, o aumento dos ovinos foi de 2,5% e nos caprinos o aumento foi de 279,85%. O expressivo número dos caprinos decorre do fato de o Governo do Estado, em seu programa de combate a degradação/desertificação, incentiva a criação de caprinos por meio da doação de animais e da compra do leite produzido em excesso na propriedade.



Fonte: Produção da Pecuária Municipal (1974 a 2004).  
 Figura 51: Rebanho de ovinos, segundo os municípios.



Fonte: Produção da Pecuária Municipal (1974 a 2004).  
 Figura 52: Rebanho de caprinos, segundo os municípios.

### 3.4 Mapeamento do Uso da Terra

Conforme especificado nos procedimentos metodológicos, as formas de uso da terra foram mapeadas em duas fases, a primeira em 1975 (figura 55) e a segunda em 2005 (figura 56).

No mapeamento de 1975, foram apontadas seis classes. No mapeamento de 2005, em virtude de melhores produtos de sensoriamento remoto, foram diagnosticadas oito classes. No quadro 04, estão discriminadas as classes destes mapeamentos, bem como suas respectivas correlações entre os anos de 1975 e 2005.

Quadro 04: Comparativo das classes de uso da terra.

<b>Classes de mapeamento 1975</b>	<b>Classes de mapeamento 2005</b>
Caatinga conservada / Mata seca	Caatinga em pousio / regeneração
Culturas temporárias / permanentes	Culturas temporárias
	Culturas permanentes
	Culturas temporárias / permanentes
Pecuária extensiva associada ao extrativismo vegetal	Pecuária extensiva associada ao extrativismo vegetal
Mata úmida	Mata úmida
Caatinga arbustiva aberta associada a solo exposto	Caatinga arbustiva aberta associada a solo exposto
Água	Água
Nuvem	Não ocorre esta classe

A classe sombra pode ser excluída do mapeamento de 2005, sendo compensada ou pelos trabalhos de campo, ou com a sobreposição das duas imagens orbitais utilizadas, explicitadas no **material e métodos**.

As culturas temporárias / permanentes, com a diminuição do pixel entre as imagens utilizadas em 1975 e 2005, puderam ser distinguidas em vários locais. Onde esta classe ainda não pode ser mapeada separadamente, foi utilizada no mapa de 2005 a classe culturas temporárias / permanentes.

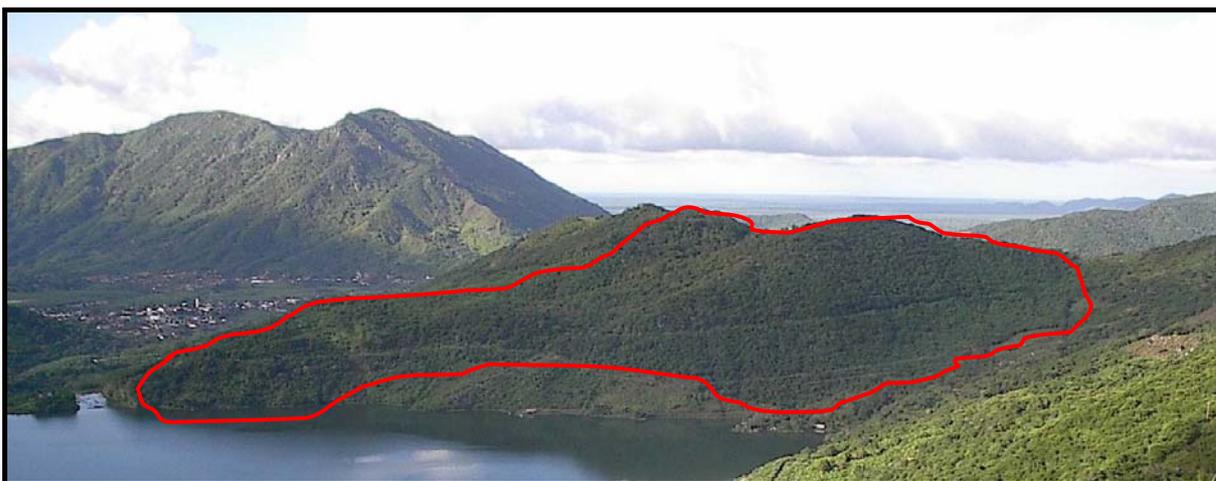
Tabela 01: Comparação entre as áreas das classes de uso da terra.

<b>Classes de uso</b>	<b>Área 1975 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área 2005 (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Variação</b>
Caatinga em pousio / regeneração	802,72	881,26	+9,78%
Culturas temporárias	800,26	381,54	+11,58%
Culturas permanentes		77,89	
Culturas temporárias / permanentes		433,56	
Pecuária extensiva associada ao extrativismo vegetal	1.127,10	839,58	-25,5%
Mata úmida	101,99	3,88	-96,19%
Caatinga arbustiva aberta associada a solo exposto	254,50	469,06	+84,3%
Água	15,92	53,30	+234,79%
Nuvem	37,59	-	-
Total	3.140,08	3.140,08	

A análise comparativa das áreas mapeadas, conforme a tabela 01, evidencia uma pressão sobre os recursos naturais, com o aumento da área de caatinga arbustiva aberta, associada com solo exposto em 84,3% e a diminuição da mata úmida em 96,19% (figuras 53 e 54).

Também houve queda nas áreas destinada às pastagens em 25,5%. Parte desta área foi alterada para classe de caatinga em pousio / regeneração e outra parte passou para caatinga arbustiva aberta associada a solo exposto.

As áreas destinadas a culturas aumentaram em 11,58%, aumento este decorrente de dois fatores: o primeiro, e mais importante, foi a mudança de áreas que antes eram matas úmidas para culturas permanentes; e o segundo fator foi a constante busca por novos espaços que o agricultor promoveu depois de extrair ao máximo os recursos naturais das áreas, principalmente dos solos.



Em vermelho, supressão da vegetação de caatinga.  
Figura 53: Vertente úmida em 2003.



Nota-se a desconfiguração da cobertura vegetal e o surgimento de afloramentos rochosos.  
Figura 54: Vertente úmida em 2006.

Ocorre também uma migração de áreas antes consideradas culturas permanentes para áreas de culturas temporárias / permanentes, culturas temporárias ou silvicultura. Este fato está ocorrendo de forma comum, principalmente em parcelas da vertente úmida, como pode ser observado nas figuras 53 e 54.

Figura 55  
**MAPA DE COBERTURA VEGETAL/USO DA TERRA DA SERRA DE URUBURETAMA NO ANO DE 1975**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e  
 dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

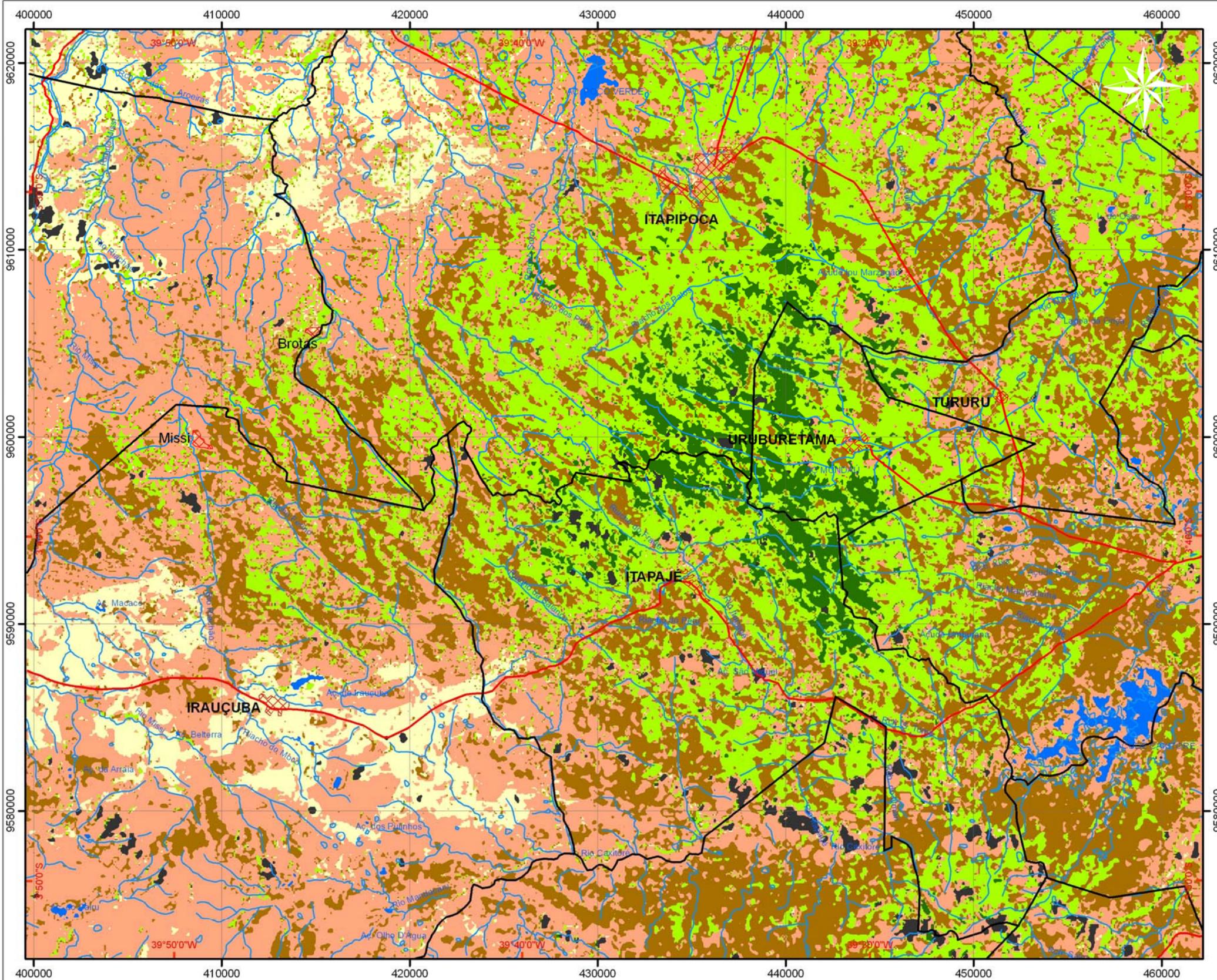
Análise Geoambiental: Subsídios ao Planejamento Agrícola  
 da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Marcos José Nogueira de Souza

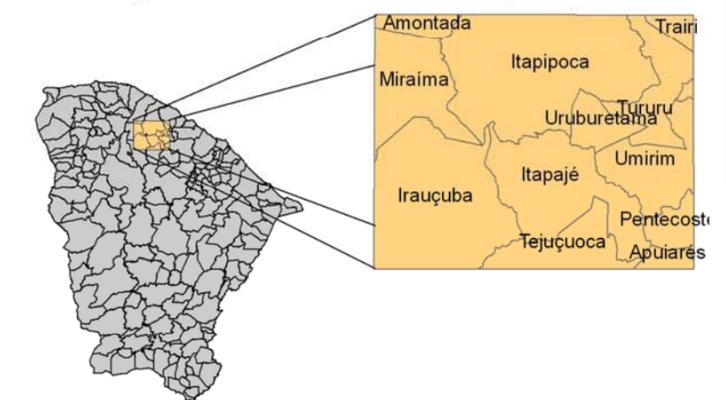
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| <b>SINAIS</b>         | <b>TOPÔNIMOS</b>      |
| Limite municipal      | Drenagem              |
| Rios e riachos        | AÇUDES                |
| Estradas pavimentadas | Sede distrital        |
| Núcleo urbano         | <b>SEDE MUNICIPAL</b> |

**LEGENDA**

- Caatinga arbustiva aberta associado a solo exposto
- Caatinga conservada / Mata Seca
- Culturas temporárias / permanentes
- Mata Úmida
- Pecuária extensiva associada a extrativismo vegetal
- Água
- Nuvem

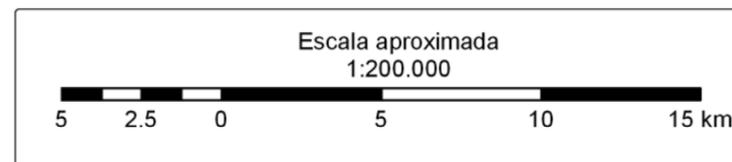


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**      **ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."

Fonte: interpretação visual de imagem satélite  
 LANDSAT-3 (1975)



Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

Figura 56  
**MAPA DE COBERTURA VEGETAL/USO DA TERRA DA SERRA DE URUBURETAMA NO ANO DE 2005**



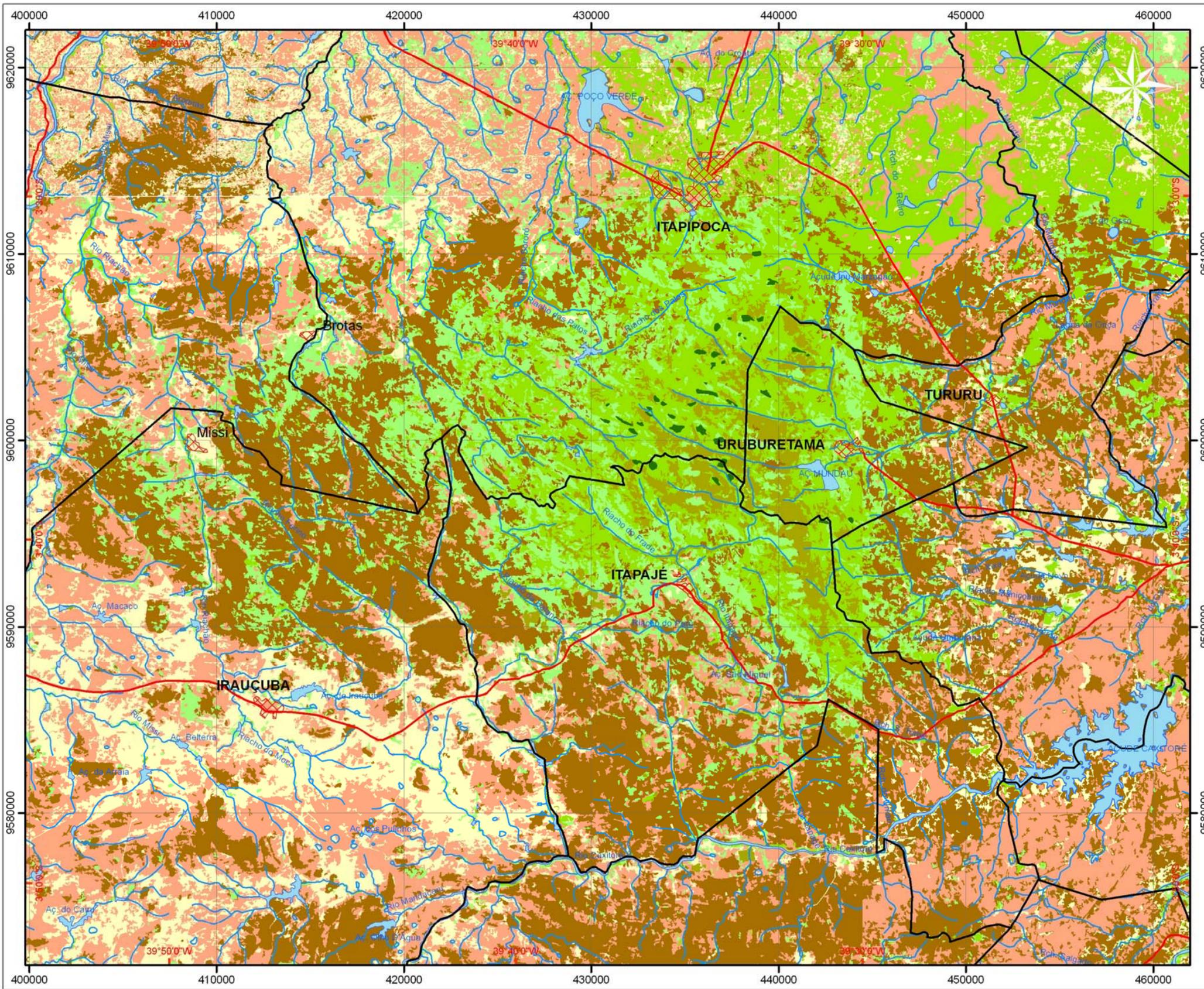
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e  
 dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental: Subsídios ao Planejamento Agrícola  
 da Serra de Uruburetama-CE

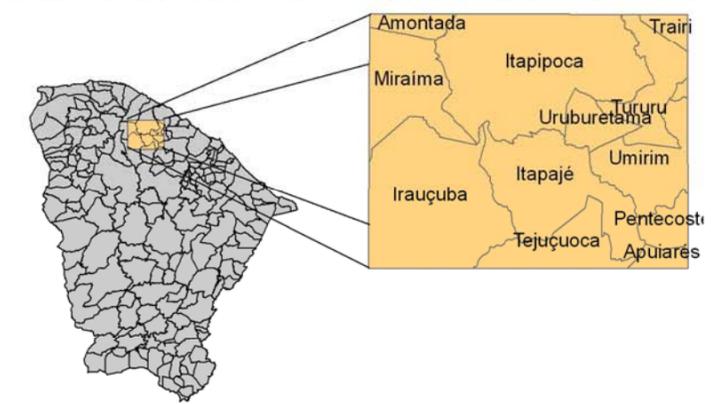
Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Profº Drº Marcos José Nogueira de Souza



- SINAIS**
- Limite municipal
  - Rios e riachos
  - Estradas pavimentadas
  - Açudes e lagoas
  - Núcleo urbano
- TOPÔNIMOS**
- Drenagem
  - AÇUDES
  - Sede distrital
- SEDE MUNICIPAL**

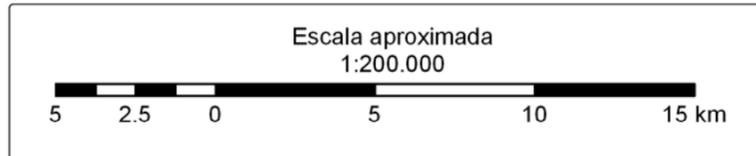
- LEGENDA**
- Caatinga arbustiva aberta associado a solo exposto
  - Caatinga em pouso/regeneração
  - Culturas permanentes
  - Culturas temporárias
  - Culturas temporárias / permanentes
  - Mata Úmida
  - Pecuária extensiva associada a extrativismo vegetal

**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**      **ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."  
 Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

Fonte: interpretação visual de imagem satélite  
 Landsat (2002) e CBERS-2 (2005) e checagem em campo



## 4 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Dentro da **fase de análise**, a contextualização geográfica cuida da coleta e tratamento dos dados ambientais da área de estudo. É necessária, no primeiro momento, para a composição do ambiente, e, no segundo, o entendimento das relações entre as variáveis.

Esta caracterização ambiental levou em consideração os aspectos relativos à geologia (litologia e a unidade litoestratigráfica), à geomorfologia (processos externos, formas do relevo e declividade), à pedologia (processo de formação e tipos de solos), à cobertura vegetal (classificação e identificação), à hidrologia (configuração da drenagem, bacias hidrográficas e águas sub-superficiais) e à climatologia (precipitação e tipos climáticos).

O entendimento das relações que ocorrem entre estes componentes ambientais é evidenciado nos processos morfodinâmicos expostos ao final do capítulo.

### 4.1 Localização da Área de Estudo

A área de estudo localiza-se na porção centro-norte do Estado do Ceará, região Nordeste do Brasil. Possui como delimitação um polígono com as respectivas coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator): no canto superior direito 462.094 E (leste), 9.621.931 N (norte), no canto superior esquerdo 399.797 E, 9.622.094 N, no canto inferior direito 462.217 E, 9.571.775 N e no canto inferior esquerdo 399.540 E, 9.571.781 N.

Abrange os Municípios de Uruburetama e Itapajé na totalidade, bem como partes significativas dos Municípios de Tururu, Itapipoca, Miraíma, Iruçuca, Tejuçuoca, Umirim e porções restritas dos Municípios de Trairí, Amontada, Apuiarés e Pentecoste, conforme a tabela 02.

A carta-imagem (figura 57) demonstra a configuração espacial dos elementos que compõem a área pesquisada. Nota-se, no canto inferior direito da carta, a localização geográfica da área dentro do Estado do Ceará.

Figura 57  
**CARTA IMAGEM DA SERRA DE URUBURETAMA-CE**



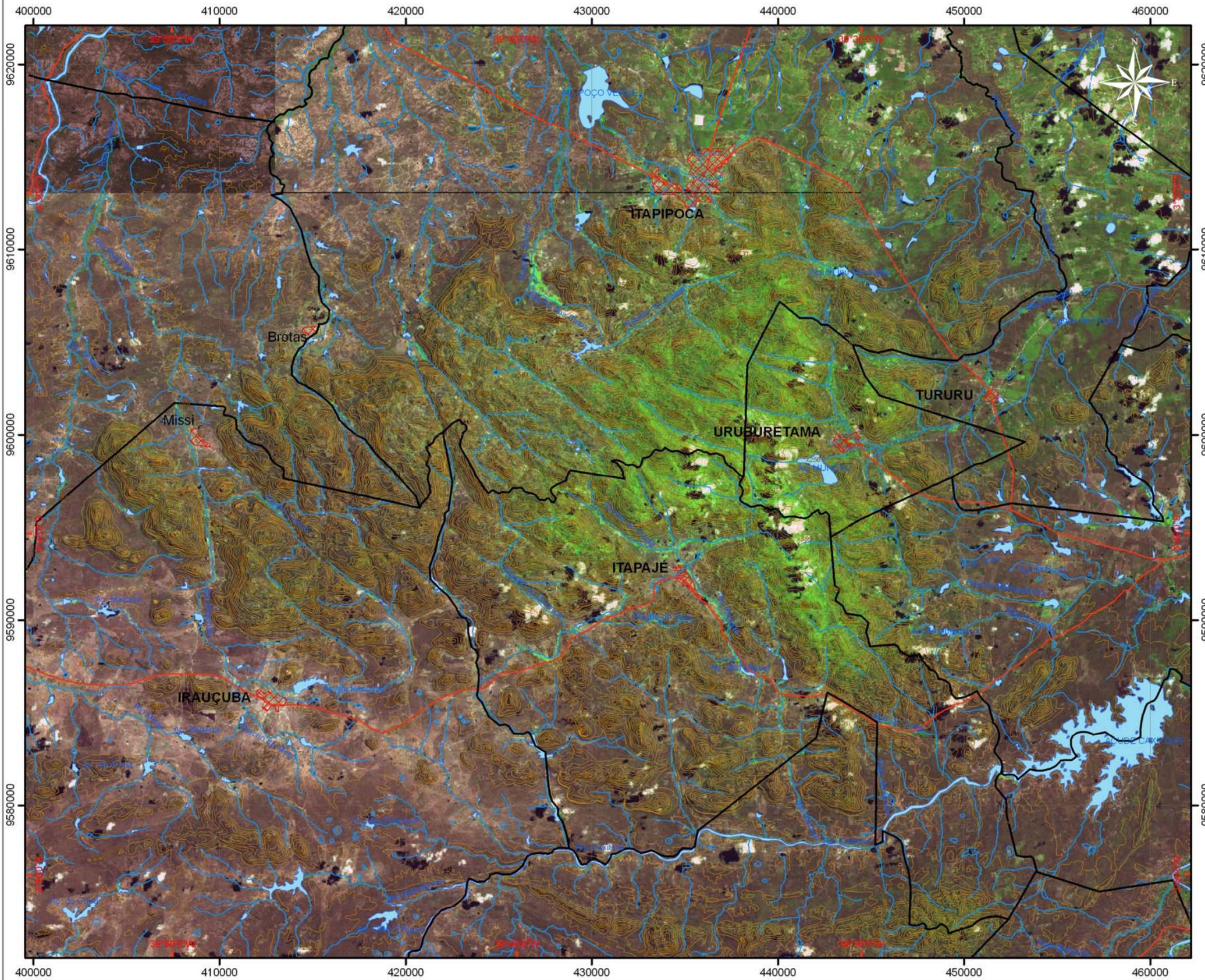
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e  
 dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental: Subsídios ao Planejamento Agrícola  
 da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Marcos José Nogueira de Souza



**SINAIS**

- Limite municipal
- Rios e riachos
- Curvas de nível intermediária
- Curvas de nível mestre
- Açudes e lagoas
- Núcleo urbano
- Imagem de satélite

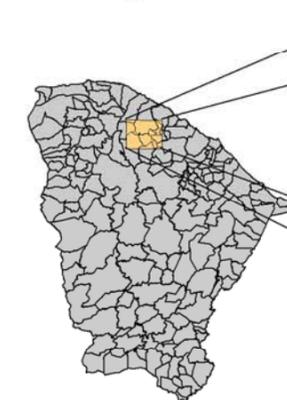
**TOPÔNIMOS**

- Ponto cotado
- Drenagem
- AÇUDES
- Sede distrital

**SEDE MUNICIPAL**

Fonte: MI-619, MI-620, MI-682, MI-683  
 e interpretação visual de imagem de  
 satélite com checagem de campo (2006).  
 Imagem de satélite LANDSAT órbitas-  
 ponto: 217-62 (28/08/02) e 217-63 (10/08/02)

**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**



**ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."

Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

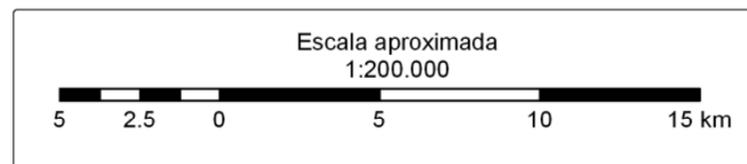


Tabela 02: Municípios, área total, área abrangida e proporção.

<b>Municípios</b>	<b>km<sup>2</sup>/total</b>	<b>km<sup>2</sup>/Abrangidos</b>	<b>Proporção em %</b>
Amontada	1.173,24	62,62	5.34
Itapipoca	1.609,79	798,78	49.62
Trairi	932,13	49,24	5.28
Irauçuba	1.463,55	651,67	44.53
Itapajé	440,42	440,42	100.00
Uruburetama	95,96	95,96	100.00
Tururu	207,79	198,45	95.51
Tejuçuoca	709,41	195,54	27.56
Miraíma	695,71	294,02	42.26
Apuiarés	623,64	40,22	6.45
Pentecoste	1.361,63	78,26	5.75
Umirim	324.49	234,85	72.38
<b>Total</b>	<b>9.637,82</b>	<b>3.140,0891</b>	<b>32,58</b>

Fonte: IPECE, 2005.

## 4.2 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

A geologia da área é bastante diversificada, possuindo como unidades mais representativas, pertencentes à Província da Borborema, o Complexo Nordestino, que se subdivide em suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, Complexo Ceará - unidade Canindé e Complexo Ceará - unidade Independência, e como unidades menos representativas têm-se a Formação Barreiras e os depósitos quaternários, conforme a figura 58 (CPRM, 2003).

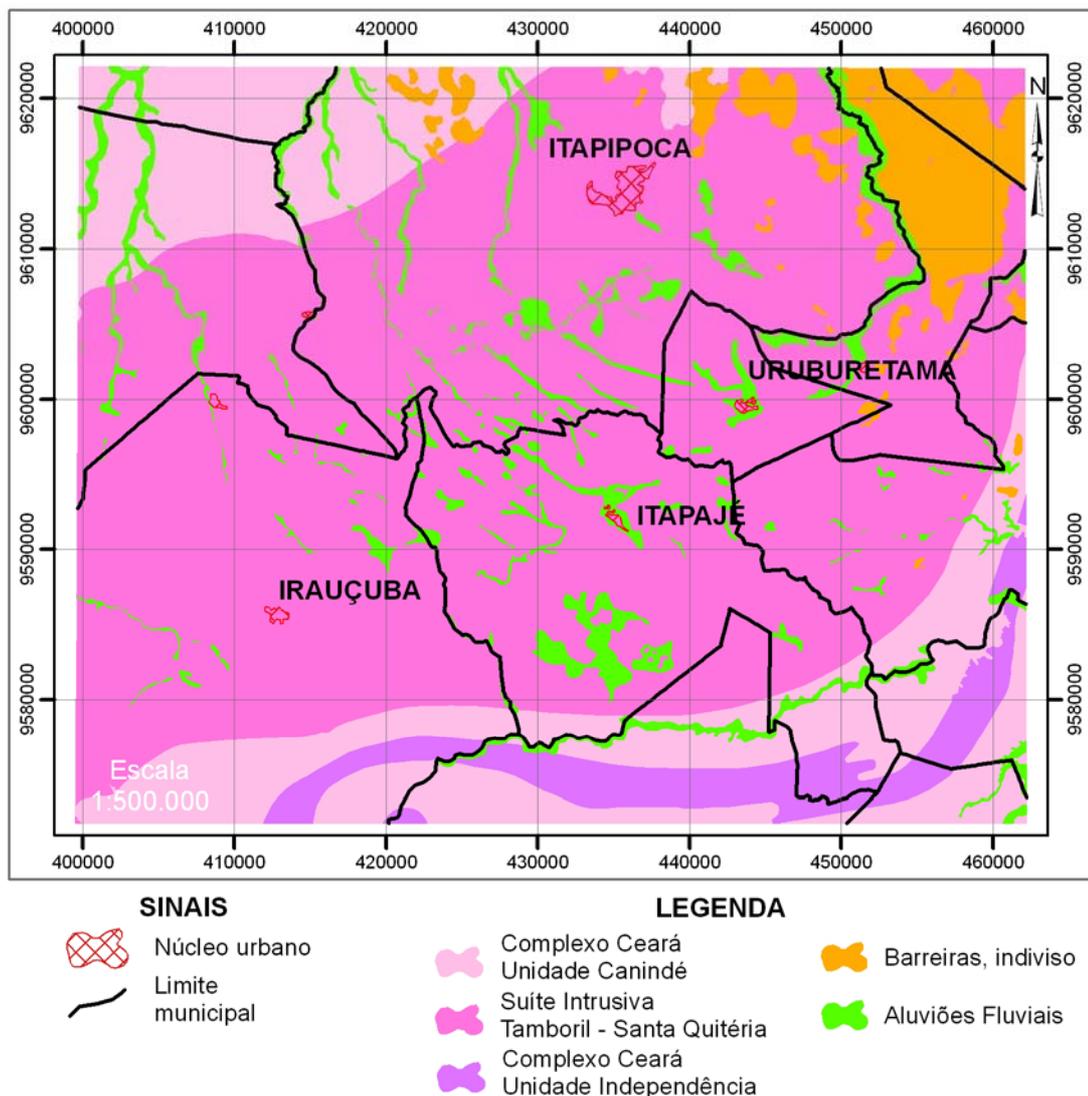
A unidade litoestratigráfica *suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria* data do Pré-Cambriano Não Diferenciado, formada pela intrusão de rochas plutônicas cristalinas em rochas encaixantes do complexo nordestino. Sua litologia é composta de rochas granitóides, no centro da região, e nos rebordos por granitos, migmatitos e paraderivadas (CPRM, 2003). Abrangendo a maior parte da área estudada, engloba todo o maciço de Uruburetama, grande parte da depressão sertaneja e as áreas de inundação sazonal localizadas no setor oeste.

Os processos modeladores do relevo, combinados com as características geológicas da suíte intrusiva, promoveram o modelado do maciço em cristas com

vertentes côncavas, assimétricas, predominando a fase de relevo de forte ondulado a montanhoso, sendo fortemente dissecado, como pode ser comprovado no mapa de declividade (figura 59), e um conjunto menos representativo de cristas e colinas, com a fase de relevo suave-ondulado.

