



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

FRANCISCA SINHÁ MOREIRA EVANGELISTA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MUCAMBINHO-CE**

FORTALEZA-CEARÁ
2009

FRANCISCA SINHÁ MOREIRA EVANGELISTA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MUCAMBINHO-CE.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC)
como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Maria Elisa Zanella

FORTALEZA-CEARÁ

2009

E92a Evangelista, Francisca Sinhá Moreira
Análise geoambiental da bacia hidrográfica do rio Mucambinho-Ce /
Francisca Sinhá Moreira Evangelista .
182f: il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Zanella
Área de concentração: Dinâmica Ambiental e Territorial do Nordeste
Semi-árido
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências . Depto. de Geografia, Fortaleza, 2009.

1. Meio ambiente-estudo 2. Bacias hidrográficas-Ceará 3.
Desenvolvimento sustentável I. Zanella, Maria Elisa (orient.)
II. Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-graduação em
Geografia III. Título

CDD 910.91

FRANCISCA SINHÁ MOREIRA EVANGELISTA

**ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO
MUCAMBINHO-CE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) como requisito para a obtenção do grau de mestre.

Aprovada em 31 de agosto de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Maria Elisa Zanella
Universidade Federal do Ceará-UFC
Departamento de Geografia
Orientadora

Prof. Dr. Marcos José Nogueira de Souza
Universidade Estadual do Ceará-UECE
Departamento de Geografia

Prof^ª. Dra. Marta Celina Linhares Sales
Universidade Federal do Ceará-UFC
Departamento de Geografia

AGRADECIMENTOS

Atravessar esse longo caminho não foi tarefa fácil, pois exige dedicação, determinação e garra, principalmente nos momentos em que pensamos que o final é quase inatingível.

Ao chegar até aqui, vivi momentos difíceis, caminhos cheios de tristeza e solidão, mas enfim encontrei amigos que estavam dispostos a me ajudar e a compartilhar comigo dificuldades e angústias.

Agradeço de maneira muito especial ao Pai, que me deu sabedoria, paciência, saúde, determinação e principalmente vontade de crescer e ainda colocou pessoas em meu caminho que tão sabiamente souberam me apoiar.

Aos meus pais, o Sr. Manoel Evangelista e D. Zaíra, que depositaram em mim toda a confiança e estão lá sempre dispostos a me dar força, alegria e principalmente me ensinam a cada dia a ser justa, a amar o próximo, a seguir o caminho do bem e do amor.

Aos meus irmãos João, Venâncio, Neta, Ionete, Auxiliadora, Maria José pela força, pelo companheirismo e pela confiança em mim depositada e em especial a minha irmã que já se encontra nos braços do pai, meu muito obrigado.

Ao meu querido sobrinho Jonas que divide comigo todas as dificuldades do dia-a-dia, que sempre soube me ouvir, dar conselhos e o colo para eu chorar, enfim você não sabe a importância que tem para mim.

À minha prima irmã Socorro, companheira de todas as horas, conselheira, amiga, defensora, sempre disposta a me ouvir e ajudar.

Ao meu amor e companheiro Daniel Feitosa que está comigo em todos os momentos, me dando força, alegria e incentivos para crescer sempre.

À Universidade Federal do Ceará, em particular ao Departamento de Geografia e Curso de Mestrado em Geografia. A todos os professores que, direta ou indiretamente, contribuíram para a efetivação deste trabalho. Aos funcionários Joaquim, Fernando, Evaldo e Denise, que estavam sempre dispostos a me ajudar.

De maneira muito especial, agradeço ao meu querido mestre Ernane Cortez Lima, que apostou em mim toda a confiança quando me adotou para ser sua bolsista e tanto a mim se dedicou, fazendo com que eu me tornasse a profissional que hoje sou. A ele agradeço a oportunidade de ter chegado até aqui. Esse título é tão seu quanto meu.

Ao meu amigo e mestre Nicolai Vladimir, que também muito contribuiu para que eu chegasse até aqui. Agradeço pelas horas dedicadas a mim, por tirar as minhas dúvidas, pelas idas a campo, ao apoio psicológico que tanto me dedicou.

Agradeço, em especial, ao professor Dr. Edson Vicente da Silva, que sempre esteve pronto para me atender e me orientar nos momentos de dúvida e angústia.

Ao meu querido mestre José Gerardo Bezerra da Silva, que foi mais que um amigo, ao me receber em seu laboratório sempre alegre, cheio de vida e disposto a me ajudar. Graças a ele, aprendi a confeccionar os meus mapas. Esse aprendizado vai me servir por toda a vida.

À professora Marta Celina que, também, sempre esteve pronta a me ajudar. A ela sempre recorri nos momentos de dúvida, de incertezas, mostrando-se sempre à disposição. Sempre me recebendo com alegria e simpatia, ajudando-me de forma muito especial.

Agradeço a CAPES, ao Programa PROPAG REÚNE, em nome da Professora Inês, que também sempre esteve disposta a ajudar, tão compreensiva nos momentos de ausência nas reuniões do projeto.

À minha querida orientadora Maria Elisa Zanella, que sempre me acolheu, acreditou, confiou, incentivou e me acompanhou durante estes dois anos. Sua confiança foi fundamental ao longo deste trabalho. Para mim, você foi mais que uma orientadora, pois se tornou uma amiga que conquistei nesta casa.

Aos meus colegas de turma 2007.2, em especial Glaciane, Lílian e Luciana Lacerda, pelo companheirismo e solidariedade nos momentos mais difíceis.

Às minhas amigas do PRODEMA, Francinise de Paula e Ana Cristina, pela paciência e dedicação nas horas de angústia que passei no laboratório, aprendendo a trabalhar com os mapas. Obrigada pelo apoio e consideração indispensáveis para a elaboração deste trabalho.

As minhas amigas do curso de Geografia da Universidade Estadual do Ceará, Rosilene Aires, Daniele Guerra e Cleutom, que também sempre estavam dispostos a ajudar.

Agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram e contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo integrado das condições e dinâmicas ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, procurando diagnosticar os principais impactos ambientais, as potencialidades naturais e a capacidade de carga daquele ecossistema, propondo em seguida um conjunto de medidas ambientais sustentáveis. A Bacia está inserida nos municípios da região norte do Estado do Ceará, são eles: Meruoca, Alcântaras, Sobral e Coreaú. Suas nascentes localizam-se na Serra da Meruoca, especificamente no município de Meruoca e deságuam no rio Acaraú, em Sobral. A bacia ocupa uma área de aproximadamente 100 km². A metodologia foi desenvolvida em três etapas: revisão bibliográfica, atividades de campo e de gabinete. Nesse estudo, a bacia foi caracterizada através da análise dos atributos do sistema geoambiental (geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos, solos, vegetação e fauna), aspectos sócio-econômicos e as formas de uso e ocupação da terra. Foi feita ainda a análise hidroclimática e a setorização do rio Mucambinho. Após a divisão da bacia em setores, identificaram-se os sistemas ambientais de acordo com a metodologia geossistêmica proposta por Bertrand (1969), cujas unidades foram representadas no mapeamento dos sistemas ambientais em escala de 1:90.000. Essa abordagem permitiu que, no diagnóstico de recursos naturais ou sobre avaliação da qualidade ambiental, fosse considerado um conjunto de atributos, incluindo, assim, a interpretação dos aspectos físicos, biológicos e humanos, possibilitando a elaboração de propostas para um planejamento do uso e manejo dos recursos naturais. Além disso, classificaram-se estes sistemas em ambientes estáveis, instáveis ou intergrades de acordo com a Ecodinâmica de Tricart (1977). Assim, foi possível definir os principais impactos sócio-ambientais: desmatamentos, queimadas, assoreamento dos mananciais hídricos, voçoroca e ravinas, diminuição da flora e da fauna, perda da fertilidade natural dos solos, dentre outros. Finalmente, após essa análise integrada, apresenta-se uma série de medidas ambientais sustentáveis que possa contribuir para a minimização dos impactos e para a preservação da qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

PALAVRAS-CHAVES: Análise ambiental, Bacia Hidrográfica, Rio Mucambinho.

ABSTRACT

The objective of this work is to carry out an integrated study about environmental conditions and dynamics, the nature potentially and the supportiveness capacity of this ecosystem, proposing later, a collection of sustainable environmental measures.

The Rio Mucambinho water basin is inserted in four cities of Ceara's North region, such as Meruoca, Alcântaras, Sobral and Coreaú. The basin occupy an area of 100km², its sources located in Meruoca district, specifically in Meruoca's Moutain and to flow into the Acaraú river, located in Sobral city. The methodology was developed in three stages: theoretical foundation, field surveys and office activities. In this study, the basin was characterized though of analysis of the geoenvironmental systems attributes (geology, geomorphology, climate, water resources, soils, vegetation and animal's species), socioeconomics aspects and the forms of the land occupations and uses. It was made still the hydroclimatical analysis with a Mucambinho river division. Later this separation it was identified the environmental systems of the basin according to the geosystemic methodology proposal by Bertrand (1969), whose units has been represents on the mapping of environmental systems with scale 1:90.000. In addition, it was classified the systems in: stable, unstable or intergrades according to ecodynamic of Tricart (1977). This integrated approach allowed that in the nature resources diagnosis, environmental quality assessment, it was considered the attributes collection, including so, the interpretation of humans, biologics and physics aspects. Therefore, it was possible to elaborate proposals for planning of the use and handling of the nature resources, and to define the main socioenvironmental impacts: deforestation, bonfires, changes of water resources, erosive processes, loss vegetation and animals, lost fertility of soils, among others. Finally, with this integrated analysis presented some sustainable environmental measures than can contributes for minimize the impacts and to improve the preservation of environmental quality of the Mucambinho water basin.

KEYWORDS: environmental analysis; semiarid; Mucambinho River.

LISTA DE FIGURAS

01- Mapa de localização da área em estudo.....	35
02- Vale estreito com vegetação ainda preservada.....	37
03- Solo em processo de erosão provocado, sobretudo pelo desmatamento na localidade do Boqueirão.....	37
04- Bairro Tamarindo – Rio Acaraú poluído por esgoto e lixo doméstico.....	39
05- Vista noturna do Parque Municipal do Mucambinho. Sobral-CE.....	40
06- Conjunto de Lagoas de Estabilização no Bairro Dom José Sobral-CE.....	42
07- Padrão das casas do Bairro Dom José. Sobral-CE.....	43
08- Precariedade na Rede de Esgoto no Bairro Dom José. Sobral-CE.....	44
09- Açude Mucambinho. Ao fundo a Serra da Meruoca.....	45
10- Bairro Terrenos Novos, onde acumula água parada, veículo de transmissão de insetos e doenças.....	46
11- Relevo acidentado do Bairro Terrenos Novos. Sobral-CE, dificultando a pavimentação.....	46
12- O padrão das casas na sua maioria pequenas em alvenaria ou em taipa.....	47
13- Estação de tratamento de água do SAAE, localizada às margens da Lagoa do Mucambinho, invadida pela vegetação.....	47
14- Sistema de transporte coletivo feito por topiques nos Bairros Terrenos Novos I e II. Sobral-CE.....	48
15- Sistema de lagoas de estabilização. Receptáculo do rio Mucambinho.....	49
16- Canalização do rio após o açude Mucambinho.....	50
17- Mapa de Geologia da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	55
18- Vale do Riacho do Boqueirão dividindo a Serra da Meruoca (Norte) e Meruoca Sul (Rosário).....	59
19- Mapa de Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	64

20- Mapa de Solos da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	76
21- Mapa de Vegetação da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	78
22- Número de Habitantes residentes nas Zonas Rural e Urbana para os municípios da área em estudo.....	82
23- Esgotos domésticos despejados in natura no rio Mucambinho em Sobral.....	86
24- Esgotos domésticos despejados in natura no rio Mucambinho em Sobral.....	86
25- Perfil longitudinal da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	90
26- Mapa de Setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	92
27- Gráfico dos Setores e seu percentual na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	93
28- Media pluviométrica anual dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007.....	97
29- Precipitação média mensal nos postos dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007.....	99
30- Precipitação média mensal nos postos dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007.....	99
31- Distribuição das chuvas no município de Meruoca – Posto Meruoca ao longo do ano de 2007.....	99
32- Distribuição das chuvas no município de Meruoca - Posto Camilos ao longo do ano de 2007.....	100
33- Distribuição das chuvas no município de Alcântaras ao longo do ano de 2007.....	100
34- Distribuição das chuvas no município de Sobral - Posto Sobral ao longo do ano de 2007.....	101
35- Distribuição das chuvas no município de Sobral – Posto Boqueirão ao longo do ano de 2007.....	101
36- Distribuição das chuvas no município de Sobral – Posto Jordão ao longo do ano de 2007.....	102
37- Distribuição das chuvas no município de Sobral – Posto Centro de Treinamento ao longo do ano de 2007.....	102

38- Distribuição das chuvas no município de Coreau- Posto Coreau ao longo do ano de 2007.....	102
39- Distribuição das chuvas no município de Coreau- Posto Aroeiras ao longo do ano de 2007.....	103
40- Pluviosidade total anual em mm no município de Meruoca ao longo dos anos de 1987 a 2007.....	104
41- Pluviosidade total anual em mm no município de Alcântaras ao longo dos anos de 1987 a 2007.....	104
42- Pluviosidade total anual em mm no município de Sobral ao longo dos anos de 1987 a 2007.....	105
43- Pluviosidade total anual em mm no município de Coreau ao longo dos anos de 1987 a 2007.....	106
44- Mapa de Precipitação.....	109
45- Mapa de Temperatura.....	112
46- Balanço Hídrico do Município de Meruoca no período de 1987 a 2007.....	114
47- Balanço Hídrico do Município de Alcântaras no período de 1987 a 2007.....	117
48- Balanço Hídrico do Município de Coreau no período de 1987 a 2007.....	119
49- Balanço Hídrico do Município de Sobral no período de 1987 a 2007.....	122
50- Mapa de Evapotranspiração Potencial.....	125
51- Mapa de Evapotranspiração Real.....	126
52- Mapa do Índice Efetivo de Umidade	127
53- Mapa de Hierarquização Fluvial.....	130
54- Vista da Serra da Meruoca – Norte, com sua vegetação ainda preservada.....	138
55- Vegetação exuberante da Vertente Norte.....	139
56- Extração de granito na Serra da Meruoca.....	140
57- Meruoca Sul ou Serra do Rosário com algumas espécies de caatinga arbórea nas partes mais elevadas.....	142

58- Agricultura de subsistência com destaque para o plantio do milho e feijão.....	144
59- Pecuária extensiva, atividade presente na Serra do Rosário.....	144
60- Voçoroca, um processo bem acelerado de erosão do solo provocado, sobretudo pelo desmatamento.....	145
61- Desmatamento e queimadas, práticas constantes na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	146
62- Vale do riacho Boqueirão, margeado pela vegetação de porte arbóreo.....	147
63- Comunidade do Vale do Riacho do Boqueirão.....	148
64- Mata ciliar do rio Mucambinho, que ainda encontra-se preservada nesse trecho.....	150
65- Barragem do Boqueirão e ao fundo a Serra do Rosário que encontra-se praticamente toda desmatada.....	150
66- Plantação de frutíferas no vale do riacho Boqueirão.....	151
67- Aproveitamento do vale para plantação de capim para alimentar o gado.....	152
68- Mata ciliar do rio Mucambinho na Zona Rural, que ainda encontra-se preservada.....	155
69- Canalização do rio Mucambinho na Zona Urbana do Município de Sobral.....	156
70- Mapa dos Sistemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	166
71- Pecuária extensiva, uma das atividades mais desenvolvidas no Vale do Riacho Boqueirão.....	169
72- Extração de granito tipo Róseo-Meruoca, na Serra da Meruoca.....	170
73- Extração de granito tipo Róseo-Meruoca, na Serra da Meruoca.....	170
74- Barragem do Boqueirão, ao fundo a Serra do Rosário que encontra-se praticamente toda desmatada	172

LISTA DE TABELAS

01- Unidades Litológicas da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	55
02- Unidades Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho	65
03- Associações de Solos da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	77
04- Tipos de Cobertura Vegetal e percentual de ocorrência na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	79
05- Municípios, população rural e urbana.....	82
06- Acesso aos serviços básicos.....	86
07- Postos Pluviométricos selecionados para esta pesquisa.....	95
08- Distribuição das chuvas por município no período de 1987 a 2007.....	96
09- Média pluviométrica anual dos postos dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	98
10- Precipitação média mensal dos postos pluviométricos dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	107
11- Temperatura média mensal dos postos pluviométricos dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	110
12- Balanço Hídrico do município de Meruoca no período de 1987 a 2007.....	113
13- Balanço Hídrico do município de Alcântaras no período de 1987 a 2007.....	116
14- Balanço Hídrico do município de Coreaú no período de 1987 a 2007.....	118
15- Balanço Hídrico do município de Sobral no período de 1987 a 2007.....	121
16- Dados morfométricos da área da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	129
17- Densidade de rios (Dr) dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	132
18- Classificação dos valores de Densidade de drenagem (Dd).....	134
19- Densidade de drenagem (Dd) dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	134

LISTA DE QUADROS

01- Síntese da Geologia e Geomorfologia da área em estudo.....	63
02- Distribuição dos açudes por município.....	69
03- Atividades Industrial e Comercial distribuídas por tipo segundo os municípios.....	83
04- Municípios, População, Produto Interno Bruto e Rendimento Médio.....	84
05- Atividade agropecuária distribuída por município.....	85
06- Domicílios particulares e tipo de esgotamento sanitário.....	87
07- Unidades de Saúde vinculadas ao Sistema Único de Saúde por tipo de prestador.....	87
08- Profissionais de Saúde vinculados ao Sistema Único de Saúde, distribuídos por município.....	87
09- Número de Equipes, População Assistida e Percentual de Cobertura do Programa de Saúde da Família distribuídas por município.....	88
10- Médicos, Unidades de Saúde e Taxa de Mortalidade Infantil distribuídas por município.....	88
11- Número de Escolas Públicas e Privadas e Alunos Matriculados.....	89
12- Síntese dos Sistemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	161
13- Síntese das formas de uso e ocupação, impactos ambientais e propostas de medidas mitigadoras.....	174

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra a Seca

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPECE - Instituto de Pesquisas Econômicas do Estado do Ceará

MDT - Modelo Digital do Terreno

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

SAEE - Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto

SEDUC - Secretaria de Educação Básica do Estado do Ceará

SEFAZ - Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará

SEMACE - Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará

SESA - Secretaria de Saúde do Estado do Ceará

SIGs - Sistemas de Informações Geográficas

SIOPS - Sistema de Informações sobre Orçamento em Saúde Pública

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	21
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	25
3.1 Teoria Geral dos Sistemas.....	25
3.2 Análise dos sistemas ambientais e dos geossistemas.....	27
3.3 Ecodinâmica de Tricart (1977).....	29
3.4 A bacia hidrográfica como unidade de análise, planejamento e gestão ambiental.....	31
3.5 A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) na análise ambiental.....	33
4. CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCAMBINHO.....	35
4.1 Localização da área em estudo.....	35
4.1.2 As nascentes do rio Mucambinho.....	36
4.1.3 O rio Mucambinho e a cidade de Sobral.....	38
4.2 Caracterização dos componentes geoambientais.....	50
4.2.1 O quadro geológico.....	51
4.2.2.A geomorfologia.....	55
4.2.3 Clima e recursos hídricos.....	65
4.2.4 Solos e cobertura vegetal.....	69
4.2.5 Fauna.....	79
4.3 Caracterização sócio-econômica da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	81
5. SETORIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCAMBINHO.....	90
5.1 Análise Hidroclimática	94
5.2 Hierarquização Fluvial.....	128

5.3 Densidade de rios.....	131
5.3.1 Densidade de rios dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	131
5.4 Densidade de drenagem.....	132
5.4.1 Densidade de drenagem dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.....	134

6. SISTEMAS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO

MUCAMBINHO.....	136
6.1 Maciços Residuais das Serras da Meruoca e Rosário e Vale do riacho Boqueirão.....	136
6.1.1 Serra da Meruoca.....	136
6.1.2 Serra do Rosário.....	141
6.2 Vale do riacho Boqueirão.....	147
6.3 Planícies Fluviais dos rios Mucambinho e Acaraú.....	153
6.3.1 Planície fluvial do rio Mucambinho.....	153
6.3.2 Planície fluvial do rio Acaraú.....	157
6.4 Depressão Sertaneja	158

7. PROPOSTAS DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS PARA OS IMPACTOS

AMBIENTAIS.....	167
------------------------	------------

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	176
-------------------------------------	------------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	179
--	------------

1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado das populações humanas tem levado à poluição, à extinção de inúmeras espécies e a destruição generalizada de ambientes naturais. Isso tem afetado a qualidade ambiental, o que reflete diretamente no bem-estar humano. O problema ambiental tem causas complexas, mas resulta basicamente do grande aumento da população, do crescimento acelerado e desordenado das cidades e do uso inadequado dos recursos naturais. Os resíduos da atividade humana vêm se acumulando e degradando o ambiente natural. Os recursos se tornam cada vez mais escassos e caros. Esse crescimento acelerado exige um aumento da demanda por recursos naturais, sendo a água um dos mais requeridos, não apenas para a fisiologia humana, mas também para suprir as atividades em que são produzidos os alimentos e outros componentes que se tornaram necessários para a manutenção do padrão de vida atual.

A má utilização da água, a falta de saneamento básico, a inexistência de uma educação ambiental voltada para a sociedade, o desconhecimento e a falta de informação dos cidadãos são alguns dos fatores que levam a gerar desperdícios e a degradação cada vez mais acentuada.

A questão ambiental constitui-se nos dias atuais uma preocupação mundial e para os países da América Latina, notadamente pela necessidade de conservação e racionalização de usos dos recursos naturais, torna qualquer decisão a eles vinculada compatível com as expectativas mundiais da última década.

A interpretação dos processos que atuam nas diferentes feições geoambientais do contexto do semi-árido pode facilitar o ordenamento territorial contribuindo assim, para um melhor aproveitamento das potencialidades e a minimização dos efeitos negativos decorrentes da exploração contínua dos recursos naturais.

Por suas características naturais, as bacias hidrográficas têm se tornado uma importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividades de uso e conservação dos recursos naturais.

Em termos de unidade de estudo e operação, a bacia hidrográfica é a unidade espacial de planejamento adequada, pois permite um controle mais objetivo dos recursos humanos e

financeiros, o que favorece a integração de práticas de uso e manejo do solo e da água e ainda a organização comunitária.

A bacia hidrográfica permite efetivar uma análise da realidade espacial e ambiental, pois nessa unidade os aspectos bióticos, físicos, econômicos, políticos e jurídicos articulam-se de maneira conjuntiva. Sendo possível, portanto, realizar uma análise ambiental sistêmica, tanto de sua estrutura como da dinâmica entre os elementos que a compõem, constitui-se assim, como um dos princípios da Gestão Ambiental (MORAGAS, 2005).

Considerando os sistemas como um conjunto complexo onde os elementos se integram e se relacionam de forma interdependente, qualquer tipo de alteração, seja natural ou humana em algum de seus elementos, modificará todo o seu funcionamento.

Dessa forma, analisar o rio Mucambinho e os sistemas que o integram é tentar observá-lo dentro de um contexto de apropriação inadequada ao longo dos anos. Tanto no meio rural, por meio de formas e técnicas de uso da terra incompatíveis com a capacidade de carga desses sistemas ambientais, como pelos atores sociais responsáveis pela produção e reordenamento do espaço urbano, interferindo e descaracterizando o meio físico-natural.

As bacias hidrográficas, por sua vez, principalmente em suas nascentes e vales, são áreas bastante ocupadas pela população que reside no semi-árido. A alta densidade populacional nessas áreas é justificada por apresentarem boa disponibilidade hídrica, solos de elevada capacidade de exploração agrícola e de grande significado econômico, proporcionando assim melhores alternativas de subsistência para o homem do campo nos anos de estiagem prolongada. Apesar de todo seu potencial natural, essa unidade tem suas fragilidades frente à ação humana na dinâmica natural, que acaba por acelerar os processos erosivos, contribuindo para a modificação das formas.

A bacia hidrográfica do rio Mucambinho drena os municípios de Alcântaras, Meruoca e Sobral, desenvolvendo-se ao longo de aproximadamente 100 km² de extensão. Suas nascentes localizam-se nos municípios de Alcântaras e Meruoca e sua desembocadura, no rio Acaraú, na cidade de Sobral. A área em que se situa o rio Mucambinho está inserida na unidade ambiental Maciço Residual (alto curso) como nas unidades da Depressão Sertaneja e Planície Fluvial (médio e baixo curso).

Os solos que compõem a área de estudo são os Argissolos, os Neossolos Flúvicos, Planossolos, os Luvissolos e os Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 1999). Quanto à vegetação,

estão representadas pela vegetação Subperenifólia Tropical, Plúvio Nebular, Caatinga, além da vegetação de mata ciliar (FERNANDES, 1990).

O rio Mucambinho está inserido na bacia hidrográfica do rio Acaraú, sendo um afluente do mesmo. O seu médio e baixo curso percorrem a zona urbana da cidade de Sobral, sendo caracterizados por uma maior concentração demográfica do que o alto curso havendo, portanto, um grau mais elevado de degradação dos recursos naturais nesse trecho da bacia. Nesses setores o rio sofreu alterações na sua dinâmica pelos seguintes fatores: derrubada da mata ciliar; ocupação humana indevida na planície de aluviões; retirada de areia de seu leito; despejo de esgotos *in natura*; entre outros. São problemas causados por uma política de descaso por parte dos órgãos públicos responsáveis pelo bem estar social e cumprimento de leis que assegurem um meio ambiente saudável associado à falta de consciência e educação ambiental dos moradores.

No alto curso do rio (nascente), alterações também ocorreram em sua dinâmica, principalmente por atividades que lá se desenvolvem, como a agricultura convencional, pecuária extensiva, mineração, plantio de várzea, dentre outras. Apesar dessas formas de uso e ocupação inadequadas, os impactos ambientais negativos nesse setor são de menor intensidade quando comparados com a área que compreende o baixo curso. Assim, o ambiente natural da bacia hidrográfica do rio Mucambinho tem sido submetido a impactos ambientais que se manifestam em níveis de intensidade diferentes, tudo isso devido à ação humana, ao retirar e usufruir o máximo dos recursos disponíveis, utilizando técnicas rudimentares quase sempre inapropriadas para o equilíbrio da natureza.

Como já mencionados, os problemas mais graves são percebidos no baixo curso da bacia, na cidade de Sobral, nos bairros periféricos denominados, respectivamente: Cidade Dr. José Euclides (Terrenos Novos I e II), Dom José (Alto Novo), Vila União, Pe. Ibiapina (Sumaré) Pe. Palhano, Santa Casa e Tamarindo, neste último onde se encontra sua desembocadura no rio Acaraú. Esse setor da bacia é composto de uma paisagem que se caracteriza pela ausência de ordenamento no uso e ocupação do solo como também de infraestrutura e a quase ausência de equipamentos urbanos e serviços sociais básicos. Observa-se uma grande precariedade da rede de esgoto e saneamento básico. Os esgotos são lançados diretamente no rio, o que representa um risco aos moradores. O lançamento de águas residuárias *in natura* nesse corpo d'água também é um problema facilmente detectado, o que tem contribuído para a deterioração da qualidade ambiental, evidenciada pela poluição das águas, dos solos e, conseqüentemente, o desaparecimento desse recurso hídrico. Esses fatores

humanos apresentam influências marcantes no estado de conservação da bacia hidrográfica em estudo.

O trabalho de pesquisa parte da proposta de realizar uma análise ambiental da bacia hidrográfica do rio Mucambinho, enfocando-se as condições morfo-estruturais e morfopedológicas relacionadas com os demais aspectos geoambientais e sociais.

A partir desta análise, pode-se contemplar, avaliar e caracterizar os diversos componentes do sistema geoambiental da área (geologia, geomorfologia, clima, solos, hidrologia, cobertura vegetal, fauna, uso e ocupação da terra, condições socioeconômicas), representando-os por meio de mapeamentos temáticos e posteriormente integrá-los para a delimitação das unidades ambientais. Pretende-se estabelecer propostas de manejo, cujo resultado poderá contribuir, sobremaneira, para um melhor planejamento ambiental da bacia.

A pesquisa apresenta como objetivo geral realizar um estudo integrado das condições e dinâmicas ambientais da bacia hidrográfica do rio Mucambinho, procurando diagnosticar as potencialidades naturais e seus desequilíbrios ambientais, verificando as interferências sociais frente à capacidade de carga desse sistema. Proporá, em seguida, um conjunto de medidas sustentáveis para a área em estudo. Os objetivos específicos serão assim apresentados:

- Identificar e caracterizar os elementos que compõem a paisagem, considerando sua dinâmica e suas condições atuais;
- Verificar o processo de uso e ocupação da bacia, identificando as formas de manejo inadequadas bem como os possíveis impactos negativos resultantes da atividade humana e suas conexões com o sistema natural;
- Caracterizar a morfodinâmica do ambiente em questão;
- Estabelecer as diferentes unidades ambientais por meio da integração dos elementos naturais e socioambientais;
- Contribuir para uma melhor planificação de uso dos recursos naturais da bacia hidrográfica do rio Mucambinho, indicando medidas mitigadoras para os impactos ambientais;

Através desse levantamento será possível realizar um melhor manejo dos recursos naturais, levando ao poder público o conhecimento das condições atuais de uso e ocupação da área, tentando viabilizar tais medidas que venham ajudar a melhorar a situação socioambiental

e a qualidade de vida da população que habita esse meio. Em seguida, são expostas as considerações finais sobre o trabalho realizado.

Acredita-se, também, que os conhecimentos técnicos e científicos poderão contribuir de modo positivo a reverter o quadro existente através de medidas preventivas, mitigadoras e corretivas, baseadas nos resultados da análise ambiental e propostas. Estas através de um manejo ambiental adequado e sustentável, para que possam ser viabilizados junto ao poder público e às comunidades ribeirinhas.

Estudos anteriores foram realizados nessa área, porém sem maior grau de detalhamento. Vale ressaltar, portanto, a importância do trabalho, haja vista a intensidade do nível de degradação ambiental na bacia hidrográfica do rio Mucambinho e seu entorno, além da necessidade de melhoria na qualidade de vida da população, como também uma urgente conscientização dos vários atores relevantes na gestão ambiental.

De modo bastante específico, a pesquisa se propõe a normatizar a proteção dos recursos ambientais, visando a melhoria da qualidade de vida da população atual e das futuras gerações, sendo possível somente através de uma análise ambiental alicerçada sobre uma visão holística e sistêmica dos componentes ambientais.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A realização dessa pesquisa fará uso de metodologias que se fundamentam na abordagem sistêmica, muito utilizada nas últimas décadas para o tratamento das questões ambientais.

Assim, para a delimitação dos sistemas ambientais propostas neste trabalho, será utilizado o modelo geossistêmico de Bertrand (1968), cujos referenciais básicos encontram-se definidos na Fundamentação Teórica, do capítulo 3 (três), deste relatório. Por meio do cruzamento de informações, a delimitação dos sistemas ambientais e análise destes, incluindo os impactos, trará informações a respeito das limitações e potencialidades dos recursos naturais dessa área.

A metodologia para a análise ambiental pode ser também complementada por meio da proposta de Tricart (1977) baseada na ecodinâmica do meio ambiente. Essa metodologia permite determinar o grau de compatibilidade ou incompatibilidade das atividades humanas ao meio ambiente e a alteração da capacidade de suporte (carga) dos sistemas ambientais pela ação humana.

Com o intuito de alcançar os objetivos propostos, fez-se necessário o cumprimento de várias etapas, iniciando com o levantamento cartográfico da área em estudo, bem como uma exaustiva revisão bibliográfica, interpretando e tabulando as diversas informações existentes. Autores como Bertalanffy (1934; 1973); Bertrand (1968); Sotchava (1977); Tricart (1977); Strahler (1980 apud CHRISTOFOLETTI, 1999); Hugget (1985 apud CHRISTOFOLETTI, 1999) e Scheidegger (1991 apud CHRISTOFOLETTI, 1999); Christofolletti (1999); Souza et al (1994); Souza (2005) foram os principais autores a fundamentarem a pesquisa com relação às abordagens teóricas sistêmicas e geossistêmicas utilizadas. Além disso, autores como Chorley (1969 apud CHRISTOFOLETTI, 1999); Guerra e Cunha (1996); Botelho e Corato (2001); Corato e Botelho (2001); Botelho e Silva (2007), que tratam da bacia hidrográfica como unidade básica de estudo foram aqui considerados.

As informações relativas às variáveis geológicas e geomorfológicas foram obtidas por meio de estudos regionais e locais realizados por diversos autores e trabalho de campo, além de registros fotográficos.

A análise da variável climática foi realizada a partir de dados sobre os principais elementos do clima, principalmente a precipitação e a temperatura do ar, obtidos por meio da Estação Meteorológica da Funceme, numa série histórica que corresponde ao período de 1987 a 2007. Esses dados foram importantes para a posterior análise do balanço hídrico, realizado por meio do programa computacional Balanço Hídrico (VAREJÃO-SILVA, 1990). Foram confeccionados gráficos utilizando-se o *software* Excel. Bibliografias sobre os sistemas atmosféricos atuantes no Norte do Nordeste Brasileiro, também foram fundamentais para a interpretação da gênese dos fenômenos atmosféricos observados. Técnicas estatísticas de medidas de tendência central foram utilizadas para a representação média dos dados climáticos.

As informações relativas aos recursos hídricos foram obtidas por meio de levantamento bibliográfico obtidos na Secretaria de Recursos Hídricos, DNOCS, além do trabalho de campo, principalmente para as informações relacionadas à degradação desse recurso natural.

As informações relativas aos solos foram feitas tomando por fase o Levantamento Exploratório de Solos da SUDENE (1973), incorporando a nova classificação estabelecida pela EMBRAPA (1999). O trabalho de campo e os registros fotográficos foram importantes para a análise qualitativa da degradação desse recurso natural, além de entrevistas com agricultores tratando das culturas agrícolas produzidas na área, bem como sobre a utilização ou não de técnicas de manejo.

As informações sobre a cobertura vegetal foram obtidas por meio de levantamento bibliográfico, utilizando-se principalmente Fernandes (1990). Aqui também foram importantes os trabalhos de campo com registros fotográficos para a análise do atual estado de conservação da cobertura vegetal. Entrevistas com moradores completam a busca de informações, principalmente com relação ao estado de conservação da vegetação e sobre as espécies encontradas no passado, hoje muito reduzidas e localizadas em espaços específicos.

A fauna foi obtida por meio do referencial bibliográfico, principalmente dos trabalhos da SEMACE (1991, 1992) e Mendes (1997).

As informações socioambientais dos diferentes bairros de Sobral; uso e ocupação no contexto do médio e baixo curso da bacia hidrográfica, que se insere na área urbana, foram obtidas por meio dos Censos do IBGE (2000 e 2007), de entrevistas com moradores, visitas à Prefeitura de Sobral, observação de campo e registros fotográficos.

Após o levantamento de todas as variáveis abióticas e bióticas, das informações sociais e do uso e ocupação do solo procedeu-se na delimitação dos diferentes sistemas ambientais utilizando-se a abordagem geossistêmica, por meio da integração dessas variáveis. O critério mais importante nessa etapa foi o geomorfológico visto que as formas de relevo condicionam as diferentes condições climáticas e por sua vez, de recursos hídricos, solos e vegetação da bacia hidrográfica em estudo, o que repercute em diferentes unidades com características ambientais distintas. Aqui foi utilizada a carta da SUDENE na escala de 1:100.000, onde estão representadas as curvas de nível com equidistância entre as mesmas de 20 metros, associada a informações de outros mapas temáticos relativos à geologia, solos, vegetação como os do Projeto RADAM BRASIL (1981), o da SUDENE (1970), o Atlas do Ceará (1997), o Atlas Escolar do Ceará (2004), dentre outros, o que resultou na figura xx Mapa dos sistemas ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho .

A base cartográfica da SUDENE utilizada foi a de número SA-24-X-D-IV e SA-24-Y-C-VI, folhas de Sobral e Frecheirinha, respectivamente. A junção das duas folhas da base foi realizada no Programa CAD *Microstation*. A validação e a atribuição das cotas foram também realizadas no programa CAD *Microstation*, que definiu as três grandes unidades ambientais de interesse da pesquisa. Adotaram-se as seguintes cotas: a partir de 400 metros: Maciço Residual; 200 a 400 metros: Depressão Sertaneja; Até 100 metros: Planície Fluvial. Após essa etapa o material cartográfico foi rasterizado e vetorizado todos os elementos geográficos de interesse (curva de nível, localidade, estradas, etc). Para esse procedimento foram utilizados os programas ARCVIEW 3.3 que tem a finalidade de certificar os dados e o CAD *Microstation* por meio do qual foram desenhados os mapas.

Posteriormente, esses sistemas foram detalhados em níveis hierárquicos menores, subsistemas, o que resultará em um número bem maior.

Foi ainda efetuada a aplicação de questionários e entrevistas a fim de avaliar a utilização e degradação dos recursos naturais, principalmente de solos e vegetação.

Após as conclusões das etapas acima mencionadas foram feitas as propostas de manejo adequado da bacia.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Teoria Geral dos Sistemas

O estudo setorizado do ambiente demonstrou grandes limitações, que foram analisadas por vários cientistas desde as formulações iniciais da ciência moderna, tornando necessária a formulação de um conjunto de idéias que compreendesse melhor os objetos analisados. Surge então como um paradigma alternativo aos modelos reducionistas, a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que é apresentada ao mundo na década de 1930 por Ludwig Von Bertalanffy.

Para Bertalanffy (1973), essa teoria poderia ser o instrumento ideal para analisar elementos, estruturas e processos, disponibilizando assim modelos que se baseassem na integração de elementos que pudessem ser utilizados em diversos campos do conhecimento científico. Sotchava (1977), Bertrand (1968), Tricart (1977) e Monteiro (1976) são as referências mais fortes da aplicação da perspectiva sistêmica utilizadas nos estudos realizados dentro da Geografia Física brasileira na atualidade: Sotchava (1977) e Bertrand (1968) com o Geossistema; Tricart (1977) com a Ecodinâmica; e Monteiro (1976) com o Sistema Clima Urbano.

Na visão sistêmica, a natureza é vista como um organismo que desempenha suas funções de forma integrada e interdependente. Para Bertalanffy (1973:25), um sistema poderia ser definido como “um conjunto dos elementos em interação”. O modelo sistêmico procura compreender o conjunto dos elementos mais do que suas partes, sugerindo ainda que o todo é maior que a somatória das propriedades e relações de suas partes.

Os Sistemas biológicos e físicos são expressivamente trabalhados por Bertalanffy (1973), que alicerça suas idéias em preceitos da física, particularmente, na segunda lei da termodinâmica.

Pelas proposições de Bertalanffy (1973) seria possível, pela teoria de sistemas, a partir de um corpo teórico único, integrarem-se várias ciências, fossem elas naturais, econômicas ou sociais, atingindo objetivamente pontos que permaneciam subjetivos na concepção mecanicista.

Na mudança do pensamento reducionista para o pensamento holístico (sistêmico), a relação entre as partes e o todo foi invertida. A ciência sistêmica demonstra que os sistemas não podem ser entendidos através das partes, pois estas não são propriedades intrínsecas, mas só podem ser compreendidas dentro do contexto do todo maior (CHRISTOFOLETTI, 2007).

Para Chorley e Kennedy (1971, p. 46), “o sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Estes consistem de componentes ou variáveis que exibem relações discerníveis uns com os outros, operando como um todo complexo, de acordo com determinado padrão”. Já para Haigh (1985, p. 46), “um sistema é uma totalidade criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes cujas interações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não se encontra implicada por aquelas partes componentes quando desagregadas”. A totalidade possui propriedades que jamais podem ser compreendidas e explicadas em termos de partes individuais.

O sistema seria, portanto, o conjunto de elementos e suas interações. O modelo sistêmico tenta explicar os fenômenos baseado na interação das unidades elementares para se compreender o todo numa visão holística. Essa abordagem é definida como a concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais. A visão holística considera que o fenômeno a ser analisado deve ser realizado em seu próprio nível hierárquico e não em função do conhecimento adquirido nos componentes de nível inferior. Ela procura entender, portanto o conjunto mais do que suas partes, sugerindo assim que o todo é maior que a somatória de seus elementos individuais.

O paradigma sistêmico, portanto, concretiza-se como alternativo ao modelo mecanicista em função da noção de totalidade. Isto é, a explicação dos fenômenos baseada na interação das unidades elementares para se compreender o todo numa visão holística, baseada na estrutura e nos processos existentes (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A abordagem sistêmica ganha espaço no meio científico, principalmente após o término da Segunda Guerra Mundial, período em que o mundo passa por um fervilhamento de idéias e concepções, facilitando, com isso, a troca de informações e a ampliação do conhecimento.

Sua expressão na ciência geográfica vem com o surgimento, na década de 1950, da Nova Geografia, corrente teórico-metodológica imbuída das idéias sistêmicas, relacionadas também aos métodos quantitativos (matemático-estatísticos), para explicação dos fenômenos.

O conceito de sistemas na ciência geográfica foi introduzido primeiramente na Geomorfologia, por Chorley (1962), e diversos aspectos dessa abordagem foram considerados por Christofolletti (1979), Strahler (1980), Hugget (1985) e Scheidegger (1991). Atualmente, vem sendo utilizada por muitos estudiosos dessa ciência, principalmente por aqueles que desenvolvem estudos geográficos com um forte viés ambiental.

De acordo com Christofolletti (1999), uma área bastante interessante para aplicação da abordagem sistêmica é a do planejamento, tanto ambiental quanto regional, pois converge necessariamente para aspectos integrativos em termos multi-temáticos e multi-escalares.

3.2 Os sistemas ambientais e o Geossistema

A degradação dos recursos naturais renováveis na atualidade é um processo que deve ser analisado e contido com eficiência e rapidez.

Atualmente, a complexidade ambiental em que vivemos nos conduz, na maioria das vezes, a trabalhar a partir dos processos de degradação já em desenvolvimento. Isso nos levará a desafios ainda maiores para buscar soluções que possam apontar mecanismos que relacionem as possíveis causas e, ao mesmo tempo, compreender os processos que levam a acentuar os problemas ambientais.

Neste cenário atual, torna-se indispensável buscar adequar metodologias e ferramentas para analisar e compreender a dinâmica das unidades ambientais, e como se dá o inter-relacionamento dos componentes físicos naturais. Os sistemas ambientais são o resultado de interações de diversos fatores físicos, ambientais, econômicos e sociais que interagem de forma dinâmica, aleatória e em diferentes escalas espaciais e temporais. A análise e a compreensão dos mecanismos de interdependência que possibilitam a expressão dos arranjos espaciais na forma de paisagens requerem uma percepção holística e sistêmica.

A percepção holística sendo caracterizada como uma visão ampla e integrada dos elementos de um conjunto, permite a compreensão do todo. É baseada na estrutura e nos processos existentes, desvinculando-se da visão setorializada e compartimentada. O enfoque sistêmico se caracteriza pela interdependência dos elementos e das relações de estrutura do sistema natural.

Para Moragas (2005), a denominação sistêmica é associada ao entendimento do funcionamento orgânico da natureza, ou seja, um organismo que desempenha funções de forma integrada e interdependente. Christofolletti afirma que:

O sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos, esses objetos e atributos consistem de componentes variáveis (isto é, fenômenos que são passíveis de assumir magnitudes variáveis) que existem relações discerníveis um com os outros e operam conjuntamente como um todo complexo, de acordo com um determinado padrão. (CHORLEY e KENNEDY, 1971 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1999).

A perspectiva holística mais desenvolvida e abrangente encontra-se relacionada com a análise de sistemas advindas das contribuições de Bertalanfy (1973; 1975). Apesar de esse paradigma ter sido discutido anteriormente por outros pesquisadores, foi Bertalanfy o autor dessa teoria, tendo o mérito de organizar uma fundamentação teórica e filosófica consistente.

O enfoque sistêmico fundamenta o Geossistema, metodologia amplamente utilizada na Geografia Física e aplicada, principalmente nos estudos ambientais. Para Christofolletti (1999), a concepção de Geossistema advinda dos pesquisadores soviéticos (SOTCHAVA, 1977), introduzida na França por Georges Bertrand no final da década de 60, enquadra-se no contexto das abordagens holísticas para o estudo dos sistemas ambientais. A perspectiva holística encontra-se também, bem explícita nas proposições relacionadas com a Ecodinâmica proposta por Tricart (1977).

É importante considerar aqui alguns aspectos da concepção Geossistêmica. O conceito de geossistema foi introduzido na ciência geográfica por Sotchava (1977). Esse termo foi estabelecido para trabalhar uma tipologia que fosse aplicável ao estudo dos fenômenos geográficos. Para Sotchava (1977), “o geossistema seria a relação da natureza com a sociedade, pois embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, os fatores de ordem econômica e social influenciam na sua estrutura e funcionamento”.

Assim, para Sotchava (1977), “o geossistema é a expressão dos fenômenos naturais, ou seja, o potencial ecológico de um determinado espaço, no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial”.

Bertrand afirma que:

O geossistema deve ser compreendido como situado numa determinada porção do espaço, sendo este o resultado da combinação dinâmica e, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos, que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 1972 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1999. p. 42)

O geossistema seria formado, portanto, por elementos, atributos, variáveis e suas relações. De acordo com Souza (2007, p. 127), o geossistema representa dados oriundos de combinações parciais, como as dos fatores morfo-estruturais, hidroclimáticos ou hidromorfológicos. Das relações entre tais componentes, criam-se condições para uma exploração biológica, resultando em um espaço onde o uso e a ocupação pelo homem tendem a adquirir características próprias.

Christofoletti (1999, p. 42) constata que os geossistemas representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza. Para este autor, o termo “sistema ambiental” é representado espacialmente na superfície terrestre, funcionando pela interação areal dos fluxos de matéria e energia dos seus componentes, sendo mais amplo e de uso mais flexível para abordagens sistêmicas na geografia física.

Há que se considerar que, na maioria das vezes, o sistema sócio-econômico é considerado à parte nas análises sistêmicas com objetivos geográficos, mas ele exerce papel indispensável para uma abordagem integrada da realidade, pois as ações tomadas localmente podem ser absorvidas pelo mesmo.

Sobre a importância dos sistemas sócio-econômicos, Christofoletti (1999 *apud* MORAGAS, 2005, p. 29) argumenta que:

Os aspectos e os processos dos sistemas sócio-econômicos são controlados pelos atributos culturais, sociais, econômicos e tecnológicos do grupamento humano, da sociedade em seu conjunto ou de suas classes sociais, pois não é apenas a quantidade ou a densidade de pessoas que se torna significativa, mas a qualidade potencial desses seres (CHRISTOFOLETTI, 1999 *apud* MORAGAS, 2005, p. 29).

Santos (2004) percebe que em uma análise ambiental é inconcebível buscar uma compreensão global do ambiente como um estudo e um aprendizado técnico desvinculado de qualquer gênese e de qualquer reflexão sobre as questões humanas. Ele afirma ainda que:

O enfoque na perspectiva de avaliação da qualidade ambiental requer forçosamente a impregnação do “humano”, já que as “ações antropogênicas” são decisivas tanto nas “derivações antropogênicas” quanto nos processos de urbanização, industrialização que são os mais decisivos na composição dos quadros mais graves da qualidade ambiental (MONTEIRO, 1988 *apud* SANTOS, 2004, p. 49).

3.3 A Ecodinâmica de Tricart (1977)

A ecodinâmica utiliza a abordagem sistêmica dos elementos da natureza como fundamentação teórico-filosófica. A dinâmica do meio ambiente dos sistemas ambientais é importante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos.

O conceito de unidades ecodinâmicas é integrado ao conceito de ecossistema que, por sua vez, baseia-se no instrumento lógico do sistema, enfocando, portanto as relações mútuas

entre os diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente (TRICART, 1977).

A gestão dos recursos ecológicos deve ter como objetivo principal a avaliação dos impactos da atuação da tecnologia humana no ambiente. Torna-se necessário, portanto, avaliar a taxa aceitável de extração dos recursos dos sistemas ambientais ou, ainda, determinar quais medidas devem ser tomadas para permitir uma utilização mais elevada dos recursos sem causar degradação.

Tricart (1977) apóia-se na dinâmica do ambiente, principalmente da interação litosfera-pedósfera e ainda na intensidade dos processos atuais no meio ambiente para orientar averiguações e determinar os meios estáveis, os intergrades e meios fortemente instáveis. Os meios estáveis se caracterizam por apresentar uma lenta evolução do modelado, constância dessa evolução; cobertura vegetal suficientemente fechada para opor um freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos da morfogênese; dissecação moderada, sem incisão violenta dos cursos d'água, vertentes de lenta evolução e ausência de manifestações vulcânicas suscetíveis de desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos. Nesse meio, a pedogênese se estrutura com maior tempo devido às condições do meio, como clima, declividade, ação humana e tectônica, dentre outras; e ainda as relações complexas que aí se estabelecem entre essas diversas condições, comportam mecanismos de compensação e auto-regulação.

O termo “intergrade” vem do vocabulário dos geólogos, sendo utilizado, portanto, para designar uma transição (TRICART, 1977). Os meios intergrades são caracterizados pelo aspecto da transição entre os estáveis e os instáveis ou vice-versa. Eles asseguram a passagem gradual entre os meios estáveis e os meios instáveis. Neles há uma interferência permanente de morfogênese e pedogênese, agindo de maneira concorrente sobre um mesmo espaço. Os meios intergrades são frágeis e suscetíveis a fenômenos de amplificação, transformando-se em meios instáveis cuja exploração fica comprometida.

Nos meios fortemente instáveis apresentam a morfogênese predominando sobre a pedogênese sendo, portanto, a morfogênese elemento predominante da dinâmica natural e fator determinante do sistema natural ao qual outros elementos estão subordinados (TRICART, 1977). Nesses meios, a geodinâmica interna intervém em diversos casos, de maneira particular no vulcanismo, cujos efeitos são mais imediatos do que as das deformações causadas pelo tectonismo. Um exemplo claro são as corridas de lavas, chuvas de cinzas, que são manifestações brutais de características catastróficas. Os meios fortemente instáveis se

caracterizam, portanto, por apresentar maior transporte e deposição do que evolução da profundidade e amadurecimento do solo.

Souza *et al* (1994), faz uma adaptação da metodologia de Tricart (1977) para o estudo das unidades geoambientais no espaço cearense, incorporando os meios instáveis. O referido autor vem aplicando tal abordagem teórico-metodológica em diversos estudos no Ceará, com fins de diagnósticos e zoneamentos ambientais.

3.4. A bacia hidrográfica como unidade de análise, planejamento e gestão ambiental.

A bacia hidrográfica tem sido muito utilizada nos estudos ambientais. Ela é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o fim dos anos 60, quando Chorley (1969 apud BOTELHO e SILVA, 2007) escreveu seu célebre artigo sobre a bacia como unidade geomorfológica fundamental. Durante a última década, ela foi incorporada de vez pelos profissionais, não só da Geografia, mas das Ciências Ambientais. A bacia hidrográfica é entendida como célula básica de análise ambiental. Ela permite conhecer e avaliar os diversos componentes, processos e interações que nela ocorrem. Na bacia hidrográfica é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico, presente no sistema que é representado pela bacia de drenagem.

A bacia hidrográfica pode ser entendida como área drenada por uma rede de canais influenciada por várias características topográficas, litológicas, tectônicas, de vegetação, uso e ocupação dos solos, dentre outras. A bacia hidrográfica representa, assim, um complexo sistema integrado de inter-relações ambientais, sócio-econômicas e políticas (MORAGAS, 2005, p. 32).

Outra definição é atribuída por Araújo *et al* (2005, p. 59):

As bacias se caracterizam por serem constituídas por um rio principal e seus afluentes, que transportam água e sedimentos, ao longo dos seus canais. Elas são delimitadas pelos divisores de águas, que separam uma bacia de outra e, internamente, existem elevações que são denominadas de interflúvios, que dividem sub-bacias hidrográficas (ARAÚJO, ALMEIDA E GUERRA 2005, p. 59).

A bacia hidrográfica é uma unidade de investigação importante para analisar o comportamento sistêmico das variáveis naturais e das intervenções humanas. Sua importância como unidade de pesquisa, de planejamento e gestão justifica-se pela possibilidade de

visualização mais concreta das inter-relações dos componentes do meio físico, biológico e humano dentre eles a pluviosidade, litologia, geomorfologia, solos, temperatura, vegetação, uso da terra, vazão, dentre outros.

Nessa unidade de análise é possível, também, mensurar a multiplicidade de fluxos de matéria e energia que se dão no seu interior e a sua relação com os sistemas externos, nos quais ela se encontra inserida (MORAGAS, 2005).

O estudo das bacias hidrográficas é de grande relevância, pois grande parte de danos ambientais causados à superfície terrestre ocorrem nessas unidades sistêmicas. Pesquisas recentes realizadas por Botelho e Corato (2001) revelam que o número de artigos publicados em eventos científicos na área das Ciências Ambientais, que adotam a bacia hidrográfica como unidade de análise, tem crescido significativamente no Brasil. Segundo os referidos autores, o número de trabalhos que utilizam a bacia como unidade básica foi sete vezes maior na década de 1990/2000, comparado à década de 1980/1990.

Os temas ligados à Erosão, Manejo e Conservação dos Solos e Água e Planejamento Ambiental são aqueles que mais têm utilizado a Bacia Hidrográfica como unidade de análise (BOTELHO e SILVA, 2007). Os dois últimos temas, de acordo com Botelho (1999) e Botelho e Silva (2007), são os que reúnem o maior número de trabalhos nos quais é adotada a bacia hidrográfica, reforçando a ligação entre o uso desta unidade e os objetivos das pesquisas desenvolvidas na área ambiental.

Para Guerra e Cunha (1996), as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que as mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações, efeitos ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólidas e dissolvidas).

A bacia hidrográfica é vista universalmente como unidade ideal para estudos que envolvem questões ambientais. Ela tem sido muito utilizada nas avaliações referentes aos impactos antropogênicos no ambiente que também afetam na organização social, econômica e política de uma região. A bacia hidrográfica, como unidade de pesquisa, planejamento e gestão, vem ganhando espaço nos meios científicos e sócio-políticos, como resultado da mudança de paradigma que, anteriormente, era setorial e fragmentada, passando para uma abordagem interdisciplinar e integrada do ambiente.

A intervenção humana no sistema bacia hidrográfica pode se dar de várias formas. A mudança no uso da terra pode resultar em inúmeras consequências, tais: erosão dos solos, alteração da forma das vertentes e taludes, assoreamento dos cursos d'água, mudança do nível de base dos cursos d'água, diminuição da qualidade da água, alteração do ritmo e da vazão do curso d'água, dentre outras.

Para Moragas (2005), grande parte das ações que interferem na bacia hidrográfica de forma indireta são construídas ou formalizadas fora do ambiente da bacia, como as políticas setoriais em nível regional, nacional e global.

Não se pode pensar numa bacia hidrográfica levando-se em conta apenas os processos que ocorrem no leito dos rios, pois grande parte dos sedimentos que eles transportam vem de áreas que se situam mais a montante, vindos das encostas, que fazem parte, portanto da bacia hidrográfica.

Podem-se considerar os sistemas ambientais físico-ecológico e sócio-econômico como os dois principais sistemas terrestres presentes na bacia hidrográfica. No seu recorte analítico e metodológico, em qualquer escala, invariavelmente estarão presentes esses grandes sistemas em interação. Justifica-se, portanto, a importância em trabalhar e compreender a bacia hidrográfica.

3.5 A utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) na análise ambiental

A aplicação de geotecnologias através dos avanços tecnológicos da cartografia automatizada tem demonstrado ser eficientes e precisas para análise das interações, das ações humanas com o meio físico. O uso dos SIG's permite obter informações complementares e adicionais a respeito dessas interações, portanto são de grande importância para realizar análises e avaliações ambientais.

De acordo com Moragas (2005) *apud* revista Fator GIS (2004), o geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias relacionadas ao tratamento da informação espacial, que englobam técnicas de:

a) coleta de informação espacial: cartografia, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global por satélite, topografia, fotogrametria e levantamento de dados alfanuméricos;

b) Armazenamento de informação espacial: banco de dados do tipo orientado a objetos, relacional, hierárquico, etc.

c) Tratamento e análise de informação espacial: modelagem de dados, aritmética lógica, reclassificação, geoestatística, funções topológicas;

d) Uso integrado de informação espacial: sistema de informação geográfica (SIG), *land information system* (LIS), *automated mapping/facilities management* (AM/FM) e *computer aided drafting and design* (CADD) (Fator GIS, 2004 *apud* MORAGAS, 2005).