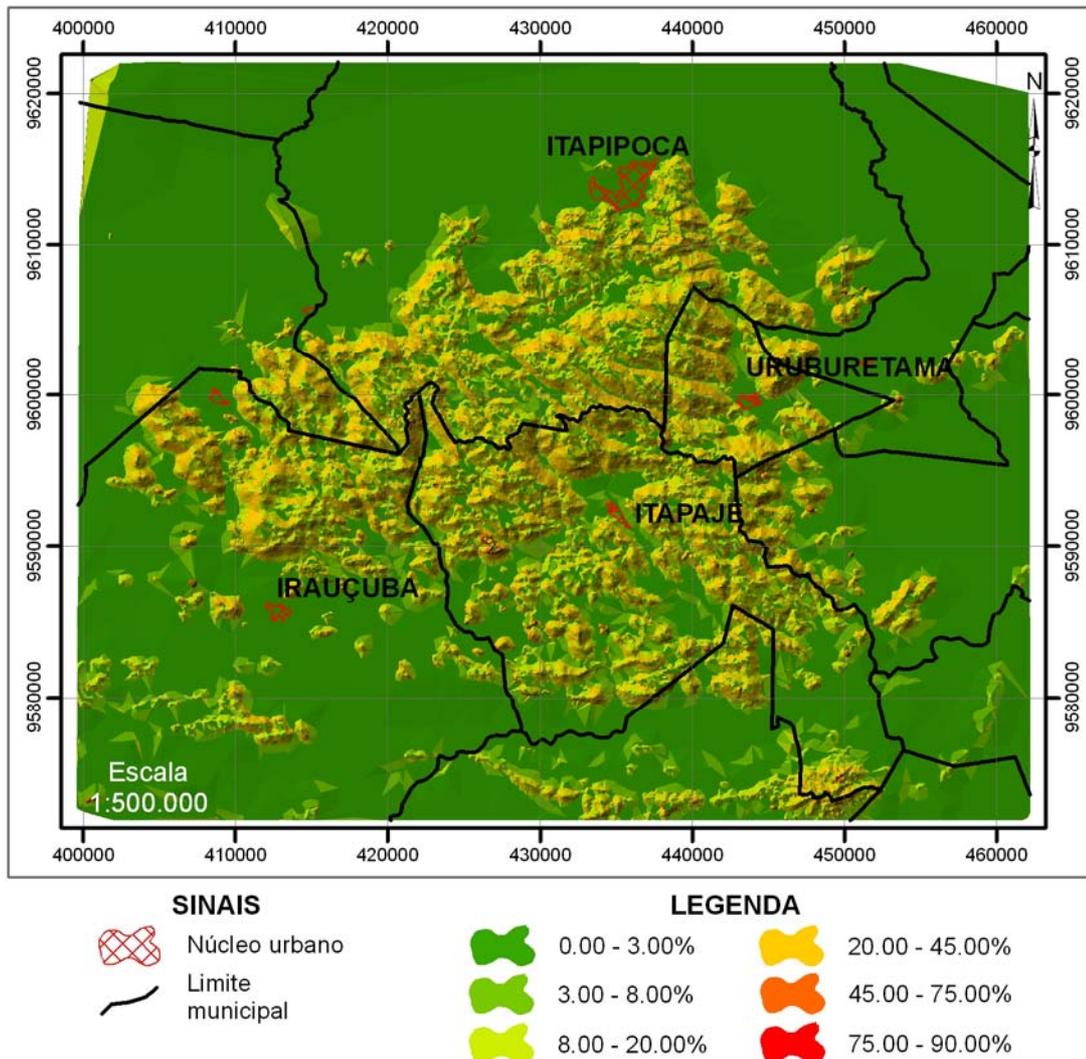
As vertentes são subdivididas em vertente seca, subúmida seca e úmida. Difere uma da outra de acordo com a simetria, profundidade do vale, distância entre os interflúvios, declividade e o principal fator de diferenciação é o aspecto climático regente, que será abordado a seguir.

A altitude média do maciço situa-se entre 500 e 800m, alcançando mais de 1.000m em locais específicos, como no limite municipal entre Itapajé e Itapipoca.



Fonte: CPRM, 2003. Interpretação de imagem de satélite.  
 Figura 58: Aspectos litológicos da serra de Uruburetama.

O Complexo Ceará - unidade Canindé (figura 58) data do Proterozóico, abrangendo as porções noroeste e sul-sudeste da área estudada. A litologia é formada por paragnaisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, rochas metabásicas, gnaisses dioríticos, metagabros, metaultramáficas quartzitos e metacalcários (CPRM, 2003). As formas de relevo pertencentes à unidade Canindé são compostas pela superfície pediplanada e cristas residuais.



Fonte: cartas topográficas da SUDENE.  
 Figura 59: Mapa de declividade.

A superfície pediplanada, exemplificada na figura 60, que circunda todo o complexo do maciço de Uruburetama, tem sua gênese a partir do processo de pediplanação e da coalescência de pedimentos. Dispõe de grande variedade litológica, conforme citado anteriormente.

Em geral, esta superfície apresenta-se suave-ondulada com as cristas residuais e inselbergs interrompendo a baixa declividade, como nas porções sul e sudoeste da área de estudo. A altimetria não supera os 200m, compondo o nível de base da região. Em locais específicos do Município de Irauçuba, foram modeladas áreas de inundação sazonal em meio à depressão sertaneja, possuindo uma dinâmica ambiental bastante peculiar.

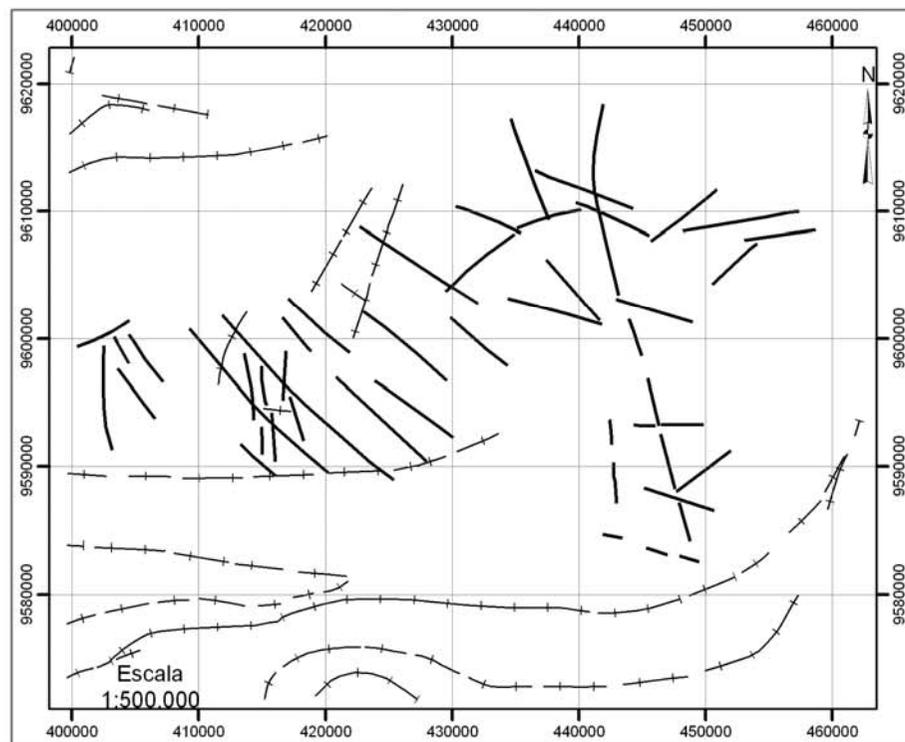


Figura 60: Superfície pediplanada no Município de Irauçuba.

O *Complexo Ceará - unidade Independência* (figura 58) situa-se na porção sul-sudeste, datando do Proterozóico. Sua litologia é formada principalmente por paragneisses associados a jazimentos estratóides e diqueformes de granitóides (CPRM, 2003), refletindo a forma de relevo predominante de cristas residuais.

A *Formação Barreiras*, de idade plio-pleistocênica, além de abranger a porção nordeste da região, possui várias manchas descontínuas espacialmente. Possui a litologia representada pelas rochas com sedimentos argilo-arenosos e areno-argilosos, em tons alaranjado e avermelhado; apresentam-se, em certos locais, cascalhosos (CPRM, 2003). A forma de relevo representada por esta formação constitui os tabuleiros interiores.

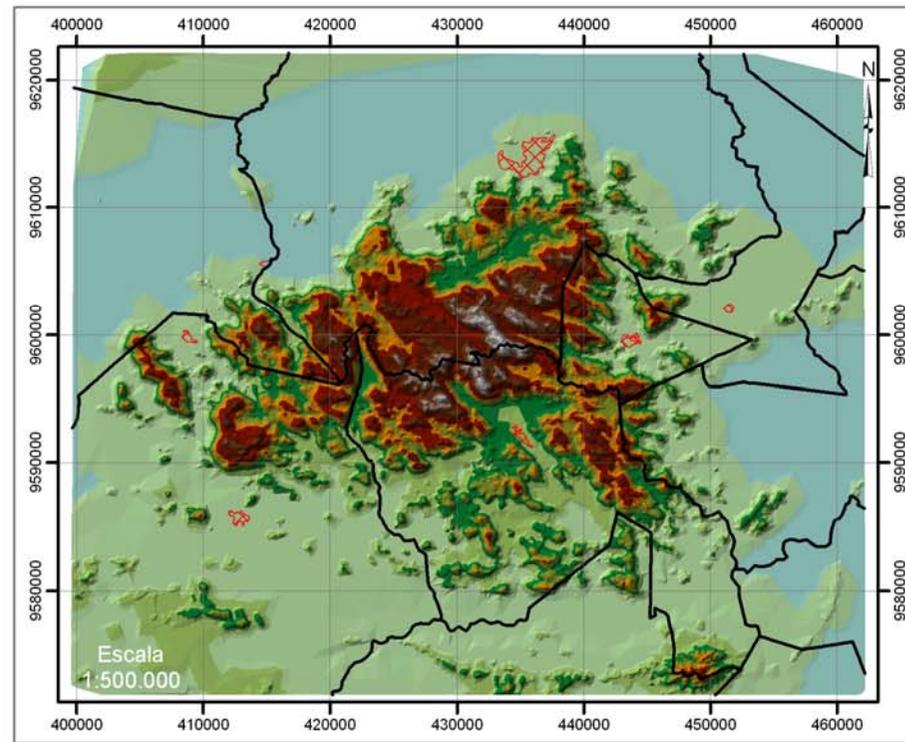
Os tabuleiros interiores possuem baixa altimetria, com a cota não superior aos 90m (figura 62), baixa declividade (figura 59), conseqüentemente, um fraco entalhe da drenagem, formando uma superfície tabuliforme (SOUZA, 2000). A drenagem possui um fraco entalhe, fazendo com que o rio meandre, isolando muito distantemente os interflúvios.



- LEGENDA**
- Fraturas
  - Zona de cisalhamento indiscriminado

Fonte: CPRM, 2003.

Figura 61: Mapa das fraturas e zonas de cisalhamento.



- SINAIS**
- Núcleo urbano
  - Limite municipal
- LEGENDA**
- |            |            |             |
|------------|------------|-------------|
| 0 - 80m    | 321 - 400m | 641 - 720m  |
| 81 - 160m  | 401 - 481m | 721 - 800m  |
| 161 - 240m | 481 - 560m | 801 - 880m  |
| 241 - 320m | 561 - 640m | 881 - 1080m |

Fonte: Cartas topográficas da SUDENE.

Figura 62: Mapa de altimetria.

Os *depósitos quaternários* ou aluviões aparecem com menor expressão espacial, porém bem distribuídos em toda área da pesquisa. Com litologia pertencente ao Holoceno, normalmente são sedimentos arenosos não consolidados, depositados por processos fluviais (BRASIL, 1984). Tem sua forma de relevo moldada em planícies fluviais e alvéolos.

As planícies fluviais, normalmente, ocorrem associadas às fraturas das rochas (figura 61) na região de serra, por serem áreas mais susceptíveis ao ataque dos processos lineares de formação do relevo (PENTEADO, 1980). Apresentam-se diferente das planícies fluviais da depressão, por terem a distância entre os interflúvios reduzida e vales na forma de “V” (figura 63). As planícies fluviais da depressão têm menor capacidade de entalhe e possuem menor variação de declividade em seu trajeto. Ambas constituem ambientes de exceção em meio ao semi-árido (SOUZA, 2000).



Figura 63: Vale fluvial bem encaixado no Município de Itapipoca.

Os alvéolos (figura 64) originam-se do recuo das vertentes de um vale por intermédio dos processos modeladores do relevo. A drenagem configura-se de forma radial-concêntrica, com apenas um coletor principal das águas; o pacote sedimentar torna-se espesso e de origem coluvial-aluvial (GUERRA & GUERRA, 2003). Em ambientes de serra, são áreas de exceção por apresentarem uma topografia plana, bons solos e disponibilidade hídrica para o cultivo.



Figura 64: Alvéolo de altitude no Município de Itapajé.

Outra ocorrência geomorfológica na área são os inselbergs, formados pelo rebaixamento do nível de base dos sertões, provocado pelo processo de pediplanação, promovendo a exposição das rochas mais resistentes da área. Especialmente, são mais abundantes no setor oeste, ocorrendo também no setor sul da serra (figura 65).



Figura 65: Inselberg no Município de Irauçuba.

Toda esta configuração geomorfológica exposta anteriormente, está esquematizada no mapa geomorfológico (figura 66), confeccionado mediante interpretação de satélite e checagem em campo.

Figura 66  
**MAPA DE FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e  
 dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental: Subsídios ao Planejamento Agrícola  
 da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Marcos José Nogueira de Souza

**SINAIS**

- Limite municipal
- Rios e riachos
- Cristas
- Estradas pavimentadas
- Açudes e lagoas
- Núcleo urbano

**TOPÔNIMOS**

- Drenagem
- AÇUDES
- Sede distrital

**SEDE MUNICIPAL**

**Feições Geomorfológicas**

**Classificação em relação à forma**

**Formas erosivas**

- Egi - Inselberg, forma de relevo residual resultante dos processos de pediplanação.
- Ep - Superfície pediplanada, superfície plana elaborada por procesos de pediplanação

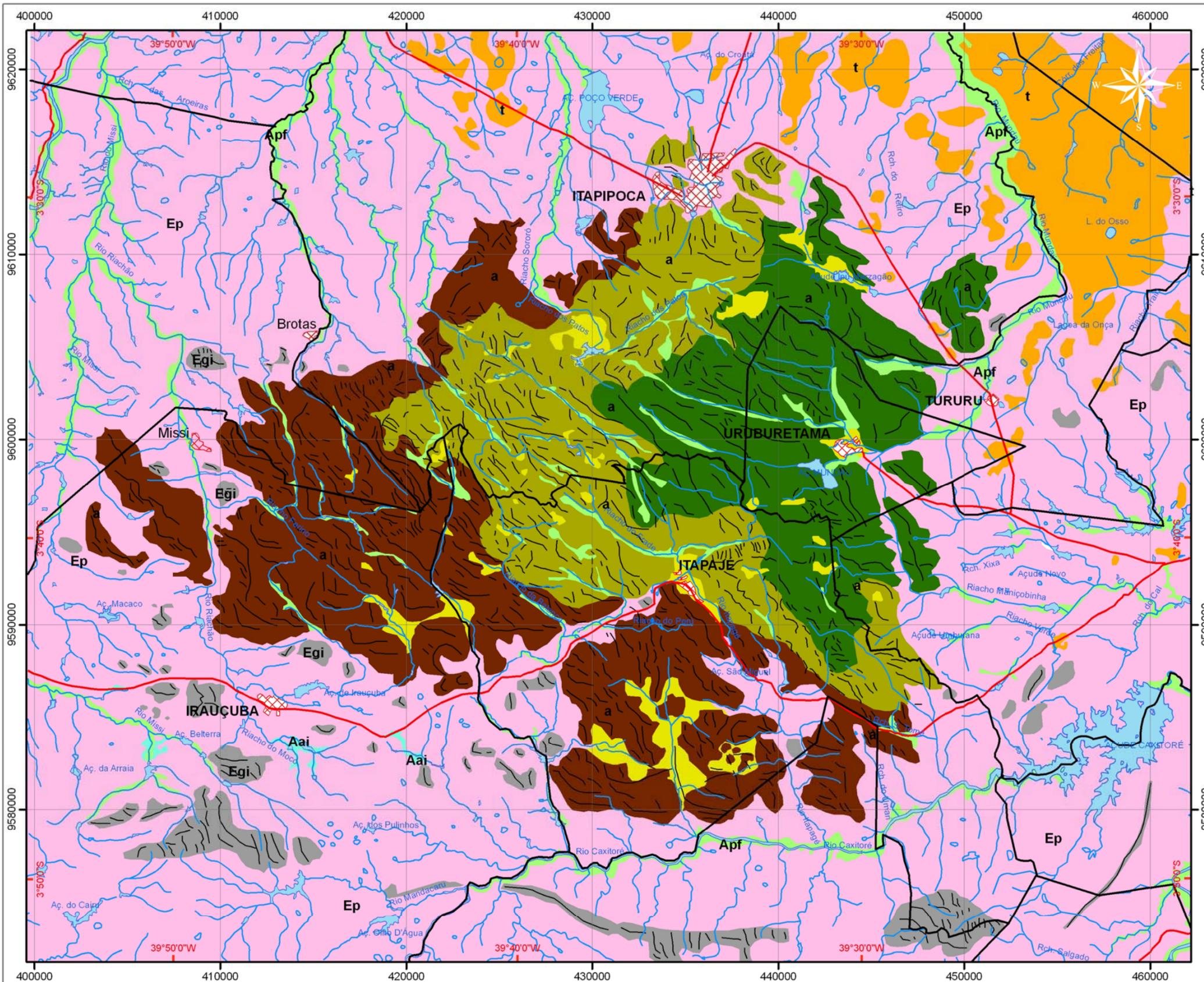
**Formas de dissecação**

- a - Formas aguçadas. Relevos de topo contínuo e aguçado, com diferentes ordens de grandeza, separados geralmente por vales em forma de "V".
- t - formas tabulares. Relevo de topo plano com diferentes ordens de grandeza, separados geralmente por vales de fundo plano

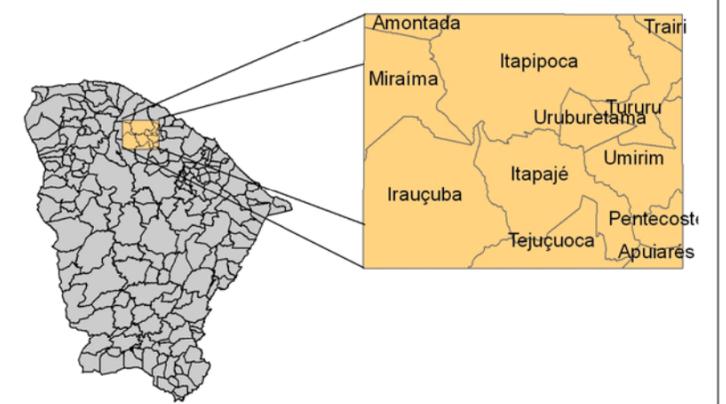
**Formas de acumulação**

- Aai - Áreas de acumulação inundáveis. Áreas aplainadas sujeitas a inundações periódicas, precariamente incorporadas a rede de drenagem.
- Apf - Planície fluvial. Área plana sujeita a inundações periódicas

	Vertente seca	Área: 365,40 km <sup>2</sup>
	Vertente sub-úmida seca	Área: 235,82 km <sup>2</sup>
	Vertente úmida	Área: 221,89 km <sup>2</sup>
	Alvéolos	Área: 46,97 km <sup>2</sup>
	Planícies fluviais	Área: 132,70 km <sup>2</sup>
	Tabuleiros interiores	Área: 163,30 km <sup>2</sup>
	Áreas de inundação sazonal	Área: 3,97 km <sup>2</sup>
	Superfície pediplanada	Área: 1.834,89 km <sup>2</sup>
	Cristas residuais e inselbergs	Área: 95,56 km <sup>2</sup>

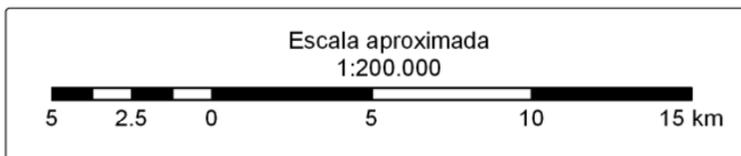


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**      **ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."  
 Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

Fonte: Imagem de satélite LANDSAT, Projeto RADAMBRASIL folha SA.24 e checagem de campo



### 4.3 Condições Climáticas e Hidrológicas

#### 4.3.1 Climatologia

Os aspectos climáticos foram analisados conforme Nimer (1979), Souza (2000), Ab´Saber (2003), Ayoade (2003) e Brandão (2003).

A Região Nordeste, com sua posição geográfica e seus relevos elevados, fazem com que possua diversos sistemas de circulação atmosférica, sendo a mais complexa região brasileira no que diz respeito às condições climáticas.

O clima na região é controlado na maior parte do ano pelo *anticiclone semifixo do Atlântico Sul*. Suas principais características são as altas temperaturas provocadas pela intensa taxa de insolação e forte umidade fornecida pela evaporação do oceano Atlântico.

A partir do que foi descrito, estabeleceu-se na região o clima tropical quente semi-árido, estendendo-se por 720 mil km<sup>2</sup>, tendo como principais peculiaridades de seis a sete meses sem precipitações, altas e constantes temperaturas e baixa amplitude térmica.

As massas de ar que controlam as condições climáticas da porção norte do Estado do Ceará, onde está situada a serra de Uruburetama, são identificadas como sendo as massas de ar Equatorial Atlântica, Equatorial Continental e Tropical Atlântica.

A massa de ar Equatorial Atlântica tem por característica geral ser quente e úmida, por se originar em uma zona de baixa latitude e em cima do oceano Atlântico na área do anticiclone dos Açores, que atua em todo o norte do Brasil, provocando chuvas fracas no verão e mais intensas no inverno.

A massa de ar Equatorial Continental, originada na Amazônia, provoca altas temperaturas e pluviosidade naquele espaço. Quando atua no Nordeste, é responsável pelo tempo quente e ensolarado.

A massa de ar Tropical Atlântica atua o ano todo no Nordeste. Sendo quente e úmida, tem origem no anticiclone de Santa Helena, provoca chuvas representativas no litoral leste do Nordeste, raramente transpondo a barreira orográfica provocada pela Borborema, causando chuvas no interior.

A estabilidade do tempo provocada pela atuação constante destas massas de ar só é rompida pela ação das correntes perturbadas que, segundo Nimer (1979), são formadas entre “duas massas de ar ou entre duas ou mais altas existe sempre uma zona despressionária que constitui uma descontinuidade, para qual convergem os ventos das duas massas de ar ou das altas”. Nesta convergência, o tempo torna-se instável e nasce a corrente perturbada.

Os sistemas que atingem a serra de Uruburetama são as correntes perturbadas de norte, leste e oeste.

As correntes perturbadas do norte são representadas pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Origina-se do choque dos alísios de SE com os alísios de NE, promovendo descontinuidade térmica, ocasionando a instabilidade do tempo, com chuvas normalmente intensas e de rápida duração.

A Zona de Convergência Intertropical tem raio de alcance variando em torno de 16° N-S de posicionamento, e sua atuação ocorre preponderantemente nos meses de fevereiro-março-abril, sendo este o “principal sistema atmosférico das condições climáticas vigentes no Ceará”. (SOUZA, 2000).

As correntes perturbadas de leste quase não possuem efeito na área de estudo. A barreira orográfica provocada pela Borborema torna-se praticamente intransponível, mas, quando consegue transpor, também provoca a instabilidade do tempo. Estas correntes vêm no sentido E-W, normalmente provocando chuvas fracas.

As correntes perturbadas de oeste “raramente são resultantes de penetração através do Maranhão, mas sim formadas sobre o próprio litoral” (NIMER, op. cit.), provocando fracas e rápidas precipitações no setor a montante da serra.

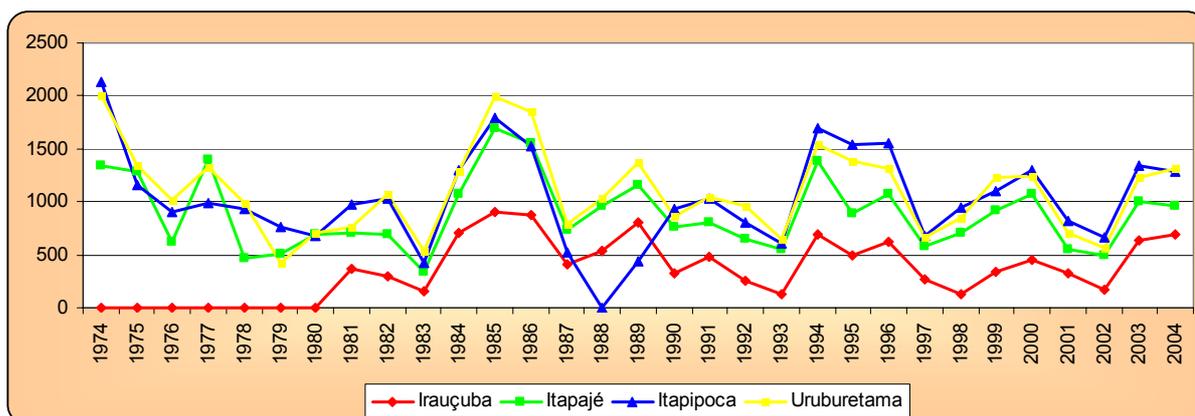
A precipitação da área de estudo engloba características típicas de regime tropical com a máxima no outono e a mínima no inverno. No setor sul/oeste, a precipitação média anual é de 460 mm (sede municipal de Irauçuba). O desvio positivo máximo (precipitação acima da média histórica) foi de 96% e o desvio máximo negativo (precipitação abaixo da média histórica) foi de 71%, comprovando a irregularidade pluviométrica típica do semi-árido (figura 67). Apresenta geralmente três meses chuvosos<sup>3</sup> concentrados no final do verão, começo do outono, entre os meses de fevereiro, março e abril (detalhes ver Apêndice I).

---

<sup>3</sup> De acordo com Nimer (1979), um mês para ser considerado chuvoso possui precipitação acima de 100mm.

No setor norte/leste, a precipitação média anual é de 1.056 mm (sede de Uruburetama). O desvio máximo positivo foi de 89% e o desvio máximo negativo foi de 60%, constatando a irregularidade da precipitação. Apresenta geralmente de seis a sete meses chuvosos, concentrados no primeiro semestre do ano.

A temperatura média situa-se em torno de 21° a 23°C nos platôs e na depressão circunjacente em torno de 26°.



Fonte: FUNCEME, 2005.

Figura 67: Precipitação na serra de Uruburetama.

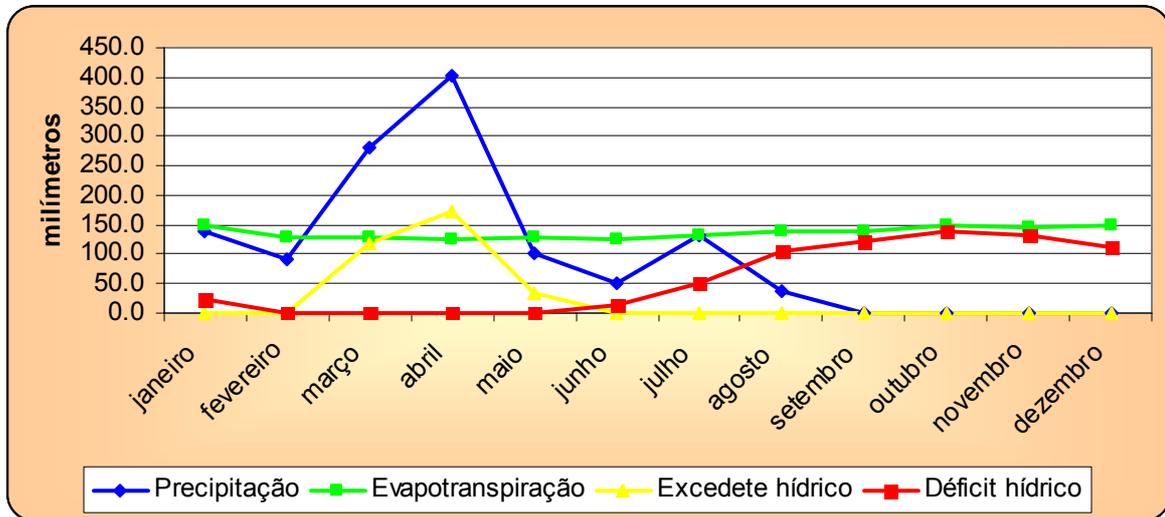
O balanço hídrico dos municípios que compõem a serra de Uruburetama, calculado pelo *software* Varejão-Silva (1990), está exemplificado nas figuras 68, 69, 70 e 71.

Na execução do balanço hídrico, além das variáveis explícitas nas figuras seguintes, que são a precipitação, a evapotranspiração, o excedente e o deficit hídrico, também são utilizadas outras variáveis, como o armazenamento de água pelo solo, a variação do armazenamento, a estimativa da evapotranspiração real e a média da temperatura local.

O cálculo do balanço hídrico é executado para cada ano, portanto, a precipitação utilizada em cada município foi o mais próximo possível da média histórica, para o resultado ser mais preciso. Esta precipitação foi extraída do Apêndice I. Para o Município de Uruburetama, foram utilizados os dados do ano de 2000, para o Município de Itapipoca foram usados os indicadores do ano de 1984, e, em Itapajé, os dados foram do ano de 1991. Já em Irauçuba, as informações da precipitação foram extraídas do ano de 1998.

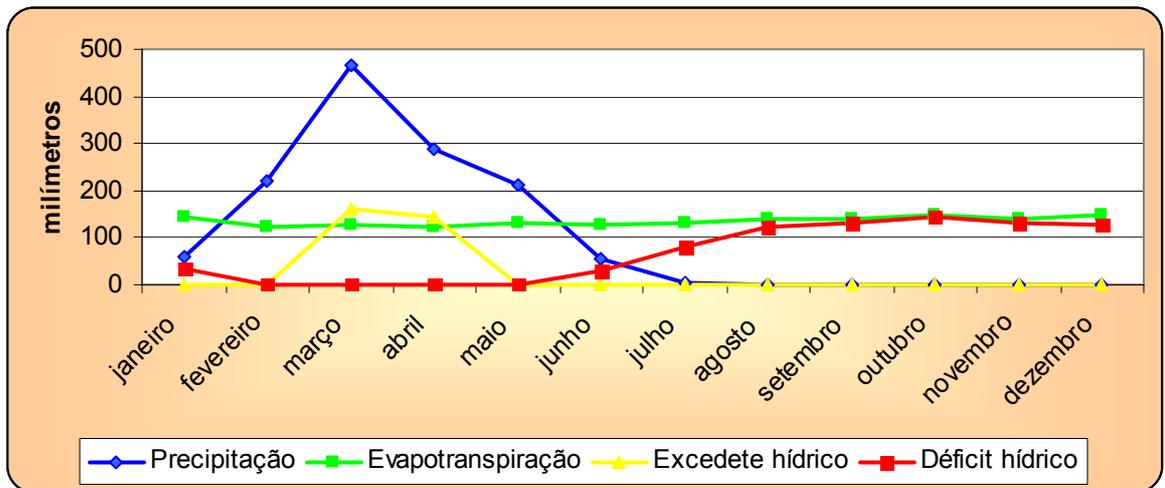
É evidenciado nas figuras 68, 69, 70 e 71, o fato de que o Município de Uruburetama possui o maior número de meses com excedente hídrico: três. O

Município de Itapipoca possui dois meses de excedente hídrico. Itapajé tem um mês de excedente hídrico, enquanto o Município de Irauçuba não possui excedente hídrico.



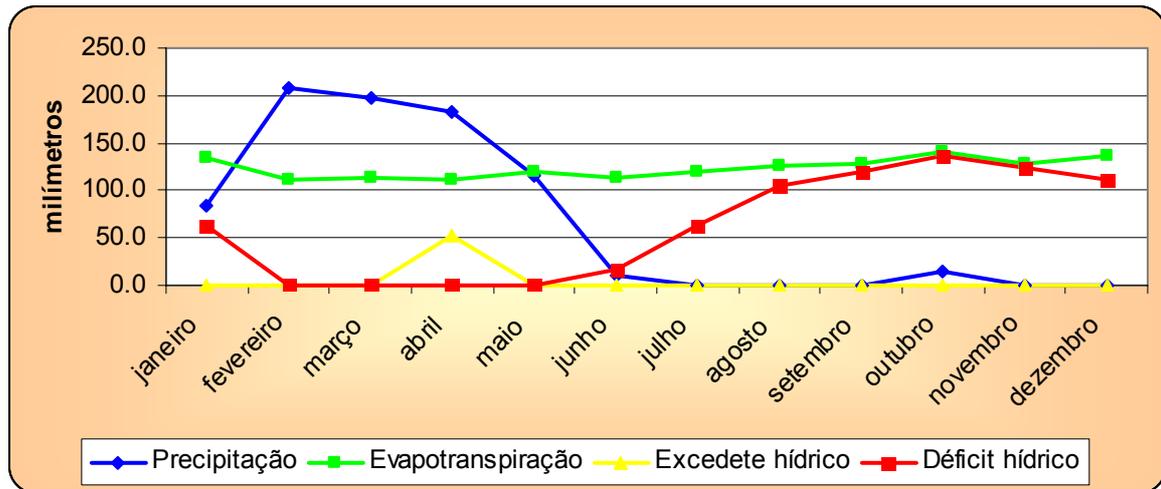
Fonte: Varejão-Silva (1990).

Figura 68: Balanço hídrico do Município de Uruburetama.