Tem destaque nesse conjunto de ferramentas que compõe o geoprocessamento os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Eles representam nos dias atuais um excelente instrumental técnico, indispensáveis para o planejamento e gestão do espaço. As comparações, análises, correlações, sobreposição de informações antes realizadas por meio analógico passam a ser automatizadas e seguindo rigorosos processos estatísticos, matemáticos e computacionais, que irão depender dos objetivos propostos, utilizando, de forma integrada, as informações espaciais e não-espaciais (MORAGAS, 2005).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) compreendem uma das ferramentas fundamentais para o estudo da evolução dos principais problemas ambientais e ainda para identificar as principais unidades geoambientais, bem como na construção de mapas temáticos de geologia, geomorfologia, solos, vegetação, fauna, clima, recursos hídricos e aspectos sócio-econômicos.

Por meio de técnicas de geoprocessamento e uso dos SIG's, torna-se possível contribuir para uma melhor planificação de uso dos recursos naturais da bacia hidrográfica, por meio da elaboração de um diagnóstico de suas atuais condições socioambientais.

Na escolha de uma bacia hidrográfica como unidade de observação e intervenção, os SIG's podem ser utilizados no plano de gestão dessa unidade ambiental. Esse modelo de gestão poderá vir a ser eficaz quando se obtém o máximo de dados sobre a realidade pesquisada, sendo viabilizada, portanto, através dos instrumentos dos Sistemas de Informações Geográficas, os SIG's. Estes, por sua vez, proporcionam a aquisição, a análise e a integração de dados, gerando informações que levarão à compreensão dos elementos da realidade, permitindo ao pesquisador uma aproximação do conjunto da realidade investigada.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCAMBINHO

Localização da área em estudo

A bacia hidrográfica do rio Mucambinho está inserida em três municípios da região norte do Estado do Ceará, são eles: Meruoca, Alcântaras e Sobral, que podem ser observados no mapa (Figura 01). Suas nascentes estão localizadas na Serra da Meruoca, no município de mesmo nome, com as coordenadas 325687m S; 9589362m E; 350687m S; 9601862m E, e deságua no rio Acaraú em Sobral. A bacia drena uma área de aproximadamente 100km².

Tem como principais afluentes os riachos São Miguel e Riacho do Gameleiro. Dentre os municípios drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho, o que apresenta maior área é o município de Sobral, onde ele percorre parte da sua zona urbana, uma área de 4.640,73 ha.

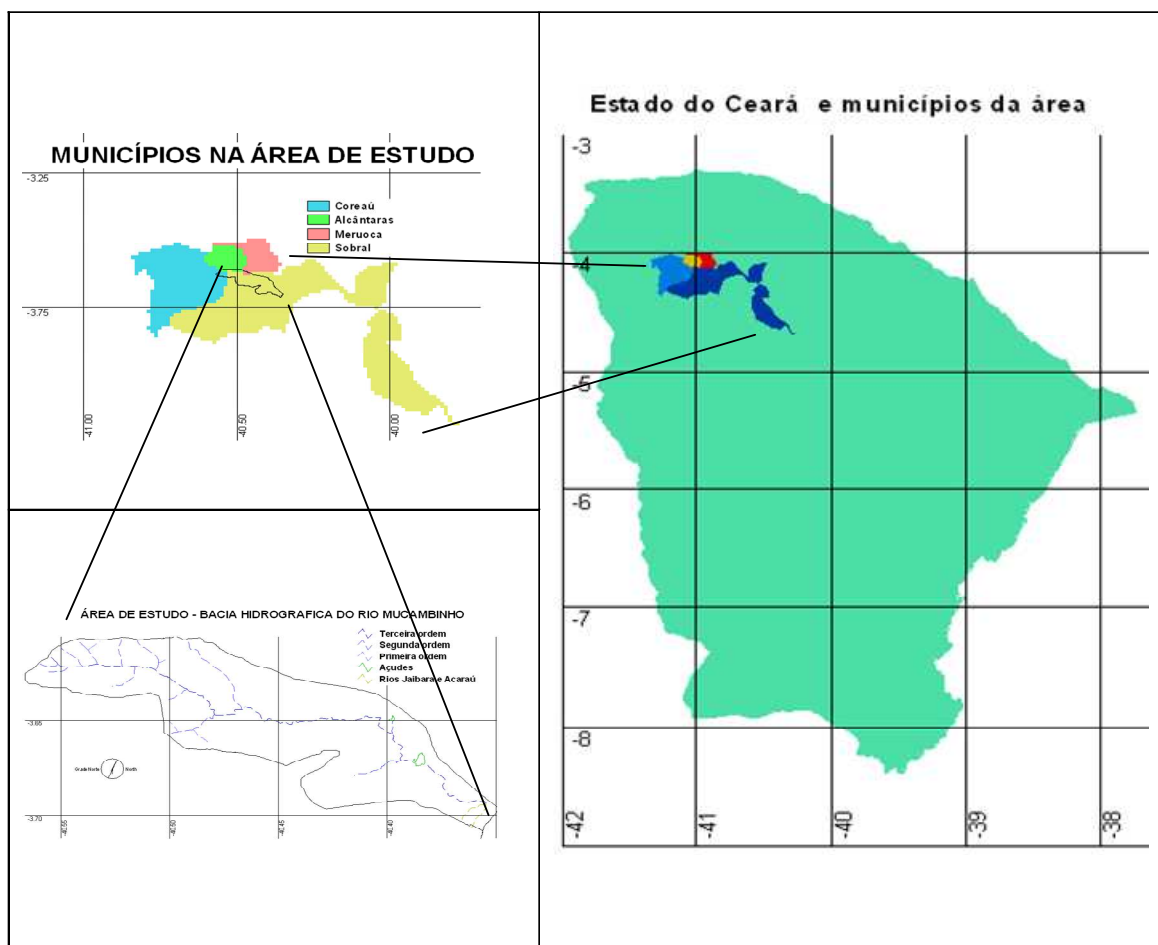


Figura 01: Mapa de localização da área em estudo.

4.1.2 As nascentes do rio Mucambinho

O rio Mucambinho nasce na Serra da Meruoca, mais precisamente entre as localidades de Quandú e São Bernardo, e deságua no rio Acaraú, na cidade de Sobral. Recebe o nome de Mucambinho quando chega ao município de Sobral onde, até então, recebe o nome de Riacho do Boqueirão. Ele percorre uma área de aproximadamente 100km². Existem vários sistemas fluviais na Serra da Meruoca, sendo o mais importante e expressivo o riacho Boqueirão, com suas principais nascentes a oeste da referida Serra, percorrendo a mesma no sentido transversal Oeste-Leste e formando um sistema independente de caráter endorreico.

Tal rio divide a Serra da Meruoca em dois setores bem diferenciados do ponto de vista natural/ambiental: Meruoca-Rosário, norte e sul, respectivamente.

Nas áreas das vertentes e topos da Meruoca Norte, as cotas altimétricas variam entre 200 e 900m. O relevo foi dissecado em forma de topos aguçados e vales em V, com declividade acentuada, aproximadamente 35°. São áreas mais úmidas com drenagem de padrão dentrítico, rios intermitentes, solos mais profundos e melhor desenvolvidos com predomínio dos Argissolos, recobertos por uma vegetação subperenifólia tropical plúvio-nebular, com predominância de espécies de Babaçu (*Orbignya martiana*) nos topos e espécies da caatinga arbórea nas encostas.

A Meruoca Sul ou Rosário possui um relevo menos íngreme, com cotas altimétricas entre 200 e 800 metros. Nos topos, o relevo foi dissecado em forma de cristas, com menor amplitude entre os fundos dos vales e mais rebaixados. Nas vertentes ao sul, o relevo é menos íngreme, está dissecado em forma de cristas e os declives são mais suaves. Ambos são recobertos por Neossolos Litólicos associados a afloramentos de rochas com predominância, recobertos por uma vegetação de caatinga arbustiva.

Na área do vale, a altimetria é em média de 180m, caracterizando-se por apresentar fundo chato, colmatado por sedimentos coluviais e aluviais.

A forma do Vale não apresenta diferenciações significativas em toda sua extensão (Figura 03). Esta adquire características peculiares em função do vigor da capacidade de dissecação da drenagem superficial. De leste (entrada do Vale) para oeste, há um estreitamento do vale com início na comunidade de Santo Expedito, onde a cobertura vegetal apresenta-se exuberante com árvores de maior porte, atingindo mais de 15m de altura em ambas as margens do riacho.



Figura 02: Vale estreito margeado por vegetação de porte arbóreo com espécies que chegam a atingir 15m. Vegetação ainda preservada. **Fonte:** Evangelista (2008).

Nos demais setores, mais precisamente nos locais de suavização topográfica dos fundos do vale, desenvolvem-se pequenas depressões com topografias mais planas e coberturas colúvio-aluviais. Nessas áreas, há condições favoráveis para o desenvolvimento do uso agrícola, onde o relevo não constitui um fator limitante para esse tipo de prática. Vale ressaltar que nesses locais existem várias pequenas comunidades.

Com a exploração dos recursos elaborados de maneira indiscriminada, há reflexos quase que imediatos sobre a degradação dos horizontes superficiais dos solos, como erosão e carregamento de material para o sistema fluvial.

O desmatamento é comum em quase todo o Vale, acarretando a intensificação da atividade pluvial sobre os solos e conduzindo à evolução dos sulcos para ravinas, fato comprovado em vários locais do Vale (Figura 03).



Figura 03: Solo em processo de erosão (ravinas) provocado, sobretudo pelo desmatamento. **Fonte:** Evangelista (2008).

4.1.3 O rio Mucambinho e a cidade de Sobral

A bacia hidrográfica do rio Mucambinho no seu baixo e médio curso, mais precisamente na cidade de Sobral, envolve os bairros periféricos das zonas oeste, noroeste e sudoeste da cidade. São eles: Tamarindo, Santa Casa, Dom José (Alto Novo), Cidade Dr. José Euclides (Terrenos Novos), Vila União, Domingos Olímpio, Pe. Ibiapina e Pe. Palhano.

A carência de infra-estrutura é marcante nessas áreas, principalmente nas proximidades do riacho Mucambinho, ocorrendo inundação a cada estação chuvosa, mormente nos anos de maiores totais pluviométricos.

Bairro Tamarindo

O bairro Tamarindo limita-se ao norte com a Rua Estenislau Frota, ao leste com a Rua Cel. José Sabóia (próximo ao terminal rodoviário), ao sul pelo rio Acaraú e a oeste pela Rua Antônio Ibiapina.

Inicialmente, o bairro foi ocupado pelos retirantes da seca de 1932. Recebeu este nome devido à existência de muitas árvores da espécie no local. Foi por muito tempo uma das áreas ribeirinhas mais degradadas da cidade de Sobral, pois oferecia muitos riscos à população que ali residia. Em 2000, segundo os dados do Censo Demográfico do IBGE, ainda residiam 133 famílias em estado de extrema pobreza e precariedade, em favelas. O bairro possuía uma população de 9.411 habitantes, sendo 4.138 do sexo masculino (43,97%) e 5.273 (56,03%) mulheres. As residências tinham um padrão edilício de baixo e médio porte, sendo a maioria feita de alvenaria. Essa população ainda hoje vive em estado de extrema pobreza e precariedade. O bairro apresenta características distintas, com alguns trechos degradados às margens do rio Acaraú (contígua à área central da cidade), sendo delimitado pelo terminal rodoviário e pela fábrica de tecido Ernesto Deocleciano. Esse bairro se caracteriza também pelo abandono do poder público, pela ausência de planejamento, pelo grande e desordenado fluxo de pessoas e veículos, além da falta de saúde pública, saneamento, entre outros cuidados.

Devido à obra de urbanização da margem esquerda do rio Acaraú e do potencial paisagístico que esta causou, o bairro tornou-se valorizado e hoje já é presente a especulação imobiliária na área, apesar da acentuada degradação ambiental. A poluição ambiental foi e continua marcante. Um dos problemas da área diz respeito à proliferação de insetos e doenças na população local, que reclama da poluição e do mau cheiro das águas do rio.

À medida que se aproximam do centro, os serviços e infra-estruturas melhoram, crescendo também o padrão das residências que, em sua maioria, são feitas de alvenaria, sem reboco ou de taipa, com apenas um pavimento. Deste bairro faz parte a Fábrica de Tecidos Ernesto Deocleciano, que se encontra atualmente desativada. É comum ainda nos dias de hoje encontrar uma pequena parcela da população que vive da produção artesanal de chapéus de palha. Há também na divisa do Tamarindo com o Centro hotéis, *flats*, pousadas, restaurantes e prédios de três andares, com salas comerciais e residências. O comércio e serviços fazem parte da área central expandida, com predomínio na área do comércio de autopeças, sucatas e oficinas.

Quanto à saúde, o bairro conta com um Posto de Saúde da Família (PSF). Possui equipamentos de educação, com estabelecimentos de ensino fundamental, porém, devido à alta densidade populacional, esses serviços se tornam precários muitas vezes, faltando assim condições básicas para o desenvolvimento local.

Devido à ampliação do terminal rodoviário em 2005 e por apresentar uma parte de sua área voltada ao comércio, o trânsito é intenso, inclusive com transportes de maior porte, cabendo, necessariamente, disciplinar a circulação com sinalização, estacionamentos e executar obras de drenagem e pavimentação a fim de facilitar os acessos.

Na figura 04, tem-se a visão de casas de taipa inundadas pela cheia de 2004, próximas às margens do rio Acaraú, com água suja, poluída e entulhos, mostrando a vulnerabilidade da área em questão. Nesse período, muitas famílias abandonaram suas casas durante a enchente, quando então passaram a ocupar prédios públicos, como a própria rodoviária, mas depois retornaram ao mesmo lugar.



Figura 04: Bairro Tamarindo - Rio Acaraú poluído por esgoto e lixo doméstico.
Fonte: Evangelista (2004).

O Plano Multisetorial Integrado (PMI) do bairro Tamarindo tinha como propósitos: a recuperação ambiental por meio de urbanização e paisagismo das margens ribeirinhas do rio Acaraú, consolidando o Corredor de Conservação Ambiental Acaraú/Mucambinho/Jaibaras e a construção do Parque Urbano do Mucambinho. Com a sua primeira fase já inaugurada, e ainda a urbanização de ruas, becos e remanescentes de áreas devolutas (para qualificação do sistema viário do bairro), os fiscais da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDUMA estão tentando proibir novas ocupações e adensamento nas áreas de risco do Bairro Tamarindo.

O projeto Parque Municipal do Mucambinho (Figura 05) consta de drenagem, terraplanagem, urbanização, pavimentação e iluminação, além de praças e equipamentos, tais como quadras esportivas e campos de areia, Posto de Polícia Ambiental, dentre outros.



Figura 05: Vista noturna do Parque do Mucambinho. **Fonte:** Evangelista (2008).

Santa Casa

Era conhecido até o início do século XX como Bairro da Fortaleza. Seu nome foi mudado após a inauguração da Santa Casa de Misericórdia em 1925. Limita-se ao norte pela Avenida Dom José, ao leste pela Rua Pe. Antônio Ibiapina, ao sul pelos limites da área de preservação da margem oposta do riacho Mucambinho e a oeste pelas ruas: Bela Vista e Cel. Albuquerque. Devido ao grande acúmulo de resíduos sólidos por ocasião de anos mais chuvosos, este bairro foi acometido por inundações periódicas, hoje minimizadas. A canalização do rio, ali construída com o objetivo de minimizar as cheias, encontra-se,

contudo, em estado de abandono. A água é poluída por esgotos domésticos, lixos e entulhos, favorecendo a presença de um cenário de degradação.

A Santa Casa de Misericórdia atraiu para esse bairro um grande contingente populacional, porém verifica-se a falta de infra-estrutura adequada, notadamente, de esgoto e drenagem. Em 2000, segundo os dados do Censo Demográfico do IBGE, o bairro tinha uma população de 6.992 habitantes, sendo 3.289 habitantes do sexo masculino (47,04%) e 3.703 do sexo feminino (52,96%).

O rio Mucambinho, transformado em canal, recebe despejos de esgotos sem tratamento das residências próximas a ele, poluindo mais a jusante o rio Acaraú. As suas habitações, na sua maioria, são constituídas de casas de alvenaria e permanecem à beira do rio Mucambinho, sem a mínima infra-estrutura. Há no local a proliferação de insetos, mau cheiro e, conseqüentemente, muitas doenças. Nos anos mais chuvosos, a população residente ainda fica desabrigada pelo transbordamento do riacho da calha do canal, tendo suas casas inundadas, com água poluída. Há um carente serviço de coleta de lixo, sendo comum encontrar nas margens do canal: matagal, esgoto e lixo a céu aberto.

Quanto aos equipamentos de saúde, a população está bem assistida, pela proximidade da Santa Casa de Misericórdia, do HEMOCE (Centro de Hematologia de Hemoterapia do Ceará) e da Unidade de Saúde. O bairro conta com a Praça Monsenhor Eufrásio, 02 escolas de ensino fundamental (Dinorah Ramos e Escola de Ensino Médio Mons. José Ferreira), a creche Francisco das Chagas Barreto, uma igreja, um campo de futebol e uma quadra esportiva. Em se tratando de infra-estrutura, o referido bairro conta com rede de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e pavimentação.

Embora muitas áreas ribeirinhas estejam ocupadas, tem-se ainda parte da planície do rio Mucambinho relativamente conservada. Nesta área, considerada de preservação ambiental (APP), ainda são precárias as ações no que diz respeito à conservação do meio ambiente. Está em andamento um projeto de preservação nas margens do rio Mucambinho, um projeto de urbanização acompanhando o contorno da faixa de preservação, recuperação ambiental, urbanização e paisagismo das margens ribeirinhas do rio Acaraú e rio Mucambinho, urbanização do entorno da via férrea.

Os serviços mais deficientes em matéria de redes técnicas eram os já existentes, como esgoto sanitário e coleta de lixo. Quanto ao transporte, o bairro conta com um sistema de transporte urbano coletivo feito através de “topics”, onde seu ponto de parada se dá em frente

à Praça da Santa Casa e na Praça do Mercado Central (Centro da Cidade). A população dispõe também de serviços de moto-táxi. A Santa Casa é ainda ponto de parada obrigatória para os transportes que vêm diariamente de cidades do interior a procura de serviços de saúde lá não disponíveis.

Bairro Dom José (Alto Novo)

O Alto Novo, ou Bairro Dom José, tem seus limites ao norte com o ramal da linha férrea da fábrica de cimento e com a Avenida Senador José Ermírio de Moraes, ao oeste e sul com o rio Mucambinho, e ao leste com a linha férrea principal. De acordo com o censo demográfico do IBGE (2000), o bairro tinha uma população de 8.195 habitantes, sendo 3.975 habitantes do sexo masculino (48,51%) e 4.220 mulheres (51,49%). Seu número de domicílios particulares era de 1.846, tendo uma média de 4,44 moradores por domicílio. Sua população concentra-se principalmente as margens da linha férrea.

À beira do rio Mucambinho existem três lagoas de estabilização, portanto mostram ineficiência do sistema com grande número de poluentes (Figura 06). Suas residências seguem um padrão de baixo e médio porte, sendo a maioria construída em alvenaria (Figura 07). O sistema de coleta de lixo no bairro segue o padrão de 03 coletas semanais de acordo com informação da Prefeitura.



Figura 06: Conjunto de lagoas de estabilização. **Fonte:** Evangelista (2008).



Figura 07: Padrão das casas do Bairro Dom José. **Fonte:** Evangelista (2008).

Essa população não possui transporte urbano coletivo disponível. Também, por ser um bairro próximo ao Centro, a maioria das pessoas da comunidade desloca-se a pé ou através de moto-táxi.

Quanto aos equipamentos urbanos e comunitários, o bairro conta com duas (02) quadras esportivas, campo de futebol; a escola de ensino fundamental Antenor Naspolini, creche tia Selma e a creche-escolinha Jereissati. Não dispõe de serviço de Saúde, justificada pela proximidade com a Santa Casa de Misericórdia.

A população dispõe de uma Grande Associação do Bairro Dom José e a Sociedade de Apoio à Família Sobralense (SAFS). O rendimento nominal médio/mediano/mensal é muito baixo, para aquela população e poucas pessoas estão empregadas, mostrando o alto índice de desemprego. Há no bairro três áreas críticas, com precariedade ou sem infra-estrutura: os “Sem-Terra”; a Rua José Sabóia Neto e a Rua Raul Monte.

A rede de esgoto é o serviço que mais precisa se expandir no bairro Dom José (Figura 08). Muitas residências têm solução individual de fossa e sumidouro, contudo há carência de rede de esgoto nesse bairro.



Figura 08: Esgoto sem tratamento em condições precárias, lançado diretamente ao rio Mucambinho.
Fonte: Evangelista (2008).

Cidade Dr. José Euclides (Terrenos Novos)

Os bairros Cidade José Euclides I e II têm como limite: ao sul, a Fábrica de Cimento Poty; ao norte, o açude Mucambinho e, ao leste, as terras do Sr. Renato Parente. O referido bairro era conhecido inicialmente como bairro do Mucambinho e, posteriormente, como “Terrenos Novos”. Está localizado na zona da periferia noroeste da cidade.

A Cidade José Euclides I era uma antiga área de 20 hectares, que pertencia ao IBAMA e foi dividida em 1320 lotes e doada a famílias carentes, por meio de um programa de habitação popular de iniciativa da Prefeitura Municipal. Pelo censo 2000, o bairro todo (Cidade Dr. José Euclides I e II) possuía uma população de 14.711 habitantes, sendo 7.319 homens e 7.452 mulheres.

A Cidade José Euclides II surgiu de uma invasão à fazenda do Sr. Renato Parente. O açude Mucambinho, localizado ao sudoeste da cidade em direção à Serra da Meruoca, área de transição, com características urbano-agrária, é ocupado no seu entorno por algumas casas, havendo forte especulação imobiliária, agregando valor pela bela vista que apresenta (Figura 09).



Figura 09: Açude Mucambinho. Serra da Meruoca ao fundo.
Fonte: Evangelista (2008)

Está prevista pelo PDDU (Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano) a construção de uma via paisagística circundando o açude. A população que vive em suas margens contribui para os impactos ambientais através de desmatamentos, o que causa assoreamentos com o tempo. Foi realizado pelo convênio FUNCAP (Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Ceará) e Casa da Geografia (UVA), um projeto de despoluição do açude Mucambinho, por conscientização da comunidade local, para 84 famílias que vivem à margem deste.

Entre os principais fatores de degradação do açude Mucambinho, foram observados a utilização da lagoa como depósito de lixo e a falta de saneamento básico. Cerca de 200 famílias ocuparam esta área, inicialmente, sem nenhuma infra-estrutura. Hoje ela possui energia elétrica e água encanada nos domicílios, porém sem uma cobertura total. A poluição é um fator marcante nesse bairro.

A poluição por esgoto e lixo em região de baixio que, ao ser alagada, acumula uma água parada de cor escura e odor fétido, causando risco de doenças de veiculação hídrica, como, por exemplo, a dengue (Figura 10).



Figura 10: Bairro Terrenos Novos – acúmulo de água parada, veículo de transmissão de doenças. **Fonte:** Evangelista (2008).

O relevo acidentado do bairro dificulta a pavimentação, a drenagem e toda a infraestrutura (Figura 11). O padrão das casas (pequenas de alvenaria, de taipa) é típico de um bairro de população de baixa renda (Figura 12). Em matéria de saneamento básico, existe uma estação de tratamento de esgoto que hoje se encontra abandonada e tomada pela vegetação (Figura 13). Suas ruas estão em processo avançado de erosão (sulcos e ravinas) e suas tubulações estão quebradas. As fossas são utilizadas como solução de esgotamento sanitário. Existe ainda esgoto a céu aberto saindo de várias casas, representando um risco à saúde pública. O bairro configurava-se, portanto, como uma área deficiente de esgotamento sanitário, uma das mais problemáticas da cidade neste setor.



Figura 11: Relevo acidentado do bairro, dificultando a pavimentação. **Fonte:** Evangelista (2008).



Figura 12: O padrão das casas na sua maioria pequenas em alvenaria ou em taipa.
Fonte: Evangelista (2008).



Figura 13: Estação de tratamento de água do SAAE, às margens da Lagoa do Mucambinho, tomada pela vegetação. **Fonte:** Evangelista (2008).

A demanda da população é bem superior a oferta de serviços de equipamentos comunitários, como posto policial, creche e escola, estando estes subutilizados. Quanto à educação, o bairro possui três escolas municipais: Dona Mocinha Rodrigues e Jarbas Passarinho. A terceira, Escola Professora Yêdda Frota, foi inaugurada recentemente, além de uma creche, que funcionava no centro comunitário de Educação Infantil Dolores Lustosa.

O bairro conta também com uma unidade da FEBEM-CE (Fundação Estadual do Bem-Estar do Menor do Ceará), ginásio, igrejas, praças, dentre outros equipamentos. Em relação à saúde, há o centro de saúde Dr. Everton Mont'Alverne. Dispõe também de serviço de transporte coletivo feito por topics, saindo diariamente para o centro da cidade (Figura 14).



Figura 14: Sistema de transporte coletivo feito por topics. **Fonte:** Evangelista (2008).

A escassez de saneamento básico nesta área de estudo, as péssimas condições de moradia, bem como a falta de noções de higiene pessoal da população carente, acarretaram várias doenças dentre elas a hanseníase e a tuberculose

Bairros Vila União, Pe. Ibiapina (Sumaré) e Pe. Palhano

O rio Mucambinho é alimentado pelos riachos São Miguel e Riacho do Gameleiro. Este rio desce no talvegue entre as serras do Rosário e da Meruoca e tem suas águas armazenadas no açude de mesmo nome, hoje pertencente à Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA. Após o açude, seu curso é totalmente canalizado, o que o torna receptáculo de esgotos domésticos dos diversos bairros por onde ele passa. Suas águas são recebidas por um sistema de lagoas e, finalmente, desemboca na confluência do rio Jaibas com o rio Acaraú sendo, portanto, o seu trecho mais modificado (Figura 15).



Figura 15: Sistema de lagoas de estabilização. Receptáculos do rio Mucambinho.
Fonte: Evangelista (2008).

O açude Mucambinho é bastante ocupado e utilizado desde os bairros: Terrenos Novos, Cidade José Euclides, passando pela fábrica de cimento Poti, cruzando a Avenida Senador José Ermínio de Moraes e seguindo em direção ao bairro Sumaré, que o compromete. Encontra-se poluído, pois o lixo é jogado em seu leito e nas margens. Já seu lençol freático é poluído pela presença das lagoas de estabilização dos bairros Vila União, Padre Ibiapina (Sumaré) e Pe. Palhano.

A população da Vila União tinha o pico em cerca de 800 habitantes. A população total do bairro Padre Ibiapina é de 1.249 habitantes. A população total do bairro Padre Palhano era de 1.908 habitantes, de acordo com dados oferecidos pelo Censo Demográfico do IBGE de 2000.

A População desses bairros é assistida por uma escola de ensino fundamental e médio. A grande maioria das casas é feita de tijolos (aproximadamente 60%), e o restante de taipa ou de taipa não revestida. Observa-se, portanto, um alto índice de casas de taipa, indicando que a maioria da população destes bairros é de baixa renda, com necessidades de melhoria nas condições físicas, ambientais e de moradia, para o alcance de uma maior salubridade. A destinação dos resíduos sólidos ocasiona a poluição do rio Mucambinho, para onde é escoado o lixo. O serviço de coleta do lixo precisa ser melhorado para desarticular a tentativa dos moradores de utilizar o matagal do rio como depósito de detritos.

A maioria dos domicílios é abastecida pela rede pública de água, porém o restante da população divide-se entre os que consomem água de poço ou nascente ou, ainda, utilizam outras formas de abastecimento.

O serviço de esgotamento sanitário também é precário. Metade dos resíduos sólidos, ou lixo doméstico é despejado a céu aberto poluindo o rio Mucambinho, o rio Acaraú e seu lençol freático.

Observa-se também outro fator poluente: as rachaduras nas paredes do canal em alguns trechos, o que torna possível a infiltração de resíduos dos esgotos no lençol freático (Figura 16). A área é bastante degradada com a presença de lixo e todo tipo de objetos e entulhos da construção civil jogados nas suas margens e dentro de sua calha. Estes entulhos causam o assoreamento do rio que no período chuvoso provoca o transbordamento da água o que traz a proliferação de doenças, insetos, prejudicando assim a qualidade de vida dos habitantes que lá se instalam.



Figura 16: Canalização do rio após o açude Mucambinho. **Fonte:** Evangelista (2008).

4.2 Caracterização dos componentes geoambientais

A caracterização geoambiental é de fundamental importância para um trabalho dessa natureza, visto que se trata de um estudo integrado da paisagem que compreende a bacia hidrográfica do rio Mucambinho, considerando as interações entre os meios físico, biológico e sócio-econômico.

Conforme Souza (2007), a análise geoambiental é uma concepção integrativa que advém do estudo unificado das condições naturais que nos leva a uma percepção do meio em que vive o homem e onde se adaptam os demais seres vivos. Essa análise integrativa vem se destacando nos dias atuais, pois se observou que até a primeira metade do século passado se dava grande importância ao conhecimento setorizado do ambiente.

Contudo, é importante considerar de forma mais detalhada todos os elementos que farão parte da integração posterior dos mesmos. Assim, serão aqui tratados os aspectos geológico-geomorfológicos, o clima e os recursos hídricos, solos, vegetação e fauna.

4.2.1 O quadro geológico

A geomorfologia e a geologia apresentam relações muito estreitas, porque a geologia informa a respeito da qualidade e disposição dos materiais nos quais são esculpidas as formas. Analisar a formação das rochas, bem como os processos de sua desagregação e decomposição, é tema discutido nestas duas ciências. A dinâmica da geologia, principalmente a tectônica e a influência dos fatores externos conduzidos pelo clima, vem produzindo nos tempos geológicos as formas atuais do relevo.

A área em estudo é constituída, geologicamente na sua maioria, por rochas do Embasamento Cristalino, predominando gnaisses, granitos e migmatitos. Uma pequena parte, mais precisamente a área que compreende a Serra da Meruoca, pertence à pequena parte do *stock* granítico Meruoca-Rosário, limitado por falhas, sendo que a maior das quais dispõe-se na direção SW-NE, constituindo o limite ocidental do Graben Jaibaras.

Segundo Daly *apud* Guerra (2003 p. 251), o *stock* granítico é uma intrusão semelhante a um batólito, porém com menos de 100 km². O batólito corresponde a grandes injeções maciças de material magmático que surgem através de fendas da crosta. Esse material que sobe em estado de fusão, geralmente ocasiona um metamorfismo de contato na rocha encaixante, havendo uma transformação mineralógica em uma auréola no entorno da intrusão.

Embasamento Cristalino

O substrato geológico do *stock* Meruoca é constituído essencialmente por rochas do embasamento cristalino, predominando os gnaisses.

Conforme Santos (1999, p.11), o embasamento cristalino vem recebendo várias denominações, sendo utilizado para descrever uma associação para e ortoderivada, constituída por gnaisses variados, migmatitos e granulitos.

Os gnaisses constituem rochas metamórficas, essencialmente, quartzo-feldspáticas, granulação frequentemente de média a grossa. A estrutura varia desde maciça à granitóide, com foliação dada pelo achatamento dos grãos até bandada, com bandas quartzo-feldspáticas, geralmente milimétricas a centimétricas, alternadas com bandas mais máficas, derivadas de processos de segregação metamórfica, que culminam em rochas migmatíticas. Quando possuem origem ígnea, derivados de granitos a granodioritos, são denominados de ortognaisses. Quando possuem origem sedimentar, em geral derivados de pelitos ou de arcóseos, são chamados de paragnaisses.

Os migmatitos compreendem rochas formadas através do metamorfismo regional, dando origem a uma rocha gnassóide mista, composta de material magmático e sedimentar. Os granulitos são rochas constituídas, essencialmente, de quartzo e feldspatos, podendo conter uma pequena quantidade de mica e formados em grandes profundidades na crosta, sob altas pressões e elevadas temperaturas (GUERRA & GUERRA, 2003).

Grupo Martinópolis

Conforme Santos (1999, p.14), esse Grupo é definido por Prado *et al.* (1981) no Projeto Martinópolis, sendo uma sequência de baixo a médio grau metamórfico, composto da base para o topo por quartzitos (Formação São José), xistos (Formação Caiçaras) e filitos (Formação Santa Terezinha).

Nascimento *et al.* (1981), através do método Rb/Sr, obtiveram idades entre 634 e 656 Ma para os filitos das regiões de Pedra Verde e Massapê. Através das idades obtidas, consideraram esses litotipos como as rochas representantes do último evento metamórfico no Ciclo Brasileiro.

Grupo Ubajara

De acordo com Santos (1999, p.14), a denominação de Grupo Ubajara foi dada por Nascimento *et al.* (1981), para descrever o conjunto de rochas areníticas e calcárias sobrepostas ao Grupo Martinópolis, sendo aplicada principalmente em função de vários autores discordarem das correlações que eram feitas, até então, com o Grupo Bambuí.

Hackspacher *et al.* (1988 *apud* SANTOS, 1999), indicaram uma subdivisão para o Grupo Ubajara em quatro formações. Seguindo da base para o topo, este grupo é formado por: ardósia, quartzito e hornfels (Formação Caiçaras); arenito fino, siltito filitoso e hornfels (Formação Trapiá); calcário azulado e hornfels (Formação Frecheirinha) e grauvacas, arcóseos, arenitos finos e hornfels (Formação Coreaú). Nessa subdivisão, o empilhamento das formações sofreu modificações, porém suas características individuais foram mantidas.

Assim como para as demais rochas presentes na região, também se torna complexo estabelecer uma idade absoluta aos litotipos do Grupo Ubajara. Novais *et al.* (1979 *apud* SANTOS, 1999). Através do método Rb/Sr, obteve-se uma idade de 610 Ma para a fração argila nas ardósias da Formação Caiçaras. Torna-se necessário enfatizar que essa idade não é muito precisa devido a restrições quanto à qualidade dos dados.

Corpos Granitóides

Foram diversos corpos granitóides que ocorreram na região Noroeste do Estado do Ceará, intrudindo as sequências supracrustais e o embasamento cristalino. Dentre eles, destacam-se Meruoca, Tucunduba e Serra da Barriga. Esses granitos são aluminosos e resultaram da fusão da crosta continental sendo considerados como pós-tectônicos (COSTA *et al.*, 1973; CAVALCANTE & FERREIRA, 1983; NASCIMENTO *et al.*, 1981 *apud* SANTOS, 1999, p.15).

Os corpos graníticos Meruoca e Mucambo têm servido como referência ao posicionamento estratigráfico dos Grupos Ubajara e Jaibaras, principalmente por conterem ou não, xenólitos de rochas destes ou por desenvolverem ou não metamorfismo de contato (SANTOS, 1999, p.15).

Guerreiro & Sial (1982 *apud* TORQUATO, 1995, p.31) através de datação Rb/Sr, registram para os granitos de Meruoca e Mucambo, respectivamente, idades aproximadas de 562 e 550 Ma.

A intrusão do *stock* granítico da Meruoca gerou um metamorfismo de contato nas rochas do Grupo Ubajara. Após essas intrusões, foram depositadas nesta região rochas pertencentes ao Grupo Jaibaras, que serão descritos a seguir.

Grupo Jaibaras

As rochas desse grupo afloram em diversos grabens e semigrabens, que se formaram durante fases tracionais da tectônica brasileira, onde a ocorrência mais importante situa-se no Graben Jaibaras, fossa tectônica que se estende da escarpa da Serra da Ibiapaba, ao longo do Lineamento Sobral-Pedro II, próximo a cidade de Morrinhos.

A composição desse grupo, segundo Costa *et al.* (1973 *apud* SANTOS, 1999, p.17), dá-se por uma seqüência de conglomerados brechóides na base (Formação Massapê), seguidos de arenitos e metasiltitos (Formação Pacujá), ocorrendo sequencialmente uma série de derrames e diques (Vulcanismo Parapuí). No topo, é composto por conglomerados brechóides com seixos de vulcânicas (Formação Parapuí).

O Grupo Jaibaras se posiciona acima do Grupo Ubajara e não possui metamorfismo de contato com os *stocks* Mucambo e Meruoca. Novais *et al.* (1979 *apud* TORQUATO 1995, p. 30) conseguiram datar as Formações Pacujá e Parapuí, do Grupo Jaibaras, em meio a um estudo geocronológico de uma grande porção da região Noroeste do Estado do Ceará.

A Formação Pacujá foi datada utilizando o método Rb/Sr em siltitos finos. A datação da Formação Parapuí foi realizada através do método K/Ar em rocha total, sendo as amostras coletadas na estrada que liga Sobral a Massapê. Para os siltitos da Formação Pacujá, a idade foi calculada em 535 ± 27 Ma, com uma razão inicial de $0,710 \pm 0,009$. Para a rocha total da Formação Parapuí, obtiveram idades de resfriamento de um andesito e de um diabásio, respectivamente, de 478 ± 6 Ma e de 502 ± 8 Ma.

Ao concluírem, os autores comentam que os dados obtidos indicam que a origem do Grupo Jaibaras se estende desde o final do Pré-Cambriano até o Ordoviciano. É importante destacar que as idades obtidas não são muito precisas devido a restrições quanto à qualidade dos dados (Figura 17).

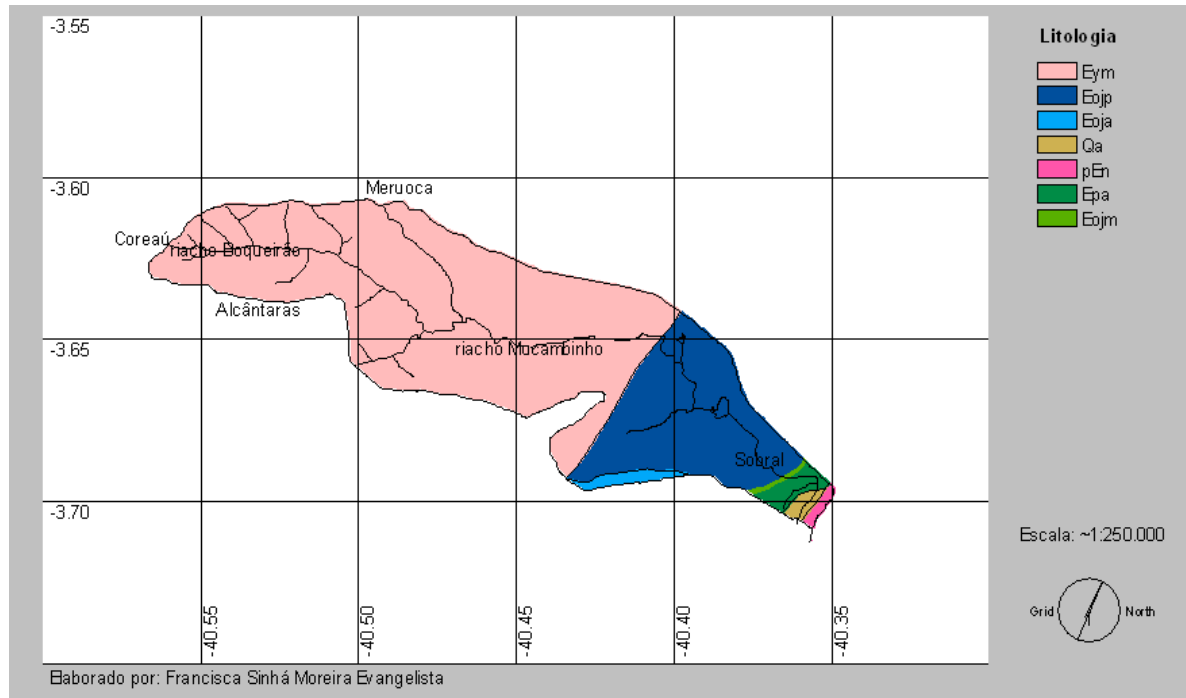


Figura 17: Geologia da área em estudo (RADAMBRASIL, 1981).

TABELA 01: Unidades Litológicas da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Unidades	Litologias	% de Ocorrência
Eym	Granito Meruoca	71,85
Eojp	Formação Pacujá	23,61
Eoja	Formação Aprazível	1,29
Qa	Aluviões	0,74
pEn	Complexo Nordestino	0,53
Epa	Vulcanismo Parapuí	1,70
Eojm	Formação Massapê	0,32

Fonte: RADAMBRASIL, 1981.

4.2.2 A Geomorfologia

As formações geológicas são fundamentais para o estudo da geomorfologia. Esta ciência, por sua vez, é importante porque procura compreender as diferentes formas de relevo, em suas diferentes escalas, sejam elas espaciais ou temporais, explicando a sua origem e sua evolução no tempo e no espaço.

Os relevos constituem os pisos sobre os quais se fixam as populações humanas e são desenvolvidas suas atividades, derivando daí valores econômicos e sociais que lhe são atribuídos. Em função de suas características e dos processos que sobre eles atuam, oferecem, para as populações tipos e níveis de benefícios ou risco os mais variados. (ARAÚJO *et al* 2005 *apud* MARQUES, 2001, p. 53)

A área em estudo, a bacia hidrográfica do rio Mucambinho, apresenta nitidamente três compartimentos bem representativos dos Domínios morfo-estruturais do Estado do Ceará, denominado por Souza (1988). São eles, respectivamente, o Maciço Residual Meruoca-Rosário e a Depressão Sertaneja de Sobral. Estes fazendo parte, portanto, do Domínio dos Escudos Antigos.

O terceiro compartimento é a Planície de Acumulação Aluvial do rio Mucambinho e as áreas de inundação sazonal do mesmo rio. Estas áreas se diferenciam do ponto de vista ecológico da depressão sertaneja, pois apresentam melhores condições de solos e maior disponibilidade hídrica. Estão inseridas no Domínio dos Depósitos Sedimentares (SOUZA, 2007).

Os Maciços Residuais compreendem os relevos residuais resultantes dos processos erosivos que ocorreram na era Cenozóica, fase em que se deu a maior modificação e modelação do relevo nordestino, sendo o pediplano desgastado até tornar-se depressão sertaneja (SOUZA *et al.*, 1979).

Essas feições geomorfológicas, as serras cristalinas, aparecem como pequenos pontos sobre a superfície sertaneja, interrompendo, assim, a monotonia do relevo do interior do Estado do Ceará.

Manifestam extensões variadas com cotas altimétricas que variam entre 400-800m e, raramente, ultrapassam os 900-1000m. São consideradas áreas de exceção, representando verdadeiras ilhas de umidade no quadro geral do semi-árido, contribuindo para a diversificação fisiográfica e ecológica do território cearense. Essas diferenças são tanto do ponto de vista altimétricos, quanto relativamente à composição litológica, às feições de dissecação e a abrangência geral (FERNANDES 1990).

São maciços antigos constituídos por rochas metamórficas ou intrusivas, granitos ou gnaisses, característica comum dos maciços, tendo o seu relevo modificado em dissecação de feição convexo-aguda e divididos quanto ao grau de representatividade em maciços úmidos ou secos. Apresentam como direção predominante NE-SW ou NNE-SSW, ou muito raramente N-S. Afirma Souza *et al.* (1979), que esta orientação ao lado da localização e da

altitude confere, para cada maciço, a verificação de setores distintos do ponto de vista ambiental.

Os maciços úmidos possuem estação chuvosa mais intensa, sendo umidificados pelo efeito orográfico e favorecidos principalmente pelo seu relevo. São considerados oásis, ou conhecidos como brejos úmidos, ao lado da semi-aridez que se verifica no interior do Estado do Ceará.

Em função desse quadro climático e das características geológicas, instala-se aí uma rede de drenagem densa, de padrão dentrítico e subdentrítico, com alta densidade de rios, vales em V, denotando intensa atividade erosiva dos canais fluviais, responsáveis pela dissecação do relevo.

Já os maciços secos apresentam formas menos dissecadas, tendo em vista a redução dos totais pluviométricos nessas áreas. A densidade de rios também se apresenta inferior a dos maciços úmidos.

Para Sales (1993), do ponto de vista da degradação ambiental, os maiores problemas localizam-se nos maciços úmidos. Os maciços secos apresentam características próprias da situação verificada nas áreas sertanejas. Os maciços úmidos mais expressivos do Estado do Ceará são Baturité, Maranguape, Meruoca, Machado, Uruburetama etc.

O maciço residual Meruoca-Rosário

Localiza-se a oeste do rio Acaraú, inserido nos municípios de Sobral e Massapê. Possui comprimento e largura de 20 e 25 km, respectivamente, e formato que se assemelha a um losango. Seu relevo foi modelado, apresentando-se em forma de topos aguçados e vales em V (Figura 19),

Sua drenagem apresenta várias intensidades de aprofundamento. Ao leste, localizam-se os blocos que possuem relevos mais compactos, chegando a alcançar os 990m de altitude, apresentando vales muito profundos.

Tratando-se de sua estrutura, a Serra da Meruoca corresponde a um *stock* granítico limitado por prolongamentos de falhas que se dispõem, em sua maioria, na direção SW-NE, sendo o limite ocidental do Graben Jaibaras. A área de depressão sertaneja se estende até o interior desse maciço, através dos vales dos riachos Gabriel e Boqueirão. Este último divide

parte da serra em dois setores bem diferenciados ecologicamente: Meruoca Norte e Meruoca Sul, ou Rosário (Figura18).

Para Moreira e Gatto (1981), o setor norte da Serra da Meruoca está dissecado em formas aguçadas, com vales em V e encostas bastante ravinadas. Os vales são preenchidos por material de natureza coluvial, oriundo das vertentes íngremes.

Essa encosta norte oriental se situa ao nível de 750 m de altitude e encontra-se beneficiada por um regime de chuvas bem representativo e melhor distribuído. Possui estação chuvosa que se estende de janeiro a junho, chegando a atingir 1.400mm anuais. A drenagem possui padrão dentrítico e rios intermitentes, o que favorece o surgimento de um brejo de cimeira revestido originalmente por floresta, oferecendo assim boas condições naturais para a prática da atividade agrícola. Tem destaque as culturas de subsistência, principalmente de mandioca, feijão e milho, plantio de espécies frutíferas, especialmente de mangueiras, de bananeira e cajueiro.

A Serra da Meruoca ao sul, também conhecida como Serra do Rosário, possui características fisiográficas e ecológicas distintas daquelas encontradas no setor norte, assemelhando-se à depressão sertaneja. Observa-se ali uma diminuição significativa do regime de chuvas. O relevo foi dissecado em forma de cristas, assim como no norte, porém com topos mais rebaixados, menor amplitude entre os fundos dos vales e vertentes cobertas por matacões.

Destaca ainda Souza (1988) que, à base das encostas dos maciços secos, formam-se pequenas depressões intermontanas, que têm características análogas aos cones de detritos coalescentes. O material que as recobre é heterogêneo em termos granulométricos e morfoscópicos, indicando pequena capacidade seletiva das correntes de escoamento torrenciais.

Na Serra da Meruoca, de modo geral, predomina a morfogênese química paralela às profundas incisões da drenagem. Para Souza (1988), essa morfologia decorre dos processos areolares, que se completa pela presença de vales em V. Pequenos níveis embutidos de planícies alveolares são colmatados por depósitos aluviais e coluviais.

O processo desordenado e predatório de ocupação e exploração dos recursos naturais que se observa ao longo dos anos vem provocando a destruição desses ambientes, acarretando graves danos ecológicos e econômicos para a população local e para o Estado do Ceará.

A Serra da Meruoca, no geral, encontra-se em situação de grave degradação ambiental, causada pelo desordenado processo de ocupação. Ali, vive uma população rural que depende da terra e de seus recursos naturais para a sua subsistência.

Outra atividade que coloca em risco os recursos naturais da Serra da Meruoca ao lado da agricultura é a mineração, principalmente com a extração de granito. Para a SEMACE (1993), a mineração e suas atividades correlatas contribuem para a degradação do ambiente, por modificar a topografia regional, acelerar os processos erosivos, assorear e poluir os rios, causar poluição atmosférica, sonora, e afugentar espécies da fauna local.

As empresas de mineração lá se instalam, assim como a agricultura, sem nenhum apoio técnico e financeiro, o que contribui para o aumento significativo dos danos ao meio ambiente. Isso causa males aos próprios mineradores, que se expõem sem as mínimas condições de proteção e salubridade, adquirindo, assim, doenças que podem ser consideradas fatais, como a silicose, que advém dessa atividade.

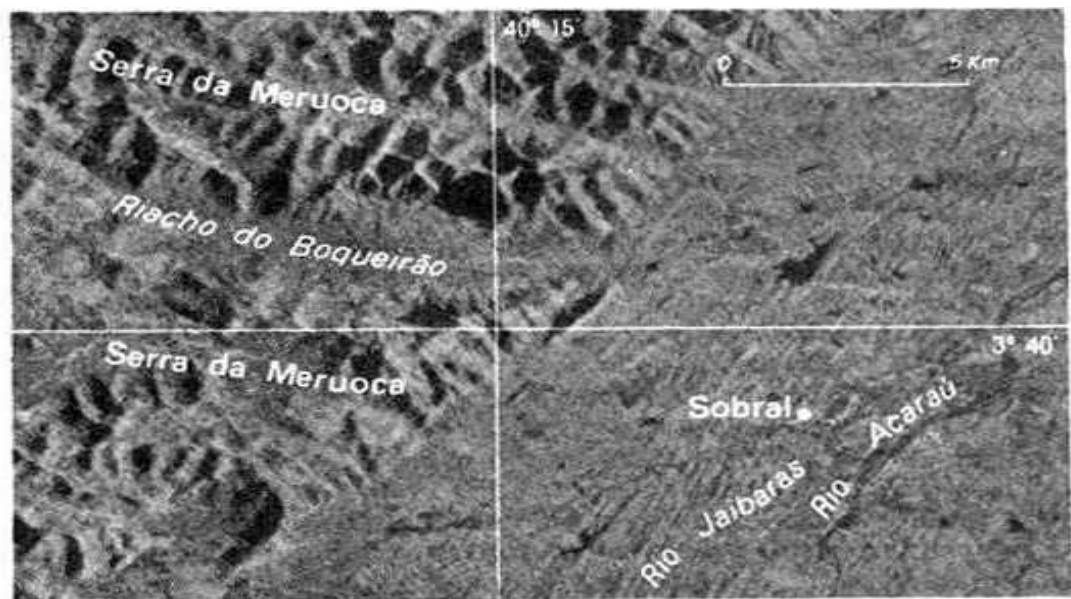


Fig. 2.9 — Serra da Meruoca.

Figura 18: Vale do Riacho do Boqueirão dividindo a Serra da Meruoca (Norte) e Meruoca Sul (Rosário).
Fonte: PROJETO RADAM BRASIL, 1981.

A depressão sertaneja

É a unidade geomorfológica de maior expressividade do Estado do Ceará, ocupando uma área de aproximadamente 60% do seu território. É formada por áreas planas e suavemente onduladas, encontrada entre os maciços e os planaltos sedimentares, com altitudes que não chegam a alcançar os 500m.

Estas áreas, de acordo com o Atlas Escolar do Ceará (2004), correspondem a grandes superfícies de aplainamentos que foram trabalhadas sob condições climáticas semi-áridas. Na depressão sertaneja, o trabalho erosivo foi intenso, rebaixando o relevo, principalmente nas áreas de rochas de menor resistência.

A grande parte dessa unidade geomorfológica localiza-se sobre terrenos cristalinos, com algumas pequenas exceções de pequenas bacias sedimentares. Nas áreas aplainadas da depressão aparecem, de forma isolada ou em pequenos grupos, alguns relevos residuais, como serras e inselbergues, quebrando assim a monotonia da paisagem sertaneja.

A depressão sertaneja se caracteriza ainda por apresentar períodos de secas prolongadas, altas taxas de evaporação, alternados períodos de chuvas irregulares no espaço e no tempo. Nessas áreas, o intemperismo físico é predominante.

A depressão sertaneja de Sobral é constituída geologicamente por rochas do complexo cristalino do Pré-Cambriano Indiviso. Constitui uma área de depressão periférica e interplanáltica, submetida a processos de pedimentação. Possui altitude variando entre 80 e 400m, apresentando formas deprimidas, com superfícies erosivas planas ou ligeiramente dissecadas. Nas áreas mais baixas, encontram-se ainda Planícies e Terraços Fluviais com cotas altimétricas variando entre 0 e 40m, o que constitui as áreas de acumulação. Nela também estão inseridas formas residuais, como inserbergs, além da serra do Rosário.

A Depressão sertaneja apresenta vales amplos, predominando arranjo espacial da rede de drenagem com padrão dendrítico, condicionado principalmente pelas rochas cristalinas. A densidade de rios é inferior à dos maciços cristalinos.

A sede do Município de Sobral está situada a 70m acima do nível do mar. O relevo é plano na depressão sertaneja e na planície fluvial do rio Acaraú, situando-se os relevos mais acidentados (de maior altitude) nas sub-regiões do maciço residual: ao norte, a serra da Meruoca (Sobral e Meruoca) e ao noroeste a serra do Rosário (Distrito do Jordão), onde se localiza o aterro sanitário de Sobral.

A Planície Fluvial

A planície fluvial do rio Mucambinho constitui áreas de acumulação, também conhecida como área de várzeas. São áreas de relevo plano, com altitudes variando de 0 a 180m, que resultaram de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário; formadas por sedimentos argilosos, siltosos e arenosos. Estes sedimentos estão dispostos em faixas mais ou

menos estreitas, que se dispersam ao longo das margens dos cursos d'água como rios e riachos. São áreas planas, de pouca representatividade espacial e sujeitas a inundações periódicas, porém, de grande significado socioeconômico.

Surgem, também, como áreas de exceção, pois são dotados de potencialidades naturais, dentre elas: solos de boa fertilidade natural, boa disponibilidade hídrica sendo, portanto, favoráveis ao desenvolvimento de várias atividades, como a agricultura e a pecuária, o que contribui decisivamente para o adensamento da população (ATLAS ESCOLAR DO CEARÁ, 2004).

Para Christofolletti (1980), a planície fluvial é a faixa do vale fluvial formada de sedimentos aluviais que bordejam o curso de água e, periodicamente, é inundada pelas águas de transbordamento provenientes do rio.

A planície fluvial do rio Mucambinho acompanha longitudinalmente os seus maiores coletores de drenagem, como o riacho Boqueirão e São Miguel e o próprio rio Mucambinho, onde tende a assumir maiores larguras nos baixos vales.

O rio Mucambinho e seus afluentes possuem suas nascentes no Maciço Residual da Meruoca, drenando em grande parte terrenos do embasamento cristalino. A montante e a planície têm larguras inexpressivas. Para jusante, no médio e baixo curso, a faixa de deposição é ampliada pela diminuição significativa do gradiente fluvial.

Apresenta, a partir do perfil transversal, após o talvegue, uma sequência bem setorizada de feições, como: “área de vazante”, “várzea baixa” e “várzea alta”. A área de vazante é integrada pelo talvegue e pelo leito menor do rio, sendo delimitada por diques marginais mantidos por vegetação de porte arbóreo. Por possuir um leito fluvial de pequena expressão, o leito menor mede aproximadamente quatro metros. Essa característica pode ser justificada pelas condições naturais da área, como a própria litologia; que exerce influência sobre a capacidade de infiltração ou escoamento superficial; a temperatura; evapotranspiração, dentre outras. Na área urbana, o rio Mucambinho não possui afluentes significativos, portanto, a capacidade de manter a lâmina d'água correndo tem uma duração de quatro meses, sobretudo na época das chuvas. No restante do ano, em época de seca, o canal é abastecido por ligações de esgotos clandestinas.

A largura da vazante depende do regime fluvial que, também, é ampliada no médio e baixo curso. A montante e a largura da vazante apresentam diminuição significativa.

No baixo curso, na desembocadura do rio Mucambinho, o traço mais evidente do setor de vazante é formado por bancos de areia que separam os canais de divagação, onde o fluxo hídrico é bastante lento. A velocidade das águas de um rio, conforme Christofolletti (1980), depende de fatores como: declividade, volume de água, viscosidade da água, largura, profundidade e forma do canal e da rugosidade do leito. A velocidade e a turbulência estão diretamente relacionadas com o trabalho que o mesmo executa, isto é: erosão, transporte e deposição de detritos.

Para Souza (1988), a várzea é a área típica da planície, e sua ocupação pelas águas só acontece nos períodos de chuvas abundantes e que daí se observa também a ocupação do leito maior periódico e às vezes, do leito maior excepcional.