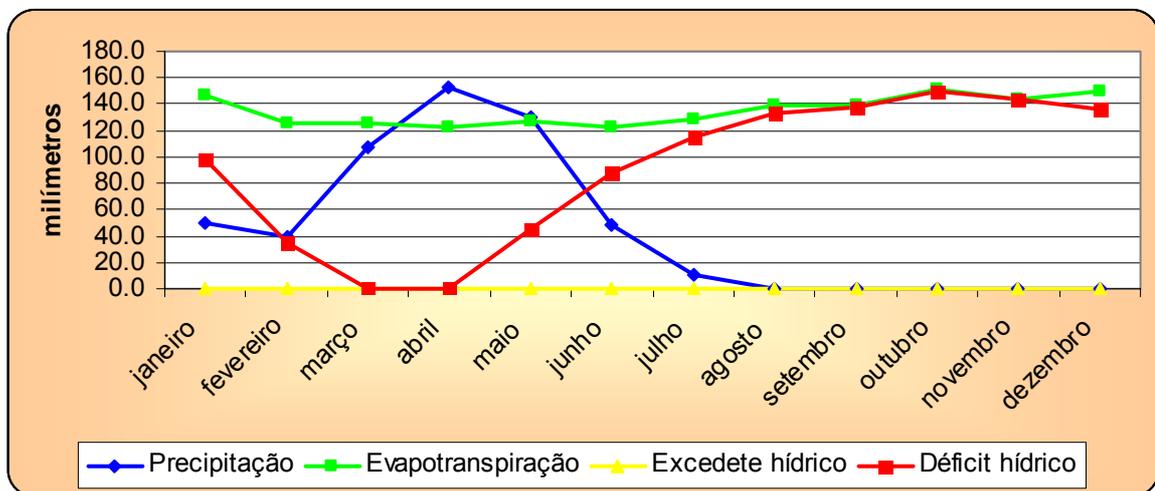
Fonte: Varejão-Silva (1990).

Figura 69: Balanço hídrico do Município de Itapipoca.



Fonte: Varejão-Silva (1990).

Figura 70: Balanço hídrico do Município de Itapajé.



Fonte: Varejão-Silva (1990).

Figura 71: Balanço hídrico do Município de Irauçuba.

Os tipos climáticos na serra de Uruburetama resultantes da ação das massas de ar descritas, da marcha estacional das precipitações, da temperatura média estimada e do balanço hídrico, são classificados em: tropical quente semi-árido de seis meses secos, tropical quente semi-árido de sete a oito meses secos, tropical quente semi-árido de nove a dez meses secos e tropical quente semi-úmido de cinco meses secos (figura 72).

Figura 77  
**MAPA DE TIPOS CLIMÁTICOS**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental com Subsídios ao Planejamento Agrícola da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Profº Drº Marcos José Nogueira de Souza

**SINAIS**

- Limite municipal
- Rios e riachos
- Curva de nível intermediária
- Curva de nível mestre
- Estradas pavimentadas
- Açudes e lagoas
- Núcleo urbano

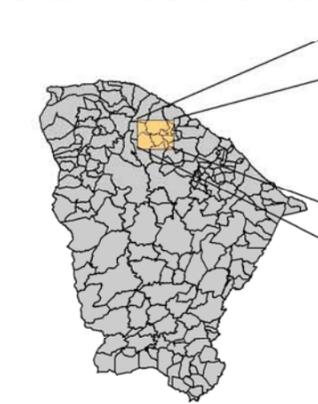
**TOPÔNIMOS**

- Drenagem
- AÇUDES
- Sede distrital
- SEDE MUNICIPAL

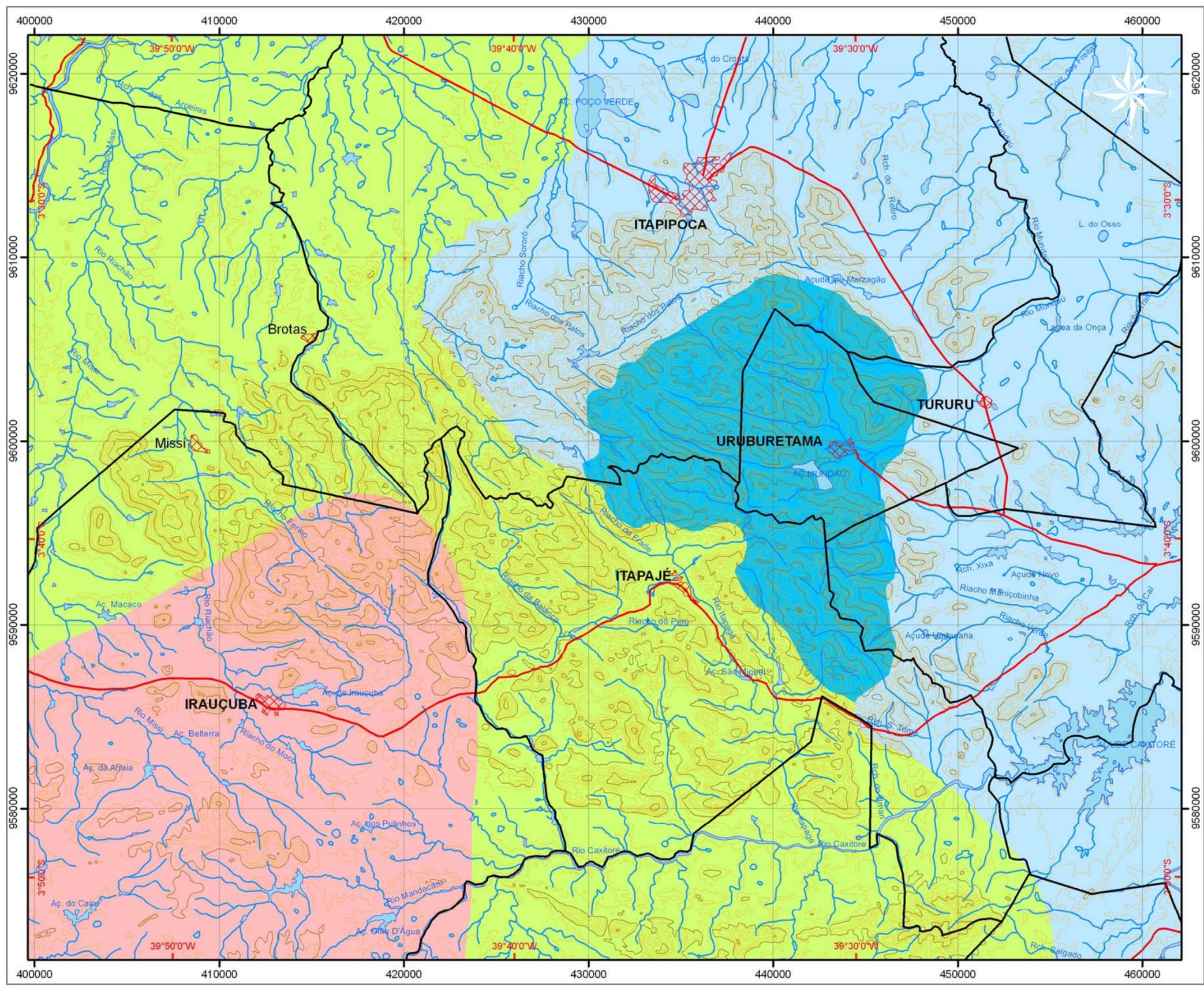
**LEGENDA**

- Tropical quente semi-úmido  
5 meses secos  
Área: 247,34 km²
- Tropical quente semi-árido  
6 meses secos  
Área: 1.080,40 km²
- Tropical quente semi-árido  
7 a 8 meses secos  
Área: 1.290,71 km²
- Tropical quente semi-árido  
9 a 10 meses secos  
Área: 522,43 km²

**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**

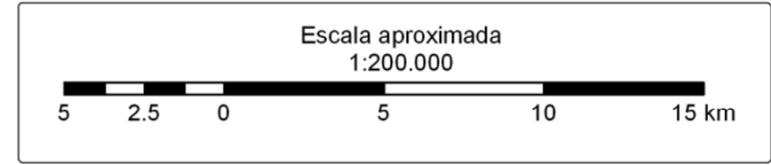


**ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."

Fonte: adaptado de Brandão (2003), Nimer (1979) e interpretação visual de imagem satélite



Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

### 4.3.2 Recursos Hídricos

A disposição dos recursos hídricos e sua caracterização associam-se diretamente às condições climáticas vistas anteriormente, em conjunto com a morfoestrutura do terreno.

A serra de Uruburetama é um importante dispersor de drenagem de rios do Estado do Ceará, como o Mundaú, e possui afluentes diretos (1ª e 2ª ordem) dos rios Caxitoré (figura 73), Aracatiaçu, Missi, entre outros.



Figura 73: Rio Caxitoré, na superfície pediplanada.

A configuração da drenagem está disposta em duas bacias hidrográficas, ambas exorréicas, conforme a tabela 03, segundo a área que perfaz dentro da região em estudo e a sua proporção.

Tabela 03: Área segundo as bacias hidrográficas.

<b>Bacia Hidrográfica</b>	<b>Área em km<sup>2</sup></b>	<b>Proporção (%)</b>
Curu	1.204,62	38,37%
Litoral	1.935,22	61,63%
<b>Total</b>	<b>3.140,089</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: COGERH, 2004.

A bacia hidrográfica do rio Curu tem os seus rios e riachos dentro da região serrana (parte norte do Município de Itapajé), classificada de forma subsequente, ou seja, seu traçado é resultante da disposição da estrutura litológica.

Na área da superfície pediplanada da bacia hidrográfica do rio Curu, os rios e riachos são classificados como inseqüentes, possuindo seu traçado configurado de acordo com as condições de morfologia, não tendo controle da estrutura litológica.

O padrão de drenagem da bacia hidrográfica do rio Curu pode ser classificado em dois tipos. Dentro da área serrana, a drenagem ocorre na forma subparalela e na superfície pediplanada é classificada como dentrítica, de acordo com a figura 75.

A bacia hidrográfica do Litoral cobre 61,63% da área, tendo também seus rios e riachos classificados em duas formas. A drenagem na região serrana (parte sul do Município de Itapipoca, oeste de Irauçuba e o Município de Uruburetama) dá-se sob a forma conseqüente, ou seja, os rios correm praticamente retilíneos em direção à baixada, e na superfície pediplanada a drenagem assume a forma inseqüente.

O padrão de drenagem na bacia do Litoral assume duas formas. Na parte serrana, a drenagem assume a forma dentrítico-retangular e na superfície pediplanada a drenagem adquire o padrão dentrítico.

No total, dentro das vertentes da serra de Uruburetama, são cerca de 50 nascentes e perfaz 1.959,73 km lineares de drenagem em toda a área de estudo. Esta drenagem normalmente é de caráter intermitente, sendo exceção apenas os rios que nascem na vertente úmida da serra e possuem leitos perenes.

A densidade da drenagem espelha o caráter de impermeabilidade do substrato rochoso, favorecendo a construção de barragens e açudes ao longo dos rios. Existe um total de 211 espelhos d'água, entre açudes e barragens, possuindo, em 2002, 54,51 km<sup>2</sup> de lâmina d'água<sup>4</sup>.

O principal açude da região serrana é o Mundaú, com a capacidade de 21.300.000 m<sup>3</sup>. Têm sua tomada d'água voltada para o rio Mundaú (figura 74), localiza-se no Município de Uruburetama e sua cota é de 166 m. Na superfície pediplanada, o principal açude é o Caxitoré, localizado no rio de mesmo nome, afluente do rio Curu, com capacidade de 202.000.000 m<sup>3</sup>.

No que se refere às águas subterrâneas, na área estudada, existem 359 poços, sendo 243 cadastrados pela CPRM<sup>5</sup>. Dos poços cadastrados, 140 são públicos e 103 privados. Estes poços estão dispostos conforme a figura 76 (CPRM, 2006).

---

<sup>4</sup> Interpretação visual da imagem de satélite e calculada no *software* ArcGis 9.0.

<sup>5</sup> Mesmo assim, a CPRM possui este número atualizado porque os órgãos públicos que realizam estas obras (SRH, SOHIDRA e as prefeituras municipais) enviam as características dos poços, porém não são contabilizados porque não foram cadastrados em campo pela CPRM.

Nota-se que os poços não cadastrados correspondem a 32,31% do total e estão espacialmente mais bem distribuídos. Geralmente, estes poços foram construídos após o cadastramento executado pela CPRM em 1996, com uma série de incrementos técnicos<sup>6</sup>, que não existiam em décadas passadas, para aperfeiçoarem a obra.

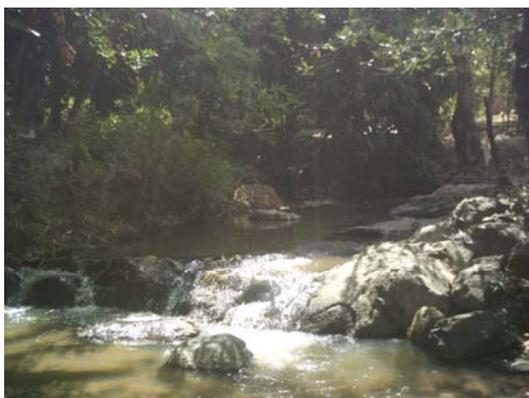
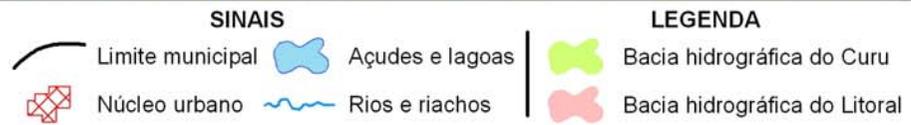
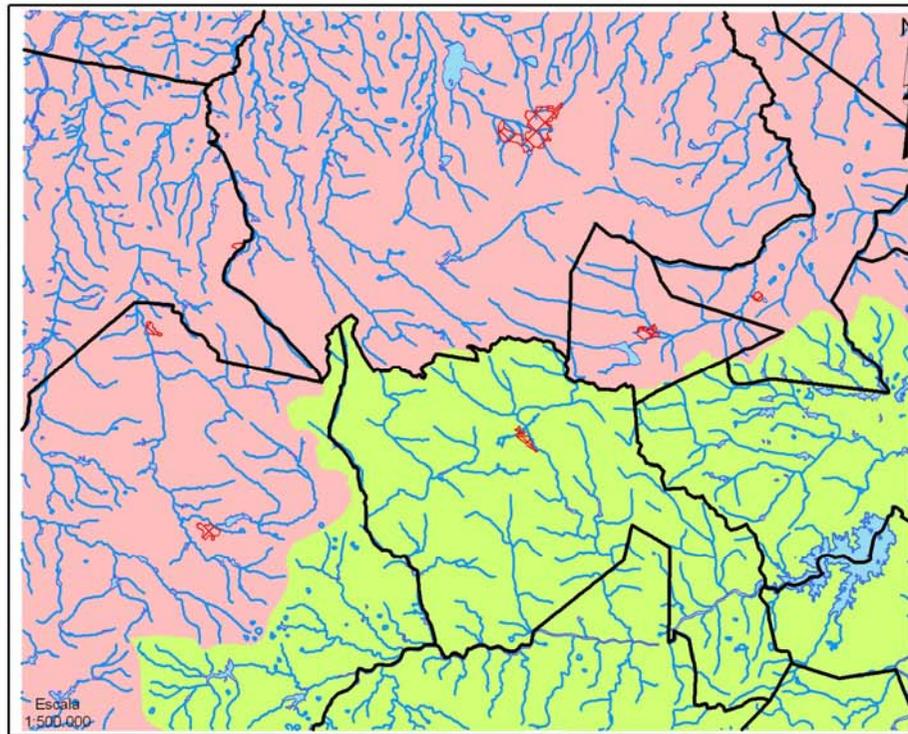


Figura 74: Alto curso do rio Mundaú, cota 680 m.

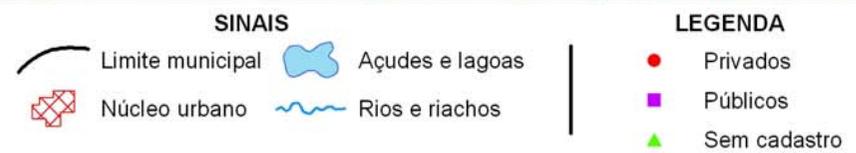
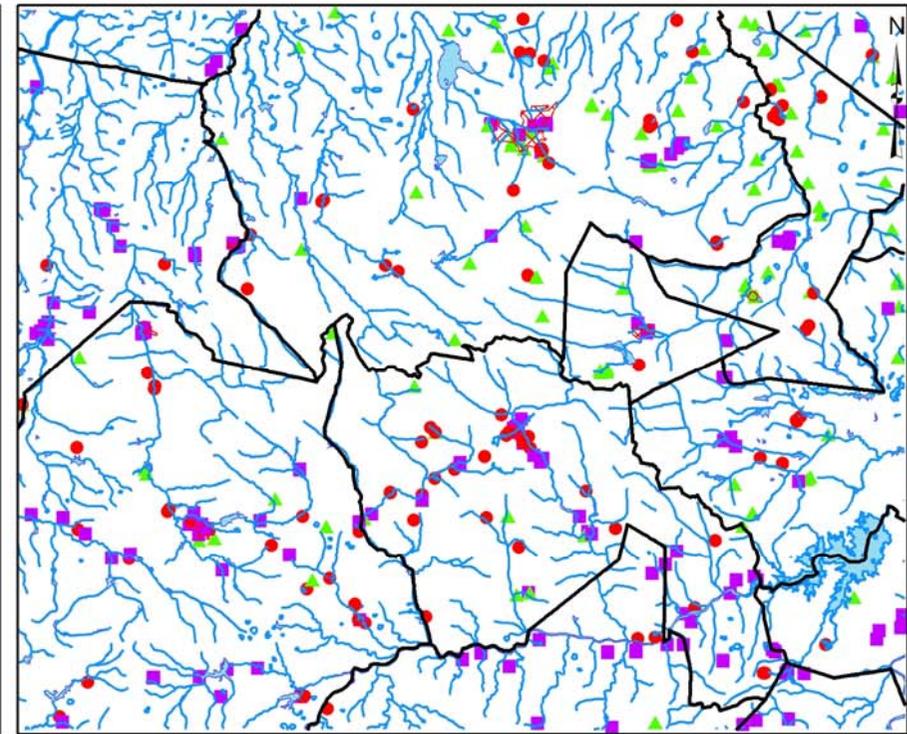
Na sua maioria, são poços fissurais, principalmente quando dentro da região serrana, com profundidade média estimada de 60m. Existem poços desde 3,4m até 95m de profundidade (CPRM, 2006).

---

<sup>6</sup> Sondagens, medições do nível da água, cruzamento com os dados do IBGE para atingir um número maior de pessoas, reduções no custo e no tempo da obra.



Fonte: COGERH (2004).



Fonte: CPRM (2006).

Figura 75: Mapa de bacias hidrográficas.

Figura 76: Mapa dos poços.

#### 4.4 Solos e Condições Fitoecológicas

A serra de Uruburetama e o seu entorno exibem um complexo mosaico de solos, em função da sua diversidade litológica, compartimentação do relevo, hidroclimatologia e cobertura vegetal natural variada, como a mata úmida, mata seca, a caatinga, com os seus estratos diversificados, e a mata ciliar.

Segundo o Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará (1988), as associações de solos existentes na área são: Afloramentos Rochosos 1 e 2, Bruno Não Cálcico 5, 11, 26, 28 e 46, Latossolo Amarelo Distrófico 7, Planossolo Solódico Ta 3, 8, 10, 11 e 12, Plintissolo Eutrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico 24, 29, 47, 59, 71, 73, 80, 82 e 86, Regossolo Distrófico 1, Solo Litólico Distrófico 1, Solo Litólico Eutrófico 16, 22, 32 e 48, Solonetz Solodizado 1 e 3 e os Solos Aluviais Eutróficos 3, 9, 12 e 16.

Enquadrando classificação anterior ao Sistema Brasileiro de Levantamento e Classificação de Solos na sua 5ª aproximação, realizada pela EMBRAPA (1999), serão examinadas as seguintes ocorrências, no nível de grande grupo, apresentadas no quadro 05.

Quadro 05: Adequação da classificação de solos da Serra de Uruburetama.

<b>Ceará (1988)</b>	<b>EMBRAPA (1999)</b>
Afloramentos Rochosos	Afloramentos Rochosos
Bruno Não Cálcico	Luvissolo Crômico
Latossolo Amarelo Distrófico	Latossolo Amarelo Distrófico
Planossolo Solódico Ta	Planossolo Háptico Eutrófico
Plintissolo Eutrófico	Plintissolo Háptico Eutrófico
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico
Regossolo Distrófico	Neossolo Regolítico Distrófico
Solo Litólico Eutrófico	Neossolo Litólico Eutrófico
Solonetz Solodizado	Planossolo Háptico Eutrófico
Solo Aluvial Eutrófico	Neossolo Flúvico Eutrófico

Fonte: EMBRAPA (1999) e Ceará (1988).

Os solos dispostos na tabela anterior até o nível de subordem têm suas características descritas a seguir, com base no SBLCS (1999), Prado (2001) e Souza (2000).

- 1 Luvissole Crômico: solo mineral com alta saturação por bases ( $V \geq 50\%$ ), argila de atividade alta. Horizonte B textural abaixo de um horizonte A fraco, possuindo o caráter crômico no horizonte B.
- 2 Latossolo Amarelo Distrófico: bastante intemperizado, evoluído, baixa capacidade de troca catiônica ( $CTC \leq 17\%$ ). É constituído por material mineral e um horizonte B latossólico.
- 3 Planossolo Háptico Eutrófico: possui horizonte superficial eluvial, contrastando com um horizonte B com alta concentração de argila, abrupto, de baixa permeabilidade. É háptico porque não se enquadra em nátrico ou hidromórfico (figura 77).



Figura 77: Planossolo com características vérticas, situado no caminho entre a cidade de Irauçuba e o distrito de Missi.

- 4 Plintissolo Háptico Eutrófico: possui um horizonte plíntico ou litoplíntico, com presença de mosqueados. Apresenta horizonte A chernozêmico, variando entre A proeminente até A fraco. É háptico porque não se enquadra em pétrico ou argilúvicos.
- 5 Argissolo Vermelho-Amarelo: varia de raso a profundo, o horizonte B apresenta argila com atividade baixa. É, normalmente, moderadamente drenado, podendo eventualmente existir horizonte plíntico ou glei (figura 78).



Figura 78: Argissolo Vermelho-Amarelo bem evoluído. As formas de uso são a silvicultura e pecuária extensiva.

- 6 Neossolo Regolítico Distrófico: horizonte C logo abaixo do horizonte A, apresentando o contato lítico superior a 50 cm de profundidade. Por vezes ocorre a presença de um horizonte B incipiente.
- 7 Neossolo Litólico Eutrófico: solo de raso a muito raso, horizonte A inferior a 40 cm logo acima de um horizonte C ou do próprio material de origem. É pedregoso e relativamente fértil (figura 79).



Figura 79: Neossolo Litólico, alta declividade, a baixa capacidade protetora da vegetação, profundidade em torno de 45 cm com a prática da silvicultura.

- 8 Neossolo Flúvico Eutrófico: formado por sucessivas deposições de sedimentos. Composto por um horizonte A e logo acima de camadas sedimentares sem relação pedogenética.

Estes solos estão dispostos na área de estudo conforme a figura 80, e, de acordo com as limitações para o uso, colocados segundo os grandes grupos, no quadro 06.

Quadro 06: Solos segundo a limitação para o uso.

<b>Tipos de solo</b>	<b>Limitação para o uso</b>
Afloramentos Rochosos	Não agriculturáveis
Luvissolo Crômico	Deficiência de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.
Latossolo Amarelo Distrófico	Deficiência de fertilidade.
Planossolo Háptico Eutrófico	Deficiência de água, deficiência de fertilidade e impedimentos à mecanização.
Plintissolo Háptico Eutrófico	Excesso de água, impedimento à mecanização e suscetibilidade à erosão.
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	Deficiência de água, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.
Neossolo Regolítico Distrófico	Deficiência de fertilidade, deficiência de água e impedimentos à mecanização.
Neossolo Litólico Eutróficos	Deficiência de água, deficiência de fertilidade, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização.
Neossolos Flúvicos Eutróficos	Deficiência de água, impedimentos à mecanização e excesso de água.

Fonte: Brasil (1979).

Figura 80  
**MAPA DE TIPOS DE SOLOS**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

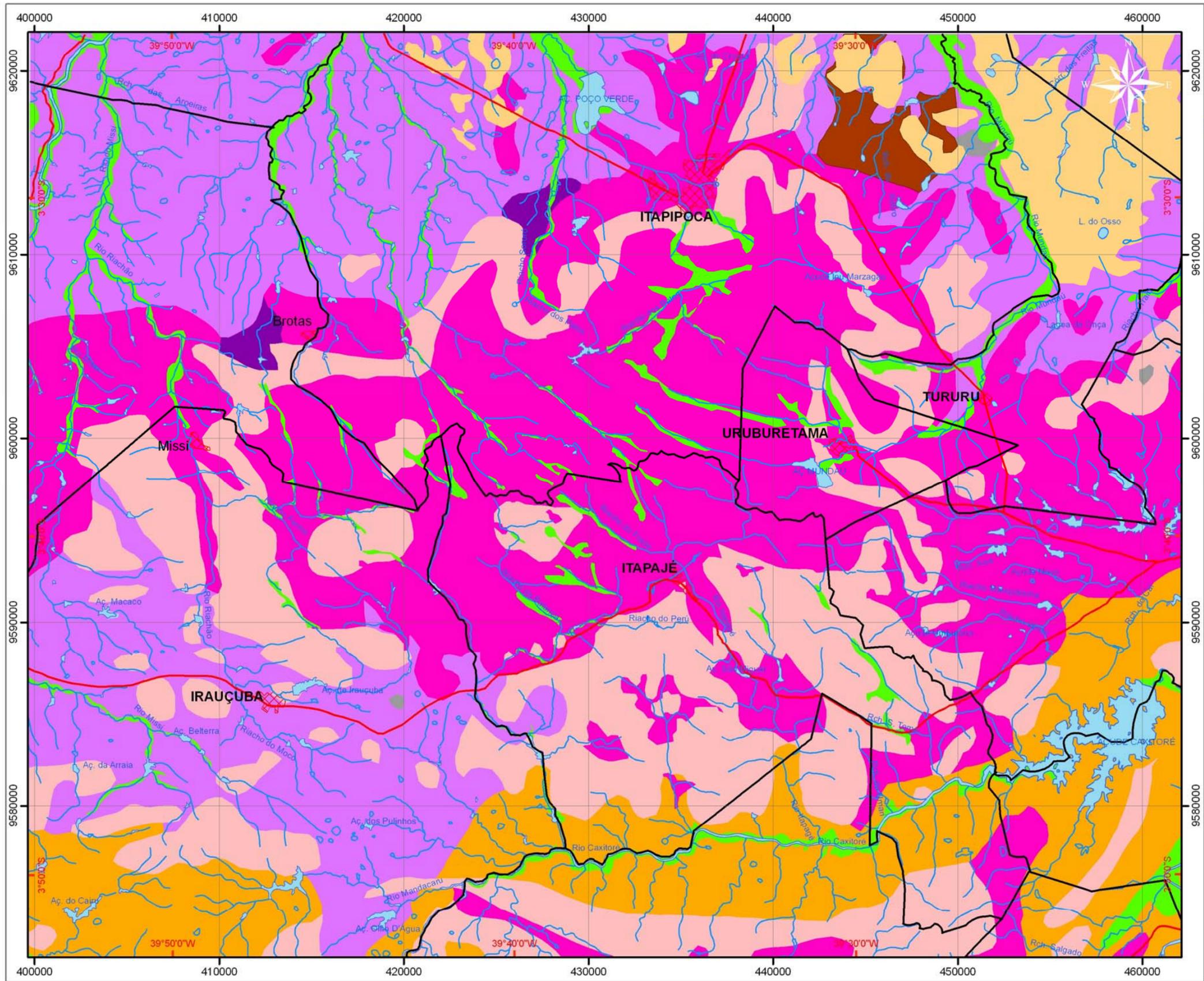
Análise Geoambiental com Subsídios ao Planejamento Agrícola da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Marcos José Nogueira de Souza

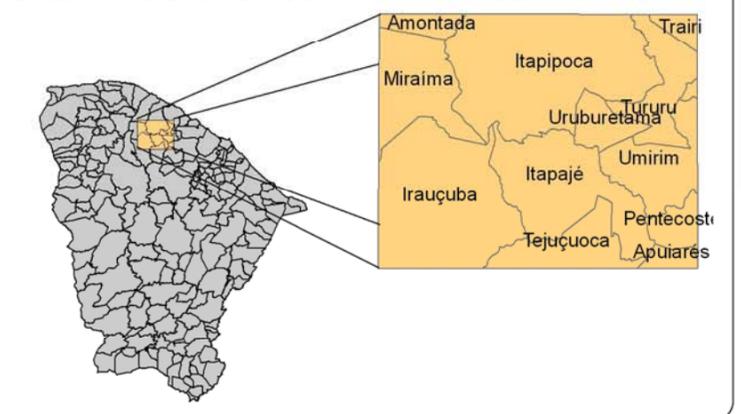
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| <b>SINAIS</b>         | <b>TOPÔNIMOS</b>      |
| Limite municipal      | Drenagem              |
| Rios e riachos        | AÇUDES                |
| Estradas pavimentadas | Sede distrital        |
| Açudes e lagoas       | <b>SEDE MUNICIPAL</b> |
| Núcleo urbano         |                       |

**LEGENDA**

- Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico  
Área: 998,06 km<sup>2</sup>
- Luvissoilo Crômico  
Área: 362,81 km<sup>2</sup>
- Latossoilo Amarelo Distrófico  
Área: 126,53 km<sup>2</sup>
- Neossoilo Flúvico Eutrófico  
Área: 142,53 km<sup>2</sup>
- Neossoilo Litólico Eutrófico  
Área: 675,86 km<sup>2</sup>
- Neossoilo Regolítico Distrófico  
Área: 23,76 km<sup>2</sup>
- Planossoilo Háplico Eutrófico  
Área: 244,63 km<sup>2</sup>
- Plintissolo Eutrófico  
Área: 14,33 km<sup>2</sup>
- Afloramentos Rochosos  
Área: 3,16 km<sup>2</sup>

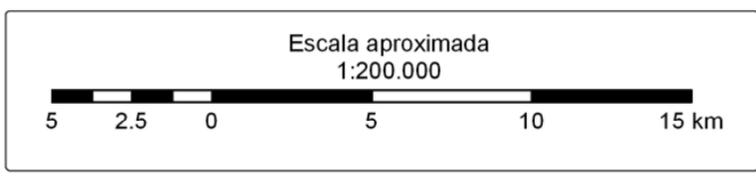


**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**      **ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."  
 Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

Fonte: SEAGRI (1988), Oliveira (2002), interpretação de imagem de satélite e checagem de campo



A serra de Uruburetama encontra-se em um estágio avançado de degradação (OLIVEIRA, 2002). Certamente que uma situação de total desconfiguração ambiental ainda não foi alcançada, mas os estados de sucessões secundárias estão fortemente comprometidos (MELO, 2004).

A cobertura vegetal primária da serra de Uruburetama e seu entorno era composta de caatinga arbustiva, caatinga arbustiva-arbórea, caatinga arbórea, mata seca, mata úmida, mata ciliar e mata de tabuleiro.

Com o avanço da degradação ambiental por fatores que serão discutidos a *posteriori*, na área, ocorre apenas presença de caatinga na forma arbustiva e arbustiva-arbórea e remanescentes de mata úmida, mata ciliar e mata de tabuleiro.

Ensina Fernandes (1998) que a caatinga é “uma formação vegetacional xérica, garranchenta, por vezes com plantas espinhosas”. Conclui, afirmando: “variando entre o padrão arbóreo e o arbustivo”.

Apresenta uma caducifolia acentuada como mecanismo de defesa nos períodos de estiagem e outras características fisiológicas importantes para manutenção do padrão vegetacional, como uma germinação rápida das sementes, alta velocidade de brotação e floração e a disposição das folhas de forma tal que diminui a superfície exposta à transpiração (FERNANDES, op. cit.).

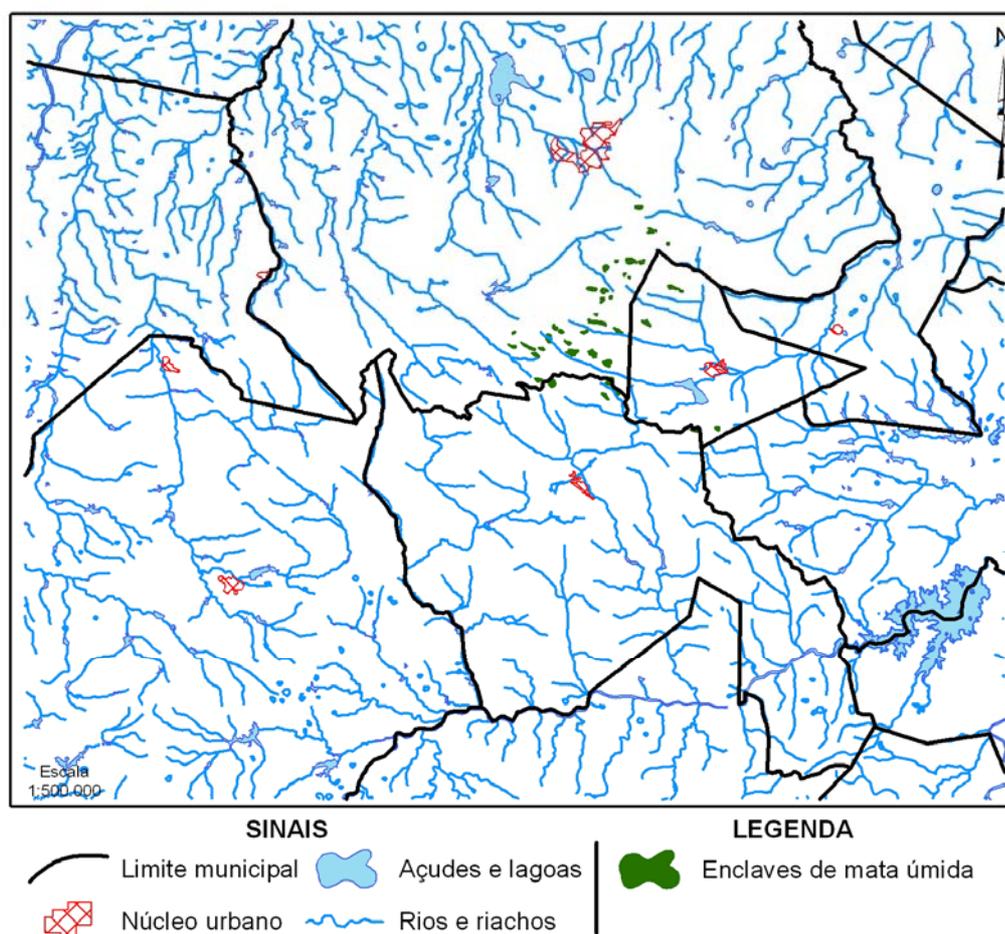
A caatinga arbustiva compõe todo o nível de base da região e, chegando até os 600 m de altitude, a partir desta cota, ocorre uma miscelânea entre espécies típicas de caatinga arbustiva e de espécies de caatinga arbustiva-arbórea. No quadro 07, aparecem listadas as espécies de caatinga encontradas na área.

A mata úmida da região (figuras 81 e 82) caracteriza-se por ser um enclave ou formação residual (FERNANDES, op. cit.), sendo um testemunho de outra formação vegetacional.



Figura 81: Vegetação de Mata Úmida entre os Municípios de Itapajé e Uruburetama.

Estando em um estágio avançado de regeneração, com um porte vegetal que ultrapassa os 25 m de altitude e uma necessidade hídrica superior a 1.300 mm/mês, perfaz um total de apenas 3,88 km<sup>2</sup> dos 3.140 km<sup>2</sup> estudados.



Fonte: SNE (2004).

Figura 82: Fragmentos de Mata Úmida.

A mata ciliar (floresta dicotilo-palmácea) encontra-se muito reduzida, mas ainda facilmente identificável, com a presença marcante da *Copernicia prunifera* (carnaúba) no setor sudoeste e norte da área em análise, porém não podendo ser mapeável em virtude da escala de trabalho.

A mata de tabuleiro encontra-se muito desconfigurada, mas originalmente se encontrava sobre o solo Latossolo, típico da Formação Barreiras, na porção nordeste da região em estudo.

Tem um padrão vegetacional semidecíduo, acentuada esclerofilia, alcançando até 5 m de altitude (FERNANDES, 1998). Sendo uma mata mista,

possui espécies da caatinga e de formações vegetacionais pré-litorêneas ou de restinga (OLIVEIRA, 2002).

Quadro 07: Espécies vegetais na região de Uruburetama.

<b>Cobertura Vegetal</b>	<b>Espécies características</b>
<b>Mata Úmida</b>	<b>Cedro</b> ( <i>Cedrela odorata</i> ) <b>Ingá</b> ( <i>Inga fagifolia</i> ) <b>Bálsamo</b> ( <i>Myroxylon peruiferum</i> ) <b>Frei-jorge</b> ( <i>Cordia trichotoma</i> ) <b>Babaçu</b> ( <i>Orbignyia martiana</i> ) <b>Angico-preto</b> ( <i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth) <b>Ingazeira</b> ( <i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd) <b>Canafístula-de-boi</b> ( <i>Albizia inundata</i> (Mart.) Barneby &
<b>Caatingas</b>	<b>Juazeiro</b> ( <i>Zizyphus joazeiro</i> ) <b>Catingueira</b> ( <i>Cesalpinia bracteosa</i> ) <b>Sabiá</b> ( <i>Mimosa cesalpinifolia</i> ) <b>Mofumbo</b> ( <i>Combretum leprosum</i> ) <b>Pau-branco</b> ( <i>Auxema onocalyx</i> ) <b>Jucá / Pau-Ferro</b> ( <i>Cesalpinia ferrea</i> ) <b>Jurema-branca</b> ( <i>Mimosa verrucosa</i> ) <b>Jurema-preta</b> ( <i>Mimosa hostilis</i> )
<b>Mata Ciliar</b>	<b>Oiticica</b> ( <i>Licania rigida</i> ) <b>João-mole</b> ( <i>Pisonea</i> sp.) <b>Pajaú</b> ( <i>Tripalaris gardneriana</i> ) <b>Guapiru</b> ( <i>Sapium lanceolatum</i> ) <b>Jaramataia</b> ( <i>Vitex gardneriana</i> ) <b>Carnaúba</b> ( <i>Copernicia prunifera</i> ) <b>Marmeleiro</b> ( <i>Cróton</i> sp.)
<b>Mata de Tabuleiro</b>	<b>Marmeleiro, Facheiro, Carnaúba, Mororó</b> ( <i>Bauhinia</i> <b>Catanduava</b> ( <i>Piptadenia moniliformis</i> ) <b>Sipaúba</b> ( <i>Thiloa glaucocarpa</i> ) <b>Jitirana</b> ( <i>Ipomea</i> sp.)

Fonte: Oliveira (2002) e Sociedade Nordestina de Ecologia (2004).

Como a vegetação é reflexo direto das condições climáticas atuando sobre as associações de solos e de relevo, foi elaborado um perfil esquemático, relacionando as associações de solos, as cotas topográficas e as coberturas vegetacionais presentes na serra de Uruburetama (figura 83).



## 5 SISTEMAS AMBIENTAIS DA SERRA DE URUBURETAMA

Fazendo parte da **fase de integração**, a delimitação dos sistemas e subsistemas ambientais foi realizada de acordo com os conceitos de análise integrada.

A serra de Uruburetama, foi compartimentada em sistemas e subsistemas ambientais que, no capítulo 2, são definidos como um conjunto dos fatores climáticos, geológicos, morfológicos, hidrológicos, biológicos interagindo entre si, sofrendo influencia das intervenções antrópicas.

Foram identificados e mapeados quatro sistemas ambientais: o Maciço Residual, a Depressão Sertaneja, os Tabuleiros e os Depósitos Quaternários (figura 97). Estes sistemas foram divididos em treze subsistemas ambientais, onde a toponímia está de acordo com as condições do relevo, por vezes associado ao aspecto climático dominante ou às cidades mais representativas (quadro 08).

Quadro 08: Sistemas e subsistemas ambientais.

Sistema Ambiental	Subsistema Ambiental
Maciço Residual	Vertente Seca
	Vertente Subúmida Seca
	Vertente Úmida
Depressão Sertaneja	Superfície Pediplanada de Irauçuba
	Superfície Pediplanada Miraima-Itapipoca
	Superfície Pediplanada Missi-Brotas
	Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu
	Superfície Pediplanada Umirim-Tejuçuoca
	Áreas de Inundação Sazonal
	Cristas Residuais e Inselbergs
Tabuleiros	Tabuleiros Interiores
Depósitos Quaternários	Planícies Fluviais
	Alvéolos

Para caracterização destes subsistemas ambientais, foram levados em consideração as características naturais dominantes, o nível de estabilidade, as condições de uso e ocupação e os problemas ambientais configurados de acordo com Souza (2000), Campos *et al* (2003), Brandão (2003) e Oliveira (2002), sendo dispostos os quadros-síntese seguintes (quadros de 09 a 21).

Quadro 09: Subsistema ambiental Vertente Seca

Sistema ambiental: Maciço Residual

Subsistema ambiental: Vertente Seca (figura 84)

Área: 365,40 km<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	NÍVEL DE ESTABILIDADE	CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS
<p>A litoestratigrafia é composta pela suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria. As rochas são classificadas em granitóides, granitos e migmatitos. Sob a ação do clima tropical quente semi-árido, de 7 a 8 meses secos, e precipitações inferiores a 750 mm. As rochas foram modeladas em cristas aguçadas fortemente dissecadas, com declividade média acima de 45%. O padrão de drenagem predominante é subparalelo com intermitência sazonal. As associações de solos predominantes são de Argissolo Vermelho-Amarelo e Neossolos Litólicos Eutróficos com afloramentos rochosos. A cobertura vegetal é de caatinga arbustiva aberta, associada com solo exposto.</p>	<p>Ambiente fortemente instável.</p>	<p>Predominância de propriedades agrícolas de pequeno porte, grande parte sem uso. Há poucas propriedades utilizando a terra por meio da silvicultura e das culturas temporárias. A base da produção é de subsistência.</p>	<p>Forte descaracterização da cobertura vegetal; erosão com perda do horizonte superficial do solo, promovendo o surgimento e o deslizamento de blocos rochosos; diminuição da biodiversidade; exploração agrícola em áreas inadequadas; cultivo em áreas de preservação permanente; e canais fluviais fortemente asso- reados.</p>

Quadro 10: Subsistema ambiental Vertente Subúmida Seca.

Sistema ambiental: Maciço Residual

Subsistema ambiental: Vertente Subúmida Seca (figura 85)

Área: 235,82 km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
<p>A litoestratigrafia é constituída pela suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, composta de rochas granitóides, granitos e migmatitos. A incidência do clima tropical quente semi-árido de 7 a 8 meses secos nos setores sul e oeste; e o clima tropical quente semi-árido de 6 meses secos no setor norte modelaram as rochas em cristas e eventualmente colinas com declividade média de 30 a 45%. A rede de drenagem apresenta forte controle estrutural, com o desenvolvimento de uma forma subparalela. O tipo de solo predominante é o Argissolo Vermelho-Amarelo. A cobertura vegetal primária era composta predominantemente de caatinga arbórea, mata seca e mata úmida. Atualmente existem apenas remanescentes de caatinga, e nos platôs de mata úmida.</p>	<p>Ambiente fortemente instável.</p>	<p>Predominância de propriedades agrícolas de pequeno porte. Existem poucas propriedades sem uso e em grande parte praticam silvicultura. Nas cristas com solos mais espessos ocorre a prática da bananicultura (setor sul e oeste) e os cajuais (setor norte). Existe também a prática de culturas temporárias em cristas com solos menos espessos. A base da produção é a subsistência para as culturas temporárias e de subsistência/comercial para as culturas permanentes.</p>	<p>Forte descaracterização da cobertura vegetal; erosão em sulcos; perda do horizonte superficial do solo promovendo o surgimento e o deslizamento de blocos rochosos; diminuição da biodiversidade; exploração agrícola em áreas inadequadas; cultivo em áreas de preservação permanente; assoreamento das nascentes; acúmulo de resíduos sólidos em local inadequado; sítios urbanos sem planejamento; poluição dos recursos hídricos; queimadas; e sobreutilização dos recursos naturais.</p>

Quadro 11: Subsistema ambiental Vertente Úmida.

Sistema ambiental: Maciço Residual

Subsistema ambiental: Vertente Úmida (figura 86)

Área: 221,89 km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
<p>A unidade litoestratigráfica é constituída pela suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, composta de rochas granitóides, granitos e migmatitos. A ação do clima tropical quente semi-úmido de 5 meses secos com precipitação em torno de 1.300mm esculpiu o relevo em colinas, lombas e cristas, com declividade média entre 30 e 45%. O padrão de drenagem é subparalelo. Ocorre predominância do solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico. Nos setores de maior declividade existe associação com Neossolos Litólicos Eutróficos e afloramentos rochosos. A cobertura vegetal primária era de mata úmida nos setores mais elevados, e abaixo da cota de 600m tinha-se a caatinga arbóreo-arbustiva. Atualmente só restam poucos enclaves de mata úmida e de caatinga arbórea nas áreas de acesso difícil.</p>	<p>Ambiente fortemente instável nas cristas e instável nas colinas.</p>	<p>Predominância das médias propriedades. Cultivos permanentes em larga escala, prevalecendo a bananicultura. Ocorrem cultivos temporários em locais de menor presença hídrica, normalmente sendo precedidos pela silvicultura. Nos alvéolos, existem a prática da pecuária e uma miscelânea de culturas. Poucas propriedades estão sem uso.</p> <p>Pesca comercial no açude Mundaú.</p> <p>Pedreira.</p>	<p>Fortíssima descaracterização da cobertura vegetal de mata úmida; erosão predominantemente laminar nos cultivares de banana; deslizamento de parcelas do solo; diminuição da biodiversidade; exploração agrícola em áreas inadequadas; cultivo em áreas de preservação permanente; constantes afloramentos rochosos; assoreamento das nascentes; diminuição da carga hídrica; queimadas; sítios urbanos sem planejamento; e sobreutilização dos recursos naturais.</p>

Quadro 12: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada de Irauçuba.

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Superfície Pediplanada de Irauçuba (figura 87)

Área: 382,88 km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
<p>O embasamento é composto pela suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria. Possui grande variedade litológica, é composta por granitóides, granitos, migmatitos e paraderivadas truncadas indistintamente pelo processo de pediplanação. O clima predominante é o tropical quente semi-árido de 9 a 10 meses secos, com precipitação inferior a 650 mm. O relevo apresenta-se de plano a suave-ondulado, com a predominância do intervalo de 0 a 3% de declividade. A drenagem faz parte tanto da bacia hidrográfica do rio Curu como da bacia do Litoral; mostra-se dendrítica e de caráter intermitente na maior parte. O solo predominante é do tipo Planossolo Háplico Eutrófico, existindo também os Cambissolos. A vegetação é constituída de caatinga arbustiva degradada, associada a solo exposto e remanescentes de caatinga em pousio/regeneração.</p>	<p>Ambiente de transição.</p>	<p>Com o predomínio de grandes propriedades, geralmente praticando a silvicultura e a pecuária.</p> <p>Presença de indústrias de pequeno porte beneficiadoras da matéria-prima cultivada na serra e no sertão.</p> <p>Agricultura de subsistência nas pequenas propriedades, geralmente com milho e feijão.</p> <p>Ocorrência de sítios urbanos.</p>	<p>Forte descaracterização da cobertura vegetal pela silvicultura; sobrepastoreio;</p> <p>esgotamento dos solos com o truncamento do horizonte superficial;</p> <p>erosão laminar;</p> <p>arenização incipiente;</p> <p>grande frequência dos afloramentos rochosos;</p> <p>áreas com incidência de processos de desertificação;</p> <p>diminuição da biodiversidade;</p> <p>acúmulo de resíduos sólidos em local sem planejamento;</p> <p>carência de melhores técnicas de proteção dos solos as intempéries do clima e as formas de uso da terra; e</p> <p>cultivo em áreas de preservação permanente.</p>

Quadro 13: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada Miraíma-Itapipoca.

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Superfície Pediplanada Miraíma-Itapipoca (figura 88)

Área: 500,92 km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
<p>A litoestratigrafia é composta tanto pela suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria como pelo Complexo Ceará – unidade Canindé. O processo de pediplanação nivelou topograficamente as diferentes litologias que variam entre granitóides, granitos, migmatitos, paraderivadas, rochas metabásicas, metagabros, metaultramáficas quartzitos e metacalcários. O clima predominante é o tropical quente semi-árido de 7 a 8 meses secos. O relevo é predominantemente plano, com declividade geralmente não ultrapassando a 8%. A rede de drenagem pertencente à bacia hidrografia do Litoral configura-se densa, porém a maioria dos rios é intermitente com o padrão de drenagem dendrítico. O tipo de solo desenvolvido é classificado como Planossolo Háplico Eutrófico. A cobertura vegetal é constituída de remanescentes de caatinga no estrato arbustivo com áreas em pousio/regeneração.</p>	<p>Ambiente de transição.</p>	<p>Normalmente grandes propriedades. Tem-se o uso da terra na forma de pecuária extensiva e extrativismo vegetal. Ocorre agricultura de subsistência, geralmente com milho e feijão, próximo aos cursos d'água e em parcelas menores de terra.</p>	<p>Forte descaracterização da cobertura vegetal pela silvicultura; sobrepastoreio; erosão laminar; grande frequência dos afloramentos rochosos; diminuição da biodiversidade; e cultivo em áreas de preservação permanente.</p>

Quadro 14: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada Missi-Brotas.

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Superfície Pediplanada Missi-Brotas (figura 89)

Área: 58,65 km<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	NÍVEL DE ESTABILIDADE	CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS
<p>Sua evolução ambiental deu-se pelo recuo das vertentes da serra, sendo modelada a partir do processo de pediplanação. O embasamento é a suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, com a litologia de granitóides, granitos e migmatitos. O tipo climático regente é o tropical quente semi-árido de 7 a 8 meses secos. A altimetria não supera os 250m e a declividade é predominantemente plana. O padrão de drenagem é dendrítico e na maior parte intermitente. Os solos são do tipo Neossolo Litólico Eutrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e, em áreas menores, tem-se Planossolos com características vérticas. A vegetação é constituída de caatinga arbustiva degradada, associada a solo exposto e remanescentes de caatinga em pousio/regeneração.</p>	<p>Ambiente de transição.</p>	<p>Predomínio de grandes propriedades. A forma de uso configura-se na pecuária extensiva, silvicultura e extrativismo vegetal (carnaúbas). Ocorrência de sítios urbanos. Agricultura de subsistência, com milho e feijão nas pequenas propriedades e ao longo dos cursos d'água.</p> <p>Presença de olarias.</p>	<p>Forte descaracterização da cobertura vegetal pela silvicultura; sobrepastoreio; esgotamento dos solos com a subtração dos horizontes superficiais; uso da vegetação de caatinga pelas olarias; erosão laminar; diminuição da biodiversidade; carência de melhores técnicas de proteção dos solos às intempéries do clima e formas de uso da terra; cultivo em áreas de preservação permanente; poluição dos recursos hídricos; e sítios urbanos sem planejamento.</p>

Quadro 15: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu.

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu (figura 90)

Área: 378,54 km<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	NÍVEL DE ESTABILIDADE	CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS
<p>Originada da coalescência dos pedimentos. Trunca uma variedade litológica entre granitos, migmatitos e granitóides pertencentes à suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria. O clima principal é o tropical quente semi-árido de 6 meses secos. O padrão de drenagem é dendrítico, com a maior parte intermitente, pertencente à bacia hidrográfica do Litoral. O relevo é predominantemente suave-ondulado, com declividade em geral entre 3 e 8%. Os solos, na sua maioria, são Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos, mas existem manchas de Planossolo Háptico Eutrófico e Neossolo Regolítico Distrófico. A vegetação é constituída de caatinga arbustiva degradada, com remanescentes em pousio/regeneração.</p>	<p>Ambiente de transição.</p>	<p>Com o predomínio de grandes propriedades, tem-se o uso da terra na forma de pecuária extensiva e silvicultura.</p> <p>Ocorrência de sítios urbanos.</p> <p>Presença de indústrias de pequeno porte.</p> <p>Agricultura de subsistência, com milho e feijão nas pequenas propriedades e próximo aos recursos hídricos.</p>	<p>Forte descaracterização da cobertura vegetal pela silvicultura; sobrepastoreio;</p> <p>esgotamento dos solos, com o truncamento do horizonte superficial;</p> <p>diminuição da biodiversidade;</p> <p>carência de melhores técnicas de proteção dos solos às intempéries do clima e formas de uso da terra;</p> <p>cultivo em áreas de preservação permanente;</p> <p>assoreamento dos cursos d'água;</p> <p>diminuição da carga hídrica;</p> <p>sítios urbanos sem planejamento; e acúmulo de resíduos sólidos em local inadequado.</p>

Quadro 16: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada Umirim-Tejuçuoca.

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Superfície Pediplanada Umirim-Tejuçuoca (figura 91)

Área: 513,88 km<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	NÍVEL DE ESTABILIDADE	CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS
<p>A unidade litoestratigráfica é representada pelo Complexo Ceará – unidade Canindé, com a litologia sendo representada por granitos, migmatitos e granitóides. O tipo climático é bem dividido entre tropical quente semi-árido de 6 meses secos e tropical quente semi-árido de 7 a 8 meses secos. O padrão de drenagem é dendrítico, com intermitência sazonal, tendo o rio Caxitoré como permanente e pertencente à bacia do rio Curu. O relevo oscila entre plano e suave-ondulado, podendo chegar até 8% de declividade. Os solos predominantes na área são os Luvisolos Crômicos e os Argissolos Vermelho-Amarelo Eutróficos. A vegetação é constituída de caatinga arbustiva degradada, com remanescentes em pousio/regeneração.</p>	<p>Ambiente de transição.</p>	<p>Com o predomínio de grandes propriedades, tem-se o uso da terra na forma de pecuária extensiva e silvicultura.</p> <p>Ocorrência de sítios urbanos.</p> <p>Agricultura de subsistência, geralmente com milho e feijão, nas pequenas propriedades.</p> <p>Pesca artesanal nas barragens.</p> <p>Pesca comercial no açude Caxitoré.</p>	<p>Descaracterização da cobertura vegetal;</p> <p>sobrepastoreio;</p> <p>esgotamento dos solos com o truncamento do horizonte superficial;</p> <p>erosão laminar;</p> <p>grande frequência dos afloramentos rochosos;</p> <p>áreas com incidência de processos de desertificação no setor oeste;</p> <p>diminuição da biodiversidade;</p> <p>cultivo em áreas de preservação permanente;</p> <p>assoreamento;</p> <p>diminuição da carga hídrica;</p> <p>sítios urbanos sem planejamento;</p> <p>queimadas; e</p> <p>poluição dos recursos hídricos.</p>

Quadro 17: Subsistema ambiental Áreas de Inundação Sazonal

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Áreas de Inundação Sazonal (figura 92)

Área: 3,57km<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	NÍVEL DE ESTABILIDADE	CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS
<p>A atuação do clima tropical quente semi-árido de 9 a 10 meses secos sobre as distintas litologias da suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria erodiu áreas de rochas menos resistentes, formando locais de acumulação hídrica, normalmente nos meses chuvosos, em meio à superfície pediplanada. Essas áreas geralmente são pouco incorporadas à rede de drenagem. Os solos predominantes são os Planossolos de textura arenosa de média a argilosa, com eventuais Vertissolos. A cobertura vegetal primária é composta pela mata ciliar de carnaúba com caatinga, porém encontra-se bastante degradada, principalmente nas pequenas propriedades.</p>	<p>Ambiente fortemente instável.</p>	<p>Grandes propriedades praticando extrativismo vegetal (carnaúba), extrativismo mineral (argila), pecuária extensiva e silvicultura.</p> <p>Nas pequenas propriedades, prevalece o extrativismo vegetal (carnaúba) e a silvicultura.</p>	<p>Salinização dos solos; subtração dos horizontes pelo extrativismo mineral; sobrepastoreio nas áreas de pecuária; erosão laminar em locais de pecuária; degradação da mata ciliar de carnaúba; assoreamento das áreas alagadas; diminuição da biodiversidade; cultivo em áreas de preservação permanente; e diminuição da carga hídrica.</p>

Quadro 18: Subsistema ambiental Cristas Residuais e Inselbergs

Sistema ambiental: Depressão Sertaneja

Subsistema ambiental: Cristas Residuais e Inselbergs (figura 93)

Área: 78,28km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
Com maior concentração no setor oeste e sul da área estudada, são representadas pelas rochas mais resistentes aos processos erosivos. A unidade litoestratigráfica suíte intrusiva Tamboril-Santa Quitéria abrange a maior parte do subsistema, mas também existem cristas residuais sobre o complexo Ceará – unidade Independência. O clima predominante é tropical quente semi-árido de 9 a 10 meses secos. Apresenta forte declive, normalmente acima de 45%. Quando possível, consegue-se a formação de Neossolos Litólicos com horizonte A fraco. A vegetação é composta por gramíneas resistentes às condições climáticas semi-áridas e, quando se tem solo, ocorre caatinga arbustiva aberta.	Ambiente fortemente instável.	Na maior parte sem uso ou em pousio. Prevalecem grandes propriedades; quando há vegetação, é utilizada para silvicultura.	Desmoronamento de blocos rochosos; extração da cobertura vegetal em áreas de forte declive; e erosão.

Quadro 19: Subsistema ambiental Tabuleiros Interiores

Sistema ambiental: Tabuleiros

Subsistema ambiental: Tabuleiros Interiores (figura 94)

Área: 145,27km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
<p>Dados do Plio-Pleistoceno, apresentam várias manchas dispersas na área de pesquisa, tendo a maior concentração na porção nordeste. A litologia é representada por sedimentos argilo-arenosos. Possuem baixa altimetria (90m), baixa declividade, e, conseqüentemente, fraco entalhe da drenagem, formando uma superfície tabuliforme. Os solos predominantes são Latossolos Amarelos distróficos com horizonte A fraco. Com uma vegetação característica de tabuleiro, possuem espécies de caatinga e formações vegetacionais pré-litorâneas.</p>	<p>Ambiente de transição com tendência a estabilidade.</p>	<p>Predomínio de grandes propriedades, prevalecendo os cultivos permanentes (cajuais) em escala comercial, pecuária extensiva, extrativismo mineral da argila (areia vermelha).</p> <p>Nos locais de espécies de caatinga, ocorre a silvicultura tanto nas grandes como nas pequenas propriedades.</p> <p>Nas pequenas propriedades, existem os cultivos de subsistência, normalmente com feijão e milho, e, em locais de solo mais pobre e arenoso, têm-se mandioca ou caju.</p>	<p>Descaracterização da paisagem; descaracterização da mata de tabuleiro; assoreamento dos rios; diminuição da carga hídrica; cultivo em áreas de preservação permanente; e erosão.</p>

Quadro 20: Subsistema ambiental Alvéolos.

Sistema ambiental: Depósitos Quaternários

Subsistema ambiental: Alvéolos (figura 95)

Área: 46,97 km<sup>2</sup>

<b>CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES</b>	<b>NÍVEL DE ESTABILIDADE</b>	<b>CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO</b>	<b>PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS</b>
<p>Originam-se pelo recuo das vertentes de um vale mediante processos modeladores do relevo. A drenagem torna-se radial-concêntrica com apenas um coletor principal das águas. O pacote sedimentar é normalmente espesso e de origem coluvial-aluvial. São bem distintos na paisagem serrana por configurarem-se ambientes de exceção. Têm relevo plano e situam-se dispersos em toda a serra, não se restringindo apenas a único tipo de vertente e a único tipo climático. Os solos de maior abundância são Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico. A cobertura vegetal destes locais era bastante variada com espécies das caatingas, mata seca e mata úmida. Atualmente encontram-se fortemente utilizados, não permitindo distinguir cobertura vegetal.</p>	<p>Ambiente de transição com tendência à estabilidade.</p>	<p>Localização de sítos urbanos; fruticultura e agricultura variada. Geralmente são pequenas propriedades. Existe também prática da pecuária de subsistência incipiente. Indústrias de pequeno porte como engenhos de cana e fábrica de doce-de-leite.</p>	<p>Descaracterização da cobertura vegetal primária; acúmulo de resíduos sólidos em local inadequado; cultivo em áreas de preservação permanente; práticas agrícolas promotoras da queda da biodiversidade; sobreutilização dos recursos naturais; diminuição da carga hídrica; poluição dos riachos; assoreamento dos canais fluviais; e sítios urbanos sem planejamento.</p>

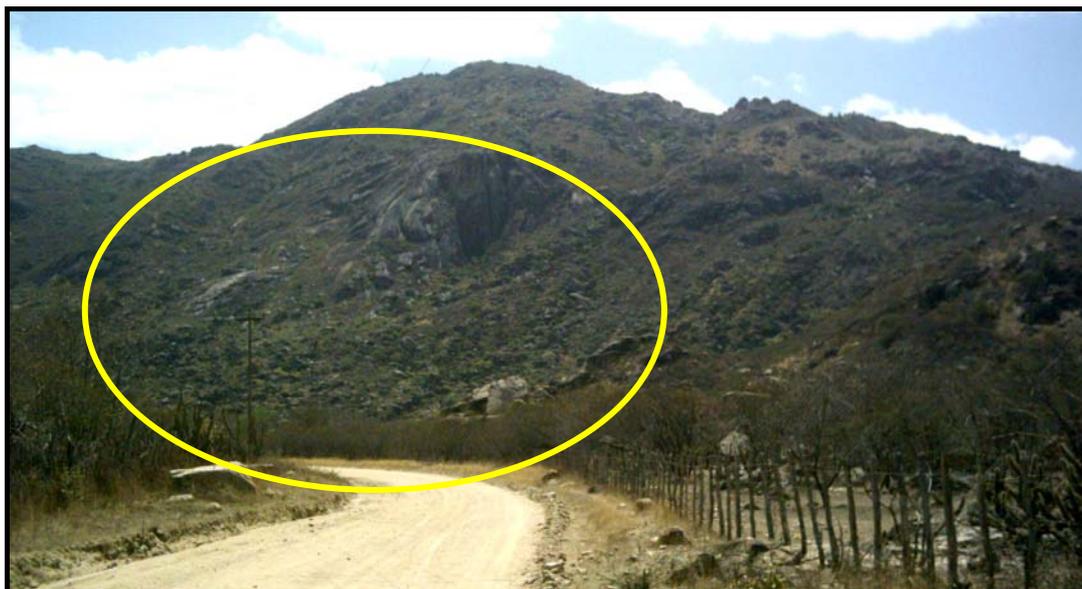
Quadro 21: Subsistema ambiental Planícies Fluviais

Sistema ambiental: Depósitos Quaternários

Subsistema ambiental: Planícies Fluviais (figura 96)

Área: 88,10km<sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	NÍVEL DE ESTABILIDADE	CONDIÇÕES DE USO E OCUPAÇÃO	PROBLEMAS AMBIENTAIS CONFIGURADOS
<p>São distribuídas por toda a área, porém são mais representativas na Depressão Sertaneja. A sua litologia pertence ao Holoceno, com sedimentos arenosos não consolidados, depositados por processos fluviais. A forma de relevo moldada em planícies, normalmente associadas às fraturas das rochas na parte serrana, diferem das planícies fluviais da Depressão Sertaneja por terem a distância entre os interflúvios reduzida, vales na forma de “V” e maior entalhe da drenagem, demonstrando um gradiente de força maior nos altos cursos dos rios. As planícies fluviais da Depressão têm menor capacidade de entalhe e apresentam menor variação de declividade em seu curso, constituindo também ambientes de exceção. Os solos são do tipo Neossolos Flúvicos Eutróficos, profundos e com sedimentos aluviais na camada superior. A cobertura vegetal primária é composta pela mata ciliar de carnaúba e espécies da caatinga.</p>	<p>Ambiente instável.</p>	<p>Na região serrana, há o predomínio de pequenas propriedades; na Depressão Sertaneja há o predomínio de grandes propriedades.</p> <p>Presença de cultivos permanentes e temporários, extrativismo vegetal (carnaúba), extrativismo mineral (argila) e pecuária.</p> <p>Captação de água por poços artesianos ou profundos.</p> <p>Pesca artesanal nas barragens.</p> <p>Sítios urbanos.</p>	<p>Descaracterização da cobertura vegetal primária;</p> <p>extrativismo vegetal e mineral descontrolado;</p> <p>diminuição da biodiversidade;</p> <p>sobrepastoreio;</p> <p>resíduos sólidos em local inadequado;</p> <p>assoreamento de rios e riachos;</p> <p>cultivo em áreas de preservação permanente;</p> <p>rebaixamento do lençol freático;</p> <p>diminuição da carga hídrica;</p> <p>sítios urbanos não planejados;</p> <p>poluição dos recursos hídricos; e</p> <p>sobreutilização dos recursos naturais.</p>



Constante presença de afloramentos rochosos no Município de Irauçuba.  
Figura 84: Subsistema ambiental Vertente Seca.



Cobertura vegetal degradada pela sobreutilização dos recursos naturais no Município de Itapajé.  
Figura 85: Subsistema ambiental Vertente Subúmida Seca.