As áreas de várzea da planície fluvial do rio Mucambinho, na zona rural, são caracterizadas pela presença de cobertura vegetal, que apresenta como vegetação predominante a mata galeria, contrastando com a vegetação caducifólia e de baixo porte da depressão sertaneja. São caracterizadas ainda pela presença de solos mais desenvolvidos, sendo aproveitados para as culturas de vazante, como o capim, que é utilizado como alimento para o gado.

Na zona urbana, esses setores são de difícil observação; pela forma inadequada de uso e ocupação do solo recobrando essas áreas e pela obra de canalização do rio Mucambinho, após o bairro Terrenos Novos, até a sua desembocadura na confluência do rio Jaibaras com o rio Acaraú, mais precisamente no bairro Tamarindo.

Na zona rural, estas áreas são bastante aproveitadas para a agricultura de várzea e de subsistência, plantio de frutíferas e para a pecuária. Nos períodos secos, são muito exploradas para a indústria da construção civil, com a retirada de areia, causando sérios problemas. São áreas de intensas atividades agrícolas, porém as inundações sazonais se constituem como um fator limitante à utilização da terra, sendo atenuado, portanto nos períodos de estiagem.

Na zona urbana, essas áreas encontram-se bastante ocupadas, na sua maioria por uma população de baixo poder aquisitivo, que não dispõe de alternativas de moradia. Estas áreas periodicamente estão sujeitas a inundações, trazendo sérios riscos a estas comunidades que ali residem. Essas unidades geomorfológicas podem ser observadas no Mapa da Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho (Figura 19) e descritas em síntese da geologia e geomorfologia da área em estudo.

GEOLOGIA			GEOMORFOLOGIA		
Unidades Estruturais		Idade Geológica	Litologia	Domínios Morfoestruturais	Sub Compartimentação do Relevo
Aluviões		HOLOCENO QUATERNÁRIO	Arenitos, cascalhos e argila com matéria orgânica em decomposição.	Depósitos Sedimentares	Planície Fluvial, várzeas e áreas de inundações temporárias do rio Mucambinho
Grupo Jaibaras	Formação Aprazível ou Parapuí	CARBONO ORDOVICIANO.	Conglomerados brechóides, ardesitos e diabásios e seixos de vulcanismo;	Domínio dos Escudos Antigos	Depressão sertaneja dissecada e terraços do rio Mucambinho, próximo à confluência com o rio Jaibaras
	Formação Pacujá		Arenitos, metasiltitos.		
	Formação Massapê		Conglomerados brechóides.		
Granito Meruoca		CAMBRIANO	Granito, biotita-homblenda-granitos e granófiros, riolitos, granito pórfiro, quartzo arenito.		Maciço Residual da Serra da Meruoca
Vulcanismo Parapuí			Riolitos, riocacitos, andesitos e basaltos		Depressão sertaneja próxima a desembocadura na confluência do rio Jaibaras com o rio Acaraú.
Grupo Ubajara	Formação Coreaú	CAMBRIANO	Grauvacas arcósios, arenitos finos e ornfels.		Depressão sertaneja próxima ao Maciço Residual da Meruoca
	Formação Frecheirinha		calcário azulado e ornfels;		
	Formação Trapiá		arenito fino, silito filitoso e hornfels		
	Formação Caiçaras		ardósias, quartzito e hornfels		
Grupo Martinópole	Formação São José	CAMBRIANO	Quartzitos	Depressão sertaneja próxima a desembocadura na confluência do rio Jaibaras com o rio Acaraú.	
	Formação Caiçaras	SUPERIOR	Xistos		
	Formação Santa Terezinha).		Filitos		
Complexo Nordeste		PRÉ-CAMBRIANO (Inferior a médio)	Migmatitos homogêneos e heterogêneos, biotita-homblenda-gnaisses, granada gnaisses, anfíbolitos, calcários cristalinos, termos calcisilicatados e rochas graníticas e dioríticas. zonas de intensa		

Quadro 01: Síntese da Geologia e Geomorfolgia da área em estudo, adaptado de BRASIL, 1981.

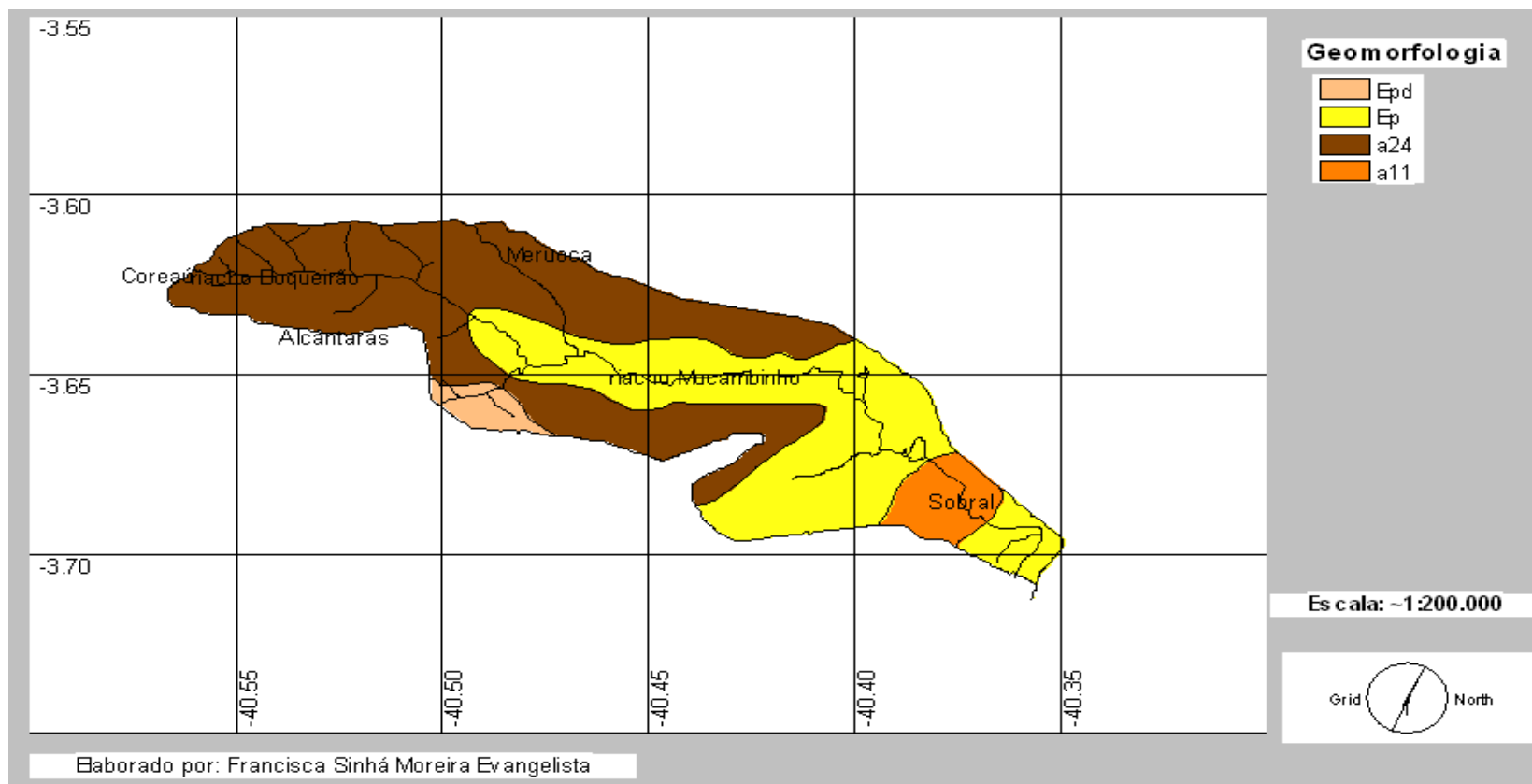


Figura 19: Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho (RADAMBRASIL, 1981).

TABELA 02: Unidades Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Legenda	Unidades Geomorfológicas	% de Ocorrência
Ep _d	Pedimento	2,83 %
Ep	Superfície Pediplanada	39,05 %
a 24	Forma de dissecação aguçada forte	52,64 %
a 11	Forma de dissecação aguçada muito fraca	5,47 %

Fonte: RADAMBRASIL, 1981.

4.2.3 O clima e os recursos hídricos

O Estado do Ceará assim como o Nordeste brasileiro se caracteriza principalmente pela semi-aridez do seu clima. Esse território está sujeito a diferenças climáticas que se configuram pela má distribuição e fortes irregularidades espaço-temporal das precipitações, sendo esta a principal característica do seu regime pluviométrico que na sua grande maioria, é baixo e varia de 500 a 1.800 mm anuais, durando de 3 a 5 meses o seu período chuvoso.

A precipitação pluviométrica é considerada o elemento de maior importância na definição do quadro climático das áreas semi-áridas, sendo a quantidade de chuvas e o seu ritmo mensal suas características mais relevantes (RIBEIRO e GONÇALVES, 1981).

O clima semi-árido possui ainda como características marcantes: elevadas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, baixos índices de nebulosidade, forte insolação, elevadas taxas de evaporação, excesso ou escassez, antecipação ou retardamento das chuvas.

A semi-aridez no clima do Nordeste e do Ceará é causada, mormente, pelo seu posicionamento geográfico frente aos sistemas de circulação atmosférica. Conforme Bezerra, E. Bezerra, J. e Mendes (1997), “A circulação geral da atmosfera é um dos fatores de relevante importância na diferenciação climática existente em toda a superfície do globo”.

A circulação atmosférica do Estado do Ceará funciona em torno de sistemas meteorológicos, como os alísios de SE (vinculado à atuação do Anticiclone do Atlântico Sul), a ZCIT; e sistemas secundários, como os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), as Ondas de Leste, as Linhas de Instabilidades Tropicais, os Complexos Convectivos de Meso-Escala (CCM's) e a Frente Polar Atlântica. Embora esta atue de forma indireta. Tem-se ainda a atuação da Equatorial Continental, na porção do extremo oeste do Estado do Ceará. De

acordo com Monteiro (1974) *apud* Bezerra *et al.* (1997), os alísios, condicionados pelo Anticiclone do Atlântico Sul, seria o sistema mais atuante na região, o que explicaria a tendência à condições de estabilidade dominante.

São os alísios de E-SE impulsionados pelo referido sistema de alta pressão, que formam os estados de bons tempos. Esses ventos penetram no Estado do Ceará em todo o ano, porém com maior intensidade entre junho e janeiro. Porém, essa estabilidade do tempo é modificada pela invasão dos sistemas que causam instabilidade e chuvas, sendo no litoral, nas serras e no mês de abril sua maior atuação.

A ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) se constitui no sistema de maior importância para produção da Chuva no Estado do Ceará e, portanto, na área em estudo. É caracterizada por apresentar-se em constantes deslocamentos nos dois hemisférios, o que causa as chuvas de verão-outono com totais mais elevados no mês de abril. As precipitações provocadas por esse sistema são chuvas do tipo convectivas e notadamente torrenciais.

No litoral, outros sistemas são também importantes: os VCANs que geram chuvas em janeiro; as Ondas de Leste nos meses de junho e julho, as Linhas de Instabilidades e os Complexos Convectivos de Meso-escala. As repercussões das Frentes frias também influenciam em chuvas no Estado, principalmente no Cariri (ZANELLA, 2007).

Na área específica em estudo, a ZCIT se constitui no sistema produtor de chuvas mais importantes. Fatores geográficos, como a altitude e disposição do relevo, contribuem para as diferenciações dos totais pluviométricos observados na área.

A Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho apresenta uma acentuada irregularidade na distribuição das chuvas. Essa irregularidade é função das características da circulação atmosférica e oceânica, podendo-se incluir também as condições geográficas locais. As maiores precipitações são observadas nos municípios do Maciço Residual da Meruoca, Alcântaras e Meruoca e ainda em Sobral, por esta receber influência direta da Serra da Meruoca. A pluviosidade é menor no município de Coreaú, próximo as nascentes do rio.

Na área em estudo, a bacia hidrográfica drena parcialmente quatro municípios: Alcântaras, Coreaú, Meruoca e Sobral. Os índices pluviométricos são variados com médias anuais em torno de 1437,28mm no município de Meruoca e 908,76mm Alcântaras (região serrana). Verifica-se uma diminuição significativa nas áreas de depressão sertaneja com médias de 1030mm em Coreaú e 878,38mm em Sobral.

O clima predominante da região, de acordo com Thortuaeit, é do tipo semi-árido, que se caracteriza pela escassez e fortes irregularidades espaço-temporal de pluviosidade. É marcado pela ocorrência de dois períodos definidos pela quadra chuvosa: um seco e longo, e outro período chuvoso. Esse clima se caracteriza ainda por apresentar forte insolação, com altos índices de evaporação, baixa umidade relativa do ar e temperaturas elevadas, na maior parte do ano.

Recursos Hídricos

O regime hidrológico do Estado do Ceará está diretamente ligado ao seu regime pluviométrico, que é caracterizado pela má distribuição espaço-temporal de chuvas, e as condições geológicas das áreas onde estão localizadas as várias bacias hidrográficas.

O comportamento dos rios do Ceará não difere muito uns dos outros, a não ser pelas particularidades que são causadas pelas condições pluviométricas, rede hidrográfica e pela vegetação. Todos esses elementos contribuem para certa variabilidade dos escoamentos e para a forma de curva de recessão ou ainda, podem estar ligados à ocorrência de cheias violentas desses rios.

No “inverno”, com a presença de chuvas, o escoamento ao longo dos canais dos rios é considerável, porém, no período de estiagem verifica-se total esgotamento das lâminas d’água, principalmente nos rios localizados em áreas de solos cristalinos.

Segundo Leite *et al.* (1997), no geral os cursos d’água naturais são intermitentes, apresentando um número elevado de meses com escoamento nulo alcançando em média 6 a 7 meses. O menor número de meses sem escoamento é mostrado pelos rios que têm sua bacia em terrenos porosos.

Os recursos hídricos do Estado do Ceará estão comprometidos principalmente com a escassez e irregularidade da pluviosidade, aliado ao fato de que a geologia cearense é representada em quase totalidade por rochas cristalinas, sendo apenas uma pequena parte sedimentos. Os recursos hídricos superficiais são a principal fonte de suprimento de água, apesar da grande importância dos aquíferos subterrâneos.

A área em estudo, a bacia hidrográfica do rio Mucambinho, é formada pelo Mucambinho e seus afluentes, sendo este rio um dos afluentes do Acaraú. O rio Acaraú é um dos principais do Estado e o mais importante da região Norte. Sua bacia hidrográfica perfaz uma área aproximada de 14.000 km² e cerca de 10% de toda a área do Estado. Limita-se ao

sul com a Serra do Calogi, a Sudeste com a Serra do Machado, a sudoeste com a linha da *front da cuesta* da Ibiapaba e a noroeste com o Maciço de Carnutim/Meruoca-Rosário.

O principal rio da Bacia do Acaraú é o Acaraú, que nasce na Serra das Matas, no Município de Monsenhor Tabosa, deságua no oceano Atlântico e tem como principais afluentes o riacho dos Macacos e o rio Groaíras.

O rio Mucambinho é um rio temporário, o qual só apresenta volume de água na estação chuvosa, sendo o seu leito interrompido no período de estiagem. Nasce na Serra da Meruoca e deságua no rio Acaraú na sede do Município de Sobral, tendo o médio e baixo curso percorrendo a zona urbana dessa cidade, nos bairros Tamarindo, Santa Casa, Dom José (Alto Novo), Cidade Dr. José Euclides (Terrenos Novos), Vila União, Domingos Olímpio, Pe. Ibiapina e Pe. Palhano, respectivamente.

Na área em estudo foi constatada a presença de apenas dois açudes: o do Boqueirão, na localidade de Boqueirão e o açude Mucambinho, no Bairro Terrenos Novos em Sobral, próximo à lagoa do Mucambinho. Estes açudes não possuem o aproveitamento de água no período seco desejado. O primeiro, por não sustentar o volume de água coletado e pela falta de água nos meses de estiagem. O segundo, por não apresentar condições para o consumo humano.

A água para o consumo da população rural da área em estudo é proveniente de pequenos poços e cacimbas construídas no leito do rio. Vale destacar que esses cursos d'água passam a maior parte do ano sem água.

Já a população urbana é abastecida por grandes açudes de água tratada pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) e SAAE (Sistema de Tratamento de água e Esgoto), vide quadro 02.

AÇUDES	MUNICÍPIOS	CAPACIDADE (mil m ³)	VOLUME (mil m ³)	
			Estação passada	chuvosa Atual
Ayres de Souza	Sobral	104,430	104,430	94,639
Sobral	Sobral	4,675	4,675	4,361
Coreaú	Coreaú	297,090	269,614	252,328
Angicos	Coreaú	56,050	56,050	49,818
Diamante	Coreaú	13,200	9,150	11,148
Trapiá II	Coreaú	5.510	3,990	4,433
Patos	Sobral	7,550	3,764	6,372
Santo Antonio do Aracatiaçu	Sobral	24,340	11,968	21,374
Santa Maria de Aracatiaçu	Sobral	8,200	1,464	6,786

Quadro 02: Distribuição dos açudes por municípios. **FONTE:** COGERH, 2008.

4.2.4 Classes de solos e cobertura vegetal

O estudo do solo para um trabalho dessa natureza é importante, pois é por meio de análises detalhadas desse elemento natural que se torna possível identificar as suas potencialidades, fragilidades e detectar vários problemas diretamente ligados à sua utilização.

Dentre os principais problemas ligados ao solo, estão a erosão, a perda da fertilidade natural, dentre outros. Esses problemas geralmente trazem consigo muitos prejuízos de ordem ambiental e financeira, podendo inviabilizar muitas vezes a produção, o que acarreta prejuízos para o meio ambiente e também para o produtor.

Grande parte do Estado do Ceará é composta por solos rasos em algumas áreas, com rochas que afloram, limitando muitas vezes a sua utilização. O processo de análise e identificação dos solos é realizado por meio do exame morfológico cuidadoso do perfil, estudo sobre vegetação, relevo, litologia e uso do potencial da terra.

Em geral, os solos encontrados na área da bacia hidrográfica do rio Mucambinho encontram-se degradados. Essa degradação é justificada pela forte presença de desmatamentos, queimadas associadas a práticas inadequadas de uso, acarretando assim uma diminuição da sua produtividade, fazendo com que o homem utilize práticas de correção de solos também inadequadas, como o uso de adubos e fertilizantes.

Em relação à erosão dos solos, quando se trata de regiões ribeirinhas, a problemática é agravada. Pois quanto maior o aporte de sedimentos no espelho d'água, menor será a vida útil do rio, tornando-se de fundamental importância o estudo da erosão e a quantificação das taxas de sedimentos na área da bacia.

A área em estudo é composta por diversos tipos de solos. Essas diversidades de tipos são causadas por alguns fatores como o clima, agentes biológicos, rocha matriz, ação do relevo e o tempo decorrido, sendo a ação do clima e da rocha matriz os principais fatores que determinaram a formação desses solos aqui encontrados.

Os principais tipos de solos encontrados na bacia hidrográfica do rio Mucambinho são os Podzólicos, Vermelho-Amarelo, Eutrófico (ARGISSOLOS), Litólicos (NEOSSOLOS LITÓLICOS), Planossolo Solódico e Solonetz Solodizado (PLANOSSOLOS), Bruno Não-Cálcico (LUVISSOLOS) e os Aluviões (NEOSSOLOS FLÚVICOS). Para a caracterização desses, recorreremos às informações analíticas existentes no Levantamento Exploratório – Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará - Vol. 1 (MA. SUDENE, 1973) e classificados de acordo com a nova nomenclatura da EMBRAPA/SOLOS (1999).

De acordo com os tipos de solos encontrados, a cobertura vegetal estará associada, esta por sua vez foi baseada em Fernandes (1990). A vegetação de caatinga predomina na depressão sertaneja, enquanto a mata seca e úmida prevalece no Maciço Residual.

De acordo com a EMBRAPA (1999), os **Argissolos** (Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutrófico) compreendem solos constituídos por material mineral, que têm como características diferenciais a argila de atividade baixa e horizonte B textural (Bt), imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte superficial, exceto o hístico, sem

apresentar, contudo, os requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes dos Alissolos, Planossolos ou Gleissolos.

Parte dos solos desta classe apresenta um evidente incremento no teor de argila, com ou sem decréscimo do horizonte B para baixo no perfil. A transição entre os horizontes A e Bt é usualmente clara, abrupta ou gradual.

São de profundidade variável, desde forte e imperfeitamente drenados, de cores avermelhadas ou amareladas e, mais raramente, brunadas ou acinzentadas. A textura varia de arenosa à argilosa no horizonte A, e de média a muito argilosa no horizonte Bt, sempre havendo aumento de argila daquele para este.

São forte e moderadamente ácidos, com saturação por base alta ou baixa, predominantemente caulínísticos e com relação molecular Ki variando de 1,0 A 2,3, em correlação com baixa atividade das argilas. Apresentam ainda, os seguintes requisitos:

- Horizonte plúntico, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.
- Horizonte glei, se presente, não está acima e nem é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural.

Na área em estudo, principalmente nas áreas mais elevadas onde as cotas alcançam os 800m, os argissolos encontram-se recobertos por uma vegetação de floresta subperenifólia tropical plúvio-nebular, onde predomina espécies de Babaçu (*Orbignya martiana*), Cedro (*Cedrela odorata*), Mororó (*Bauhinia macrostachya*), Jatobá (*Hymenaea courbaril*) e o Pau D'arco Amarelo (*Tabebuia serratifolia*), favorecidas pela ocorrência da precipitação em forma de névoa na maior parte do ano. Fernandes (1990) divide essa vegetação florestal em três extratos: um superior (árvores de 15 a 20 m de altura), um intermediário (arvoretas e arbustos de 3 a 5 metros) e um inferior (com subarbustos e espécies herbáceas).

Os **Neossolos Litólicos** (Solos Litólicos) são encontrados, principalmente, no sopé da Serra da Meruoca. Compreendem solos rasos (profundidade igual ou inferior a 50 cm), com fraca evolução pedológica, textura arenosa ou média e normalmente cascalhenta; drenagem variando de moderada à acentuada. No geral, apresenta um horizonte A existente diretamente sobre a rocha – R, ou sobre a camada de alteração desta. Possuem pedregosidade ou rochividade na superfície e frequentemente são encontrados associados com afloramentos rochosos.

Quanto à química, podem ser eutróficos (alta fertilidade natural) ou distróficos (baixa fertilidade natural), com reação variando de fortemente ácido a quase neutro.

Possuem grandes limitações quanto ao uso agrícola devido a vários fatores, como: alta susceptibilidade à erosão, pedregosidade, rochiosidade, pouca profundidade e falta de água. São formados a partir de materiais de várias rochas, de formações geológicas diversas, como: gnaisses, granitos, migmatitos, arenitos, folhelhos, entre outras.

Estes solos encontram-se recobertos por uma vegetação de caráter caducifólio, predominando espécies da caatinga arbustiva

A vegetação xerófila é um tipo vegetacional característico das serras secas, especialmente nas isoladas de encostas íngremes. São encontradas também nos flancos das demais serras elevadas, onde se desenvolve uma vegetação caducifólia de caráter xerófilo, denominada de caatinga.

Nas partes mais elevadas são encontradas espécies da caatinga alta, seguida inferiormente pela caatinga baixa, que é predominante, dando assim continuidade àquela da depressão sertaneja. As espécies mais encontradas foram o Angico (*Anadenanthera macrocarpa*), Aroeira da Serra (*Astronium urundeuva*), Imburana (*Bursera leptophloeos*), Juazeiro (*Caesalpinia ferrea*), Jurema Preta (*Mimosa caesalpinifolia*), Mandacaru (*Cereus jamacaru*), Marmeleiro (*Croton sonderianus*), Pau Branco (*Auxemma oncocalyx*), Pau d'arco Amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e Pereiro (*Tabebuia serratifolia*).

Os **Planossolos** (Planossolo Solódico e Solonetz Solodizado) se encontram distribuídos nas áreas de relevo plano e suave ondulados, ocupando as partes mais baixas da depressão sertaneja e ainda nas áreas de várzea, onde há condições favoráveis ao acúmulo de sódio. São solos rasos ou pouco profundos, que se caracterizam por apresentar perfis com horizontes A e E; ou mesmo desprovido de E, com textura arenosa sobre um horizonte Bt, às vezes em forma de colunas, de textura média ou argilosa. Em geral, são imperfeitamente drenados, de cores acinzentadas e amarelo-claro acinzentadas. Quanto à química, possuem de média a alta sua saturação por bases, apresentando elevado teor de sódio no horizonte B, com valores entre 6 e 15 % (característica solódica), mas também acima de 15%. Por apresentar estes valores, possuem caráter solódico, reação alcalina e a condição de solo halomórfico (salino).

Por possuírem condições físicas e químicas desfavoráveis e ainda deficiência hídrica, apresentam fortes limitações ao uso agrícola, sendo aproveitados, portanto para uso na pecuária e pastagens.

São originados, principalmente, de materiais provenientes da alteração de rochas gnáissicas e migmatitos. Em superfície são influenciados, às vezes, por recobrimento de material pedimentar. São recobertos, mormente, por vegetação de Caatinga Arbustiva e Vegetação de Várzea.

Os **Luvissolos** (Bruno Não Cálculo) são encontrados com maior frequência nas partes mais rebaixadas. Compreendem solos minerais, não-hidromórficos, com horizonte B textural ou B nítico, com argila de atividade alta e saturação por base alta, imediatamente abaixo do horizonte A fraco ou moderado ou horizonte E.

Estes solos variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos (60 a 120 cm), com sequência de horizontes A, Bt e C, e nítida diferenciação entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura entre os mesmos. A transição para o horizonte B textural é clara ou abrupta em todos os casos, podendo apresentar pedregosidade na parte superficial e o caráter solódico ou sódico, na parte subsuperficial.

O horizonte Bt é de coloração amarelada e, menos frequentemente, brunada ou acinzentada. A estrutura é usualmente em blocos, moderada, fortemente desenvolvida ou prismática, composta de blocos angulares e subangulares.

São moderadamente ácidos e ligeiramente alcalinos, com teores de alumínio extraíveis baixos ou nulos, com valores elevados para a relação molecular Ki no Bt, normalmente entre 2,4 e 4,0. Denotando presença, em quantidade variável, mas expressiva, de argilominerais do tipo 2:1.

Definem-se como solos constituídos por material mineral com argila de atividade alta, saturação por base alta e horizonte B textural ou B nítico imediatamente abaixo de horizonte A fraco, ou moderado, ou horizonte E, e satisfazendo os seguintes requisitos:

- Horizonte plúntico, se presente, não está acima ou não é coincidente com a parte superficial do horizonte B textural ou B nítico;
- Horizonte glei, se ocorrer, não está cima do horizonte E textural ou B nítico e se inicia após 50 cm de profundidade, não coincidindo com a parte superficial destes horizontes.

São revestidos especialmente por espécies da caatinga arbustiva, caracterizando-se por vegetação espinhosa, garrancheira, que representam mecanismos de defesa em virtude da forte limitação hídrica.

Os **Neossolos Flúvicos** (Solos Aluviais) são encontrados percorrendo toda a calha do rio Mucambinho. Constituem solos poucos evoluídos, variando de profundos a muito profundos, possuindo um perfil que comumente apresenta um horizonte A sobreposto ao horizonte C, quase sempre composto por uma sequência de várias camadas que se diferenciam mais pela textura e granulometria, sem guardar entre si relações genéticas.

Esses solos possuem alta fertilidade natural, por isso são dotados de elevado potencial ao uso agrícola, o que os torna bastante utilizados, inclusive com sistemas de irrigação.

Ocupam as partes marginais dos cursos d'água, preferencialmente em áreas de várzea, formados por sedimentos que não se consolidaram, como argila, silte e areias que são originados de deposições fluviais quaternárias.

São constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso, com menos de 30cm em consequência da baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos que não conduziram, ainda, modificações do material originário, de características do próprio material, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química e do relevo que podem impedir ou limitar a evolução desses solos.

Possuem sequência de horizonte: A-B, A-C-B, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C tipos de horizontes superficiais, incluindo o horizonte O ou H hístico, com menos de 30 cm de espessura, quando sobrejacente à rocha ou a material mineral.

Alguns solos têm horizonte B com fraca expressão dos atributos (com estrutura ou acumulação de minerais secundários e/ou colóides), não se enquadrando em qualquer tipo de horizonte B.