Presença de mata úmida no Município de Uruburetama.  
Figura 86: Subsistema ambiental Vertente Úmida.



Supressão da cobertura vegetal primária e o truncamento do horizonte superficial em Irauçuba.  
Figura 87: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada de Irauçuba.



Nota-se o relevo plano com degradação da cobertura vegetal, município de Itapipoca.  
Figura 88: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada de Miráíma-Itapipoca.



Caatinga arbustiva em regeneração, Município de Miraíma.  
Figura 89: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada de Missi-Brotas.



Relevo suave ondulado, área utilizada pela pecuária extensiva em Tururu.  
Figura 90: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada de Itapipoca-Tururu.



Observa-se relevo suave ondulado com degradação da cobertura vegetal e afloramentos rochosos, Município de Umirim.  
Figura 91: Subsistema ambiental Superfície Pediplanada de Umirim-Tejuçuoca.



Presença das carnaúbas, Município de Irauçuba.  
Figura 92: Subsistema ambiental Áreas de Inundação Sazonal.

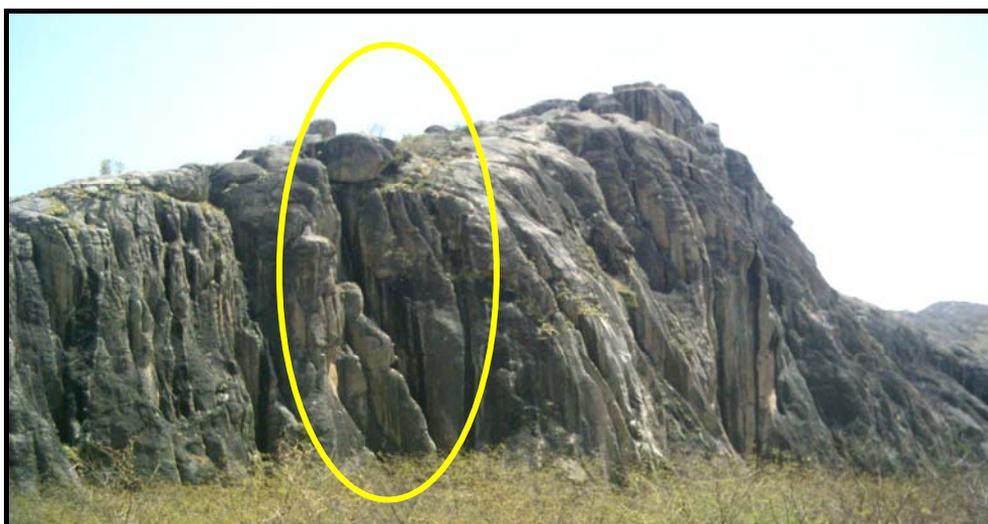


Figura 93: Subsistema ambiental Cristas Residuais e Inselbergs. Município de Mirafima.

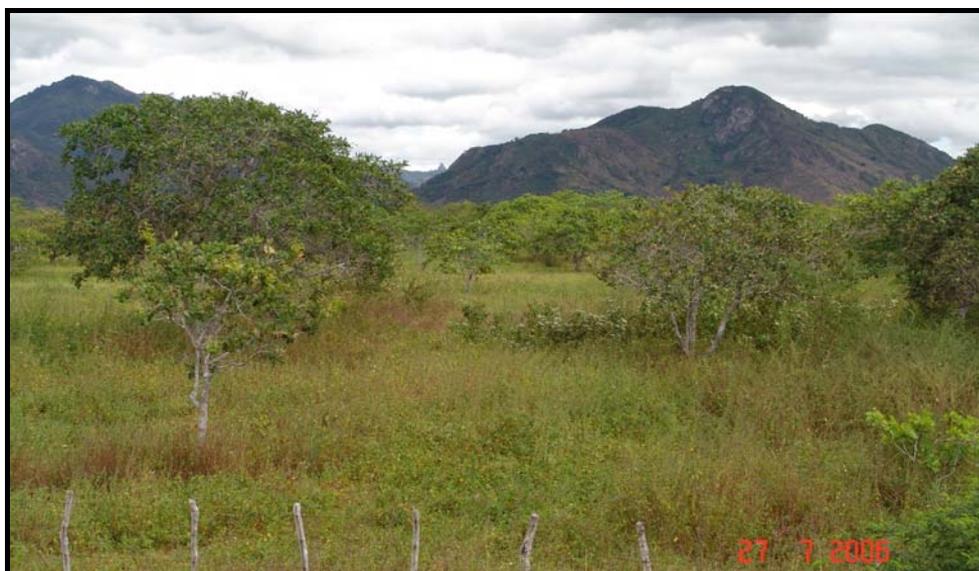


Figura 94: Subsistema ambiental Tabuleiros Interiores. Município de Uruburetama.



Figura 95: Subsistema ambiental Alvóolos. Município de Itapipoca.



Planície do rio Caxitoré no Município de Tejuçuoca.  
Figura 96: Subsistema ambiental Planícies Fluviais.

Figura 97  
**SISTEMAS E SUBSISTEMAS AMBIENTAIS DA SERRA DE URUBURETAMA**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
 MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA

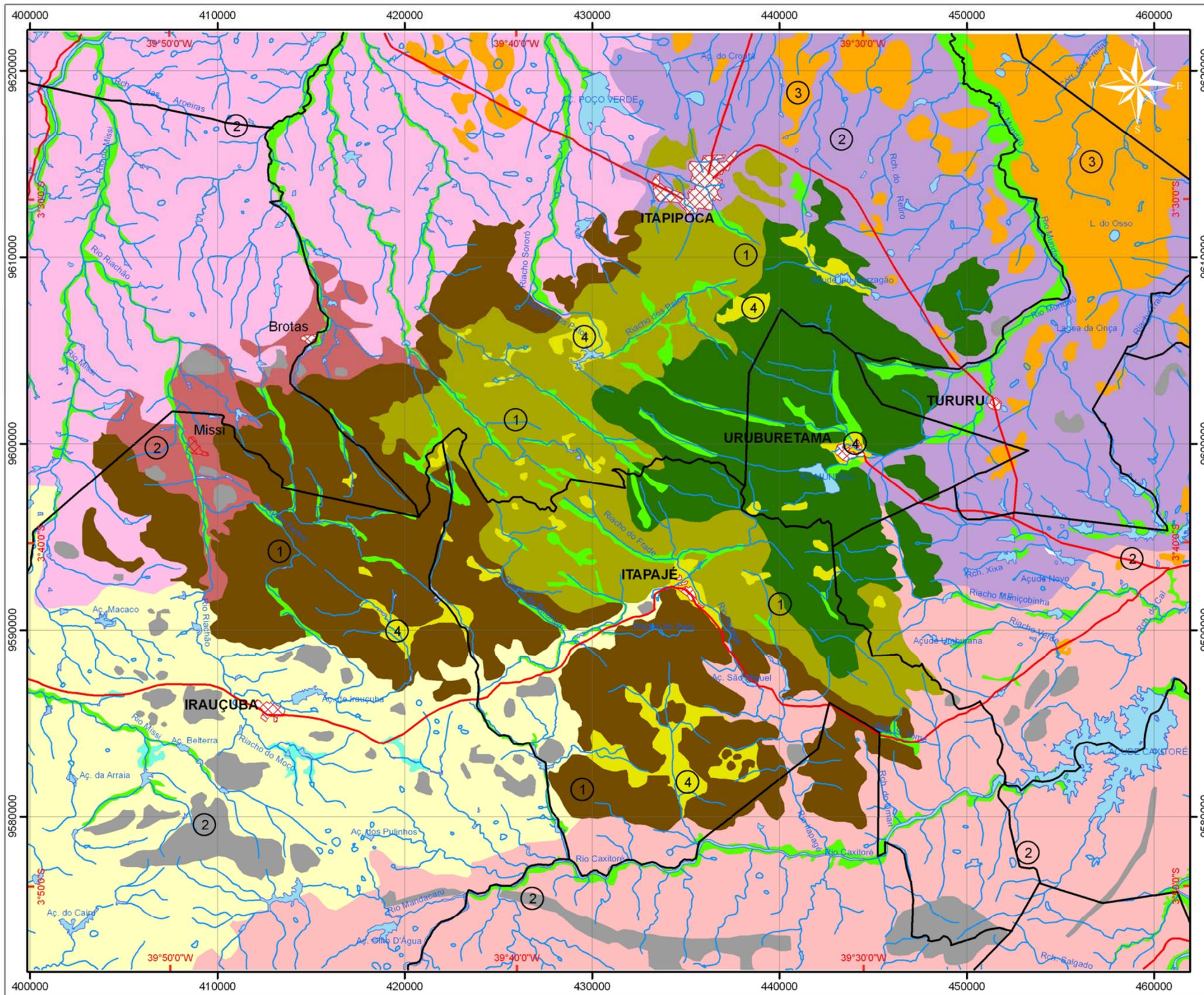


Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental com Subsídios ao Planejamento Agrícola da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
 Orientação: Pro<sup>fa</sup> Dr<sup>a</sup> Marcos José Nogueira de Souza

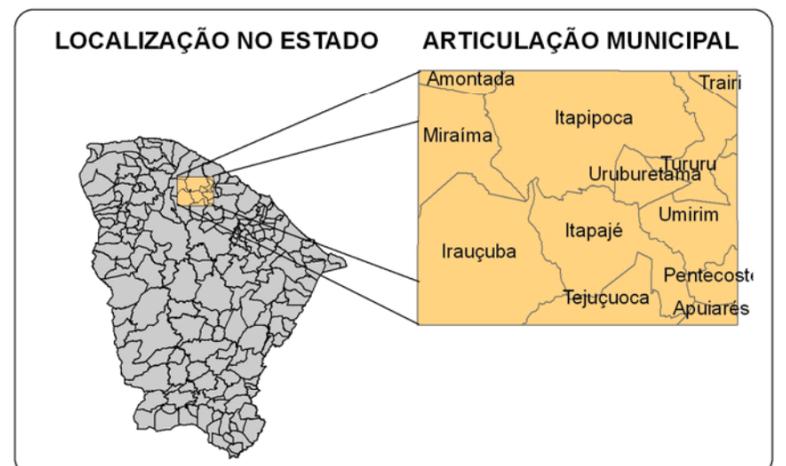
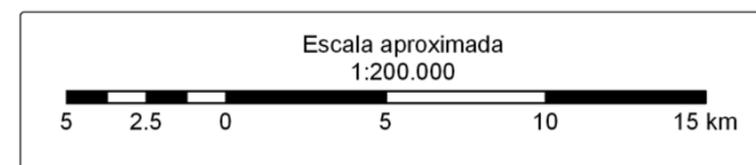
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| <b>SINAIS</b>         | <b>TOPÔNIMOS</b>      |
| Limite municipal      | Drenagem              |
| Rios e riachos        | AÇUDES                |
| Estradas pavimentadas | Sede distrital        |
| Açudes e lagoas       | <b>SEDE MUNICIPAL</b> |
| Núcleo urbano         |                       |



SISTEMA AMBIENTAL	SUBSISTEMA AMBIENTAL
① Maciço Residual	Vertente Seca
	Vertente Subúmida Seca
	Vertente Úmida
② Depressão Sertaneja	Áreas de Inundação Sazonal
	Cristas Residuais e Inselbergs
	Superfície Pediplanada de Irauçuba
	Superfície Pediplanada Itaipoca-Tururu
	Superfície Pediplanada Miraima-Itaipoca
	Superfície Pediplanada Missi-Brotas
Superfície Pediplanada Umirim-Tejuçuoca	
③ Tabuleiros	Tabuleiros Interiores
④ Depósitos Quaternários	Alvéolos
	Planícies Fluviais

Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
 Datum horizontal: SAD-69  
 Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
 Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
 Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."  
 Geoprocessamento  
 Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
 Érika Gomes Brito - Geógrafa

Fonte: Brandão (2003), interpretação visual de imagem satélite e checagem de campo



## 6 POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES DOS SUBSISTEMAS AMBIENTAIS DA SERRA DE URUBURETAMA

Potencial ambiental é o potencial ecológico, reflexo da interação dos elementos que compõem o sistema ambiental, descritos no capítulo 2; são os atrativos naturais que o sistema ambiental fornece. Estes atrativos naturais são utilizados pela sociedade para geração de renda. Esta utilização, na serra de Uruburetama, ocorre geralmente por intermédio das atividades do setor primário da economia, como exemplificado nos quadros-síntese do capítulo 5.

O desequilíbrio ambiental desponta no momento em que este potencial ecológico, explorado sob o viés econômico, é utilizado em desarmonia no que concerne às limitações ambientais dos subsistemas.

Dentro da **fase de exequibilidade**, foram determinadas as potencialidades ambientais e limitações de cada subsistema ambiental, dispostos na seqüência, norteados por Souza (2000; 2005), Campos *et al* (2003), Oliveira (2002), Brandão (2003) e Arruda (2001).

### *1 Sistema Ambiental Maciço Residual, Subsistema Ambiental Vertente Seca*

Com 88,89% de sua área, apresenta reduzido potencial ecológico. A principal potencialidade é a boa fertilidade das associações de solos. Em locais que possuem vegetação de caatinga, pode ser executado o extrativismo vegetal. Bom para a exploração do granito. O ecoturismo, explorando a rusticidade da paisagem com os inselbergs, e os esportes de aventura, como escalada, *mountain bike* e *rapel*.

As limitações são impostas pelo deficit hídrico, a alta rochosidade, forte declive, alta susceptibilidade à erosão nas encostas, dificuldade de mecanização das lavouras e os impedimentos legais em relação aos topos de morros, às áreas de alto declive e ao uso das margens da drenagem.

## *2 Sistema Ambiental Maciço Residual, Subsistema Ambiental Vertente Subúmida Seca*

Suas terras apresentam 90,54% de reduzido potencial ecológico. A potencialidade ambiental está na fertilidade do solo associada à boa disponibilidade hídrica no setor norte. O relevo, eventualmente apresentando colinas, favorece o extrativismo vegetal e os cultivos. Os enclaves de mata úmida, além de servirem para o ecoturismo, servem também para refúgio da vida silvestre, de banco de sementes, principalmente das espécies arbóreas, e para estudos científicos. Bom potencial para águas subterrâneas em zonas de fraturas e recuperação da vegetação de mata seca.

As limitações são impostas principalmente pela declividade e pela vulnerabilidade à erosão e conseqüente dificuldade de mecanização das lavouras em todo o subsistema; pelo deficit hídrico, rochoso e baixa carga hídrica no setor centro-sul, além das restrições legais sobre topos de morro, áreas de forte declive, margens da drenagem e utilização dos fragmentos de mata atlântica.

## *3 Sistema Ambiental Maciço Residual, Subsistema Ambiental Vertente Úmida*

Da sua área, 63,94% evidenciam um razoável potencial ecológico. O principal potencial está na disponibilidade hídrica superior aos 1.200 mm/ano, ocasionada pelas constantes chuvas orográficas, além da alta fertilidade dos solos e de apresentar as condições climáticas menos instáveis da área pesquisada. Nos vales embutidos entre as cristas, existem boas condições edafoclimáticas para variados tipos de cultivos. Os fragmentos de mata úmida, como exposto anteriormente, podem servir para estudos científicos, banco de sementes e refúgio da vida silvestre. Estes fragmentos de mata úmida, associados com as pequenas cachoeiras do rio Mundaú, e o clima mais ameno, se comparado à depressão circunjacente, compõem um bom conjunto para o ecoturismo; potencial de utilização do açude Mundaú para pesca comercial e artesanal; ambiente natural favorável à instalação de áreas legalmente protegidas.

As limitações ambientais são conseqüências dos fortes declives, com os solos evidenciando alta susceptibilidade a erosão, dificuldades de mecanização da lavoura. Existem também as restrições legais sobre a utilização dos fragmentos de

mata úmida, sobre as margens da drenagem, sobre as áreas de fortes declives e topos de morro.

#### *4 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Superfície Pediplanada de Irauçuba*

Ao todo, 96,98% de suas terras mostram reduzido potencial ecológico. A baixa declividade desta superfície pediplanada espelha razoável potencial para as atividades do setor primário. A vegetação de caatinga pode ser utilizada por meio de planos de manejo florestal, para a recuperação da área, além de servir de pasto para a pecuária. A constante e alta temperatura, com baixa nebulosidade, é um bom subsídio para a geração de energia limpa. Os solos normalmente são férteis.

A baixa precipitação, que condiciona a intermitência da drenagem em sua maior parte, faz com que a vegetação demore a regenerar, com isso, os pastos têm uma baixa capacidade de suporte, sobretudo nos Luvisolos e Planossolos Háplicos. Os solos, geralmente rasos, são muito frágeis, sendo facilmente carregados pela erosão laminar. Associados a constante pedregosidade e afloramentos rochosos dificultam a sustentabilidade das lavouras; áreas com incidências de processos de desertificação; existem, também, restrições legais sobre a utilização das margens da drenagem.

#### *5 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Superfície Pediplanada Miraíma-Itapipoca*

Com 89,97% espelhando um reduzido potencial ecológico, a presença de vegetação de caatinga conservada e de carnaúbas espalhadas no setor sul do subsistema, subsidia o extrativismo vegetal na forma de planos de manejo florestal. A baixa declividade, aliada à cobertura vegetal natural e a melhores condições hídricas, se comparada ao subsistema da Superfície Pediplanada de Irauçuba, favorece a pecuária. Os solos férteis beneficiam as lavouras; bom potencial para pesca artesanal e comercial no açude Poço Verde.

As limitações ocorrem, sobretudo, na baixa capacidade de suporte dos solos, tanto para a pecuária, evitando o sobrepastoreio, como para o cultivo. São solos rasos, com a presença de horizonte textural, sujeitos a inundações periódicas

e carreamento dos horizontes superficiais, pela erosão. Existe deficiência hídrica em parcelas dos setores sul e oeste. Há restrições legais sobre a utilização das margens da drenagem.

#### *6 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Superfície Pediplanada Missi-Brotas*

Prevalece potencial ecológico reduzido em 89,40% das terras. Os solos, com horizonte textural do tipo Planossolos com características vérticas, apresentam razoável potencial para extrativismo mineral. As demais áreas com solos férteis apresentam remanescentes de caatinga, podendo ser manejados como pasto e, por meio de planos de manejo florestal, na produção de carvão e lenha. A vegetação de carnaúba potencializa o extrativismo vegetal.

As limitações ambientais estão na pouca profundidade dos solos, na imperfeita drenagem por causa da alta concentração de argila em horizontes subsuperficiais, ocasionando inundações temporárias; baixa capacidade a erosão, diminuindo a capacidade de suporte para as pastagens, sendo fator limitante para as lavouras. Além disso, existe o deficit hídrico, provocando drenagem intermitente e as limitações impostas pela lei sobre o uso das margens da drenagem.

#### *7 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu*

Com um razoável potencial ecológico (69,97% da área), dos sertões circunjacentes à serra de Uruburetama, é o que apresenta o potencial mais representativo. A boa localização, entre os tabuleiros e a vertente úmida da serra de Uruburetama, proporciona as melhores precipitações entre todas as superfícies pediplanadas. A baixa declividade e ainda a boa fertilidade natural dos solos favorecem a implantação de lavouras, das pastagens e da silvicultura nas áreas cobertas pela vegetação de caatinga por intermédio de planos de manejo florestal; bom potencial para expansão urbana; ambientes propícios para recuperação ambiental em áreas de solo exposto.

As limitações ambientais estão na baixa capacidade de suporte das pastagens, na susceptibilidade a erosão dos solos e na inconstância climática,

característica do semi-árido. Existem as limitações impostas pela lei com relação ao uso das margens da drenagem.

#### *8 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Superfície Pediplanada Umirim-Tejuçuoca*

Com o potencial ecológico reduzido em 86,89% da sua área, a principal alternativa está na utilização da vegetação de caatinga para silvicultura, pastagens e lavouras, por intermédio de planos de manejo florestal. Bom potencial de utilização do açude Caxitoré para pesca comercial e artesanal. Os solos apresentam-se geralmente férteis; favorável para expansão urbana.

A drenagem na maior parte intermitente, a baixa precipitação e o relevo suave-ondulado refletem a baixa capacidade de suporte do ambiente para pastagens e lavouras. Os solos, normalmente rasos, possuem alta susceptibilidade a erosão, principalmente laminar; presença constante de afloramentos rochosos; áreas fortemente comprometidas ambientalmente pela supressão da vegetação.

#### *9 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Áreas de Inundação Sazonal*

Com um insignificativo potencial ecológico em 97,54% da sua área, a vegetação de carnaúba favorece o extrativismo vegetal. Os solos com grande concentração de argila apresentam potencial para o extrativismo mineral. A baixa declividade facilita o manejo das lavouras e das pastagens em locais específicos; bom potencial para o turismo ecológico; áreas mantenedoras de reserva hídrica superficial.

A alta concentração de argila nos horizontes subsuperficiais e a constante presença hídrica limitam, por demais, a capacidade de suporte das pastagens, o tipo de cultivo das lavouras, que, quando descontrolados, causam salinização dos solos. A mineração deve ser controlada. A expansão urbana nesses ambientes é desaconselhável; há restrições legais em relação ao uso das margens dos recursos hídricos.

### *10 Sistema Ambiental Depressão Sertaneja, Subsistema Ambiental Cristas Residuais e Inselbergs*

Com 82,15% de sua área evidenciando insignificativo potencial ecológico, são áreas mantedoras de biota específica, apresentando tendência para estudos científicos destas espécies. Quando possuem solos, são férteis e favoráveis a silvicultura; potencial para instalação de áreas protegidas legalmente, explorando a rusticidade da paisagem, por meio do ecoturismo e esportes de aventura, como escalada, *rapel* e *mountain bike*; muito favorável para exploração mineral do granito.

As limitações são representadas pelo acentuado declive, constantes afloramentos rochosos, baixa profundidade e alta susceptibilidade a erosão dos solos, além das baixas precipitações. As restrições legais estão sobre as áreas de fortes declives e os topos de morros.

### *11 Sistema Ambiental Tabuleiros, Subsistema Ambiental Tabuleiros Interiores*

Razoável potencial ecológico em 94,04% de suas terras. A boa precipitação, a baixa declividade e solos sem horizonte textural facilitam a penetração das raízes da planta. Favorável à implantação da atividade agrícola mediante de planos de manejo florestal e da pecuária semi-intensiva. A grande variedade de espécies da flora evidencia uma disposição à apicultura; potencial favorável para a mineração, fornecendo vários tipos de areia para a construção civil; não oferece resistência à expansão urbana e demais obras de infra-estrutura; reserva hídrica subterrânea.

A limitação está na deficiência de fertilidade natural do solo. Normalmente, apresenta sete meses de deficit hídrico. Esta deficiência é agravada pela dificuldade de represamento de água na superfície e eventualmente pelos altos custos da extração de água subterrânea; há restrições legais em relação às margens da drenagem.

### *12 Sistema Ambiental Depósitos Quaternários, Subsistema Ambiental Planícies Fluviais*

Em 99,95%, o potencial ecológico é insignificativo; possibilidade de exploração dos recursos hídricos superficiais, mediante a outorga da água, e subsuperficiais, por meio de poços artesianos. Com topografia favorável, o leito maior do rio apresenta capacidade de ser explorado pela agricultura irrigada, pecuária e, nos locais onde há carnaúba, pelo extrativismo vegetal. Pode também ser explorado com a extração da argila; ambientes propícios para recuperação ambiental da mata ciliar; ideal para atividades de lazer; potencial para pesca artesanal.

As limitações são maiores em relação ao solo, que fica temporariamente inundado, em virtude da má drenagem, ocasionando salinização e diminuindo, assim, a capacidade de suporte para a pecuária e as lavouras. A mineração descontrolada, o avanço das cidades sobre estes ambientes e a captação de água de forma aleatória causam desconfiguração ambiental. Existem também restrições com relação às margens da drenagem e ao uso das matas ciliares.

### *13 Sistema Ambiental Depósitos Quaternários, Subsistema Ambiental Alvéolos*

Com 73,58% da sua área com razoável potencial ecológico, é o subsistema ambiental que possui as melhores condições geoambientais da área. Boa topografia, solos com fertilidade e profundidade, e, quando localizados em meio a vertente úmida ou subúmida seca, apresentam presença hídrica constante. Não oferecem impedimentos a nenhuma atividade agrícola encontrada na serra de Uruburetama. Apresentam bom potencial de águas subterrâneas; favoráveis à localização de sítios urbanos. Ideal para infra-estruturas de apoio às atividades de turismo de aventura e ecoturismo, a serem localizadas nos outros subsistemas da serra.

As limitações são, sobretudo, na capacidade de suporte do ambiente. Têm-se também limitações legais na utilização das margens da drenagem.

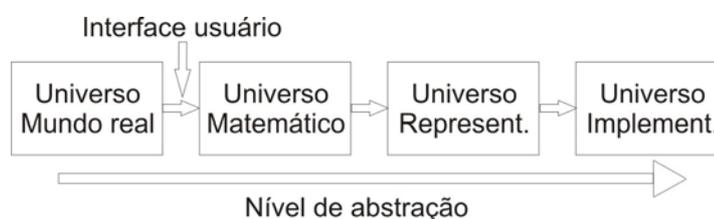
## 7 MODELAGEM AMBIENTAL DA SERRA DE URUBURETAMA

### 7.1 Modelo de Dados como Suporte à Fragilidade Ambiental

De acordo com o que foi exposto no capítulo 2, a modelagem ambiental tem como objetivo principal preparar o cenário do ambiente. O modelo criado para execução deste trabalho foi o Geo-OMT, de acordo com as especificações impostas por Borges (1997) e Borges et. al. (2000). Este tipo de modelo foi adaptado do OMT (*Object Modeling Technique*) e suporta as primitivas geográficas dos dados ambientais.

Os dados, dentro de qualquer modelagem ambiental, podem assumir níveis de apresentação distintos, conforme o tratamento que é fornecido pelo usuário mediante um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGDB) aos elementos do mundo real.

O banco de dados montado está no nível de representação dos dados, conforme figura 98 (INPE, 2006). Quanto mais próximo ao universo de implementação está o modelo, mais completo e abstrato ele se apresenta.



Fonte: adaptado de INPE, 2006.

Figura 98: Nível de apresentação dos dados.

O modelo criado seguiu os padrões, conceitos e semiologia necessários a uma modelagem ambiental dentro dos parâmetros do Geo-OMT. Os conceitos básicos de classe, relacionamento e as restrições de integridade espaciais foram contemplados segundo as especificações descritas a seguir.

#### 1 Classes

As classes que configuram o modelo (CÂMERA, 2001) são divididas em dois grupos: as georreferenciadas e as convencionais. Cada uma destas classes possui *subclasses* e uma semiologia que as identifica.

As classes convencionais do modelo são representadas pelos atributos: PPT mês, Análise Ecodinâmica, Uso Terra, Problemas ambientais e Propostas. A semiologia desta classe está exemplificada na figura 99, notando-se que na parte superior é escrito o nome da classe e na parte inferior são delineados os seus atributos.



Fonte: Borges *et. al.* (2000).

Figura 99: Classe convencional.

Estas classes convencionais não possuem as primitivas geográficas de localização do dado. São informações postas tabularmente dentro da modelagem.

As classes georreferenciadas são todas as outras classes utilizadas na modelagem. Suas subclasses são do tipo *Geo-Campo* e *Geo-Objeto*. A classe *Geo-Campo* é composta por entidades que possuem justaposição espacial, preenchendo por completo o espaço. Diferem da classe *Geo-Objeto* por não serem facilmente identificáveis com os elementos do mundo real, como hidrantes, sinais de trânsito ou postes, por exemplo (CÂMARA, 1995).

A classe *Geo-Campo* possui cinco subclasses, variando conforme for a representação do tipo de dado. Estas subclasses são: a Rede Irregular Triangular, Isolinhas, Polígonos Adjacentes, Tesselação e Amostras.

A classe *Geo-Campo de Rede Irregular Triangular* é composta pelos campos Decli e Alti. A classe *Geo-Campo de Isolinhas* é formada pelas curvas nível.

A classe *Geo-Campo de Polígonos Adjacentes* ou *Geo-Campo de Subdivisão Planar* é constituída por Limi Mun, Bacias Hidro, Clima, Geomorfologia, Geologia, Cob veg uso terra, Solos, Sistemas, Fragilidade, Frag subsist, e Forma de uso.

A classe *Geo-Campo de Tesselação* é formada pelas imagens do modelo, as LANDSAT 3, LANDSAT 7, CBERS 2, e SUDENE esc. E, por último, as classes *Geo-Campo de Amostras* é composta pelos campos Pt cotado e Pt campo.

A semiologia gráfica de cada classe *Geo-Campo* está exemplificada na figura 100. No local onde está escrita a palavra “atributos”, foram informados os dados usados na modelagem, e onde está escrito “operações”, são exibidas as manipulações realizadas com a classe.

*Rede Irregular*      *Isolinhas*      *Polígonos Adjacentes*      *Tesselação*      *Amostras*  
*Triangular*

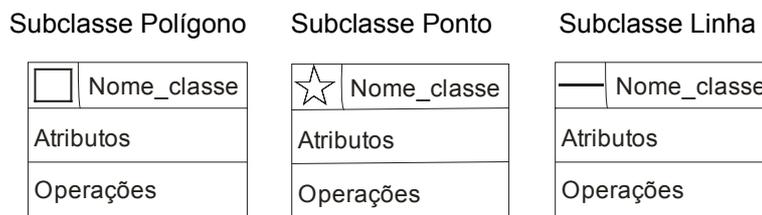
 Nome_classe	 Nome_classe	 Nome_classe	 Nome_classe	 Nome_classe
Atributos	Atributos	Atributos	Atributos	Atributos
Operações	Operações	Operações	Operações	Operações

Fonte: Borges *et. al.* (2000).  
 Figura 100: Classes Geo-Campo.

A classe *Geo-Objeto* possui dois tipos, um que é a classe *Geo-Objeto com Geometria* e o outro tipo que é classe *Geo-Objeto com Geometria e Topologia*. Este estudo só utiliza classe *Geo-Objeto com Geometria*, que espelha objetos que possuem apenas propriedades geométricas (BORGES *et. al.*, 2000).

Existem três subclasses *Geo-Objeto com Geometria*. A subclasse polígono foi composta pelas Manchas Urb e Ac lagoas. A subclasse ponto que foi formada pelo Poços e a subclasse linha, que foi constituída por Estradas pav, Estradas n pav e Drenagem lin.

A representação gráfica de cada subclasse *Geo-Objeto com Geometria* varia conforme a topologia de acordo com a figura 101.



Fonte: Borges *et. al.* (2000).  
 Figura 101: Subclasses *Geo-Objeto* com Geometria

## 2 Relacionamentos

Os relacionamentos que ocorrem na modelagem ambiental executada são do tipo associação simples e relações espaciais.

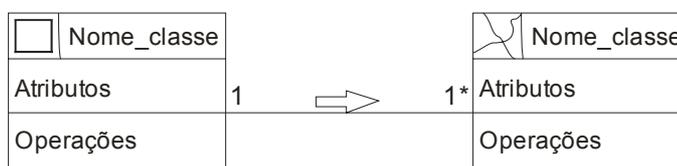
As associações simples, de acordo com a notação gráfica da Linguagem de Modelagem Unificada (UML), na lição de Costa (2001), são representadas por uma linha contínua que interliga as classes e eventualmente podem conter uma seta, indicando o sentido da relação. Esta associação tanto pode ser entre classes

convencionais como entre classes georreferenciadas ou ainda entre uma classe e outra.

Com relação ao número de elementos (cardinalidade), estas associações podem assumir as seguintes configurações, descritas a seguir, com a notação gráfica de acordo com a figura 102 (COSTA, 2001).

- ⇒ entre 1 (um) elemento de uma classe com vários elementos da outra classe;
- ⇒ entre 1 (um) elemento de uma classe com 1 (um) elemento de outra classe;
- ⇒ entre 1 (um) elemento de uma classe com 0 (zero) ou mais elementos da outra classe;
- ⇒ e 0 (zero) ou mais elementos para 0 (zero) ou mais elementos.

Os relacionamentos espaciais (DAVIS JR. & QUEIROZ, 2001) que ocorreram no modelo Geo-OMT criado são *contém*, *dentro de*, *sobreposição* e *sobre*. De acordo com Borges (2002), possuem as seguintes características:



1= somente um  
 1\*= um ou mais de um  
 0= nenhum  
 0\*= nenhum ou mais

Figura 102: Associação Simples.

*Contém* → a geometria da classe maior envolve a geometria da classe menor. Uma classe que contém pode conter uma ou mais classes contidas.

*Dentro de* → existem ocorrências de uma classe dentro de outra ocorrência de classe tipo polígono, independentemente de ser *Geo-Objeto* ou *Geo-Campo*.

*Sobreposição* → só pode ser usado entre polígonos. Tanto as fronteiras como as geometrias são sobrepostas.

*Sobre* → quando uma classe fica “por cima” de outra.

Estes relacionamentos também são caracterizados pela sua *cardinalidade*. A notação utilizada dentro do modelo é a mesma empregada pela UML, sendo semelhante à cardinalidade exemplificada na figura 102.

### 3 Restrições Espaciais

As restrições espaciais servem para o controle da aplicabilidade e implementação do modelo. As restrições são definidas tendo como base as primitivas geográficas das classes, seus relacionamentos espaciais e a topologia.

As restrições espaciais que fazem parte do modelo executado, segundo Borges (2002), são Regras de Dependência Espacial. De acordo com a existência destas regras, os objetos e seus agregados variam entre regras de *Continência* e regras de *Geo-Campo* (quadro 22).

As características mais importantes deste modelo Geo-OMT podem ser identificadas como possuir seus objetos orientados suportando os conceitos de classe; modela e diferencia os diversos tipos de dados, fazendo uso de uma representação simbólica; fornece uma visão integrada do espaço modelado; diferencia classes georreferenciadas e classes convencionais; representa as relações espaciais, levando em consideração a forma geométrica da classe; traduz as relações topológicas e espaciais em restrições de integridade espaciais e é de fácil entendimento e representação (BORGES 2002, BORGES *et. al.* 2000 e BORGES & DAVIS, 2001).

Quadro 22: Regras de Dependência Espacial

Regras de Dependência Espacial	Características
Regras de Continência	<p>A geometria do objeto que contém deve conter a geometria do objeto contido.</p> <p>O limite do objeto contido não pode exceder ao limite do objeto que contém.</p> <p>Qualquer objeto contido só deve pertencer a única instância de determinada classe.</p>
Regras de Geo-Campo Isolinha	<p>Uma isolinha não pode interceptar outra.</p> <p>A isolinha deve ser contínua.</p>
Regras de Geo-Campo Tesselação	<p>Qualquer ponto do espaço geográfico deve pertencer a somente uma célula da classe tipo tesselação.</p>
Regras de Geo-Campo Subdivisão Planar	<p>Qualquer ponto do espaço geográfico deve pertencer a somente uma instância de uma classe do polígono adjacente.</p> <p>As instâncias desta classe devem ser todas adjacentes; não deve existir espaço vazio.</p>
Regras de Geo-Campo Rede Irregular Triangular	<p>Qualquer ponto do espaço geográfico deve pertencer a um triângulo da rede de triangulação.</p> <p>Não existe sobreposição de instâncias destas classes.</p>
Regras de Geo-Campo Amostragem	<p>Não existe sobreposição de instâncias de uma mesma classe do tipo amostragem.</p>

Fonte: adaptado de Borges (2002).

A representação gráfica ou o diagrama de temas do modelo criado está configurado da seguinte maneira (figura 103).

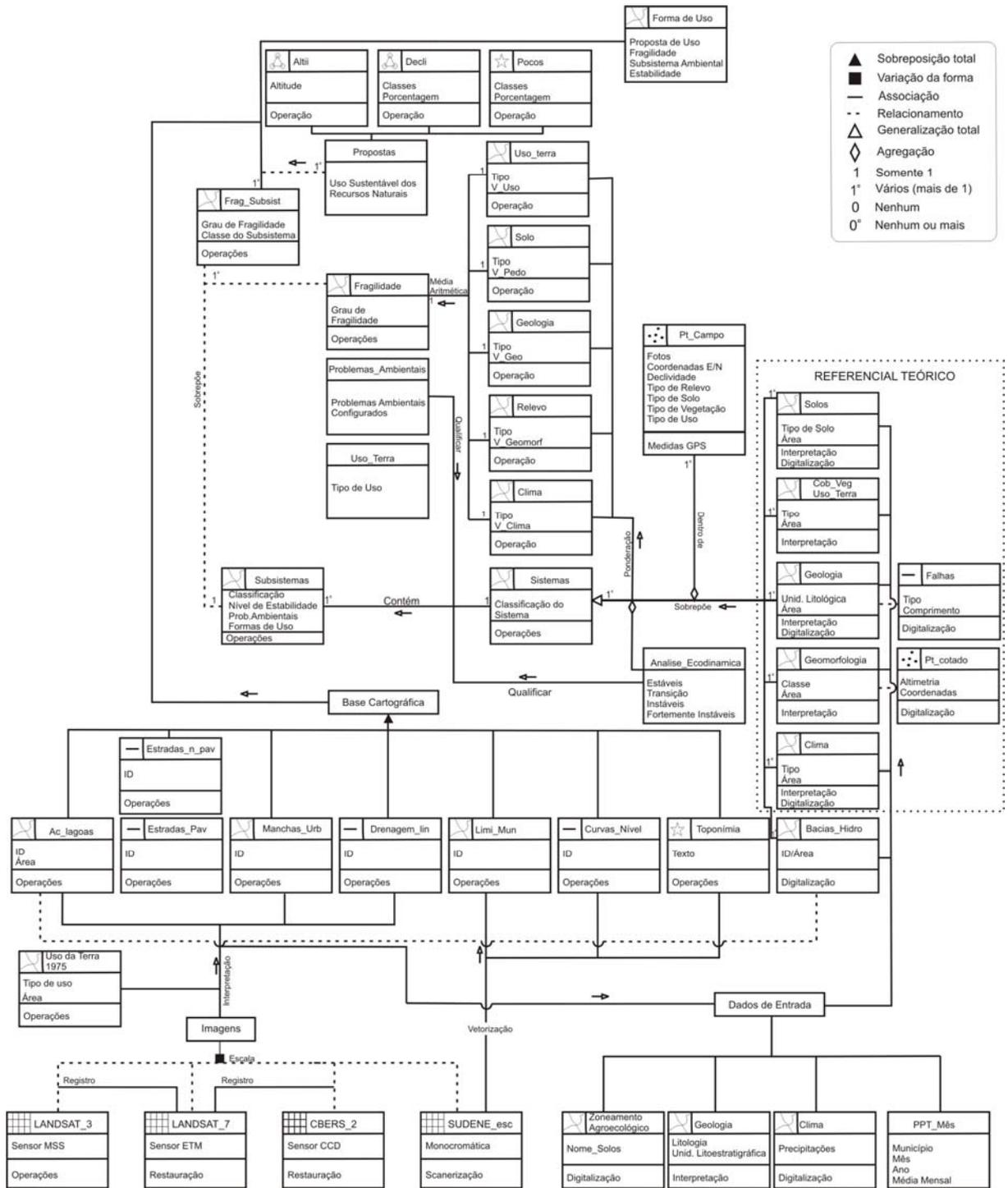


Figura 103: Esquema Geo-OMT proposto para o banco de dados de avaliação ambiental da serra de Uruburetama.

## 7.2 Cálculo da Fragilidade Ambiental

Conforme citado no capítulo 2 e de acordo com o fluxograma metodológico (pág 29), o cálculo da fragilidade pertence à **fase de adequação**. As características ambientais que fazem parte do cálculo da fragilidade (CREPANI *et. al* 1996) são: a geomorfologia, a pedologia, a climatologia, a cobertura vegetal/uso da terra e a geologia.

Para a serra de Uruburetama, estas características foram mensuradas conforme exposto na seqüência.

### 1 Geologia

A geologia foi mensurada mediante a resistência a erosão das diferentes litologias que compõem as unidades litoestratigráficas.

A unidade litoestratigráfica Aluviões Fluviais é composta por sedimentos inconsolidados do Quaternário. Possui a maior fragilidade ambiental da área por serem as áreas menos resistentes aos processos erosivos.

A Formação Barreiras possui sua litologia formada de rochas sedimentares. Como são rochas com baixo grau de coesão e elevado grau de permeabilidade (PENTEADO, 1980), são frágeis ao ataque das forças erosivas por serem facilmente intemperizáveis, constituindo então uma fragilidade alta.

O Complexo Ceará - unidade Canindé desenvolveu variada litologia, formada por paragneisses em níveis distintos de metamorfismo-migmatização, possuindo assim níveis de fragilidade distintos. É composto, porém, em sua maior porção, de rochas resistentes aos processos erosivos, possuindo, portanto, uma fragilidade ambiental baixa.

O Complexo Ceará - unidade Independência, bem como a Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria, formada em sua maior parte de rochas granitóides que possuem alta resistência à erosão, geralmente são intemperizáveis em locais de fraturas ou diáclases. Daí, apresentarem a mais baixa fragilidade ambiental da área.

O quadro que compõe a fragilidade ambiental da geologia configurou-se da seguinte forma (quadro 23).

Quadro 23: Fragilidade Ambiental do Critério Geológico

<b>Geoclasse</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>
Aluviões Fluviais	3.0
Formação Barreiras	2.0
Complexo Ceará - unidade Canindé	1.5
Complexo Ceará - unidade	1.1
Suíte Intrusiva Tamboril-Santa Quitéria	1.1

## 2 Geomorfologia

Os critérios geomorfológicos que compuseram a matriz de valores foram a dimensão interfluvial, o grau de entalhamento e a forma do relevo. Estes critérios foram escolhidos por evidenciar a resistência à erosão e, por consequência, a dinâmica ambiental que as ocorrências geomorfológicas impõem ao meio.

A dimensão interfluvial é a distância, medida em metros, entre as ondulações que separam os vales (GUERRA & GUERRA, 2003). Esta distância entre os interflúvios espelha o gradiente de força do rio e a capacidade incisiva da erosão linear.

Quanto maior for esta distância, mais senil é a drenagem e com menor força ela atua sobre o meio, portanto, nestas áreas, ocorre menor fragilidade. Quanto menor for esta distância, mais forte é o poder erosivo da drenagem e, consequentemente, maior é a fragilidade.

De acordo com a classificação proposta por Gomes *et. al.* (2005), esta dimensão interfluvial é dividida em cinco classes, conforme a distância, e possui seus critérios de fragilidade conectados.

Estas classes são: muito grande (distância > 1.500m, fragilidade = 1.0), grande (1.500m > distância > 700m, fragilidade = 1.5), média (700m > distância > 300m, fragilidade = 2.0), pequena (300m > distância > 100m, fragilidade = 2.5) e muito pequena (distância < 100m, fragilidade = 3.0).

O grau de entalhamento é a diferença altimétrica entre o talvegue e os interflúvios, refletindo a capacidade erosiva do rio. Possui cinco classes com as fragilidades pré-determinadas (GOMES *et. al.*, 2005). A fragilidade é maior nos locais de maior entalhamento e é menor em locais de menor entalhamento.

As classes são: muito fraco (entalhamento < 20m, fragilidade = 1.0), fraco (20m < entalhamento < 40m, fragilidade = 1.5), médio (40m < entalhamento < 80m, fragilidade = 2.0), forte (80m < entalhamento < 160m, fragilidade = 2.5) e muito forte (entalhamento < 160m, fragilidade = 3.0).

E, por último, a forma do relevo é classificada, segundo Crepani *et al* (1996), de acordo com a morfologia das vertentes.

Relevos de topo aguçado comprovam uma dinâmica mais intensa do que os relevos de topo convexo, que, por sua vez, são mais dinâmicos do que os relevos de superfície plana ou tabular.

As planícies fluviais e as áreas de inundação sazonal, em virtude de suas características físicas, não podem ter mensurados a dimensão interfluvial e o grau de entalhamento. Como são ambientes de uma dinâmica ambiental muito intensa, é imposto a estes locais um alto grau de fragilidade.

Os atributos da fragilidade ambiental, segundo os critérios geomorfológicos, compuseram o quadro 24.

Quadro 24: Atributos Geomorfológicos da fragilidade ambiental.

<b>Geoclasse</b>	<b>Dimensão Interfluvial</b>	<b>Grau de Entalhamento</b>	<b>Forma do relevo</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>
Áreas de Inundação Sazonal	-	-	3.0	3.0
Planícies Fluviais	-	-	3.0	3.0
Cristas Residuais e Inselbers	-	-	3.0	3.0
Vertente Seca	1.7	3.0	3.0	2.56
Vertente Subúmida Seca	1.7	3.0	3.0	2.56
Vertente Úmida	1.5	3.0	2.8	2.43
Superfície Pediplanada	1.5	2.0	2.0	1.83
Alvéolos	2.5	1.0	1.0	1.5
Tabuleiros Interiores	1.0	1.5	1.0	1.16

### 3 Pedologia

As características referentes a profundidade estimada, saturação por bases, presença e espessura do horizonte textural e contexto físico da área de

ocorrência, de cada tipo de solo, subsidiaram o cálculo da fragilidade ambiental. Os perfis utilizados para análise foram executados por Oliveira (2002).

As características referentes à saturação por bases e presença e espessura do horizonte textural foram extraídas do horizonte B. As ocorrências pedológicas recentes ou que não apresentem o horizonte B são, conseqüentemente, de uma área de rápidas alterações ambientais. Assim sendo, foi estipulado alto grau de fragilidade.

Com relação à profundidade estimada do perfil, os solos mais profundos são reflexos de uma alteração mais prolongada ao longo do tempo, com uma atuação maior dos processos pedogenéticos, portanto, são menos frágeis. E os solos mais rasos ainda não conseguiram desenvolver seus perfis com base nos processos pedogenéticos e, com isso, são mais frágeis.

Os solos com profundidades inferiores a 40 cm possuem fragilidade 3.0; profundidades entre 40 e 80 cm fragilidade 2.5, entre 80 e 120 cm fragilidade 2.0, entre 120 e 160 cm fragilidade 1,5 e profundidade superior a 160 cm fragilidade 1.0.

A saturação por base é que espelha o caráter eutrófico ou distrófico, característica que reflete a fertilidade do solo, sendo importante para o uso agrícola. Portanto, os solos com a concentração de bases (V) elevadas são menos frágeis e os solos com a concentração de bases reduzidas são mais frágeis.

A presença e a espessura do horizonte textural influenciarão diretamente na percolação de água no perfil, na erosão laminar, no impedimento ao crescimento das raízes da planta e na mecanização. Em virtude disto, os solos que apresentam horizonte textural são mais frágeis do que as ocorrências que não apresentam esta característica.

O contexto físico da área de ocorrência leva em consideração as características de declividade, rochosidade e pedregosidade do ambiente em que foi executado o perfil. Quanto maiores o declive, a rochosidade e a pedregosidade, maior será a fragilidade do solo.

Os atributos pedológicos da fragilidade ambiental compuseram o quadro

25.

Quadro 25: Atributos Pedológicos da Fragilidade Ambiental

<b>Geoclasse</b>	<b>Profundidade estimada</b>	<b>Saturação por Bases</b>	<b>Horizonte Textural</b>	<b>Contexto Físico</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>
Latossolo Amarelo Distrófico	1.0	2.5	1.0	1.2	1.42
Plintissolo Eutrófico	1.0	1.5	1.0	3.0	1.62
Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	1.5	1.8	2.4	2.0	1.92
Planossolo Háptico Eutrófico	2.5	1.3	3.0	2.0	2.07
Neossolo Flúvico Eutrófico	3.0	1.7	3.0	1.0	2.17
Neossolo Regolítico Distrófico	3.0	3.0	3.0	1.5	2.62
Neossolo Litólico Eutrófico	3.0	1.7	3.0	2.9	2.65
Luvissolo Crômico	3.0	2.7	2.5	2.5	2.67
Afloramentos Rochosos	-	-	-	-	3.0

#### 4 Cobertura vegetal/uso da terra

Os critérios relativos à cobertura vegetal foram associados ao uso da terra por serem ocorrências que se justapõem espacialmente.

A fragilidade ambiental das coberturas vegetais foi mensurada conforme o grau de proteção ao solo e os aspectos fisionômicos que a vegetação oferece. Estes aspectos são a caducifolia, o porte vegetacional e as características do sistema radicular.

Os tipos vegetacionais que apresentam caducifolia, caracterizando-se pela perda de folhas em determinada época do ano, são mais frágeis quando comparados com os tipos que não apresentam esta característica.

Como a caatinga é mais caducifólia do que a mata úmida, deixando o solo desprotegido por mais tempo às variações climáticas ao longo do ano, a formação vegetal do tipo caatinga é mais frágil do que a do tipo mata úmida.

Em relação ao porte vegetacional, quanto mais alta e maior for a copa do tipo vegetal, mais protegido estará o solo do impacto direto da precipitação, conseqüentemente, menos frágil é o ambiente.

Na lição de Fernandes (1998), a caatinga apresenta-se geralmente de 3-5 m de porte vegetacional, podendo chegar raramente aos 12 m, enquanto a mata úmida possui porte vegetacional em torno de 25 m. Dessa forma, a fragilidade ambiental é maior na caatinga do que na mata úmida.

As características do sistema radicular influenciam diretamente a retenção das partículas do solo, amenizando os impactos erosivos. Então, quanto mais profundas e mais adensadas sejam as raízes das plantas, menos frágil é o ambiente.

A vegetação de mata úmida normalmente possui um sistema radicular, onde a maior parte de suas raízes se concentra nos primeiros 30 cm de solo, mas pode chegar até 2,5 m de profundidade, enquanto a vegetação de caatinga possui um sistema radicular que concentra grande parte das raízes nos primeiros 25 cm de solo. As raízes do tipo arbóreo, contudo, podem chegar até 1,5 m de profundidade (WALTER, 1986). Com isso, foram estimadas as fragilidades conforme o quadro 26.

Quadro 26: Fragilidade Ambiental da Cobertura Vegetal e Forma de Uso

<b>Geoclasse</b>	<b>Caducifolia</b>	<b>Porte</b>	<b>Sistema Radicular</b>	<b>Solo Protegido</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>
Caatinga arbustiva aberta associada, com solo exposto (pastagens naturais e silvicultura)	3.0	2.9	2.8	3.0	2.92
Caatinga em pousio / regeneração (silvicultura)	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9
Culturas temporárias	-	-	-	2.9	2.9
Culturas temporárias e permanentes	-	-	-	2.7	2.7
Culturas permanentes	-	-	-	2.5	2.5
Mata úmida	1.1	1.1	1.2	1.2	1.15

As formas de uso da terra tiveram suas fragilidades medidas em virtude do impacto que causam, tanto no preparo do solo para o cultivo, como pelo tempo em que o solo fica exposto após a sua utilização.

Como no mapeamento de uso da terra executado, por vezes, foram associados os tipos de cobertura vegetal com a forma de uso, estimou-se a fragilidade pela forma de uso da terra em virtude da cobertura vegetal estar em pousio para ser utilizada posteriormente.

## 5 *Clima*

Dentre os aspectos climáticos abordados para o cálculo da fragilidade ambiental, foram tomados em consideração o número de meses secos e a precipitação. O número de meses secos influencia diretamente nas atividades de uso da terra, sejam elas culturas temporárias, permanentes, ou pecuária.

Em virtude disto, as áreas com uma estação seca mais prolongada possuem maior fragilidade ambiental se comparadas com as áreas que possuem esta estação seca mais restrita ao longo dos meses. Na área foram levantados quatro tipos climáticos, conforme o capítulo 4, onde a variação estava na precipitação e nos meses secos.

O tipo climático tropical quente semi-árido de nove a dez meses secos é o que possui a maior estação seca da área de pesquisa, portanto, possui fragilidade 3. A partir deste fato, foi realizada uma comparação dos números de meses secos de cada tipo climático com o tropical quente semi-árido de nove a dez meses secos, resultando nos valores que compuseram o quadro 27.

Com relação à precipitação, foi analisada a série histórica (Apêndice I), conforme a quantidade precipitada foi atribuída ao valor da fragilidade.

Nos locais de maior precipitação, ocorre maior disponibilidade hídrica, sendo, então, de fragilidade menor do que nos locais onde se tem menor precipitação e conseqüentemente menor disponibilidade hídrica.

As áreas abrangidas por uma precipitação média estimada inferior a 650 mm possuem fragilidade 3. Áreas com precipitação média estimada entre 650 e 1.000 mm possuem fragilidade 2.0. Áreas com a precipitação média estimada entre

1.000 e 1.250 mm possuem fragilidade 1.7 e áreas com a precipitação média maior que 1.250 mm possuem fragilidade 1,5.

Estes valores foram atribuídos segundo os critérios de altura, diferença entre a máxima e a mínima precipitação e a distribuição ao longo do ano.

Os atributos da fragilidade ambiental segundo os critérios climatológicos formam o quadro 27.

Quadro 27: Atributos Climatológicos da Fragilidade Ambiental

<b>Geoclasse</b>	<b>Número de Meses Secos</b>	<b>Precipitação</b>	<b>Fragilidade Ambiental</b>
Tropical quente semi-árido de 9 a 10 meses secos	3.0	3.0	3.0
Tropical quente semi-árido de 7 a 8 meses secos	2.4	2.5	2.45
Tropical quente semi-árido de 6 meses secos	1.8	1.7	1.75
Tropical quente semi-úmido de 5 meses secos	1.5	1.5	1.5

### 7.3 Análise da Fragilidade Ambiental dos subsistemas

Adaptando os parâmetros de Spröl (2004) e Crepani *et al* (1996) à realidade do semi-árido nordestino, os intervalos das classes que determinam o grau de fragilidade estão dispostos no quadro 28.

Esta adaptação foi realizada, sobretudo, na diminuição dos intervalos das classes de fragilidade muito baixa e baixa e no aumento dos intervalos das classes de fragilidade forte e muito forte. Este aumento foi embasado nas condições ambientais descritas no capítulo 4.

Quadro 28: Graus de fragilidade ambiental.

<b>Grau de fragilidade</b>	<b>Intervalo de classe</b>
Muito baixa	1,000 < fragilidade > 1.300
Baixa	1.301 < fragilidade > 1.600
Média	1.601 < fragilidade > 2.000
Forte	2.001 < fragilidade > 2.500
Muito forte	2.501 < fragilidade > 3.000

Fonte: adaptado de Spröl (2004) e Crepani *et al* (1996).

A fragilidade ambiental reflete as características gerais do meio ambiente. Sendo assim, pode ser executado um paralelo entre a fragilidade ambiental e o potencial ecológico (quadro 29). Áreas com um potencial ecológico não significativo são áreas de alta fragilidade ambiental, porque possuirão fortes limitações ao uso da terra.

Quadro 29: Potenciais ecológicos.

<b>Grau de fragilidade</b>	<b>Potencial ecológico</b>
Muito baixa	Excelente
Baixa	Bom
Média	Razoável
Forte	Reduzido
Muito forte	Não significativo

Com o cruzamento do mapeamento dos subsistemas ambientais e o cálculo da fragilidade, foi possível quantificar (tabela 04) e espacializar (figura 104) os potenciais ecológicos da serra de Uruburetama.

Na região pesquisada, não foi encontrado nenhum registro de fragilidade muito baixa. As áreas de forte fragilidade ambiental são as que predominam com 2.098,24km<sup>2</sup> ou 61,11% da área. As áreas de fragilidade muito forte possuem 279,52km<sup>2</sup> com 8,94% da área total. As áreas de fragilidade média têm 732,64km<sup>2</sup> ou 23,43% do total e de fragilidade baixa possuem 15,79 km<sup>2</sup> (0,50%).

Analisando por sistemas ambientais, o sistema ambiental Maciço Residual possui 40,51km<sup>2</sup> (4,65%) de fragilidade muito forte, predominando no setor extremo oeste da serra, 614,92km<sup>2</sup> (70,67%) de fragilidade forte, sendo a predominância nos setores centro, norte, sul e oeste. A fragilidade média ocupa 198,50km<sup>2</sup> (22,81%), sendo coincidente com o setor leste e 16,18km<sup>2</sup> (1,85%) são de fragilidade baixa, normalmente ocorrendo nos platôs das vertentes e alvéolos.

O sistema ambiental Depressão Sertaneja possui 170,57km<sup>2</sup> (8,50%) de fragilidade muito forte, a maior parte localizando-se ao sudoeste da serra de Uruburetama, 1.447,22km<sup>2</sup> (72,18%) de fragilidade forte, localizando-se por praticamente toda a circunjangência da serra, com exceção do setor leste, que possui fragilidade média estendendo-se por 387,07km<sup>2</sup> (19,30%).

O sistema ambiental Tabuleiros detém 136,62 km<sup>2</sup> (94,04) de fragilidade média e 8,65 km<sup>2</sup> (5,96%) de fragilidade forte, sendo coincidente com o subsistema ambiental Tabuleiros Interiores.

Tabela 04: Fragilidade ambiental por subsistema.

<b>Subsistema</b>	<b>Fragilidade</b>	<b>Potencial</b>	<b>Área</b>	<b>Proporcional (%)</b>
Vertente Seca	Muito Forte	Não significativo	40,51	11,08
	Forte	Reduzido	327,79	88,89
	Média	Razoável	0,11	0,03
Vertente Subúmida Seca	Forte	Reduzido	213,51	90,54
	Média	Razoável	21,90	9,29
	Baixa	Bom	0,41	0,18
Vertente Úmida	Forte	Reduzido	76,61	34,53
	Média	Razoável	141,89	63,94
	Baixa	Bom	3,39	1,53
Alvéolos	Média	Razoável	34,57	73,58
	Baixa	Bom	12,40	26,41
Superfície Pediplanada de Irauçuba	Muito Forte	Não significativo	10,58	2,76
	Forte	Reduzido	371,33	96,98
	Média	Razoável	0,97	0,25
Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu	Forte	Reduzido	113,69	30,03
	Média	Razoável	264,86	69,97
Superfície Pediplanada Miraíma-Itapipoca	Muito Forte	Não significativo	0,07	0,01
	Forte	Reduzido	449,16	89,67
	Média	Razoável	51,69	10,32
Superfície Pediplanada Missi- Brotas	Muito Forte	Não significativo	3,70	6,30
	Forte	Reduzido	52,43	89,40
	Média	Razoável	2,52	4,30
Superfície Pediplanada Umirim- Tejuçuoca	Muito Forte	Não significativo	0,33	0,06
	Forte	Reduzido	446,51	86,89
	Média	Razoável	67,03	13,04
Planícies Fluviais	Muito Forte	Não significativo	88,10	99,95
	Forte	Reduzido	0,04	0,05
Cristas Residuais e Inselbers	Muito Forte	Não significativo	64,31	82,15
	Forte	Reduzido	13,97	17,85
Áreas de Inundação Sazonal	Muito Forte	Não significativo	3,48	97,54
	Forte	Reduzido	0,09	2,46
Tabuleiros Interiores	Forte	Reduzido	8,65	5,96
	Média	Razoável	136,62	94,04

**FRAGILIDADE AMBIENTAL SEGUNDO OS SUBSISTEMAS**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e  
dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental com Subsídios ao Planejamento Agrícola  
da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
Orientação: Profº Drº Marcos José Nogueira de Souza

**SINAIS**

- Limite municipal
- Rios e riachos
- Estradas pavimentadas
- Açudes e lagoas
- Núcleo urbano

**TOPÔNIMOS**

- Drenagem
- AÇUDES
- Sede distrital

**SEDE MUNICIPAL**

**GRAU DE FRAGILIDADE**

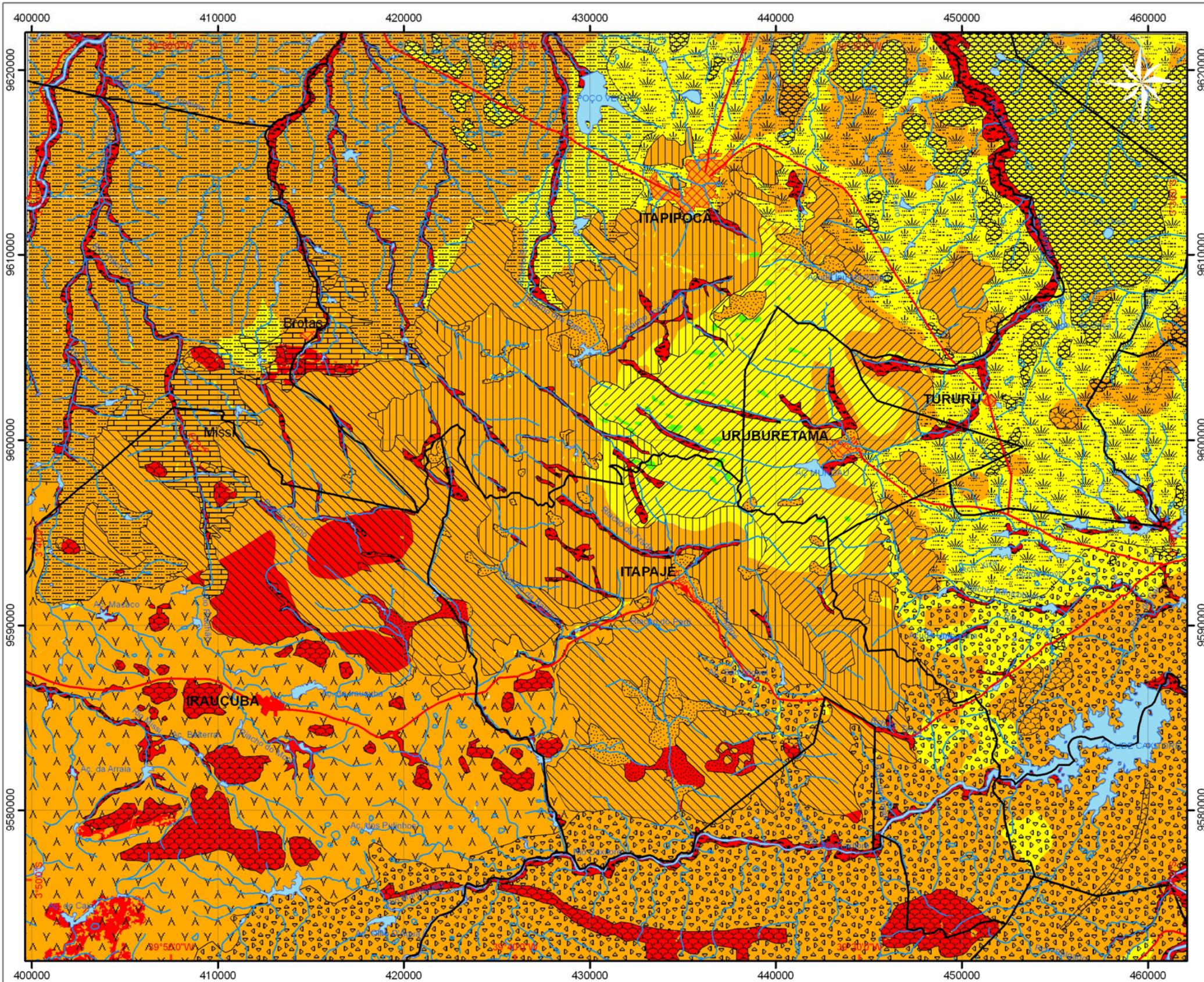
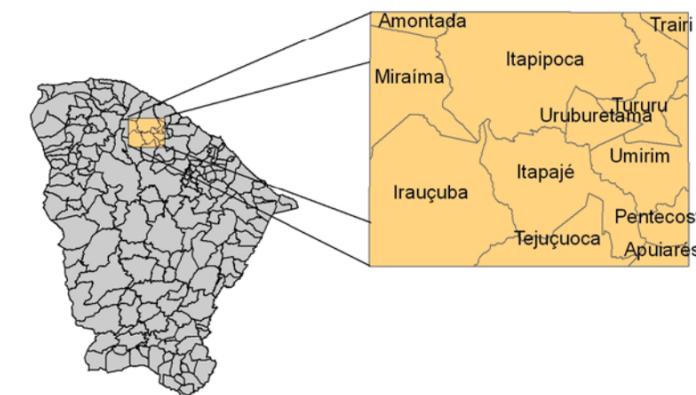
- Muito forte
- Forte
- Média
- Baixa

**SUBSISTEMAS AMBIENTAIS**

- Vertente Seca
- Vertente Subúmida Seca
- Vertente Úmida
- Alvéolos
- Áreas de acumulação sazonal
- Cristas Residuais e Inselbergs
- Planícies fluviais
- Superfície Pediplanada de Irauçuba
- Superfície Pediplanada Itapipoca-Tururu
- Superfície Pediplanada Miraima-Itapipoca
- Superfície Pediplanada Missi-Brotas
- Superfície Pediplanada Umirim-Tejuçuoca
- Tabuleiros Interiores

**LOCALIZAÇÃO NO ESTADO**

**ARTICULAÇÃO MUNICIPAL**



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
Datum horizontal: SAD-69  
Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."

Geoprocessamento  
Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
Érika Gomes Brito - Geógrafa

Fonte: Interpretação visual de imagem de  
satélite e adaptado de Spröl (2004) e  
Crepani et al (1996).

Escala aproximada  
1:200.000



## 8 BASES PARA O PLANEJAMENTO AGRÍCOLA DA SERRA DE URUBURETAMA

Ainda na **fase de exeqüibilidade**, as propostas para o planejamento agrícola da serra de Uruburetama e depressão circunjacente foram executadas dentro do modelo de dados Geo-OMT.