São revestidos por mata galeria (AB' SABER, 1974) ou, regionalmente, por floresta mista dicótilo-palmácea (FERNANDES, 1990), representadas expressivamente na área em estudo pela oiticica (*Licania rígida Benth*) e carnaúba (*Copernícia prunifera*).

Na Serra da Meruoca, os solos são utilizados com culturas cíclicas (milho e feijão), café em coco, fumo em folha, mandioca, citricultura (laranja), fruticultura (manga, mamão, banana), horticultura, cana-de-açúcar, pastagem natural e artificial.

Nas áreas de várzea da depressão sertaneja são cultivadas principalmente culturas cíclicas como o milho e o feijão e ainda algumas frutíferas como a banana, o mamão, dentre outros.

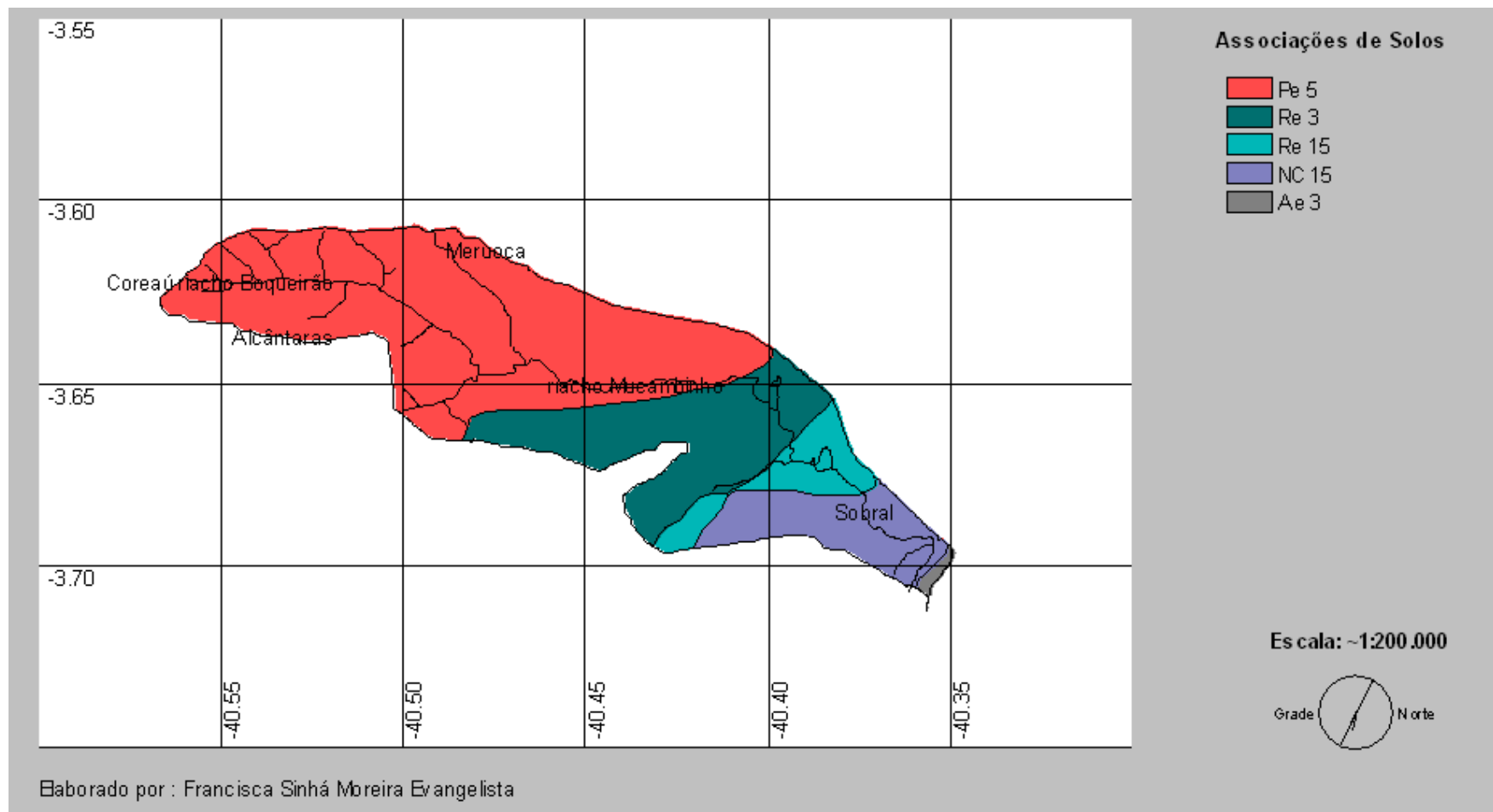


FIGURA 20: Solos da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho (JACOMINE, 1973).

TABELA 03: Associações de solos da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Tipos	Associações	% de Ocorrência
Pe 5	Podzólico vermelho amarelo eutrófico equivalente A moderado + Podzólico vermelho eutrófico equivalente A chernozênico + afloramento de rochas	58,04 %
Re 3	Solos litólicos eutróficos + afloramentos de rochas + podzólico vermelho amarelo equivalente eutrófico	23 %
Re 15	Solos litólicos eutróficos + planosol solódico	7,1 %
NC 15	Bruno não cálcico indiscriminado + solos litólicos + planossolos + solonetz solodizado	11,42 %
Ae 3	Solos aluviais eutróficos + solos halomórficos indiscriminados + planosol solódico	0,51 %

FONTE: JACOMINE, 1973.

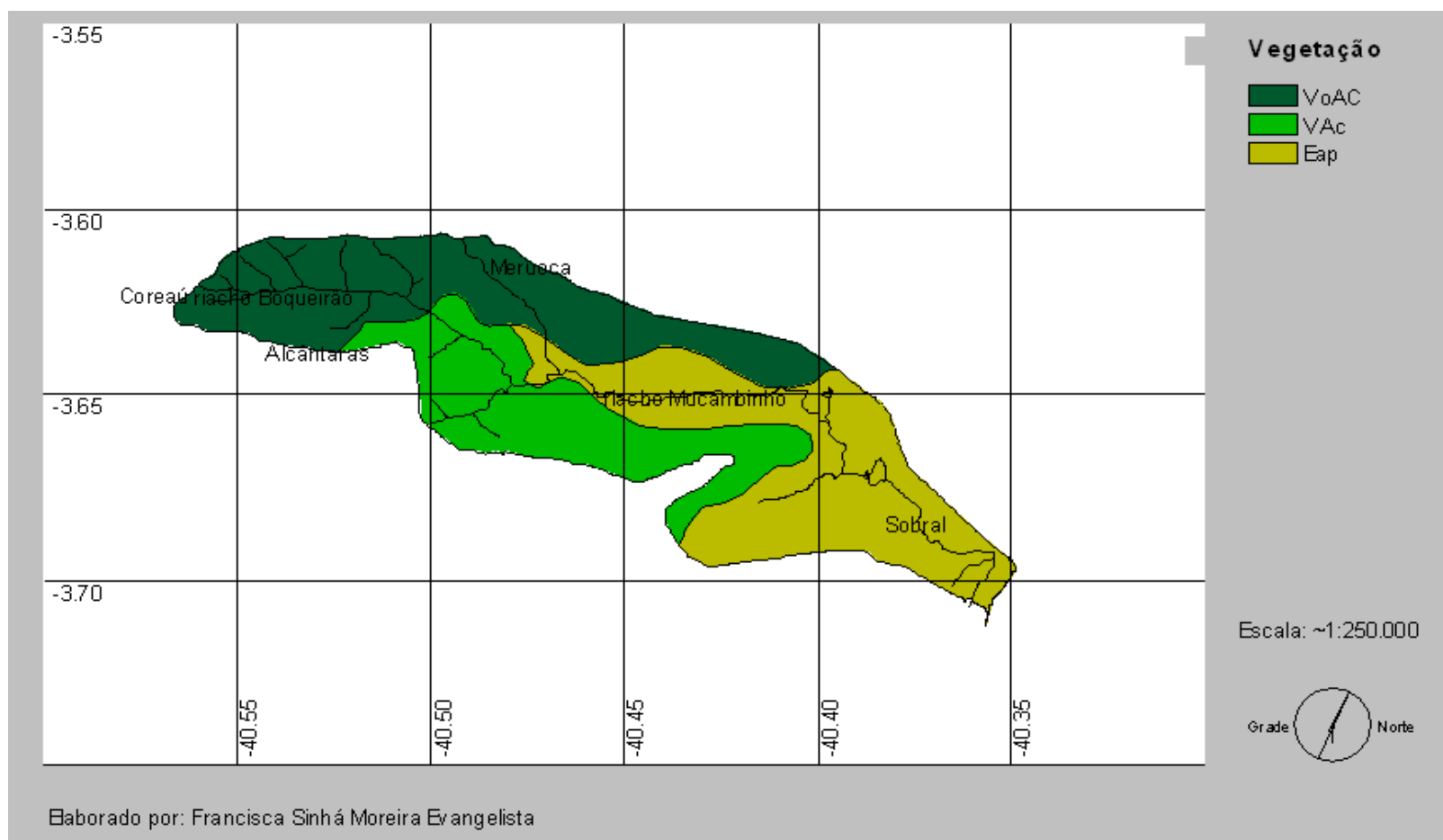


Figura 21: Vegetação da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho (RADAM BRASIL, 1981).

TABELA 04: Tipos de cobertura vegetal e percentual de ocorrência na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Legenda	Cobertura Vegetal	% de ocorrência
VoAc	Floresta Ombrófila Aberta	35,02 %
VAc	Floresta Estacional Semidecidual – Agricultura cultura cíclica	26,63 %
Eap	Caatinga Arbórea Aberta com Palmeira	38,44 %

Fonte: RADAMBRASIL, 1981.

4.2.5 Fauna

A fauna possui uma grande importância social, econômica, ambiental e ornamental. Ela fornece alimentos, medicamentos, couro, pele, penas, peças ornamentais, além de servir de lazer, através da criação de animais domésticos. É a fauna que constitui a principal fonte de proteína animal da população sertaneja do Nordeste semi-árido. Os animais silvestres fornecem alimento às populações famintas durante os grandes períodos de estiagem, através da caça e da pesca.

Assim como a flora, a fauna é também responsável pelo equilíbrio ambiental. Grande parte da população, quando pensa em conservação da natureza, exclui a fauna como se a flora pudesse existir por si só, e que somente ela pode trazer benefícios ao ser humano. Essa idéia tem acarretado, nos dias atuais, uma grande eliminação dos últimos refúgios de vida silvestre.

A Serra da Meruoca é considerada um refúgio natural de algumas espécies regionais, em consequência do índice elevado de desmatamento seguido de queimadas na Depressão Sertaneja ao longo de muitos anos. De acordo com pesquisa realizada no local, entre as espécies mais encontradas, podemos citar: o sapo-cururu (*Bufo sp.*), a cutia (*Dasyprocta agouti*), paca (*Cuniculus paca*) já extinta, tatú-peba (*Euphractus sexcinctus*), macaco-prego (*Cebus apella*), onça-vermelha (*Felis concolor*), raposa (*Cerdocyon thous*), mocó (*Kerodon rupestris*), dentre outras.

Dentre as espécies de aves na Serra da Meruoca, encontramos o beija-flor de diversas espécies, como: beija-flor (*Chrysolampis mosquitus*), beija-flor (*Thalurania furcata*), beija-flor (*Chlorostilbon aureoventris*), galo-campina (*Paroaria dominicana*), corrupeção-da-mata (*Pipra fasciicauda*), sabiá-da-mata (*Turdus leucomelas*), azulão (*Molothrus bonariensis*) dentre outras.

Para a SEMACE (1993, p.43), a avifauna desempenha um papel muito importante no controle de insetos, na polinização de diversas espécies vegetais, na dispersão das mesmas, sendo algumas ainda utilizadas como fonte de alimento e de proteínas para os habitantes da região.

A avifauna é fortemente ameaçada pela degradação ambiental, principalmente pelo intenso desmatamento, poluição por inseticidas, destruição dos seus habitats e pela caça indiscriminada para a comercialização das espécies.

Como répteis encontrados na Serra da Meruoca, podemos citar: cobra-de-veado ou jibóia (*Boa constrictor*), caninana (*Spilotes pullatus*), coral (*Micrurus ibiboboca*), cobra-de-cipó (*Sibon nebulata*), cobra papa-ova (*Drymarchon corais*), e ainda uma infinidade de lagartos.

Na depressão sertaneja foram encontradas, de acordo com entrevistas realizadas com moradores, as seguintes espécies de aves: Alma-de-gato (*Piaya cayana*), Anum (*Crotophaga ani*), Azulão (*Molothrus bonariensis*), Beija-flor (*Chrysolampis mosquitus*), Bem-te-vi-nhem-nhem (*Megarhynchus pintaqua*), Bigodeiro (*Sporophila lineola*), Caboré-de-orelhas (*Otus choliba*), Coã (*Herpetotheres cachinnans*), Corrupião vermelho (*Teterus icterus*), Coruja-rasga-mortalha (*Tito alba*), Galo campina (*Paroaria dominicaca*), Gavião (*Buteo brachyurus*), Golinha (*Sporophila albogularis*), Graúna (*Gnorimopsar chopi*), João-de-barro (*Furnarius leucopus*), Juriti (*Leptotila rufaxilla*), Nambú-de-pé-encarnado (*Crypturellus parvirostris*), Primavera (*Icterus cayanensis*), Rixinol (*Troglodytes aedon*), Rolinha pequena (*Columbina minuta*), Sabiá-da-mata (*Turdus leucomelas*), Sibite (*Coerebe flaveola*), Sericora (*Aramides cajanea*), Sanhaçú (*Thraupis sayaca*), Tiziu (*Volatinia jacarina*), Urubú-preto (*Coragyps atratus*), Vem-vem (*Euphonia chlorotica*) dentre outros.

Apresenta, como representantes dos mamíferos, as seguintes espécies: furão (*Galictis cuja*), gato-maracajá-mirim (*Felis wiedii*), guaxinim (*Procyon cancrivorus*), mocó (*Kerodon rupestris*), preá (*Galea spixii*), raposa (*Canis thous*), soim (*Callithrix jacchus*), tatú (*Dasybus novemcinctus*), tatú-peba (*Euphractus sexcinctus*), veado-campeiro (*Ozotocerus bezoarticus*), entre outros.

Possui, também, as espécies representantes dos répteis: calango-cego (*Ptychocheilus lacutirostris*), tejo (*Tupinambis teguixin*) e algumas cobras, como a caninana (*Spilotes pullatus*), cobra coral (*Micrurus ibiboboca*), cobra jararaca (*Bothrops erythromelas*), cobra-verde (*Philodryas olfersii*).

Para Paiva (1993 *apud* MENDES, 1997), a fauna regional é pobre em espécies, com pequena densidade de povoamento e baixo endemismo, pois o ambiente não favorece a diversidade de espécies, existindo poucos gêneros que lhe são característicos.

Esse pequeno número de espécies pode ser justificado pela não adaptação anátomo-fisiológica dos animais para suportar as condições edafo-climáticas locais, pela elevada variabilidade climática da região ou, ainda, pelo uso de microhabitats como refúgio no período das secas.

A caça de subsistência, o desmatamento para a prática da atividade agrícola, extração de madeira e etc. provocam a destruição dos habitats e dos ecossistemas, diminuindo assim o número e a diversidade de espécies da fauna local.

A diminuição ou eliminação da cobertura vegetal, além de consequências catastróficas sobre o solo, o clima e a própria produtividade da lavoura dos habitantes local, leva à extinção de verdadeiras populações de animais. Muitos desses animais são responsáveis pela polinização ou distribuição de sementes de plantas nativas, podendo impedir a proliferação de muitas espécies que seriam indispensáveis para a recuperação de uma vegetação já devastada.

De acordo com a SEMACE (1992), no Ceará e, mormente nas serras e chapadas, muitas das espécies importantes já são raríssimas há tempos ou já são extintas, como é o caso da onça-pintada (*Panthera onca*), do tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*), queixada (*Tayassu albirostris*) dentre outros.

4.3 Caracterização Sócio-econômica da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho

A Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho está parcialmente inserida em quatro municípios, são eles: Alcântaras, Coreaú, Meruoca e Sobral, com uma população total de aproximadamente 198.865 habitantes (IBGE, 2007). Deste total, aproximadamente 21,45 % reside no meio rural. Destes municípios, Sobral merece destaque por ser um importante pólo industrial e urbano da região e também por ser o município que apresenta maior concentração populacional (Figura 22).

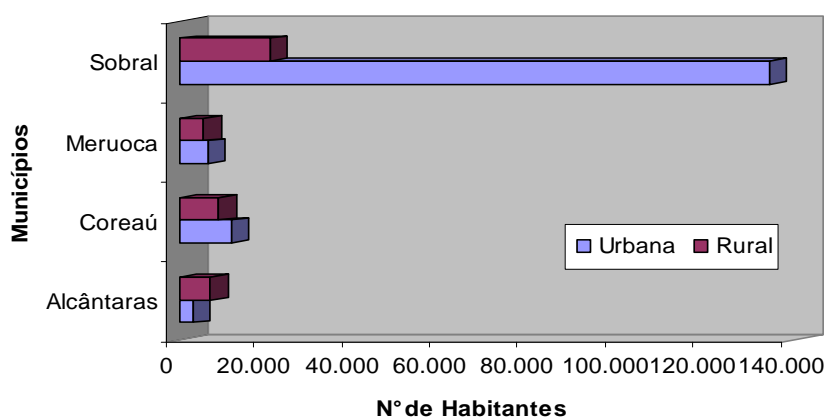


Figura 22: Número de habitantes residentes na Zona Urbana e Rural, para os municípios da área em estudo.

As taxas de crescimento da população nas áreas urbanas, de acordo com o censo do IBGE de 2007, foram bastante significativas. A população rural apresentou queda nas taxas de crescimento, justificada pela intensa migração rural-urbana provocada, sobretudo, pelos longos períodos de estiagem que tem ocorrido na região nas últimas décadas (Tabela 05).

Tabela 05: Municípios, população rural e urbana.

Municípios	Ano de Criação	Área (km ²)	População Total	População Urbana	População Rural
Alcântaras	1957	138,6	10.270	3.088	7.182
Coreaú	1870	775,7	21.171	12.112	9.059
Meruoca	1885	144,9	12.148	6.490	5.658
Sobral	1772	2.123	*155.276	134.508	20.768

Fonte: IPECE, 2008.* Censo do IBGE de 2000.

Os municípios da área da bacia apresentam IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) variando entre 0,16 a 0,10. A média desses municípios teve um crescimento de 24%, passando de 0,50 em 1991 para 0,62% em 2000, bem maior que a média do Ceará, que no mesmo período cresceu 18,04%, passando de 0,593 em 1991 para 0,700 em 2000. As dimensões que mais contribuíram para o crescimento ou queda do IDM foram a educação, com 40%, seguida por uma renda de 12%.

No geral, os municípios têm renda *per capita* muito baixa. Em dados atuais, a média geral alcança cerca de R\$77,00. Os municípios que se encontram em melhor situação são:

Sobral, com renda variando entre R\$ 151,00 a R\$ 84,00; enquanto Meruoca possui uma faixa de R\$ 70,00 a 79,00, sendo que Coreaú e Alcântaras apresentam renda abaixo de R\$ 70,00.

Os baixos valores de renda *per capita*, em geral, refletem nos níveis de pobreza, apesar de no período de 1991-2000 ou 2000-2007 registrar uma pequena queda de 10,19% na proporção do número de pobres, passando de 82,25 % em 1991 para 72,06 % em 2000. No entanto, permanece muito alto o percentual de pobres nos municípios. Conforme dados atualizados, pode-se observar que Coreaú é o município que apresenta maior índice de pobreza (76,9%). Esses indicadores atestam que houve um crescimento da concentração de renda, aumentando dessa forma a desigualdade social.

A economia da grande maioria desses municípios concentra-se, especialmente, na agricultura, com destaque para os cultivos do milho, feijão e mandioca, com anda de frutíferas nos municípios de Alcântaras e Meruoca. O extrativismo é outra atividade bastante evidente, com destaque para a produção de carvão vegetal (Coreaú e Sobral) e lenha em todos os municípios da área da bacia.

A pecuária também constitui fonte de emprego e renda, destacando-se na criação de ovinos, caprinos, bovinos e muares. O desenvolvimento industrial dos municípios da área em estudo está praticamente restrito ao município de Sobral, onde é forte a presença de indústrias de transformação de grande porte, como a Fábrica de Cimento Potland (Votorantim) e a Indústria de Calçados Grendene S/A, que atendem ao mercado externo, interno e regional.

Outro destaque no setor industrial são as atividades de mineração relacionadas à produção de cal, cerâmica e tijolos. Nos municípios de Meruoca e Alcântaras, a extração do granito ornamental se destaca.

Municípios	INDÚSTRIA			COMÉRCIO	
	Extração Mineral	Construção Civil	Transformação	Atacado	Varejo
Alcântaras	-	-	1	-	59
Coreaú	1	-	14	-	199
Meruoca	-	2	10	-	43
Sobral	12	43	227	65	1.970

Quadro 03: Atividades: industrial e comercial distribuídas por tipo segundo os municípios.

Fonte: IPECE, SEFAZ, (2008).

Sobral assume a condição de município pólo, tendo uma movimentação maior nos setores do comércio, indústria e serviços. O contingente de pessoas ocupadas, mormente no setor de serviços, é bastante significativo, dando-se destaque para algumas atividades como: alojamento e alimentação, educação, imobiliárias, alugueis e serviços prestados as empresas e outros serviços coletivos, sociais e pessoais.

O Produto Interno Bruto (PIB) per capita atingiu em 2006 a ordem de R\$ 2.26 (Alcântaras), R\$ 2.267 (Coreaú), R\$ 2.391 (Meruoca) e R\$ 8.688 (Sobral) e renda municipal total de R\$ 7. 409, 015 (Alcântaras), R\$ 16.060,684 (Coreaú), R\$ 13.621,519 (Meruoca) e R\$ 195.055,199 (Sobral). Ver quadro 04:

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO	PIB PER CAPITA EM R\$	RECEITA MUNICIPAL TOTAL (R\$)	RENDIMENTO MÉDIO	
				½ a 1 salário	+ 10 salários mínimos
Alcântaras	10.270	2.263	7.409,015		
Coreaú	21.171	2.267	16.060,684		
Meruoca	12.148	2.391	13.621,519		
Sobral	176.895	8.688	195.055,199		

Quadro 04: Municípios, População, Produto Interno Bruto e Rendimento Médio. **FONTE:** IBGE (2007).

O setor agropecuário tem uma participação de 15,28% do PIB Total (2002). No que diz respeito à participação do setor industrial, o município de Sobral se destaca, apresentando uma participação superior a 90%.

Atualmente, o turismo é o setor econômico em maior desenvolvimento nas regiões de serras úmidas da área em estudo, mais precisamente nos municípios de Meruoca e Alcântaras.

A oferta de serviços básicos, como água encanada, energia elétrica e coleta de lixo, à população melhorou quando comparados aos dados do ano de 1991, porém uma parte da população ainda não tem acesso a esses serviços básicos (Tabela 06).

Municípios	Agropecuária									
	LAVOURA (Toneladas)					PECUÁRIA (Cabeças)				
	Arroz	Banana	Feijão	Mandioca	Milho	Bovino	Suíno	Muare	Ovino	Caprino
Alcântaras	-	700	851	1.349	887	3.083	2.880	49	60	701
Coreaú	17	272	479	600	874	8.872	6.745	160	8.731	6.240
Meruoca	-	1.170	266	2.420	310	1.482	1.530	40	59	478
Sobral	76	1.169	4.041	5.50	6.192	38110	15.168	445	29.086	9.034

Quadro 05: Atividade Agropecuária distribuída por município. **Fonte:** IPECE (2008).

Tabela 06: Acesso a serviços básicos.

Municípios	Água Encanada		Energia Elétrica		Coleta de Lixo	
	1991	2002	1991	2002	1991	2002
Alcântaras	2,3	21,2	28,2	81,3	14,9	68,9
Coreaú	18,6	42,6	38,8	67,2	0,1	25,6
Meruoca	6,1	34,3	49,1	90,9	4,2	44,4
Sobral	60,9	84,0	79,9	95,3	50,7	79,2

Fonte: Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil-PNUD (2003).

Quanto ao acesso à energia elétrica houve uma melhora nesse serviço, passando de 28,2 % para 81,3% em Alcântaras, 38,8% para 62,2% em Coreaú; 49,1% para 90,9% em Meruoca e 79,9% para 95,3% em Sobral, no entanto uma parte da população não tem acesso ainda a esse serviço. No município de Coreaú 32,8% da população não possui energia elétrica, já em Sobral, município de melhor situação apenas 4,7% da população não possui energia elétrica.

Em relação à coleta de lixo, observou-se também uma melhoria no serviço, porém o número de pessoas que ainda não possui acesso é alto. Os municípios de Coreaú e Meruoca investiram nessa área entre 1991 e 2002. Coreaú passou de 0,1% para 25,6% e Meruoca de 4,2% para 44,4%. Com exceção do município de Sobral, onde existe um aterro sanitário, o lixo coletado não recebe nenhum tipo de tratamento, o que acarreta danos à população e ao meio ambiente, afetando em muito os solos e os recursos hídricos.

Conforme o censo do IBGE de 2000, os municípios da área em estudo possuem um sistema sanitário precário. Essa situação causa modificações diretas ou indiretas, trazendo inúmeras alterações ao ecossistema hídrico, com consequências negativas para a qualidade da água, a biota aquática e aos cursos d'água. Ver figuras 23 e 24 e quadro 06.



Figuras 23 e 24: Esgotos domésticos despejados *in natura* no rio Mucambinho em Sobral.
Fonte: Evangelista (2008).

MUNICÍPIOS	INSTALAÇÃO SANITÁRIA						
	Rede Geral	Fossa Séptica	Fossa Rudimentar	Vala	Rio	Outro Destino	Sem Instalação Sanitária
Alcântaras	172	50	1.200	10	0	12	720
Coreaú	186	65	1.320	8	0	15	805
Meruoca	179	66	1.346	18	1	25	829
Sobral	16.824	5.059	4.380	674	199	231	8.029

Quadro 06: Domicílios particulares e tipo de esgotamento sanitário. **Fonte:** Censo IBGE (2001).

No que diz respeito à saúde todos os municípios mantêm postos de saúde na sede e nos distritos. Existem hospitais municipais em Alcântaras e Meruoca. Há maternidades em Coreaú e Meruoca e um hospital regional em Sobral, a Santa Casa de Misericórdia de Sobral, que atende além de Sobral, todos os municípios da região norte do Estado. Há ambulatórios e consultórios odontológicos mantidos pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais em Alcântaras e Sobral, e um ambulatório em Coreaú e Sobral (Quadro 07).

MUNICÍPIOS	UNIDADES DE SAÚDE LIGADAS AO SUS						
	Total	PÚBLICAS			PRIVADAS		
		Federal	Estadual	Municipal	Filantrópicas	Sindicais	Outras
Alcântaras	7	–	3	2	–	1	1
Coreaú	12	–	–	10	–	1	1
Meruoca	11	–	–	11	–	–	–
Sobral	125	–	4	76	–	2	43

Quadro 07: Unidades de Saúde vinculadas ao Sistema Único de Saúde, por tipo de prestador.

Fonte: Ministério da Saúde - Indicadores Municipais de Saúde. SIOPS (2003).

MUNICÍPIOS	Total	PROFISSIONAIS DE SAÚDE LIGADOS AO SUS					
		Nível Superior				Nível Médio	Agentes Comunitários
		Médicos	Dentistas	Enfermeiros	Outros		
Alcântaras	31	4	3	3	2	19	–
Coreaú	133	13	5	10	3	48	54
Meruoca	65	6	4	8	2	21	24
Sobral	1.789	381	65	144	107	883	209

Quadro 08: Profissionais de Saúde vinculados ao Sistema Único de Saúde, distribuídos por município.

Fonte: Ministério da Saúde - Indicadores Municipais de Saúde. SIOPS (2003).

MUNICÍPIOS	PROGRAMA SAÚDE DA FAMÍLIA		
	Número de Equipes	População Assistida	% de Cobertura
Alcântaras	2	6.920	8
Coreaú	2	6.966	74
Meruoca	3	10.374	99
Sobral	38	130.510	98

Quadro 09: N° de Equipes, População Assistida e Percentual de Cobertura do Programa de Saúde da Família distribuída por municípios. **Fonte:** Ministério da Saúde - Indicadores Municipais de Saúde - SIOPS (2003).