Na figura 103, o modelo exposto “cenarizou” o ambiente e indicou as propostas de manejo a serem implantadas, que amenizam os efeitos da degradação ambiental, tanto na serra de Uruburetama como na depressão circunjacente.

O geo-campo de *polígonos adjacentes* forma de uso resultou de uma série de associações e relacionamentos. O geo-campo de *polígonos adjacentes* subsistemas foi sobreposto ao geo-campo de *polígonos adjacentes* Frag\_Subsist. O resultado desta sobreposição foi associado à classe convencional Propostas, e, finalmente, criou-se o geo-campo *polígonos adjacentes* forma de uso.

O geo-campo de *polígonos adjacentes* subsistemas evidenciou que tipos de propostas eram mais adequadas e o geo-campo de *polígonos adjacentes* Frag\_Subsist indicou o local onde as propostas devem ser implantadas.

A classe Propostas, apesar de ser uma classe convencional, foi elaborada baseada em classes georreferenciadas. As classes georreferenciadas que deram suporte a Propostas foram os geo-campos de *rede irregular triangular* Alti e Decli e o geo-campo com *geometria* Pocos.

Os geo-campos de *rede irregular triangular* Alti e Decli subsidiaram a localização das áreas de preservação permanente. Estas áreas foram mapeadas com base na resolução do CONAMA nº303, de 20 de março de 2002 (detalhes ver Apêndice II), e, sobrepostas à área de estudo. No planejamento agrícola da serra de Uruburetama, foram respeitados os limites legais de uso da terra.

A classe Propostas, para ser bem estruturada, foi organizada em três etapas: a primeira com relação ao uso do solo, a segunda com relação à cobertura vegetal e a terceira foi a junção das duas primeiras etapas, com os sistemas ambientais e o cálculo da fragilidade.

Na primeira parte das propostas, o uso do solo teve como objetivo principal ocasionar uma máxima infiltração e um mínimo escoamento superficial das

águas precipitadas (SALOMÃO, 1999). Com isso, mantêm-se as parcelas do solo controlando os processos erosivos.

Para alcançar este objetivo (SALOMÃO, 1999; BERTONI e NETO, 2005), dividem-se as práticas de controle dos processos erosivos em três categorias. A primeira de caráter vegetativo, a segunda de teor edáfico e a terceira de cunho mecânico.

Na serra de Uruburetama, as áreas erodidas encontram-se nas plantações de milho, nos cajuais e nos bananais. Inicia-se com a concentração do escoamento superficial e, em seguida, formam-se ravinas com a profundidade variada, conforme a textura e declividade do solo (figura 105 e 107).



Ambiente já improdutivo. Cultivavam-se neste terreno culturas temporárias.  
Figura 105: Ravinas em áreas sem uso agrícola.

As práticas de caráter mecânico para a redução destes processos erosivos são: a distribuição racional dos caminhos, plantio em cordões de contorno e a construção dos terraços.

⇒ Distribuição dos caminhos

Fato corriqueiro é a cultura “morro-a-cima” do milho, com as “ruas” em linhas retas no sentido das águas, não considerando a topografia do terreno (figura 106). Com as chuvas, aumenta a tendência em se formar ravinas entre as fileiras das culturas, e o ambiente fica como está exposto na figura 105, improdutivo e desnudo, contribuindo para o assoreamento dos fundos de vales e a perda de renda dos agricultores que utilizavam aquela terra.



Figura 106: Plantação de milho “morro-a-cima”.



Plantação de caju em Argissolo Vermelho-Amarelo e declive em torno de 25%.

Figura 107: Nota-se o carreamento de mais de 30 cm de solo.

Estes caminhos devem então ser distribuídos de acordo com a topografia do terreno, seguindo o mais próximo possível as linhas das curvas de nível. Uma boa distribuição dos caminhos representa menos tempo empregado no trato dos cultivos e menor quantidade de terreno gasto, ou seja, mais terra disponível para ser cultivada.

⇒ Plantio em contorno

Após a implantação correta dos caminhos, é facilitada a locação do plantio em contorno. As fileiras das culturas devem ser dispostas no sentido transversal ao caminho das águas e de acordo com as curvas de nível. Ainda de acordo com Bertoni e Neto (2005), experimentos comprovaram que o milho, o

algodão e o feijão, quando plantados em contorno, aumentaram sua produtividade em 45,7%.

#### ⇒ Terraçamento

Para o agricultor com melhor poder aquisitivo, os autores recomendam o terraçamento. Apesar de ser mais oneroso para implantação e manutenção, o terraço é mais eficiente no controle da erosão em áreas de até 20% de declive. Diminuem em 87% as perdas de solo e em 12% as perdas de água.

Existem vários tipos de terraço, sendo o mais comum o de base larga. É recomendado para todo tipo de cultura, inclusive as permanentes. É a melhor solução para as áreas de bananal em até 20% de declive. As raízes da bananeira, que são muito superficiais, assim, serviriam de mantenedores dos camalhões<sup>7</sup>, porque, inclusive, o camalhão do terraço pode ser cultivado.

As práticas de caráter vegetativo que podem ser empregadas na serra de Uruburetama são: plantas de cobertura, cordões de vegetação permanente, alternância de capinas e cultura em faixas (SALOMÃO, 1999; BERTONI e NETO, 2005).

#### ⇒ Plantas de cobertura

Podem ser associadas às culturas permanentes e às culturas temporárias. Geralmente são cultivadas entre as fileiras das plantações cobrindo o espaço entre as copas das culturas permanentes, e ainda complementam a renda da propriedade. Esta associação incorpora matéria orgânica ao solo e melhora as condições físicas dos agregados (figura 108).

No sítio Paraíso, Município de Uruburetama, é utilizada com sucesso a planta de cobertura. O bananal possui como cobertura o feijão-de-porco. Já os cajuais podem ser cobertos com capim-gramão.

#### ⇒ Cordões de vegetação permanente

São caracterizados como filas de plantas com crescimento rápido, denso, e que não abriguem pragas para as culturas cultivadas no local. Servem para quebrar a velocidade do escoamento superficial, manter os sedimentos, facilitando a

---

<sup>7</sup> Camalhão é a superfície do terreno que liga diferentes terraços.

infiltração de água. Devem ocupar 10% da área plantada, ou seja, uma faixa de 25m lineares de banana, devendo conter um cordão de vegetação de 2,5m lineares.

Para a serra de Uruburetama, a cana-de-açúcar é o tipo de vegetação permanente que mais se adapta a estas condições. Possui um crescimento denso, rápido, além de reunir valor econômico à propriedade.

⇒ Alternância de capinas

Consiste na técnica mais barata entre todas as práticas de caráter vegetativo. É aplicada alternando as capinas entre as “ruas” da vegetação. Deixam-se sempre duas “ruas” com mato e faz-se a capina na terceira. A partícula de solo erodida da “rua” capinada vai ser retida na “rua” com mato; assim, aumenta-se a infiltração de água e retêm-se as partículas de terra. Esta prática diminui cerca de 30% das perdas de solo por erosão nas culturas permanentes.



Plantação utilizando a o feijão como planta de cobertura, consorciando banana e coco. Município de Uruburetama.

Figura 108: Bananal em Uruburetama.

⇒ Cultura em faixas

Este tipo de prática é uma compilação das demais práticas de controle vegetativo, já que ela utiliza as plantas de cobertura e os cordões de vegetação permanente.

É de aplicabilidade difícil junto aos pequenos proprietários, por ser uma prática que requer um conhecimento técnico avançado. O ideal é a cultura em faixas ser implantada em terraços. Normalmente são escolhidas três culturas, sendo duas permanentes e uma temporária. Uma dessas culturas permanentes é para servir de cordão de contorno e a temporária como planta de cobertura.

As culturas devem ter épocas distintas de colheita, para que sempre fiquem duas faixas com vegetação e uma recém-colhida. Essa colheita desencontrada das culturas faz a propriedade gerar renda o ano todo e não deixa grandes espaços ociosos de terra. Ocorre a manutenção das características físicas e químicas do solo, já que cada cultura necessita e repõe ao solo tipos específicos de nutrientes.

As práticas de caráter edáfico, que melhoram a fertilidade do solo, aplicáveis na serra de Uruburetama são: adubação verde, adubação química, adubação orgânica, rotação de cultura e calagem.

#### ⇒ Adubação verde

Consiste em enterrar restos das culturas ainda verdes, para que os nutrientes derivados da decomposição sejam incorporados ao solo. Pode ser aplicada em qualquer cultura, mas preferencialmente em relevos planos até suavemente ondulado.

#### ⇒ Adubação química

Também pode ser aplicada em qualquer tipo de cultivo na serra de Uruburetama, contudo, sua atuação é limitada pelas condições econômicas do agricultor. É uma técnica que requer acompanhamento especializado e aquisição de insumos, por vezes importado.

#### ⇒ Adubação orgânica

Deve ser introduzida em todos os cultivos respeitando-se, porém, o tipo e a quantidade do esterco que vai ser aplicado sobre o terreno. Melhora diretamente a fertilidade do solo e a absorção de água em um intervalo de tempo menor do que a adubação verde.

#### ⇒ Calagem

Consiste na correção da acidez do solo. Normalmente executada por médios/grandes proprietários e, na maioria dos casos, em plantações de caju dos tabuleiros interiores.

A segunda parte da execução da classe Proposta foi a determinação das técnicas de recuperação da cobertura vegetal. De acordo com Araújo Filho (2005), a cobertura vegetal de caatinga pode ser manipulada de várias maneiras, a fim de atender as diferentes formas de uso, seja ela agrícola, pastoril ou madeireira.

A vegetação pode ser enriquecida em diferentes estratos, de acordo com sua utilização. Na área de estudo, a caatinga é utilizada como pasto e como fornecedora de madeira.

Para recuperar a vegetação de pasto (ARAÚJO FILHO, 2005), são recomendáveis o raleamento, a caatinga rebaixada com manejo da rebrotação e a caatinga enriquecida.

#### ⇒ Raleamento

Esta técnica consiste em aumentar a fitomassa no estrato herbáceo, controlando a vegetação lenhosa, reduzindo o sombreamento da área. Este estrato passará a contribuir com 80% da fitomassa pastável. Deve-se, contudo, observar as condições de topografia e as características da vegetação local.

Existem três tipos de raleamento: em savana, em bosquete e em faixas. Para a serra de Uruburetama e a depressão circunjacente recomenda-se o raleamento em faixas e em savana.

O raleamento em faixas consiste em deixar faixas de vegetação nativa intocada, perpendiculares à declividade do terreno. É mais recomendável em áreas de relevo suave-ondulado e ondulado.

O raleamento em savana é para ser mais utilizado. Conservam-se árvores como indivíduos isolados em cerca de 40% da área. Pode ser empregado nos locais mapeados como caatinga em pousio/regeneração (figura 81). É apropriado em áreas de relevo plano a suave-ondulado.

#### ⇒ Caatinga rebaixada com manejo da rebrotação

Consta do rebaixamento das espécies lenhosas de valor pastoril, como sabiá e a jurema-preta. Este rebaixamento é realizado de forma manual, mas

sempre deixando um caule remanescente, para crescer e servir de lenha ou madeira, sombreamento do pasto, repositores de matéria orgânica ou interceptadores da precipitação, evitando a erosão.

O estrato rebaixado que se formará ao redor deste caule serve para pasto, preferencialmente para caprinos e ovinos. Este manejo é indicado para as áreas de relevo suave-ondulado e ondulado, em que o pisoteio das cabras é menos prejudicial ao solo.

Neste manejo, 60% da fitomassa advém do estrato arbustivo/arbóreo e 40% da fitomassa do estrato herbáceo. O corte da vegetação deve ser efetuado na estação seca, com os brotos que forem retirados sendo depositados no local depois de cortados. Após a estação chuvosa, deve-se proceder a nova poda, até o pasto tomar sua configuração.

#### ⇒ Caatinga enriquecida

É a introdução de forrageiras nativas ou exóticas em áreas onde a vegetação já foi desconfigurada pelo sobrepastoreio ou pelos cultivos agrícolas. Nesta introdução deve ser observado se a espécie manejada está adaptada às condições locais.

São preservados 20% da cobertura vegetal original e é realizado o plantio de uma forrageira, sempre no período chuvoso. No primeiro ano, pode ser associado este plantio da forrageira a uma cultura temporária, para amenizar os custos de implantação. Como forrageira, recomenda-se a leucena, planta originária da América Central, mas perfeitamente adaptada às condições de semi-aridez local (SOUSA, 2005). Também é de boa resposta o capim-gramão, na cobertura herbácea, aparecendo como alternativa para a depressão circunjacente à serra.

Deve-se sempre respeitar a capacidade de suporte da cobertura vegetal, mesmo raleada, rebaixada ou enriquecida. No semi-árido, em geral, é baixa a capacidade de suporte para os pastos em virtude do tipo de solo (Planossolo ou Luvisolos) que apresenta horizonte textural subsuperficial, aumentando o escoamento superficial e deixando a terra mais vulnerável ao pisoteio.

Com relação às outras coberturas vegetais, a mata seca encontra-se quase extinta, a mata úmida em um estágio bastante avançado de degradação e, não diferente, está a mata ciliar de carnaúba.

Para a recuperação destas coberturas vegetais, são indispensáveis uma catalogação e a identificação das espécies que estão em um estágio de sucessão secundária. Estas espécies de sucessão secundária serviriam de banco de sementes, por já estarem adaptadas à realidade local.

A implantação de canteiros de mudas e a determinação de locais prioritários para a recuperação constituem outras medidas a serem impostas para a recuperação ambiental destes ambientes.

Na terceira parte da realização da classe Propostas, os subsistemas ambientais e o cálculo da fragilidade foram relacionados às medidas de recuperação ambiental, para espacializar as formas menos impactantes de uso da terra, bem como suas restrições à aplicação.

Nota-se que, na figura 109, as propostas de uso foram divididas conforme a fragilidade ambiental, e estão expostas no quadro *propostas de uso*. Estas propostas, contudo, devem ser associadas às *restrições ao uso*.

Estas *restrições ao uso* são atenuadas com as medidas de recuperação e manejo ambiental, evidenciadas nas duas primeiras partes deste capítulo.

As áreas mapeadas como *áreas com necessidade de controle da erosão* são indicadas para serem aplicadas as medidas de caráter vegetativo, de caráter edáfico e de caráter mecânico para controle da erosão.

As áreas mapeadas como *áreas prioritárias para manejo da cobertura vegetal* são apontadas para a aplicação das técnicas de recuperação da vegetação, como o raleamento, caatinga rebaixada e caatinga enriquecida.

As áreas cartografadas como *áreas com necessidade de recuperação ambiental* são assinaladas como áreas que precisam tanto de controle da erosão como de recuperação da cobertura vegetal.

Indicam-se, ainda, as áreas que não apresentam restrições ao uso da terra, e as áreas de preservação permanente.

**MAPA PROPOSITIVO DE USO DA TERRA**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA



Linha de pesquisa: Análise Geoambiental e dinâmica das paisagens semi-áridas e litorâneas

Análise Geoambiental com Subsídios ao Planejamento Agrícola da Serra de Uruburetama-CE

Orientando: Marcus Vinícius Chagas da Silva  
Orientação: Pro<sup>fa</sup> Dr<sup>a</sup> Marcos José Nogueira de Souza

**SINAIS**

- Limite municipal
- Rios e riachos
- Estradas pavimentadas
- Açudes e lagoas
- Núcleo urbano

**TOPÔNIMOS**

- Drenagem
- AÇUDES
- Sede distrital
- SEDE MUNICIPAL

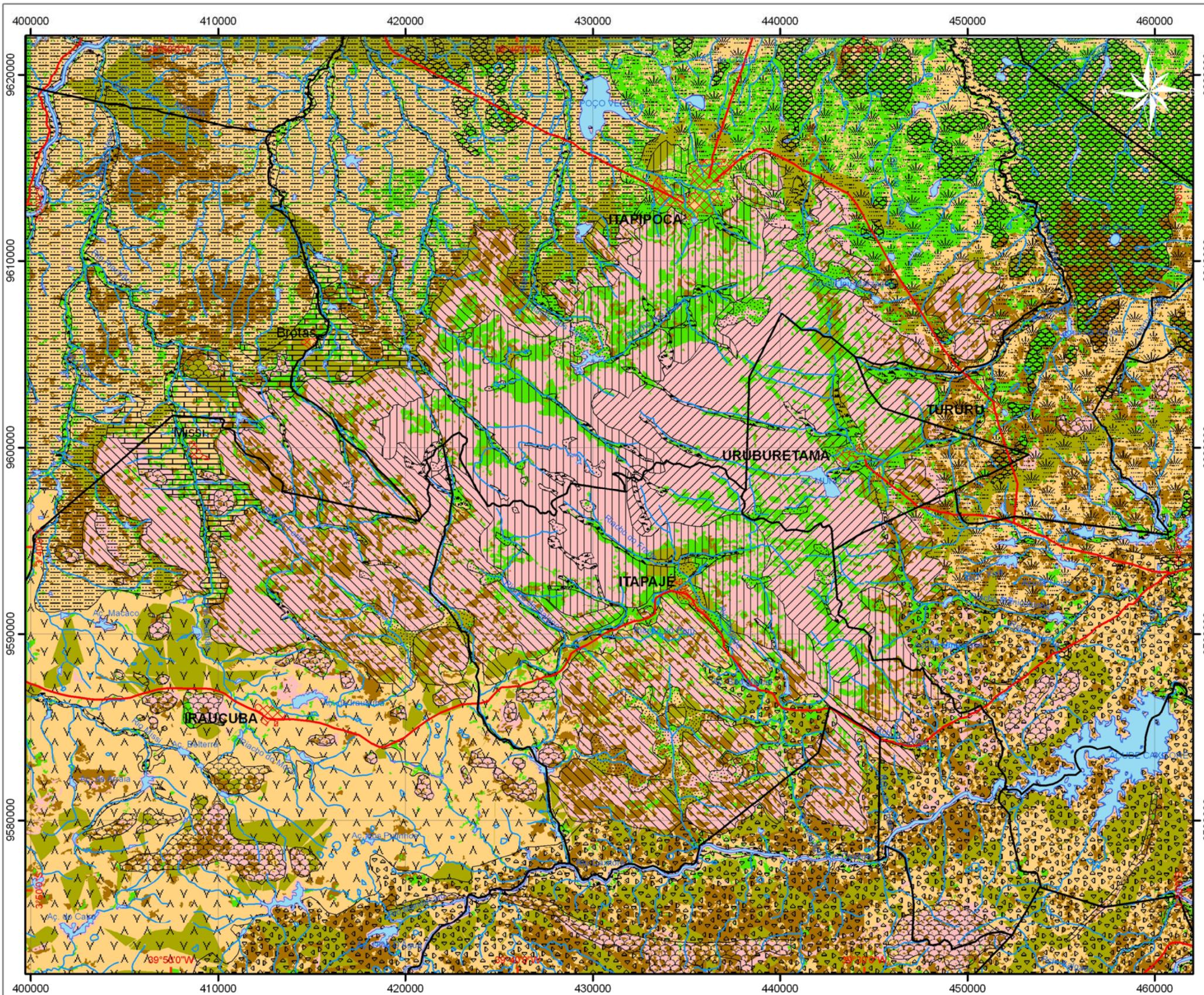
**RESTRIÇÕES AO USO**

- Áreas de preservação permanente
- Áreas com necessidade de controle da erosão
- Áreas prioritárias para manejo da cobertura vegetal
- Áreas com necessidade de recuperação ambiental
- Sem restrições

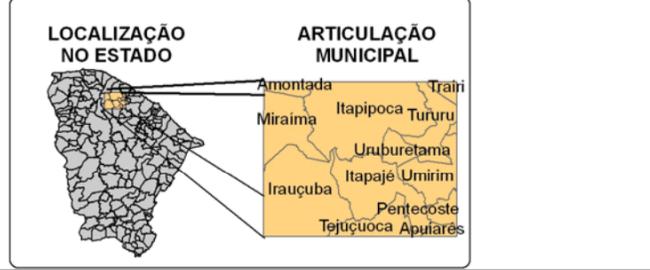
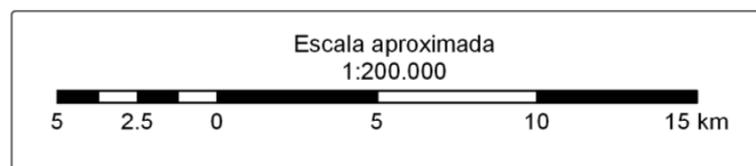
**PROPOSTAS DE USO**

SUBSISTEMA AMBIENTAL	GRAU DE FRAGILIDADE			
	Muito Forte	Forte	Média	Baixa
Vertente úmida	Não possui	M, N, P	A, C, E, F, H, M, N, P	A, C, E, F, H, M, N, P, Q
Vertente subúmida seca	Não possui	M, N, P	F, G, H, I	F, G, H, I
Vertente seca	M	N	I	Não possui
Superfície pediplanada de Irauçuba	S	N, S	C, E, I	Não possui
Superfície pediplanada Itapipoca-Tururu	Não possui	O	B, C, D, E, I, J, L, O	Não possui
Superfície pediplanada Miraima-Itapipoca	S	S	I, J, L, R	Não possui
Superfície pediplanada Missi-Brotas	M	N	C, E, I, J, L	Não possui
Superfície pediplanada Umirim-Tejuçuoca	S	J, L, S	C, E, I, J, L, Q, R	Não possui
Áreas de acumulação sazonal	S	C, E, I, L, N	Não possui	Não possui
Cristas residuais e Inselbergs	M	N, I	Não possui	Não possui
Tabuleiros	Não possui	C, H, I, J, L, N, O, T	B, C, D, G, H, I, J, L, N, O, T	Não possui
Alvéolos	Não possui	Não possui	A, B, C, D, E, F, H, J, L, O	A, B, C, D, E, F, H, J, L, O
Planícies fluviais	M	A, D, I, L, M, N, R	Não possui	Não possui

A- arroz em casca; B- cana-de-açúcar; C- feijão; D- mandioca; E- milho; F- banana; G- castanha; H- coco; I- silvicultura/extrativismo vegetal; J- bovinos; L- caprinos e ovinos; M- ecoturismo /esportes de aventura; N- mineração; O- expansão urbana; P- banco de sementes; Q- pesca comercial; R- pesca artesanal; S- produção de energia limpa; T- apicultura



Sistema de projeção: Universal Transversa de Mercator  
Datum horizontal: SAD-69  
Datum vertical: Imbituba - Santa Catarina  
Sistema de coordenadas plano retangular e corresponde no sistema DMS  
Origem da quilometragem UTM: "Equador e Meridiano Central 39° W. Gr."  
Geoprocessamento  
Marcus Vinícius Chagas da Silva - Geógrafo  
Érika Gomes Brito - Geógrafa



## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1 A forma e a intensidade do uso dos recursos naturais da serra de Uruburetama estão em desarmonia no que concerne à dinâmica ambiental. Esta desarmonia pressiona, por demais, a natureza, ocasionando a queda da qualidade físico-química dos solos. Este fato é comprovado no declínio de produtividade das culturas temporárias, permanentes e da pecuária, conseqüentemente, com o aumento da silvicultura.
- 2 O custo social e econômico da degradação dos recursos naturais é o aumento da população urbana e a queda generalizada da população rural dos municípios analisados. A população rural migra para os espaços urbanos em busca de opções de sobrevivência.
- 3 A relação entre os elementos naturais e sociais e a exploração biológica à luz da análise integrada resultou em quatro sistemas ambientais (geossistemas) e 13 subsistemas ambientais (geofácies).
- 4 O diagrama de temas do modelo de dados Geo-OMT suportou satisfatoriamente as variáveis ambientais, principalmente com relação às restrições de integridade espacial e a interação das classes. Foi trabalhado no nível de representação dos dados, modelando diversos tipos de classes e fornecendo uma visão sintetizada da área pesquisada, subsidiando o cálculo da fragilidade ambiental.
- 5 O grau de fragilidade ambiental, analisado de acordo com os parâmetros de Crepani *et al* (1996), mostrou-se bastante eficaz. A área de estudo espelhou, em geral, forte fragilidade ambiental. Os subsistemas ambientais Planícies Fluviais e Áreas de Inundação Sazonal foram os que mostraram a maior fragilidade; em contrapartida, os subsistemas ambientais Alvéolos e a Vertente Úmida são os menos frágeis da área.
- 6 A capacidade de suporte do ambiente é reduzida em 61,11%, e não significativa em 8,94%, como comprova o cálculo da fragilidade ambiental. Com isso, as atividades de uso da terra devem ser controladas e direcionadas para não ocasionar mais desarmonia na dinâmica ambiental.

- 7 Não é aconselhável a prática do algodão, seja ele arbóreo ou herbáceo, e da mamona, já que a serra de Uruburetama não dispõe mais de condições naturais para estes cultivos.
- 8 Com relação aos demais cultivos, tanto temporários quanto permanentes, se forem respeitadas as condições edafoclimáticas de cada cultura e em conjunto a aplicação das técnicas de manejo ambiental expostas no capítulo 8, certamente os rendimentos iriam sobremaneira ser elevados.
- 9 Para o manejo ambiental dos recursos naturais da serra de Uruburetama e depressão circunjacente, foi necessária a compartimentação em 5 classes. A primeira são as *áreas com necessidade de controle da erosão* com a extensão de 326,49 km<sup>2</sup>, localizando-se geralmente no sopé das vertentes e nos setores sul e sudoeste da área pesquisada.  
A segunda classe são as *áreas prioritárias para manejo da cobertura vegetal*, com 500,64 km<sup>2</sup>, localizados nas áreas onde existe vegetação de caatinga na depressão circunjacente.  
A terceira são as *áreas com necessidade de recuperação ambiental*, tendo a extensão de 985,10 km<sup>2</sup>, sendo grande parte na depressão circunjacente.  
A quarta classe são as *áreas de preservação permanente*, com 744,82 km<sup>2</sup>, com a maior parte sendo representada pelas vertentes de forte declive, bem como os topos de morro da serra de Uruburetama.  
A quinta e última classe são os terrenos que não apresentam restrições significativas para as práticas de uso da terra, com 583,03 km<sup>2</sup>. Estas áreas são representadas geralmente pelos tabuleiros interiores, alvéolos e vales fluviais alargados dentro da serra. Mesmo nestas áreas sem restrições, devem sempre ser observadas as condições edafoclimáticas dos cultivos que forem implantados, para não entrar em discordância em relação às variáveis ambientais.
- 10 O poder público, porém, é essencial para a aplicação das propostas de manejo e recuperação ambiental, junto aos pequenos e médios produtores rurais.  
A ação do Estado deveria iniciar-se com um trabalho de Educação Ambiental, com o objetivo de esclarecer sobre a forma de uso da terra praticado e os efeitos da erosão.

- 11 Ações específicas para a serra de Uruburetama poderiam ser implantadas pelo Estado, como: zoneamento agrícola em escala de detalhe (1:10.000), visitas de profissionais da área ambiental esclarecendo sobre a cultura ideal, facilidade na aquisição de linhas especiais de crédito para melhoramento genético do cultivo e de infra-estrutura física do terreno (construção dos terraços e a aquisição de sementes geneticamente modificadas com o fortalecimento do programa Hora de Plantar) e facilidade de linha de crédito para geração de energia limpa (principalmente na superfície pediplanada de Irauçuba, já que dispõe de excelente potencial ambiental), desonerando a produção do pequeno proprietário.
- 12 Nas propriedades que já se encontram improdutivas ou dentro das áreas de preservação permanente, o Estado custearia a capacitação do agricultor e sua família. Financiaria cursos de capacitação para o beneficiamento das culturas praticadas nas proximidades. Por exemplo, se a região for produtora de caju, os cursos de capacitação devem ser para beneficiamento deste produto.  
Nesta fase, é aconselhável a associação em cooperativas. Os agricultores que possuem suas terras em áreas improdutivas ou que estavam nas áreas de preservação permanente iriam compor a mão-de-obra das cooperativas.
- 13 Os agricultores que dependem de suas pequenas propriedades localizadas nas áreas de preservação permanente seriam remanejados para a superfície pediplanada ou para as áreas de alvéolos; sendo assentados nas grandes propriedades improdutivas, dentro do próprio município de origem, modificando o mínimo possível o cotidiano deste produtor rural.
- 14 Se as propostas de recuperação ambiental, as indicações de uso da terra, e, por último, estas ações embasadas no Poder Público, fossem tomadas em conjunto, certamente que seria alcançado um estágio de recuperação das áreas já degradadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB´SABER, Aziz Nacib. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ALENCAR, Francisco Amaro Gomes de. **(Re)descobrimo o rural do Ceará**. In: Ceará Novo Olhar Geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

ALMEIDA, Flávio Marques; HASSUI, Yociteru (coord.). **O pré-cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984.

ALVES, Hélio José, **Cultivo da Bananeira Tipo Terra**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, EMBRAPA, Cruz das Almas, SP, 2001.

ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de. **O Bioma Caatinga**. In: Semi-Árido Diversidades, Fragilidades e Potencialidades. 1ªed. Sobral Grafia. Sobral: Ceará, 2005.

ARRUDA, Luciene Vieira de. **Serra de Maranguape-CE Ecodinâmica da Paisagem e Implicações Socioambientais**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará – Programa de desenvolvimento e Meio Ambiente, 2001.

ASSAD, Eduardo Salgado. SANO, Edson Eyji. **Sistemas de Informações Geográficas. Aplicações na agricultura**. 2ªed., rev. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI, 1998.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 9ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

AZEVEDO, Demóstenes Marcos Pedrosa de & LIMA, Emídio Ferreira. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Embrapa Algodão: Embrapa Informação Tecnológica, Campina Grande-PB, 2001. 350p.

BALLESTEROS, Eloy Molina. **Geomorfología y Geoquímica del Paisaje: dos ejemplos en el interior de la meseta Ibérica**. Salamanca: Universidad, 1991.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. São Paulo: Editora Gráfica Cariú, Caderno de Ciências da terra, 1972.

BERTALANFFLY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Trad. de Francisco Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

BERTONI, José; NETO, Francisco Lombardi. **Conservação do Solo**. 5ª ed. Ícone, São Paulo: SP, 2005.

BORGES, Karla & DAVIS, Clodoveu. **Modelagem de Dados Geográficos**. INPE, São José dos Campos: São Paulo, 2001. Disponível em <[www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf](http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap3.pdf)>. Acesso em 04/04/2006.

BORGES, Karla; DAVIS, Clodoveu & LAENDER, Alberto. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. INPE, São José dos Campos: São Paulo, 2000. Disponível em <[www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/4cursopub/solisribeiro2001.pdf](http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/4cursopub/solisribeiro2001.pdf)>. Acesso em 04/04/2006.

BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. **Modelagem de Dados Geográficos**. Universidade Federal de Minas Gerais, Curso de Especialização em Geoprocessamento. Belo Horizonte: Minas Gerais, 2002. Disponível em <[www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/jornada/programa/t-6\\_trab\\_18.pdf](http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/jornada/programa/t-6_trab_18.pdf)>. Acesso em 06/04/2006.

BORGES, Karla A. V. **Modelagem de dados geográficos – uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, MG: Escola de Governo de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, 1997.

BRANDÃO, R.L. **Zoneamento geoambiental da região de Irauçuba – CE. Texto explicativo. Carta Geoambiental**. Fortaleza: CPRM, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Planejamento Agrícola. **Aptidão agrícola das terras do Ceará**. Brasília: BINAGRI, 1979.

BRITO, É.G. **Sistemas ambientais semi-áridos e as evidências de degradação/desertificação no município de Canindé-Ceará-Brasil**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2005.

BRITO, J.L.S. **Adequação das potencialidades do uso da terra na bacia do Ribeirão Bom Jardim no triângulo mineiro (MG): ensaio de geoprocessamento**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2001. Disponível em < [www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/jornada/programa/t-6\\_trab\\_18.pdf](http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/jornada/programa/t-6_trab_18.pdf) >. Acesso em 15/01/2006.

BURROUGH, P. A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford: Clarendon, 1986.

CÂMERA, Gilberto. **Representação Computacional de Dados Geográficos**. INPE, São José dos Campos: São Paulo, 2001. Disponível em < [www.dpi.inpe.br/teses/gilberto/](http://www.dpi.inpe.br/teses/gilberto/) >.

CÂMARA, Gilberto. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Banco de Dados Geográficos**. São José dos Campos, SP: INPE, 1995 (tese de doutorado).

Disponível em < [www.marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.28.12.35/doc](http://www.marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2003/03.28.12.35/doc) >. Acesso em 25/06/2006.

CAMPOS, Alberto Alves (coordenadores) [et. al.], **A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Fortaleza: AQUASIS, 2003.

CARVALHO, Gleuba Maria Borges de Souza; SOUZA, Marcos José Nogueira de; SANTOS, Sylvania Maria dos. **Análise da Vulnerabilidade à Erosão: Bacia dos Rios Aracatiaçu e Aracatimirim (CE)**. Anais XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Belo Horizonte: Minas Gerais, 2003. Disponível em < [ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.05.15.17](http://ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.05.15.17) >. Acesso em 11/10/2006.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia** 2ªed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 1980.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de Sistemas Ambientais** 1ªed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda. 1999.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P. & FLORENZANO, T. **Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico**. São José dos Campos: INPE, 1996.

COSTA, Carlos Alberto. **Aplicação da Linguagem de Modelagem Unificada (UML) Para o Suporte ao Manejo de Sistemas Computacionais Dentro de um Modelo de Referência**. Revista Gestão & Produção, v.8, nº1, p. 19-36. Universidade de Caxias do Sul, 2001. Disponível em < [www.scielo.br/pdf/gp/v8n1/v8n1a02.pdf](http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n1/v8n1a02.pdf) >. Acesso em 28/08/2006.

COWEN, D. J. **GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?** **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**. v.54, p. 1551-1554, 1988. Disponível em < [www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01048/aulas\\_files/PE&RS\\_v54n11\\_1988-Cowen-GISxCADxDBMS.pdf](http://www.rc.unesp.br/igce/geologia/GAA01048/aulas_files/PE&RS_v54n11_1988-Cowen-GISxCADxDBMS.pdf) >. Acesso em 09/11/2006.

DAVIS JR., Clodoveu A. & QUEIROZ, Gilberto Ribeiro de. **Algoritmos Geométricos e Relacionamentos Topológicos**. INPE, São José dos Campos: São Paulo, 2001. Disponível em < [www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap2.pdf](http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap2.pdf) >. Acesso em 16/05/2006.

EMBRAPA. **Frutas do Brasil-1 Banana Produção e Aspectos Técnicos**. Ministério da Agricultura e Abastecimento, EMBRAPA, 2000, Brasília –DF.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos – Brasília**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.

ESTATUTO DA TERRA. Disponível em < <http://www.soleis.adv.br/estatutodaterra.htm> >. Acesso em 28/01/2007.

FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998.

FERREIRA, Jurandyr Pires. **Enciclopédia dos municípios Brasileiros**. XVI Volume, IBGE; Rio de Janeiro, 1959.

FREITAS FILHO, Manuel Rodrigues de; AMARAL, Silvana; SOARES, Zilnice Maria Lebre. **Zoneamento Geoambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú-CE, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador: Bahia, 1996. Disponível em < [www.dpi.inpe.br/~silvana/congressos.htm](http://www.dpi.inpe.br/~silvana/congressos.htm) >. Acesso em 23/10/2006.

GOMES, Alessandra Rodrigues; CREPANI, Edison; CARVALHO, Vitor Celso de; MEDEIROS, José Simeão de. **Aplicação da Metodologia ZEE para Análise da Vulnerabilidade à Perda de Solo em Ambiente Semi-Árido**. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE: Goiânia, 2005. p. 3519-3526. Disponível em < [www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/4cursopub/silva2001.pdf](http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/4cursopub/silva2001.pdf) >. Acesso em 13/12/2005.

GREGORY, K.J. **A Natureza da Geografia Física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A., 1985.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 4ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

GUERRA, Antônio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista (organizadores). **Geomorfologia e meio ambiente**. 4ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

INCRA, Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Estatísticas cadastrais anuais**. Brasília:DF, 2000.

INPE. Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais. **Manual do Sistema de processamento e informações georreferenciadas-SPRING**. São José dos Campos: São Paulo, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974-2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974-2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções básicas de Cartografia**. SILVA, Isabel de Fátima Texeira (coord). Rio de Janeiro: RJ, 2004. Disponível em < [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual\\_nocoos](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos) >. Acesso em 21/12/2004.

LUSTOSA, Jacqueline Pires Gonçalves. **Caracterização Morfológica, Micromorfológica e Mineralógica de Três Toposseqüências do Município de Irauçuba-CE e Suas Relações Com o Processo de Desertificação**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro: São Paulo, 2004. Disponível em < [www.csr.ufmg.br](http://www.csr.ufmg.br) >. Acesso em 26/08/2006.

MABESOONE, J. M. & Castro, Cláudio de. **Desenvolvimento Geomorfológico do Nordeste Brasileiro**. Boletim do Núcleo do Nordeste da Sociedade Brasileira de Geologia; Recife, 1975.

MA/DFA. **Relatório Anual da Comissão Executiva Estadual do Programa Nacional de Controle do Bicudo do Algodoeiro no Estado do Ceará**. 1ªed. Fortaleza, Ceará, 1988.

MANICA, Ivo. **Fruticultura Tropical 4 – Banana**. Porto Alegre, RS, Editora Cinco Continentes, 1997.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Mamona: Árvores do Conhecimento e Sistemas de Informação do Semi-Árido Brasileiro**. Circular Técnica nº70. Campina Grande: PB, 2003.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manejo e conservação de Recursos Energéticos de Mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) na Embrapa mandioca e Fruticultura Tropical**. Circular Técnica nº74. Cruz das Almas: BA, 2005.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Aspectos Agroeconômicos da Cultura do Milho: características e evolução da cultura no estado do Ceará entre 1990 e 2003**. Documento nº82. Aracaju: SE, 2005a. Disponível em < <http://www.cpatc.embrapa.br> >. Acesso em 01/02/2006.

MELO, Maria das Dores de Vasconcelos Cavalcanti. **Mata Atlântica e Ecossistemas Associados do Ceará**. Relatório técnico. Fortaleza: Ceará, 2004.

MONTEIRO, C.A.F. **GEOSSISTEMAS a história de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto, 2000.

MOREIRA, R. S., **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas – SP, Fundação Cargill, 1997.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Contribuições metodológicas do geoprocessamento à Geografia**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. Disponível em < [www.marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.09.10.39/doc/4\\_11p.pdf](http://www.marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.09.10.39/doc/4_11p.pdf) >. Acesso em 19/10/2005.

MOURA, Josilda Rodrigues da Silva; SILVA, Telma Mendes da. **Complexo de Rampas de Colúvio**. In: Geomorfologia do Brasil. 3ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MOURA, Ana Clara Mourão. **Novos rumos, velhas metodologias: questionamento do aproveitamento real das potencialidades dos sistemas**

**informativos geográficos.** Rio de Janeiro: 1ª Seminário Estadual de Geoprocessamento, 1996.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 1979.

OLIVEIRA, Sônia Barreto Perdigão de. **Zoneamento Agroecológico do Município de Itapipoca-CE Utilizando Técnicas de Geoprocessamento.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 1998.

OLIVEIRA, V.P.V. **Prospección, caracterización y cartografía edafopaisajística en una región montañosa del semiárido brasileño: La Sierra de Uruburetama (Sertão Noedestino – Ceará - Brasil).** Almería: Universidad de Almería. Tesis Doctoral, 2002.

PASSOS, Everton; BIGARELLA, João José. **Superfícies de Erosão.** In: Geomorfologia do Brasil. 3ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

PENTEADO, Margarida. **Fundamentos de geomorfologia.** 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

PMU, Prefeitura Municipal de Uruburetama. **História do Município.** Encarte oficial. Uruburetama: Ceará, 1998.

QUARESMA, V.B. **Dinâmica ambiental dos geossistemas do município de Caridade – CE.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2001.

RODRIGUEZ, J.M.M. et al. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental.** Fortaleza: editora UFC, 2004.

ROSS, Jurandyr L.S. **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**. In: Revista do Departamento de Geografia – FFLCH, nº6, São Paulo, 1992. Disponível em < [www.funape.org.br/geomorfologia/cap5/index.php](http://www.funape.org.br/geomorfologia/cap5/index.php) >. Acesso em 26/09/2005.

\_\_\_\_\_. **Análise e Síntese na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental**. In: Revista do Departamento de Geografia – FFLCH, nº8, São Paulo, 1994. Disponível em < [www.funape.org.br/geomorfologia/](http://www.funape.org.br/geomorfologia/) >. Acesso em 26/09/2005.

SALES, Marta Celina Linhares. **Estudos climáticos, morfo-pedológicos e fito-ecológicos no núcleo de desertificação de Irauçuba – Ceará**. GEOUSP – espaço e tempo. São Paulo: SP, 2004. Disponível em < [www.geografia.ffe.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp15/IndiceTeses.pdf](http://www.geografia.ffe.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp15/IndiceTeses.pdf) >. Acesso em 03/07/2005.

SALOMÃO, Fernando Ximenes de Tavares. **Controle e Prevenção dos Processos Erosivos**. In: Erosão e Conservação de Solos Conceitos, Tema e Aplicações. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro: RJ, 1999.

SILVA FILHO, A. A. et al. **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado de Pernambuco**. Projeto PNUD/FAO/BRA/87/007/GOVERNO DE PERNAMBUCO. Documento de Campo Nº 17. Recife-PE, 1998.

SILVA, Tavares Madson et. al. **Época de Semeadura para a Mamona no Estado do Ceará Segundo o Zoneamento de Riscos Climáticos**. Anais do 2º Congresso Brasileiro de Mamona. Disponível em < <http://www.cnpa.embrapa.br/publicacoesonline/mamona/anais2> >. Acesso em 03/01/2007.

SILVA, Valderi Vieira da (org.). **Caju. O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa-SPI: Embrapa-CNPAT; Fortaleza, 1998. 220p.

SOTHAVA, V.B. **O estudo dos geossistemas: métodos em questão**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

SOUSA, Francisco Beni de. **Leucena: Produção e Manejo no Nordeste Brasileiro**. Circular Técnica on line nº14, Embrapa Caprinos, Sobral:CE, 2005. Disponível em < [www.embrapa.br/embrapacaprinos](http://www.embrapa.br/embrapacaprinos) >. Acesso em 09/08/2006.

SOUZA, M.J.N. **Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará**. In: Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: Ed. FUNECE, 2000.

SOUZA, M.J.N. et. al. **Geossistemas e potencialidades dos recursos naturais: Serra de Baturité e áreas sertanejas diversas**. Fortaleza: FNMA/UFC/FUNCEME, 1994.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Bases Naturais e Esboço do Zoneamento Geoambiental do Estado do Ceará** In: Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará. Fortaleza: FUNECE, 2000.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. **Compartimentação Geoambiental do Ceará** In: Ceará Novo Olhar Geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2005.

SOUZA, M. J. N.; OLIVEIRA, V. P. V. **Semi-Árido do Nordeste do Brasil e o fenômeno da seca**. In: Desastres Naturales em América Latina. México: Fondo de Cultura Econômica, 1ªed., 2002

SPÖRL, Christiane & ROSS, Jurandyr L.S. **Análise Comparativa da Fragilidade Ambiental com Aplicação de Três Modelos**. In: GEOUSP, nº15, São Paulo, 2004. Disponível em < [www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp15/IndiceTeses.pdf](http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/Geousp/Geousp15/IndiceTeses.pdf) >. Acesso em 12/02/2006.

STONE [et al.]. **Arroz: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Arroz e Feijão: Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, 2001. 232p.

TONIOLO, E. R. - **Guia para o Mapeamento da Cobertura Florestal em Áreas do Semi-Árido Nordeste a partir da Interpretação Visual de Imagens de Satélite**. Projeto IBAMA/PNUD/BRA/93/033. Fortaleza-CE, 1996.

TONIOLO, E. R.; DANTAS, M. J. B. - **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Projeto PNUD/FAO/IBAMA/BRA/87/007/GOVERNO DO CEARÁ. Documento de Campo nº 27. Fortaleza-CE, 1994.

TONIOLO, Eliseu Rossato & KAZMIERCZAK, Marcos Leandro. **Análise Ambiental da Bacia do Rio Mundaú Para Fins de Recuperação de Áreas Degradadas**. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos: São Paulo, 1998. Disponível em < [marte.dpi.inpe.br](http://marte.dpi.inpe.br) >. Acesso em 23/10/2006.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1977.

TROPMAIR, Helmut. **Geografia Física ou Geografia Ambiental? Modelos de Geografia Integrada**. Boletim de Geografia Teórica nº15. Simpósio de Geografia Física Aplicada. São Paulo: Rio Claro, 1985.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **A digital model of the environment: na effective approach to areal analysis**. Anais da Conferência Regional Latinoamericana. V. 2, p. 281-288. Rio de Janeiro: IBGE, 1982.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. Z Aidan, Ricardo Tavares (org.) **Geoprocessamento & análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

## MAPAS

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto Radambrasil**. Folha Sa. 24 Fortaleza. Escala 1:1.000.000; geologia, geomorfologia, uso potencial da terra. Rio de Janeiro: MME. SG, 1981.

CAVALCANTE, José Carvalho [et al]. **Mapa Geológico do Estado do Ceará**. 1ª edição. Escala 1:500.000. Fortaleza: CPRM, 2003.

SEAGRI. Secretaria da Agricultura e Pecuária. **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Escala 1:800.000. Fortaleza, 1988.

### **IMAGENS DE SATÉLITE**

INPE. Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais. **Imagem do satélite LANDSAT-3**. Escala 1:250.000 órbita-ponto 233-62. São José dos Campos: São Paulo, 2006.

INPE. Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais. **Imagem do satélite LANDSAT-7**. Escala 1:100.000 órbitas-ponto 217-62 e 217-63. São José dos Campos: São Paulo, 2006.

INPE. Instituto Espacial de Pesquisas Espaciais. **Imagem do satélite CBERS-2**. Escala 1:100.000 órbitas-ponto 151-104 e 152-104. São José dos Campos: São Paulo, 2006.

## **APÊNDICE I**

## Precipitação segundo os municípios que abrangem a serra de Uruburetama

(continua)

	Janeiro				Fevereiro				Março			
	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama
1975	-	42.0	38.0	85.7	-	199.5	79.0	247.2	-	281.5	364.0	327.8
1976	-	18.0	60.0	53.7	-	175.0	399.0	312.5	-	201.0	260.0	289.8
1977	-	108.0	0.0	197.0	-	209.0	255.0	218.2	-	273.0	327.0	260.0
1978	-	15.0	67.0	23.9	-	97.0	152.0	125.2	-	134.0	253.0	268.4
1979	-	33.0	75.0	25.6	-	43.0	160.0	45.1	-	149.0	194.0	20.8
1980	-	111.1	105.0	97.9	-	176.1	241.0	211.6	-	160.8	183.0	186.6
1981	16.5	43.6	89.0	58.1	20.0	69.8	121.0	66.5	230.1	388.7	412.0	392.0
1982	25.9	45.2	155.0	114.2	38.4	123.4	212.0	185.4	110.3	180.5	320.0	395.2
1983	1.5	2.3	4.0	11.8	25.4	42.3	113.0	86.5	63.5	123.4	101.0	221.3
1984	32.8	18.5	58.0	38.5	66.5	102.4	220.0	188.6	218.3	355.8	467.0	401.7
1985	120.5	297.7	327.0	306.0	213.5	231.1	275.0	401.8	115.6	368.9	382.5	377.0
1986	94.2	88.1	129.5	67.6	138.2	238.8	293.0	306.1	172.0	422.5	412.0	536.1
1987	14.0	67.0	0.0	32.3	4.2	64.4	58.0	136.5	244.1	293.9	236.0	363.4
1988	50.4	103.5	-	116.4	40.0	61.3	-	222.4	106.9	139.3	-	171.9
1989	58.5	169.0	-	117.0	31.2	103.3	-	98.7	113.7	155.0	-	329.0
1990	8.3	38.3	37.8	36.0	84.4	104.4	277.9	179.8	87.2	121.7	152.7	177.8
1991	33.8	83.6	162.6	57.9	86.5	208.5	218.9	225.0	219.3	198.5	313.2	321.6
1992	78.0	140.2	86.6	164.2	55.0	187.8	201.0	272.1	82.2	161.8	369.7	335.2
1993	11.0	28.6	42.4	93.7	69.6	125.4	74.4	95.1	26.5	179.5	132.1	164.8
1994	91.0	102.0	188.4	180.6	65.5	218.8	329.6	274.8	108.0	191.2	522.1	225.1
1995	24.5	50.0	68.2	100.6	63.5	139.6	243.5	241.6	129.0	147.1	275.1	263.4
1996	44.4	132.0	169.7	165.8	49.7	113.1	223.7	133.0	266.4	323.3	516.3	373.0
1997	18.1	30.0	17.4	29.8	44.0	64.0	46.3	31.0	104.8	191.0	185.0	224.7
1998	69.7	179.0	353.8	256.2	1.9	99.0	53.0	90.4	55.7	215.0	165.1	238.3
1999	29.5	88.5	63.0	64.8	51.2	126.2	162.6	158.2	79.2	326.5	464.2	469.8
2000	20.0	171.6	147.5	138.2	75.7	96.8	176.7	92.6	81.5	244.1	274.0	282.0
2001	31.5	114.9	149.1	111.0	2.0	70.2	85.0	120.2	85.9	106.2	145.3	213.0
2002	78.1	231.4	341.1	175.0	12.0	66.0	98.6	80.5	165.2	284.3	242.8	305.0
2003	40.0	56.0	149.0	88.0	138.7	130.3	310.7	289.8	315.0	354.2	517.6	362.5
2004	432.5	246.4	480.7	402.0	83.3	252.2	269.8	290.0	118.6	164.8	214.7	299.0
<b>Média mensal</b>	<b>59.4</b>	<b>95.2</b>	<b>127.3</b>	<b>113.7</b>	<b>60.9</b>	<b>131.3</b>	<b>191.1</b>	<b>180.9</b>	<b>137.5</b>	<b>227.9</b>	<b>300.1</b>	<b>293.2</b>

(continuação)

(continua)

	Abril				Maio				Junho			
	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama
1975	-	174.0	277.0	219.9	-	442.0	296.0	151.8	-	22.0	23.0	30.3
1976	-	234.0	155.0	190.7	-	0.0	29.0	20.4	-	0.0	0.0	71.2
1977	-	261.0	253.0	284.1	-	169.0	75.0	145.6	-	183.0	60.0	97.1
1978	-	122.0	302.0	239.0	-	35.5	121.6	168.7	-	59.4	25.0	17.6
1979	-	98.4	152.0	105.8	-	99.1	108.0	120.4	-	41.7	47.0	51.2
1980	-	115.3	55.0	68.5	-	36.5	57.0	51.3	-	57.4	23.0	51.1
1981	105.0	93.7	210.0	128.1	0.0	66.6	87.0	43.1	0.0	3.8	12.0	12.2
1982	71.4	208.0	259.0	166.0	42.3	85.6	25.0	114.3	4.8	45.3	41.0	49.9
1983	56.0	97.5	143.6	162.9	6.0	59.7	50.0	38.4	0.0	11.6	0.0	14.0
1984	228.4	216.9	289.0	315.1	104.8	172.8	210.0	153.8	55.0	122.2	53.0	76.6
1985	285.7	308.6	515.0	376.6	71.5	151.5	115.0	185.4	32.9	76.8	29.0	134.9
1986	167.4	242.1	452.0	392.2	195.8	217.8	84.0	168.1	103.0	230.8	108.0	217.2
1987	72.6	118.9	107.0	109.2	18.3	13.2	0.0	0.0	63.2	163.4	105.0	134.9
1988	152.8	297.4	-	359.3	130.6	184.4	-	117.9	48.5	90.5	-	0.0
1989	299.9	237.4	-	212.0	123.6	261.1	64.7	207.2	34.5	90.5	32.0	69.0
1990	59.6	138.2	203.1	193.2	42.0	166.3	175.8	168.2	26.5	42.0	26.4	37.8
1991	82.7	182.2	272.0	281.8	51.0	114.7	61.0	135.0	2.5	9.6	0.0	18.2
1992	17.7	96.3	83.3	68.4	8.0	13.4	22.0	49.4	9.5	44.5	28.9	63.2
1993	14.0	128.4	257.1	131.7	0.0	25.0	17.9	27.2	0.0	0.0	12.5	15.2
1994	201.1	296.4	282.6	302.4	112.1	195.7	150.2	208.4	91.3	221.2	143.4	238.1
1995	124.1	284.3	502.7	472.4	118.5	197.8	291.6	248.8	18.8	54.5	42.4	28.3
1996	206.1	332.6	404.8	446.8	54.1	101.3	191.4	166.9	6.6	8.0	18.2	8.2
1997	57.5	180.0	286.3	188.4	19.4	92.0	91.8	113.4	0.0	0.0	9.2	0.0
1998	3.0	75.0	158.5	168.2	0.0	33.0	90.6	59.5	0.0	18.0	59.8	12.6
1999	54.1	96.8	200.0	232.8	81.9	189.8	133.2	209.7	18.0	32.7	37.2	27.6
2000	138.3	270.3	415.6	402.6	36.6	95.6	87.2	103.0	25.4	32.4	75.0	52.4
2001	203.2	253.2	335.2	259.2	0.0	1.0	26.2	0.0	0.0	0.0	58.1	0.0
2002	129.4	137.4	270.5	170.0	40.8	130.8	99.0	153.0	24.8	39.4	36.8	30.8
2003	98.9	298.8	199.0	260.3	24.6	76.8	81.8	149.0	11.5	82.1	63.6	72.0
2004	6.0	94.7	106.3	126.0	0.0	47.6	40.0	28.0	51.2	108.6	102.1	121.5
<b>Média mensal</b>	<b>118.1</b>	<b>189.7</b>	<b>255.2</b>	<b>234.5</b>	<b>53.4</b>	<b>115.9</b>	<b>99.4</b>	<b>116.9</b>	<b>26.2</b>	<b>63.0</b>	<b>43.8</b>	<b>60.5</b>

	(continuação)								(continua)			
	Julho				Agosto				Setembro			
	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama
1975	-	118.0	0.0	72.2	-	0.0	0.0	9.4	-	0.0	0.0	37.3
1976	-	0.0	0.0	20.6	-	0.0	0.0	11.0	-	0.0	0.0	0.0
1977	-	119.0	50.0	121.5	-	0.0	0.0	5.0	-	0.0	0.0	0.0
1978	-	3.0	0.0	101.4	-	0.0	0.0	4.4	-	0.0	0.0	6.0
1979	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	6.8	3.6	-	11.2	7.7	7.5
1980	-	11.2	7.0	17.1	-	0.0	0.0	0.0	-	22.4	0.0	4.6
1981	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0
1982	0.0	0.0	8.0	7.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1
1983	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
1984	0.0	31.0	6.0	77.9	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	14.0	0.0	12.6
1985	13.7	105.4	34.0	45.8	0.0	3.5	0.0	7.9	9.8	0.0	0.0	11.4
1986	0.0	11.2	0.0	41.9	0.0	5.2	0.0	18.9	0.0	0.0	0.0	0.0
1987	0.0	11.7	23.0	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	10.5	44.9	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0
1989	38.5	44.9	111.8	194.0	0.0	0.0	12.4	7.0	0.0	0.0	7.2	20.0
1990	14.5	127.6	29.8	51.5	0.0	6.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.0	4.7	4.6	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	0.0	48.7	39.6	54.8	0.0	13.5	11.6	20.4	0.0	0.0	0.0	0.0
1994	3.0	52.1	20.5	49.0	2.0	0.0	0.0	13.4	0.0	0.0	5.6	0.0
1995	18.0	22.5	15.1	26.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1996	0.0	32.1	12.4	19.4	0.0	5.3	8.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1997	1.0	0.0	4.0	0.0	1.0	0.0	2.8	12.2	0.0	0.0	0.0	0.0
1998	0.0	0.0	12.4	0.0	0.0	0.0	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	0.0	2.0	13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	8.0	0.0
2000	46.2	69.4	66.8	130.6	0.0	91.6	30.0	38.6	0.0	4.0	27.0	0.0
2001	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	16.8	67.6	47.2	61.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	3.0	28.0	40.6	48.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0
<b>Média mensal</b>	<b>6.9</b>	<b>31.7</b>	<b>19.0</b>	<b>38.7</b>	<b>0.1</b>	<b>4.4</b>	<b>2.8</b>	<b>5.2</b>	<b>0.4</b>	<b>2.1</b>	<b>2.6</b>	<b>3.5</b>

	(continuação)				(conclusão)							
	Outubro				Novembro				Dezembro			
	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama	Irauçuba	Itapajé	Itapipoca	Uruburetama
1975	-	0.0	0.0	6.4	-	0.0	0.0	4.6	-	0.0	86.0	155.6
1976	-	0.0	0.0	30.2	-	0.0	0.0	18.0	-	0.0	0.0	1.0
1977	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	3.0
1978	-	0.0	0.0	5.8	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	27.8
1979	-	0.0	0.2	1.0	-	0.0	0.0	1.0	-	26.7	13.0	37.0
1980	-	0.0	0.0	7.6	-	0.0	0.0	1.6	-	8.2	5.0	6.5
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	55.4
1982	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	11.2	0.0	8.9	8.0	18.8
1983	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0
1984	0.0	27.7	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	10.8	0.0	12.6
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.8	156.7	119.0	151.4
1986	0.0	9.8	0.0	0.0	0.0	40.9	11.5	53.4	0.0	52.3	35.0	46.8
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1988	0.0	0.0	-	7.0	0.0	9.1	-	0.0	0.0	37.1	-	34.0
1989	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	11.8	0.0	105.6	91.7	194.3	121.3
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.3	6.8	11.7	0.0	9.1	11.0	10.1
1991	0.0	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1993	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	10.0	5.8	20.0	36.8
1994	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	0.0	20.5	0.0	49.0	52.0
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	95.0	0.0
1996	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	10.2	4.2	0.0	0.0	4.0	0.0	0.0
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	12.8	17.5	18.0	13.8	54.2
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.0	0.0	0.0	83.7	54.0	26.0
1999	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	4.8	0.0	0.0	22.9	30.8	19.6	64.0
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.4	11.8	0.0
2002	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0
2003	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.4	0.0
2004	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	5.9	0.0
<b>Média mensal</b>	<b>0.0</b>	<b>1.8</b>	<b>0.5</b>	<b>2.6</b>	<b>0.0</b>	<b>2.7</b>	<b>2.6</b>	<b>4.0</b>	<b>9.1</b>	<b>18.6</b>	<b>27.4</b>	<b>30.5</b>

Fonte: FUNCEME, 2006

Anos marcados com "-" representa ausência de informação.

## APÊNDICE II

## **RESOLUÇÃO Nº 303, DE 20 DE MARÇO DE 2002**

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto nas Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e o seu Regimento Interno, e

Considerando a função sócio-ambiental da propriedade prevista nos arts. 5º, inciso XXIII, 170, inciso VI, 182, § 2º, 186, inciso II e 225 da Constituição e os princípios da prevenção, da precaução e do poluidor-pagador;

Considerando a necessidade de regulamentar o art. 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, no que concerne às Áreas de Preservação Permanente;

Considerando as responsabilidades assumidas pelo Brasil por força da Convenção da Biodiversidade, de 1992, da Convenção Ramsar, de 1971 e da Convenção de Washington, de 1940, bem como os compromissos derivados da Declaração do Rio de Janeiro, de 1992;

Considerando que as Áreas de Preservação Permanente e outros espaços territoriais especialmente protegidos, como instrumentos de relevante interesse ambiental, integram o desenvolvimento sustentável, objetivo das presentes e futuras gerações, resolve:

Art. 1º Constitui objeto da presente Resolução o estabelecimento de parâmetros, definições e limites referentes às Áreas de Preservação Permanente.

Art. 2º Para os efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - nível mais alto: nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente;

II - nascente ou olho d'água: local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea;

III - vereda: espaço brejoso ou encharcado, que contém nascentes ou cabeceiras de cursos d'água, onde há ocorrência de solos hidromórficos, caracterizado predominantemente por renques de buritis do brejo (*Mauritia flexuosa*) e outras formas de vegetação típica;

IV - morro: elevação do terreno com cota do topo em relação a base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

V - montanha: elevação do terreno com cota em relação a base superior a trezentos metros;

VI - base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor;

VII - linha de cumeada: linha que une os pontos mais altos de uma seqüência de morros ou de montanhas, constituindo-se no divisor de águas;

VIII - restinga: depósito arenoso paralelo a linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, também consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do substrato do que do clima. A cobertura vegetal nas restingas ocorrem mosaico, e encontra-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivos e abóreo, este último mais interiorizado;

IX - manguezal: ecossistema litorâneo que ocorre em terrenos baixos, sujeitos à ação das marés, formado por vasas lodosas recentes ou arenosas, às quais se associa, predominantemente, a vegetação natural conhecida como mangue, com influência flúvio-marinha, típica de solos limosos de regiões estuarinas e com dispersão descontínua ao longo da costa brasileira, entre os estados do Amapá e Santa Catarina;

X - duna: unidade geomorfológica de constituição predominante arenosa, com aparência de cômodo ou colina, produzida pela ação dos ventos, situada no litoral ou no interior do continente, podendo estar recoberta, ou não, por vegetação;

XI - tabuleiro ou chapada: paisagem de topografia plana, com declividade média inferior a dez por cento, aproximadamente seis graus e superfície superior a dez hectares, terminada de forma abrupta em escarpa, caracterizando-se a chapada por grandes superfícies a mais de seiscentos metros de altitude;

XII - escarpa: rampa de terrenos com inclinação igual ou superior a quarenta e cinco graus, que delimitam relevos de tabuleiros, chapadas e planalto, estando limitada no topo pela ruptura positiva de declividade (linha de escarpa) e no sopé por ruptura

negativa de declividade, englobando os depósitos de colúvio que localizam-se próximo ao sopé da escarpa;

XIII - área urbana consolidada: aquela que atende aos seguintes critérios:

a) definição legal pelo poder público;

b) existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infra-estrutura urbana:

1. malha viária com canalização de águas pluviais,
2. rede de abastecimento de água;
3. rede de esgoto;
4. distribuição de energia elétrica e iluminação pública ;
5. recolhimento de resíduos sólidos urbanos;
6. tratamento de resíduos sólidos urbanos; e

c) densidade demográfica superior a cinco mil habitantes por km<sup>2</sup>.

Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada:

I - em faixa marginal, medida a partir do nível mais alto, em projeção horizontal, com largura mínima, de:

- a) trinta metros, para o curso d'água com menos de dez metros de largura;
- b) cinqüenta metros, para o curso d'água com dez a cinqüenta metros de largura;
- c) cem metros, para o curso d'água com cinqüenta a duzentos metros de largura;
- d) duzentos metros, para o curso d'água com duzentos a seiscentos metros de largura;
- e) quinhentos metros, para o curso d'água com mais de seiscentos metros de largura;

II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinqüenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte;

III - ao redor de lagos e lagoas naturais, em faixa com metragem mínima de:

- a) trinta metros, para os que estejam situados em áreas urbanas consolidadas;
- b) cem metros, para as que estejam em áreas rurais, exceto os corpos d'água com até vinte hectares de superfície, cuja faixa marginal será de cinqüenta metros;

IV - em vereda e em faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de cinqüenta metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado;

V - no topo de morros e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura mínima da elevação em relação a base;

VI - nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros;

VII - em encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento ou quarenta e cinco graus na linha de maior declive;

VIII - nas escarpas e nas bordas dos tabuleiros e chapadas, a partir da linha de ruptura em faixa nunca inferior a cem metros em projeção horizontal no sentido do reverso da escarpa;

IX - nas restingas:

a) em faixa mínima de trezentos metros, medidos a partir da linha de preamar máxima;

b) em qualquer localização ou extensão, quando recoberta por vegetação com função fixadora de dunas ou estabilizadora de mangues;

X - em manguezal, em toda a sua extensão;

XI - em duna;

XII - em altitude superior a mil e oitocentos metros, ou, em Estados que não tenham tais elevações, à critério do órgão ambiental competente;

XIII - nos locais de refúgio ou reprodução de aves migratórias;

XIV - nos locais de refúgio ou reprodução de exemplares da fauna ameaçadas de extinção que constem de lista elaborada pelo Poder Público Federal, Estadual ou Municipal;

XV - nas praias, em locais de nidificação e reprodução da fauna silvestre.

Parágrafo único. Na ocorrência de dois ou mais morros ou montanhas cujos cumes estejam separados entre si por distâncias inferiores a quinhentos metros, a Área de Preservação Permanente abrangerá o conjunto de morros ou montanhas, delimitada a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura em relação à base do morro ou montanha de menor altura do conjunto, aplicando-se o que segue:

I - agrupam-se os morros ou montanhas cuja proximidade seja de até quinhentos metros entre seus topos;

II - identifica-se o menor morro ou montanha;

III - traça-se uma linha na curva de nível correspondente a dois terços deste; e

IV - considera-se de preservação permanente toda a área acima deste nível.

Art. 4º O CONAMA estabelecerá, em Resolução específica, parâmetros das Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso de seu entorno.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogando-se a Resolução CONAMA 004, de 18 de setembro de 1985.

JOSÉ CARLOS CARVALHO  
Presidente do Conselho

Publicada DOU 13/05/2002

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)