MUNICÍPIOS	Médicos 1000 hab. (SUS)	Unidades de Saúde 1000 hab. (SUS)	Taxa de Mortalidade Infantil
Alcântaras	0,68	0,29	15,71
Coreaú	2,21	0,37	33,24
Meruoca	1,50	0,50	22,73
Sobral	2,34	0,37	16,69

Quadro 10: Médicos, Unidades de Saúde e Taxa de Mortalidade Infantil. **Fonte:** Secretaria de Saúde do Estado do Ceará (SESA, 2006).

A análise das informações mostradas acima revela poucos investimentos na área da saúde, o que torna esse serviço precário e defasado. Quanto ao número de profissionais os dados mostram que ainda há carência destes nos municípios analisados, o que deixa parte da população desassistida.

A cidade de Sobral também merece destaque neste setor. A mesma conta com hospitais de referência como a Santa Casa de Misericórdia e o Hospital do Coração, que atrai a população das cidades da Região Norte do Estado e até de outros estados, em busca de melhores serviços de saúde.

No referente à educação, todos os municípios contam com a Educação Básica (Ensino Infantil Fundamental e Médio). Porém, algumas escolas encontram-se fragmentadas e constituem unidades pequenas, com infra-estrutura precária e poucos equipamentos, sem condições, portanto, de alcançar os padrões básicos de funcionamento; especialmente as escolas localizadas na Zona Rural destes municípios.

Nesse setor, o município de Sobral também se destaca por atrair alunos de diversos municípios circunvizinhos, em busca de melhores condições de educação. A cidade de Sobral conta com a Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA e um campus da Universidade

Federal do Ceará, além de outras universidades particulares. Também possui escolas de referência no ensino, como o LICEU do Ceará e outras escolas particulares de grande porte, como: Luciano Feijão, Farias Brito, Colégio Santana, dentre outros (Quadro 11).

MUNICÍPIOS	N° DE ESCOLAS		N° DE ALUNOS MATRICULADOS		
	Públicas	Privadas	Ensino Infantil	Ensino Fundamental	Ensino Médio
Alcântaras	27	2	551	2.370	406
Coreaú	39	4	1060	4.774	1.293
Meruoca	3	–	593	2.890	673
Sobral	81	45	8.4529	38.834	10.685

Quadro 11: Número de Escolas Públicas e Privadas e Alunos Matriculados.

Fonte: Secretaria de Educação Básica – SEDUC, 2006.

5. SETORIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCAMBINHO

Conforme Beltrame (1994), a setorização da bacia hidrográfica consiste na compartimentação teórica da bacia em áreas menores, com o objetivo de definir o setor com maior risco de degradação sendo, portanto, uma área que apresenta prioridade no início dos trabalhos práticos de planejamento ambiental e conservação.

Por meio da observação do perfil longitudinal da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho (Figura 23), nota-se as adversidades significativas em termos de ambiente físico e ainda do uso dos recursos naturais ao longo dos setores A, B e C do rio Mucambinho. Deste modo, as cotas altimétricas e as características ambientais tiveram maior importância, constituindo-se, portanto, na principal base teórica para a setorização da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, onde as cotas altimétricas obtidas através das curvas de nível com equidistância de 20 metros tornaram possível a determinação dos limites para cada setor. Dessa forma, a Bacia Hidrográfica foi compartimentada em três setores: o setor A, com limites altimétricos entre 40 e 240 m, o setor B, que se encontra entre as cotas de 240 a 760m e o setor C, entre os limites de 760 e 900 m de altitude (Figura 25).

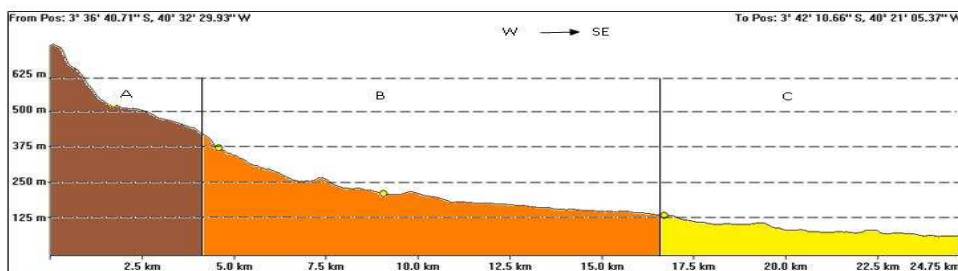


Figura 25: Perfil longitudinal do rio Mucambinho direção Oeste-Sudeste.

Fonte: Elaborado no Programa Global Mapper a partir da imagem SRTM_Ceará_90_UTM_PIX_IRR.

No setor C, encontram-se os riachos que formam as nascentes do rio Mucambinho, são eles: riacho do Boqueirão, riacho São Miguel e riacho do Gameleiro. O setor C apresenta em torno de 10,19 km², por volta de 10% da bacia. A sua grande maioria pertence ao Maciço Residual da Meruoca, formada pelo Embasamento Cristalino, com predomínio de rochas graníticas e gnáissicas.

Formas de relevo predominantes: forte e muito ondulado. Neste setor encontra-se o maior adensamento populacional, representado pelas localidades de Quandu, São José dos Pedros, Rosápolis, São Bernardo, São Luís, Desterro, Luis Miguel do Boqueirão, Amparo, Armador, Caminhos, Milagres, São Gonçalo, Santo Expedito, Fazenda Fonte Vital.

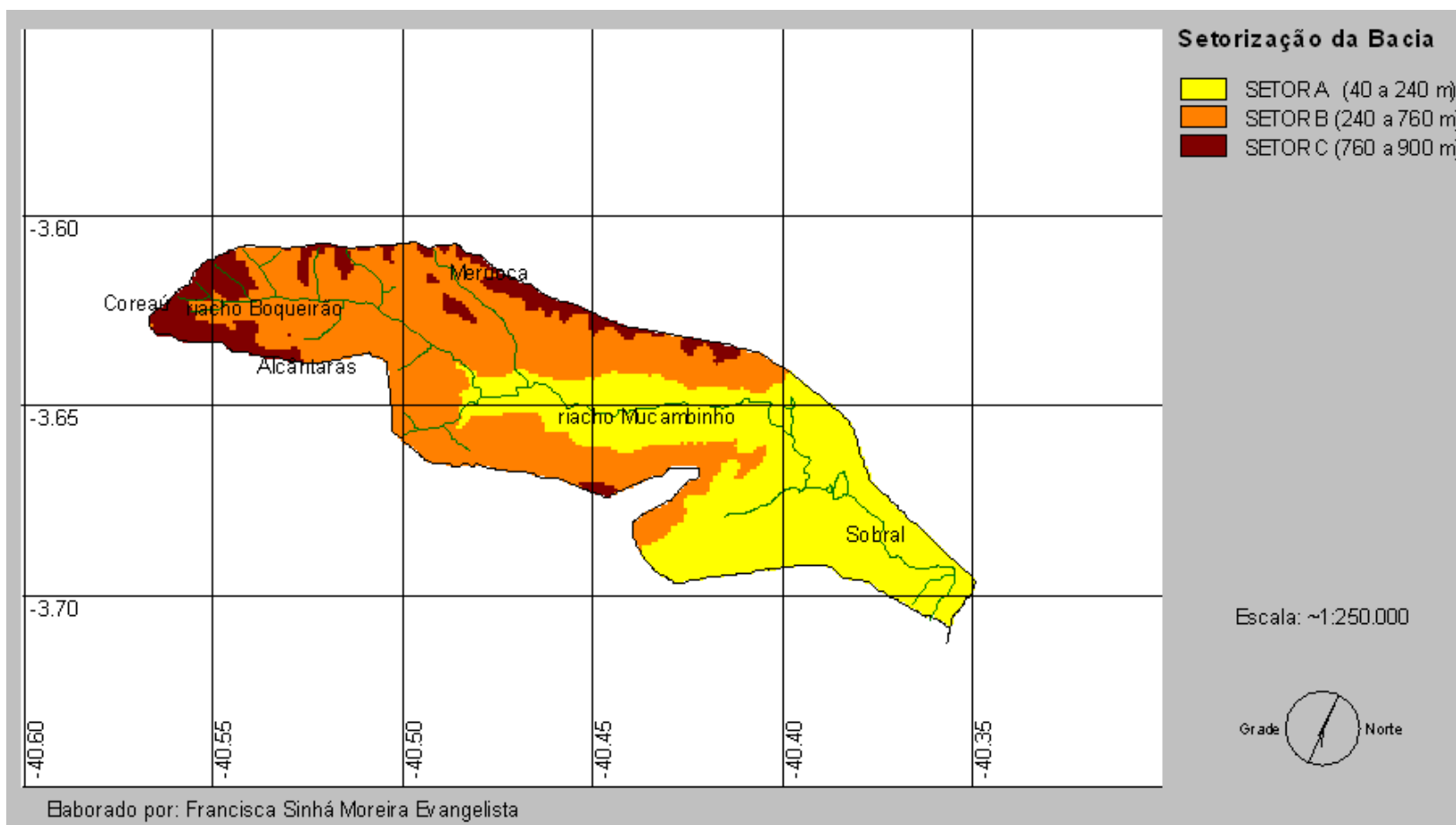


Figura 26: Mapa dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

O setor B possui área de 51,28 km², aproximadamente 48 % da área da bacia. Na sua grande maioria, também formada pelas rochas do Embasamento Cristalino, pertencente ao Maciço Residual da Meruoca e a uma pequena porção da Depressão Sertaneja. É representado pelas localidades de Boqueirão, Riacho Fundo e Aroeiras. O relevo é formado pelas classes de relevo ondulado, suave ondulado e plano.

O setor A possui uma área de 44,62 km², apresentando em torno de 42 % da área da bacia. Nesta área há predomínio de relevo suave ondulado e plano, com predomínio de classes de solos representadas pelos Planossolos. As principais atividades ali desenvolvidas são: agricultura de subsistência e pecuária extensiva. O limite deste setor encerra-se na sede do Município de Sobral, mais precisamente na confluência do rio Jaíbaras com o rio Acaraú.



Figura 27: Gráfico dos setores e seu percentual na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Através da função *Contour* do menu *GIS Analysis* do programa computacional IDRISI 32, obteve-se as curvas de nível com intervalo de 20 metros sobre o Modelo Digital do Terreno (MDT) da bacia hidrográfica do rio Mucambinho, gerando a partir daí uma imagem vetorial contendo linhas (curvas de nível), com os seus respectivos valores de altimetria. Em seguida, exportou-se a imagem vetorial para o programa CARTALINX, onde se realizou a digitalização dos setores, seguindo as linhas que limitam as cotas altimétricas estabelecidas na setorização. Após construir os polígonos dos setores, utilizou-se novamente o IDRISI 32 para calcular a área de cada setor através do uso do comando Área do submenu Database Query.

5.1 ANÁLISE HIDROCLIMÁTICA

A análise do clima é de fundamental importância, pois é por meio de seu estudo de forma integrada com outros fatores geográficos, como geomorfologia, vegetação e solos, que se torna possível realizar uma análise da qualidade ambiental, seja no setor urbano, seja no rural. O clima funciona como regulador da produção agrícola, que é seu principal papel, influenciando ainda na organização do espaço.

A análise do balanço hídrico é muito importante para definir a disponibilidade hídrica de uma região. Além da precipitação, deve-se considerar o retorno da água para a atmosfera através da evaporação e da transpiração das plantas, pois a água disponível no solo é resultado da interação desses dois fatores.

O balanço hídrico consiste, portanto, na relação entre as necessidades hídricas das plantas e a quantidade de chuva de uma área. O resultado final é o balanço de entrada e saída de água no solo (LIMA, 2004).

Precipitação Pluviométrica

Para determinação do sistema climático, a precipitação pluviométrica assume o papel central como reguladora, principalmente da dinâmica dos sistemas onde ela é um dos principais fatores limitantes (MELO, 2008 *apud* SALES, 2003).

As informações sobre precipitação pluvial (P) da área da bacia hidrográfica do rio Mucambinho foram obtidas pelos dados de precipitação de séries anuais históricas, compiladas pela FUNCEME.

Foram selecionados alguns dos postos dos municípios, parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho (Meruoca, Alcântaras, Coreaú e Sobral), compreendendo o período de 1987 a 2007 (21 anos). As informações sobre pluviometria da área da bacia hidrográfica do rio Mucambinho foram extraídas dos seguintes postos representados na tabela a seguir.

Tabela 07 – Postos Pluviométricos selecionados para esta pesquisa.

Postos Pluviométricos	Município	Coordenadas Geográficas	Altitudes
Meruoca	Meruoca-Ce	3° 33' e 40° 27'	*670m
Camilos	Meruoca-Ce	3° 37' e 40° 29'	*800m
Alcântaras	Alcântaras-Ce	3° 35'' e 40° 33'	*600 m
Sobral	Sobral-Ce	3° 42' e 40° 21'	*69,49 m
Boqueirão	Sobral- Ce	3° 39' e 40° 27'	* 150m
Jordão	Sobral-Ce	3° 41' e 40° 31'	* 450 m
Centro de Treinamento	Sobral-Ce	3° 45' e 40° 23'	70 m
Coreaú	Coreaú-Ce	3° 34' e 40° 39'	* *200 m
Aroeiras	Coreaú-Ce	3° 38' e 40° 38'	* *200 m

FONTE: FUNCEME (2008) & * IPECE (2008), ** SUDENE (1990).

Na área da bacia do rio Mucambinho, os índices pluviométricos com totais de chuva anual variam entre 405 a 1.356 mm (Alcântaras), 406 a 1.267 mm (Sobral) 678 a 2.432 mm (Meruoca), e uma média de chuva total para os três municípios de 1074.80 mm de acordo com a tabela 08, que observa os dados das séries históricas compreendidas entre 1987 e 2007.

Tabela 08: Distribuição das chuvas por município, no período de 1987 a 2007.

Anos	Meruoca	Alcântaras	Sobral	Coreaú
1987	1.040	960	865	735
1988	2.219	1.163	1.140	1.510
1989	2.247	1.356	1.142	1.877
1990	1.013	581	713	733
1991	1.283	758	720	930
1992	849	506	575	615
1993	678	405	406	684
1994	2.432	1.266	1.230	1.394
1995	2.226	1.186	922	1.432
1996	1.825	1.138	888	1.130
1997	887	680	411	678
1998	961	422	435	495
1999	1.589	1.067	1.240	1.151
2000	1.938	1.165	1.037	1.220
2001	1.454	967	971	1.015
2002	1.484	970	890	760
2003	1.471	1.029	1.157	1.443
2004	1.490	1.064	1.267	1.155
2005	724	747	675	709
2006	1.224	907	840	1.032
2007	1.149	747	922	937
TOTAL	30.183	19.084	18.446	21.635
MÉDIA	1.437,28	908,76	878,38	1.030

FONTE: FUNCEME, 2008.

A média anual de precipitação dos municípios drenados parcialmente pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho podem ser observados na figura 28. Através desta figura, é possível observar que a quantidade de chuva é bem variável no tempo e no espaço.

O município de Meruoca, localizado a barlavento do Maciço Residual da Meruoca, apresenta média anual de 1.437,28 mm, condicionada, sobretudo pela altitude e orientação do relevo em relação ao litoral, onde ocorrem as chuvas orográficas. O município de Alcântaras também localizado neste maciço, porém apresentando menores cotas altimétricas, apresenta precipitação média anual de 908,76 mm muito próximos aos índices do município de Sobral com média de 878,38 mm e Coreaú com média de 1.030 mm anuais.

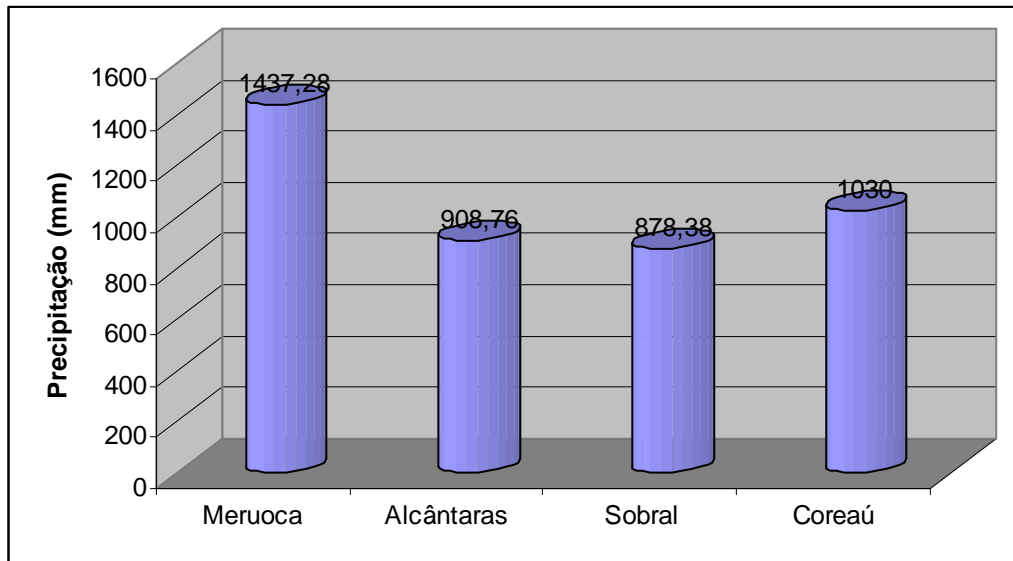
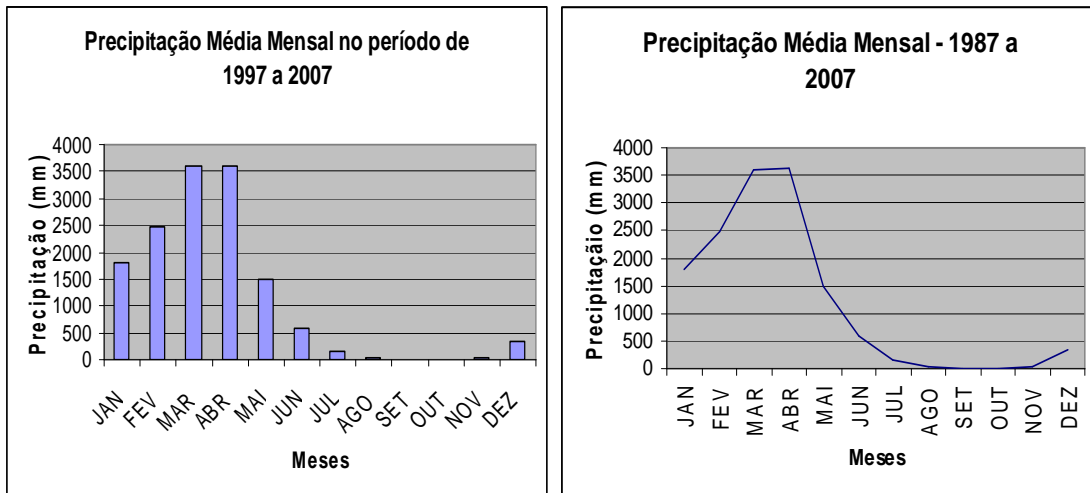


Figura 28: Média pluviométrica anual nos municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007. **Fonte:** FUNCEME, 2008.

Tabela 09: Média pluviométrica anual dos postos pluviométricos dos municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007.

Postos	Meses												Total	Media
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Meruoca	4.217	5.060	7.505	7.121	3.429	1.260	504	113	12	5	181	1.146	30.553	2.546,08
Camilos	501	1.104	1.010	859	557	357	96	0	6	0	0	107	4.597	383,08
Alcântaras	2.629	3.344	5.115	4.459	1.848	672	159	14	3	6	91	451	18.791	1.565,91
Coreaú	2.368	3.997	5.623	5.609	2.330	746	224	8	0	0	53	674	21632	1.802,66
Aroeiras	618	1.085	971	1.064	438	274	25	0	0	0	0	77	4.552	397,33
Sobral	2.118	3.044	6.305	4.806	2.230	975	291	49	7	0	57	434	20.316	1693
Boqueirão	1.331	1.425	1.991	1.856	782	326	99	12	0	59	10	84	7.975	664,58
Jordão	1.358	1.753	2.321	2.301	1.262	433	62	0	0	0	0	79	9.569	797,41
Centro de Treinamento	1.000	1.561	1.668	1.773	571	185	19	0	0	0	0	29	6.806	567,16
Total	16.140	22.373	32.509	29.848	13.447	5.228	1.479	196	28	70	392	3.081		
Media	1.793,33	2.485,88	3.612,11	3.316,44	1.494,11	580,88	164,33	21,77	3,11	7,77	43,55	342,33		

Fonte: FUNCEME (2008).



Figuras 29 e 30: Precipitação média mensal nos postos dos municípios parcialmente drenados pela Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007. **Fonte:** Funceme (2008).

Assim como no Nordeste, a maior parte das chuvas da bacia hidrográfica do rio Mucambinho se concentra no primeiro semestre do ano, onde os meses de março e abril apresentam os maiores índices. Esse fato é explicado pela forte presença da ZCIT nessa época do ano, conforme pode ser observado nas figuras 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38 e 39 que mostram os gráficos de distribuição das chuvas ao longo do ano de 2007 nos três municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho.

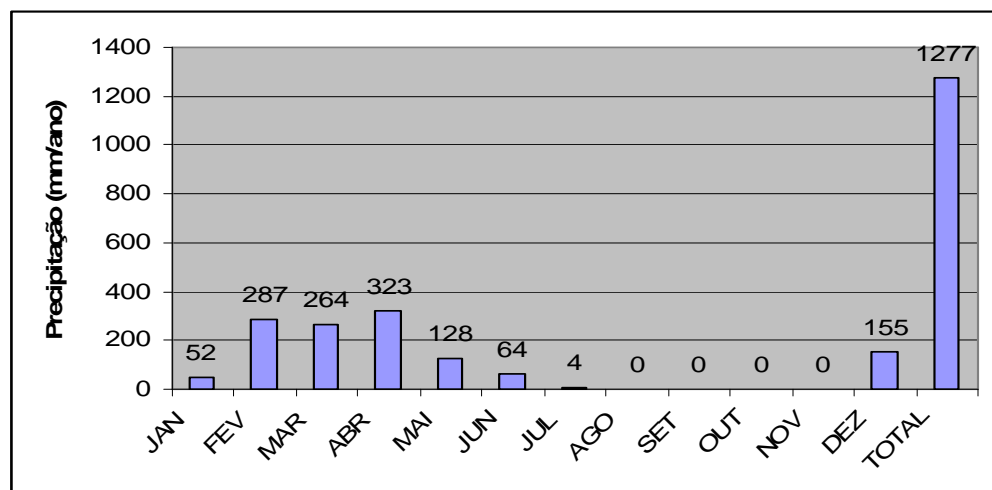


Figura 31: Distribuição das chuvas no município de Meruoca - Posto Meruoca ao longo de 2007. **Fonte:** FUNCEME, 2008.

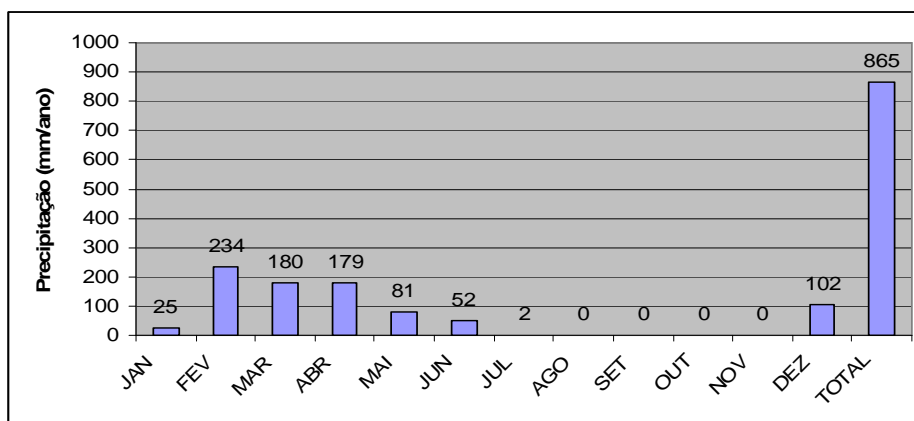


Figura 32: Distribuição das chuvas no município de Meruoca - Posto Camilos ao longo de 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

O município de Alcântaras (Figura 23) apresenta chuvas que se distribuem nos seis primeiros meses do ano, tendo início em janeiro, indo até junho, com média de 745,5 mm/ano com máximas superiores a 100 mm nos meses de fevereiro, março e abril, com maior pico no mês de fevereiro, alcançando 273 mm. De maio a junho, verifica-se um decréscimo significativo nas precipitações. Nos meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro, a precipitação é nula, voltando a chover no mês de dezembro, conforme ilustrado na figura 23.

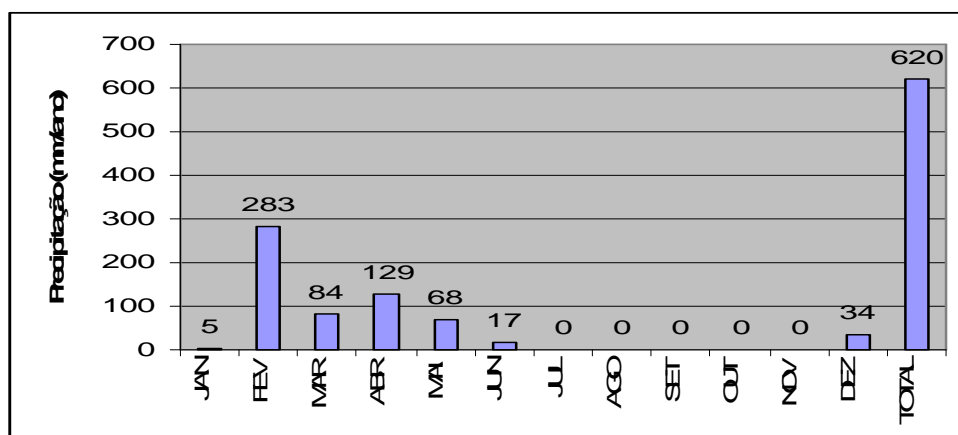


Figura 33: Distribuição das chuvas no município de Alcântaras ao longo do ano de 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

Em Sobral, as chuvas também se distribuem de janeiro a junho. Os meses mais chuvosos correspondem a fevereiro, março e abril chegando a ultrapassar os 200 mm, com maior pico no mês de abril quando choveu 288 mm conforme a figura 24. Assim como em Alcântaras nos meses de julho, agosto, setembro, outubro e novembro, a precipitação é nula.

Em dezembro, observou-se precipitação de 71 mm. A precipitação anual de Sobral foi de 922 mm em 2007.

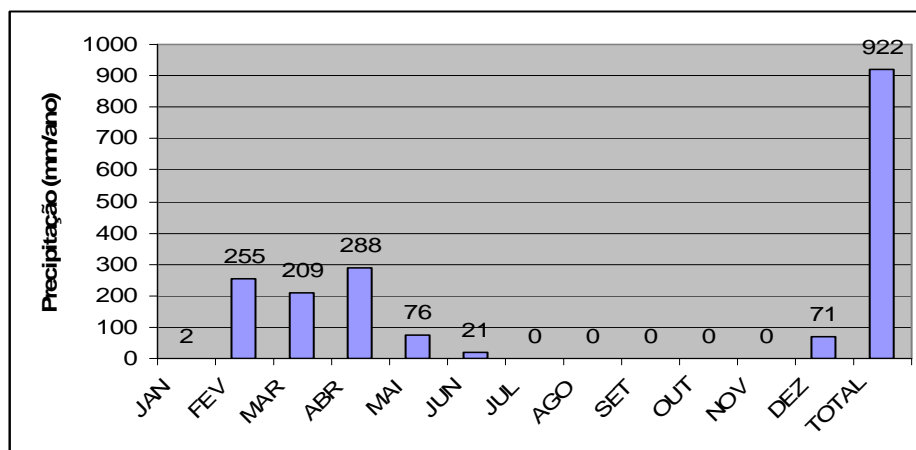


Figura 34: Distribuição das chuvas no município de Sobral Posto Sobral ao longo de 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

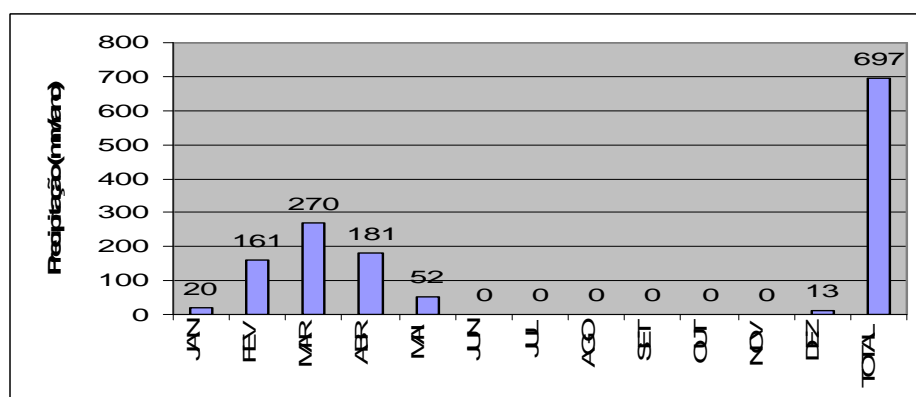


Figura 35: Distribuição das chuvas no município de Sobral Posto Boqueirão ao longo de 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

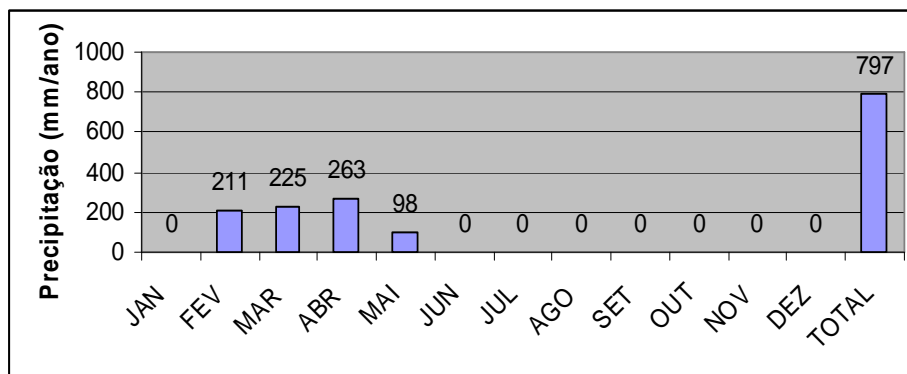


Figura 36: Distribuição das chuvas no município de Sobral Posto Jordão ao longo de 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

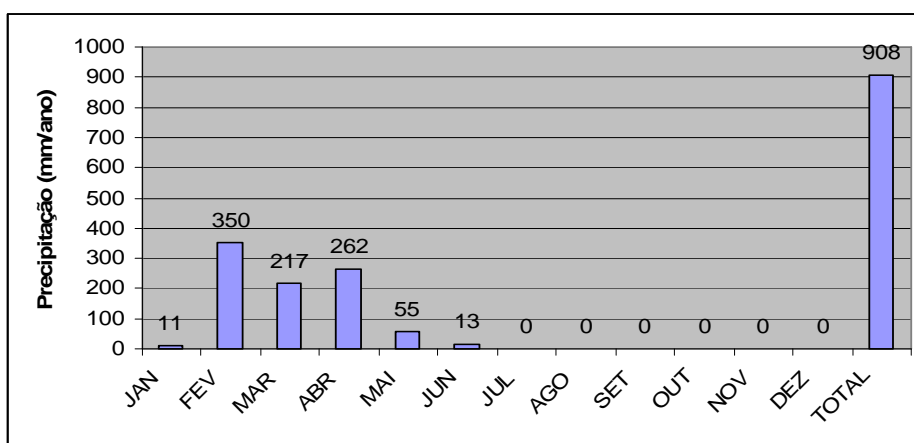


Figura 37: Distribuição das chuvas no município de Sobral Posto Centro de Treinamento em 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

No segundo semestre do ano, observam-se escassos índices pluviométricos associados à forte incidência de radiação solar e às altas temperaturas, contribuindo assim para o aumento considerado da evaporação. Nos meses mais chuvosos, em março, abril e maio, registra-se uma queda da evaporação.

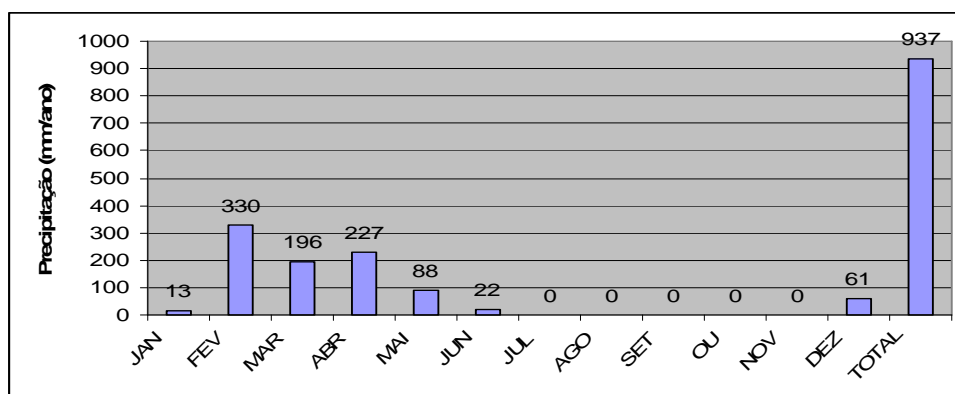


Figura 38: Distribuição das chuvas no município de Coreáú Posto Coreáú ao longo de 2007. **Fonte:** FUNCEME, 2008.

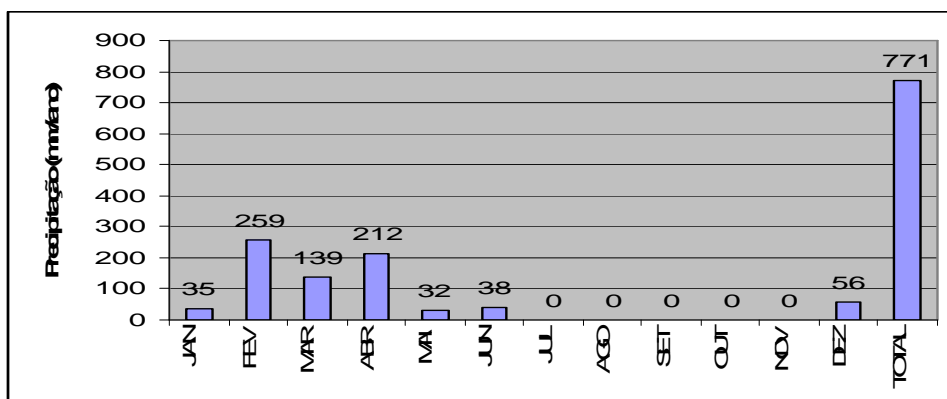


Figura 39: Distribuição das chuvas no município de Coreaú Posto Aroeiras ao longo de 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

Na área da bacia, as precipitações são bastante irregulares do ponto de vista pluviométrico. Há anos em que a média não é atingida e outros em que essa média é ultrapassada. A forte irregularidade é explicada, sobretudo, pela presença dos fenômenos *El Nino* e *La Nina*, que causam efeitos variados, além do Dipolo do Atlântico.

O El Nino provoca períodos de seca prolongados, enquanto o *La Niña* contribui para a presença de chuvas na região. Dipolo negativo é favorável para as chuvas, enquanto o contrário é percebido quando as temperaturas médias do Atlântico Norte são mais quentes (dipolo negativo).

Por meio da análise (Figura 40) que mostra a distribuição das chuvas no Município de Meruoca no período de 1987 a 2007, verifica-se que os menores índices foram registradas nos anos de 1992 (849 mm), 1993 (678 mm), 1997 (887 mm), e 2005 (724 mm). Dentre os anos que apresentam um total pluviométrico inferior à média do período, o ano de 1993 apresenta o menor índice quando choveu apenas 678 mm.

Os anos mais chuvosos foram os de: 1988 (2.219mm), 1989 (2.247mm), 1994 (2.432mm) e 1995 (2.226 mm). Nos anos de 1988 (1511,1 mm), 1989 (2021,4 mm), 1994 (2.432 mm), 1995 (2.226 mm), 1996 (1.825 mm), 1999 (1.589 mm), 2000 (1.938 mm), foram registrados índices que ultrapassaram a média, ocasionando vários problemas de enchentes e inundações na planície do rio Mucambinho notadamente na cidade de Sobral, onde a ocupação e a impermeabilização dos solos são intensas.

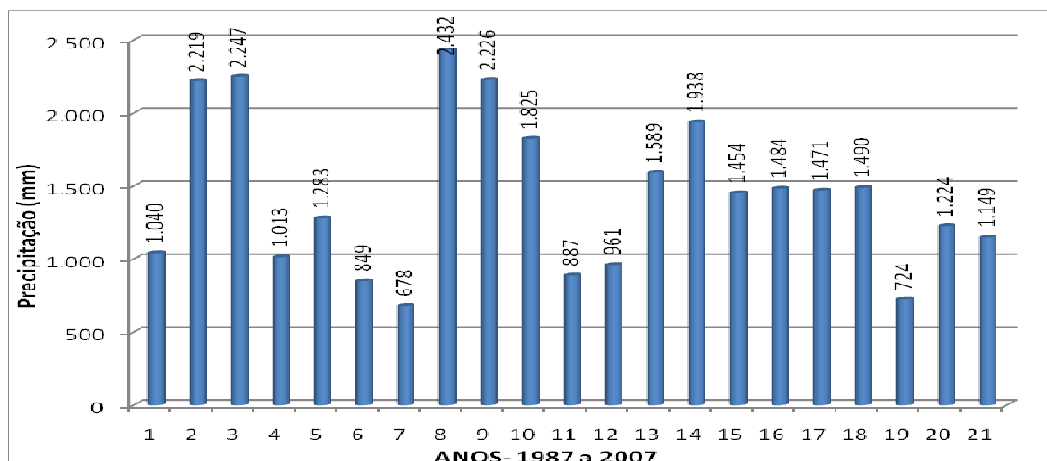


Figura 40: Pluviosidade total anual em mm do Município de Meruoca ao longo de 1987 a 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

Fazendo uma análise da figura 40, que mostra a distribuição das chuvas no Município de Alcântaras no período de 1987 a 2007, verifica-se que os menores índices foram registradas nos anos de: 1990 (581 mm), 1992 (506 mm), 1993 (405 mm), e 1998 (422 mm). Dentre os anos que apresentam total pluviométrico inferior à média do período o ano de 1993, apresenta o menor índice quando choveu apenas 405 mm. Neste ano, a menor média também ocorreu no Município de Meruoca diminuindo, portanto, o volume de água no rio Mucambinho, principalmente no baixo curso, onde esse volume diminui significativamente.

Os anos mais chuvosos foram os de 1988 (1.163 mm), 1989 (1.356 mm), 1994 (1.226 mm) e 1995 (1.186 mm), 1996 (1.138 mm) e 2000 (1.165 mm). Em todos esses anos foram registrados índices que ultrapassaram a média e, assim como no Município de Meruoca, acarretaram vários problemas de enchentes e inundações na planície do rio Mucambinho.

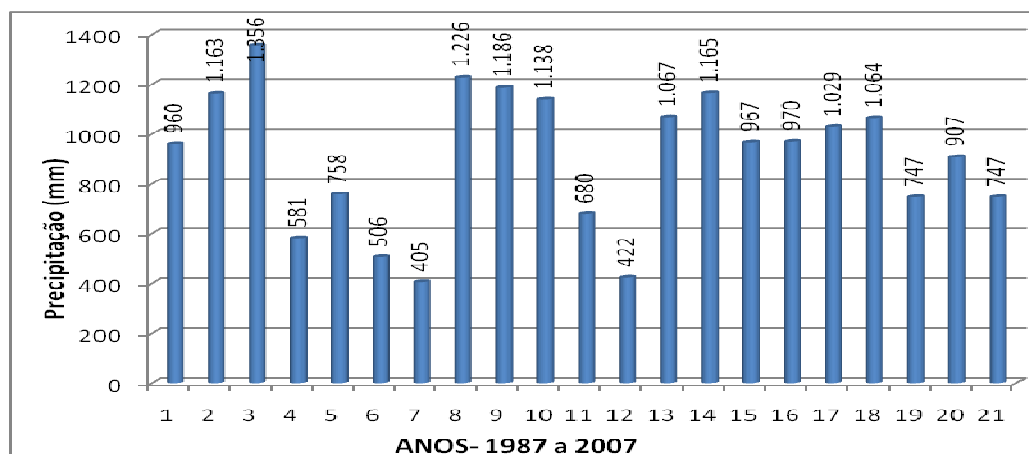


Figura 41: Pluviosidade total anual em mm do Município de Alcântaras dos anos de 1987 a 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

Avaliando a figura 42, que mostra a distribuição das chuvas no Município de Sobral no período de 1987 a 2007, verifica-se que os menores índices foram registradas nos anos de 1992 (575 mm), 1993 (406 mm), 1997 (411 mm), e 1998 (435 mm). Dentre os anos que apresentam total pluviométrico inferior à média do período o ano de 1993, apresenta o menor índice quando choveu apenas 405 mm. Os anos mais chuvosos foram os de 1988 (1.140 mm), 1989 (1.142 mm), 1994 (1.230 mm) e 1999 (1.240 mm), 2000 (1.037 mm), 2003 (1.157 mm) e 2004 (1.267 mm).

Em todos esses anos foram registrados índices que ultrapassaram a média, trazendo problemas de enchentes e inundações nas áreas ribeirinhas, principalmente nos bairros que o rio Mucambinho percorre.

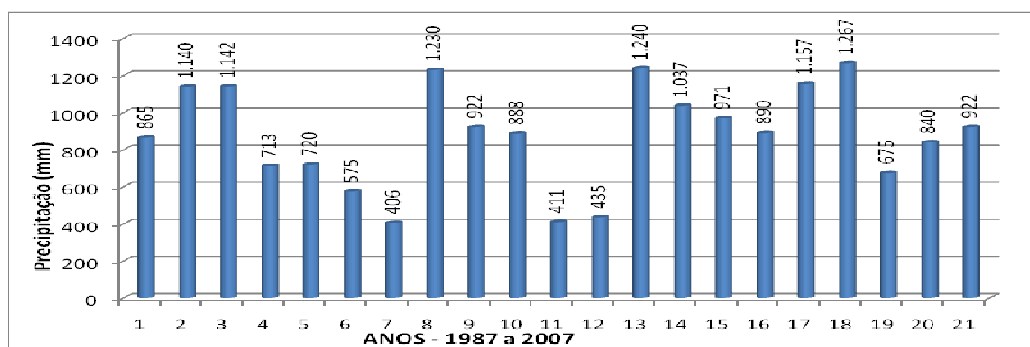


Figura 42: Pluviosidade total anual em mm do Município de Sobral ao longo dos anos de 1987 a 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

Analisando a figura 43, que mostra a distribuição das chuvas no Município de Coreaú no período de 1987 a 2007, verifica-se que os menores índices foram registradas nos anos de 1998 (495 mm), 1992 (615 mm), 1993 (684 mm). Os anos mais chuvosos foram os de 1987 (1.510 mm), 1988 (1.877 mm) e 2003 (1.443 mm).

Em todos esses anos, foram registrados índices que ultrapassaram a média, trazendo problemas de enchentes e inundações nas áreas ribeirinhas.

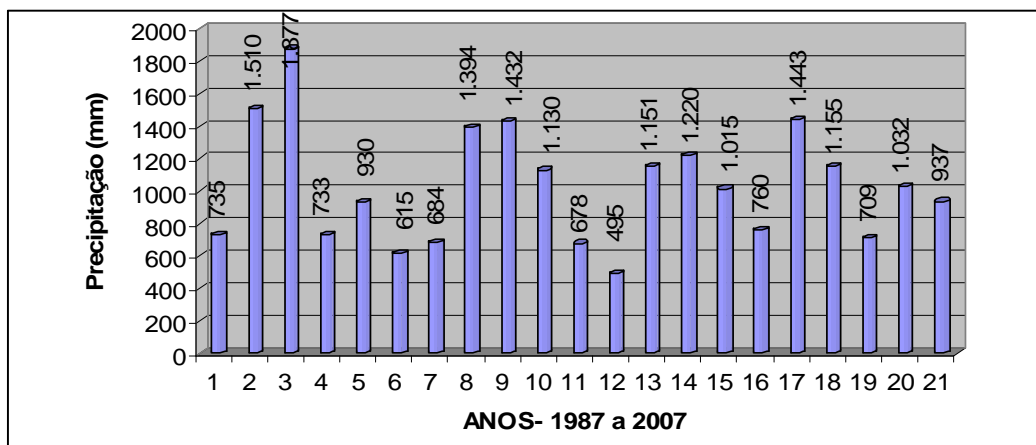


Figura 43: Pluviosidade total anual em mm do Município de Coreaú ao longo de 1987 a 2007.
Fonte: FUNCEME, 2008.

Em todos os municípios drenados parcialmente pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho, observou-se que o ano de 1993 foi o mais seco, com exceção apenas do município de Alcântaras, que teve como ano mais seco o de 1998. Neste ano, consequentemente, as águas superficiais foram mais escassas, tornando secos os leitos dos rios e riachos por um maior período. No contexto geral da paisagem, verifica-se também que a vegetação muda sua fisionomia pelo processo de caducifolia.

Os dados de precipitação média mensal e anual correspondem às séries históricas de 1987 a 2007 e estão resumidos na tabela 10. Vale ressaltar que as séries históricas de alguns postos apresentam ausência de dados anuais de precipitação, por isso, não está completo o estudo da média de toda a série estudada.

Tabela 10: Precipitação média mensal dos postos pluviométricos localizados na área parcialmente drenada pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho no período de 1987 a 2007.

Precipitação média mensal (mm)												
Postos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Meruoca	200, 8	240, 9	357, 3	339, 0	163, 2	60,0	21,0	5,3	0,5	0,2	8,6	54,5
Camilos	100, 2	220, 8	202, 0	171, 8	111, 4	71,4	19,2	0	1,2	0	0	21,4
Alcântaras	125, 2	159, 2	243, 5	212, 3	88,0	32,0	7,5	0,6	0,1	0,2	4,3	21,4
Sobral	100, 8	144, 9	300, 2	228, 8	106, 1	46,4	13,8	2,3	0,3	0	2,7	20,6
Boqueirão	133, 1	142, 5	199, 1	185, 6	78,2	32,6	9,9	1,2	0	5,9	1,0	8,4
Jordão	135, 8	175, 3	232, 1	230, 1	126, 2	43,3	6,2	0	0	0	0	7,9
Coreaú	112, 7	190, 3	267, 7	267, 0	110, 9	35,5	10,6	0,3	0	0	2,5	32,0
Aroeiras	77,2	135, 6	121, 3	133, 0	54,7	13,0	3,1	0	0	0	0	9,6

Fonte: Funceme (2008).

Os dados analisados levam a concluir que o principal problema de precipitação na área da bacia é a sua má distribuição no espaço e no tempo. Fazendo com que haja anos de cheias e outros de escassez prolongada.

Conforme as figuras 40, 41, 42 e 43, que mostram a distribuição das chuvas dos municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho, pode-se analisar que as mesmas indicam que a estação chuvosa, em toda a bacia, inicia-se em média a partir do 1º semestre do ano; quando a média do período mais chuvoso é ultrapassada pela primeira vez e finaliza entre os meses de junho a julho.

Define-se, então, a estação chuvosa da bacia, iniciando a partir do 1º semestre do ano e finalizando a partir do 2º semestre. Assim, a duração da estação chuvosa é de aproximadamente 6 meses, quando se inicia a transição para o período seco.

O alto curso da bacia hidrográfica do rio Mucambinho localiza-se na Serra da Meruoca. Esta, por sua vez, apresenta o clima local condicionado principalmente pelo seu relevo, pois possui cotas altimétricas elevadas, que chegam a atingir 900 m em algumas áreas.

A Serra da Meruoca, assim como as outras serras do Estado do Ceará, funcionam como barreiras orográficas. A barlavento dessas, a precipitação é bem mais significativa em relação às outras unidades geomorfológicas, exceto no litoral. As áreas localizadas a barlavento dessas serras são conhecidas como verdadeiros brejos úmidos, enquanto a sotavento a semi-aridez é acentuada.

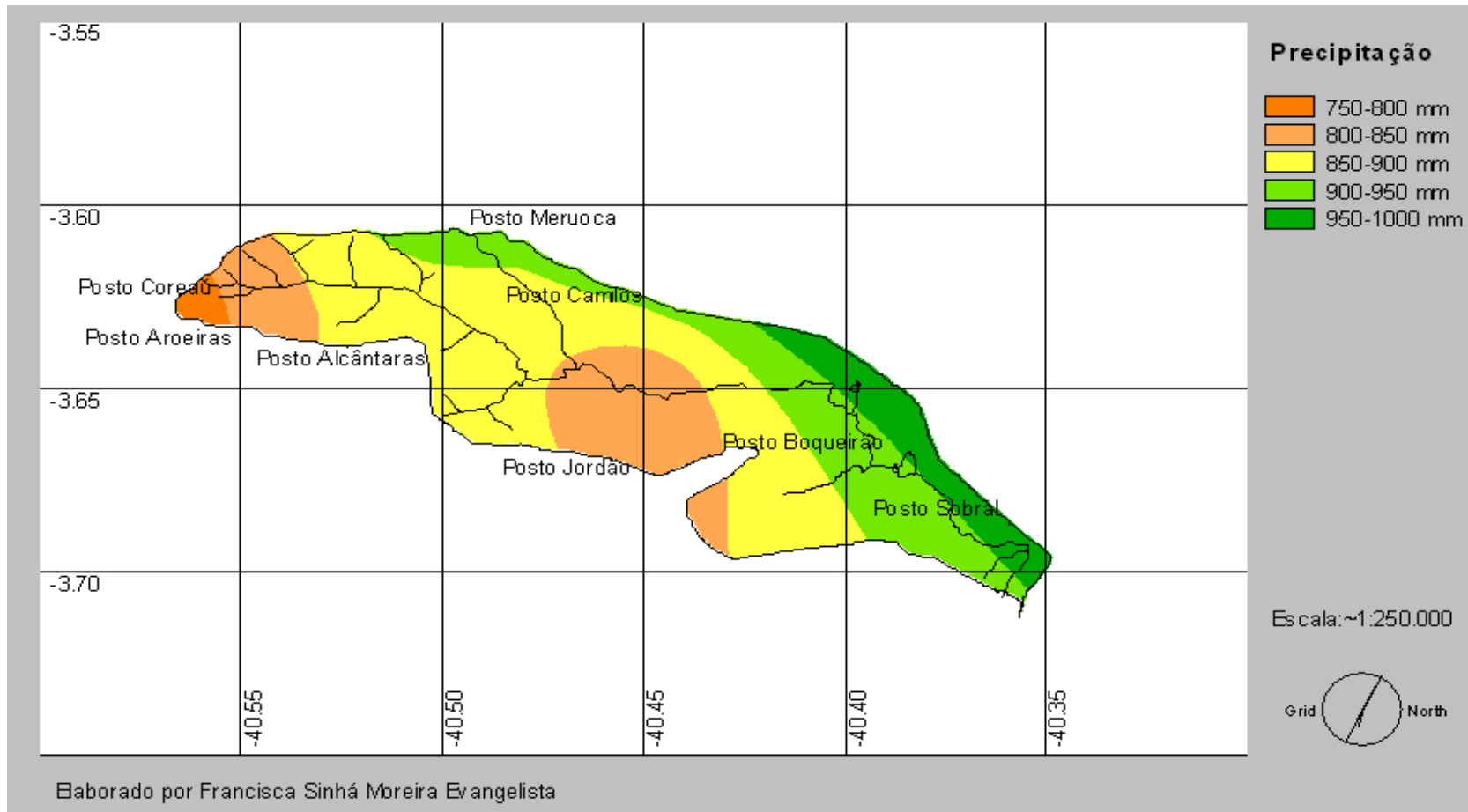


Figura 44: Mapa de Precipitação (FUNCEME, 2008).

Temperatura

A latitude e, por sua vez, a forte insolação, não proporcionam variações significativas de temperaturas durante o ano. A menor temperatura foi observada no Município de Meruoca (Maciço Residual da Meruoca) e a maior temperatura ocorreu no município de Sobral (Depressão Sertaneja). Os meses de junho e julho apresentam menor temperatura. A média mensal das máximas varia de 22,2 ° C a 27,6 ° C e a média das mínimas 21,2° C a 21,9° C.

Tabela 11: Temperatura média mensal dos postos pluviométricos dos municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho.

Temperatura média mensal (°C)												
Postos	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Meruoca	24,0	23,0	23,1	23,1	23,4	23,4	23,1	23,7	23,9	23,8	23,8	24,0
Camilos	21,1	20,7	20,3	20,3	20,5	20,1	20,1	20,8	21,1	20,9	20,9	21,1
Alcântaras	22,0	21,6	21,2	21,2	21,5	21,4	21,1	21,7	22,0	21,8	21,8	22,1
Sobral	27,3	26,9	26,1	25,9	26,2	26,4	26,3	27,2	27,4	27,5	27,6	27,6
Boqueirão	26,6	26,2	25,4	25,3	25,6	25,8	25,7	26,5	26,6	26,7	26,8	26,8
Jordão	24,1	23,7	23,1	23,1	23,4	23,5	23,2	23,9	24,2	24,1	24,1	24,2
Coreaú	26,0	25,6	24,9	24,8	25,2	25,4	25,2	26,0	26,1	26,2	26,2	26,2
Aroeiras	26,1	25,7	24,9	24,9	25,2	25,4	25,3	26,1	26,3	26,3	26,3	26,3

Fonte: Pesquisa Direta, Evangelista (Org.), 2008.

Conforme a tabela 11, que mostra a distribuição mensal das temperaturas dos municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho, o mês de fevereiro no município de Meruoca apresenta a menor média de temperatura. (23,0°C) no posto Camilos e os meses de menor temperatura são os de junho e julho (20,1°C). Em Alcântaras, o mês de julho é o mais frio (21,1°C). Em Coreaú, os meses mais frios são março e abril (Posto Coreaú 24,9°C e 24,8°C) e Posto Aroeiras (24,9°C). Em Sobral (Postos Sobral e Boqueirão) o mês de menor temperatura foi abril (25,9° C e 25,3°C). No posto Jordão, os meses que apresentaram temperaturas mais baixas foram março e abril (23,1°C). Enquanto os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro em todos os postos (Meruoca, Camilos, Alcântaras, Sobral, Boqueirão, Jordão, Coreaú e Aroeiras) possuem as maiores médias de temperatura.

Balanço Hídrico

A análise do balanço hídrico é de fundamental importância para definir a disponibilidade hídrica de uma região. Além da precipitação, deve-se considerar o retorno da água para a atmosfera através da evaporação e da transpiração das plantas, pois a água disponível no solo é resultado da interação desses dois fatores.

O balanço hídrico consiste, portanto, na relação entre as necessidades hídricas das plantas e a quantidade de chuva de uma área. O resultado final é o balanço de entrada e saída de água no solo (LIMA, 2004).

Para a avaliação da disponibilidade hídrica da bacia do rio Mucambinho, foi efetuado o balanço hídrico dos municípios de Meruoca, Alcântaras, Coreaú e Sobral, parcialmente inseridos na área da bacia. Utilizou-se o programa computacional HIDROCEL, desenvolvido por Costa, 2006 (comunicação pessoal) para obter os dados de temperatura. O balanço hídrico foi calculado através do Programa Balanço Hídrico Varejão-Silva (1990), que utiliza o método de Thornthwaite e Mather (1955). Com isso, obtiveram-se os dados de temperatura média mensal e balanço hídrico mensal para os quatro municípios. Para obter os dados de temperatura foi necessário obter dados latitude e longitude de altitude média da área através do Perfil Básico dos Municípios do IPECE (2008). Os dados de precipitação foram obtidos por meio da série histórica da FUNCEME de 1987 a 2007.

O Programa Balanço Hídrico Varejão-Silva (1990), utiliza os valores de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e de precipitação pluviométrica (P mm). Com base nesses valores, estima-se a quantidade de água consumida através da evapotranspiração (ETP mm). A água no solo é contabilizada indicando os períodos de seca (DEF mm) e também os períodos de excesso hídrico (EXC mm).

O balanço hídrico, além da evapotranspiração potencial (ETP) permite estimar a evapotranspiração real (ETR), o excedente hídrico (EXC), a deficiência hídrica (DEF), o índice de armazenamento (IA), o índice de aridez (I_a – UNEP), os meses secos, dentre outros.

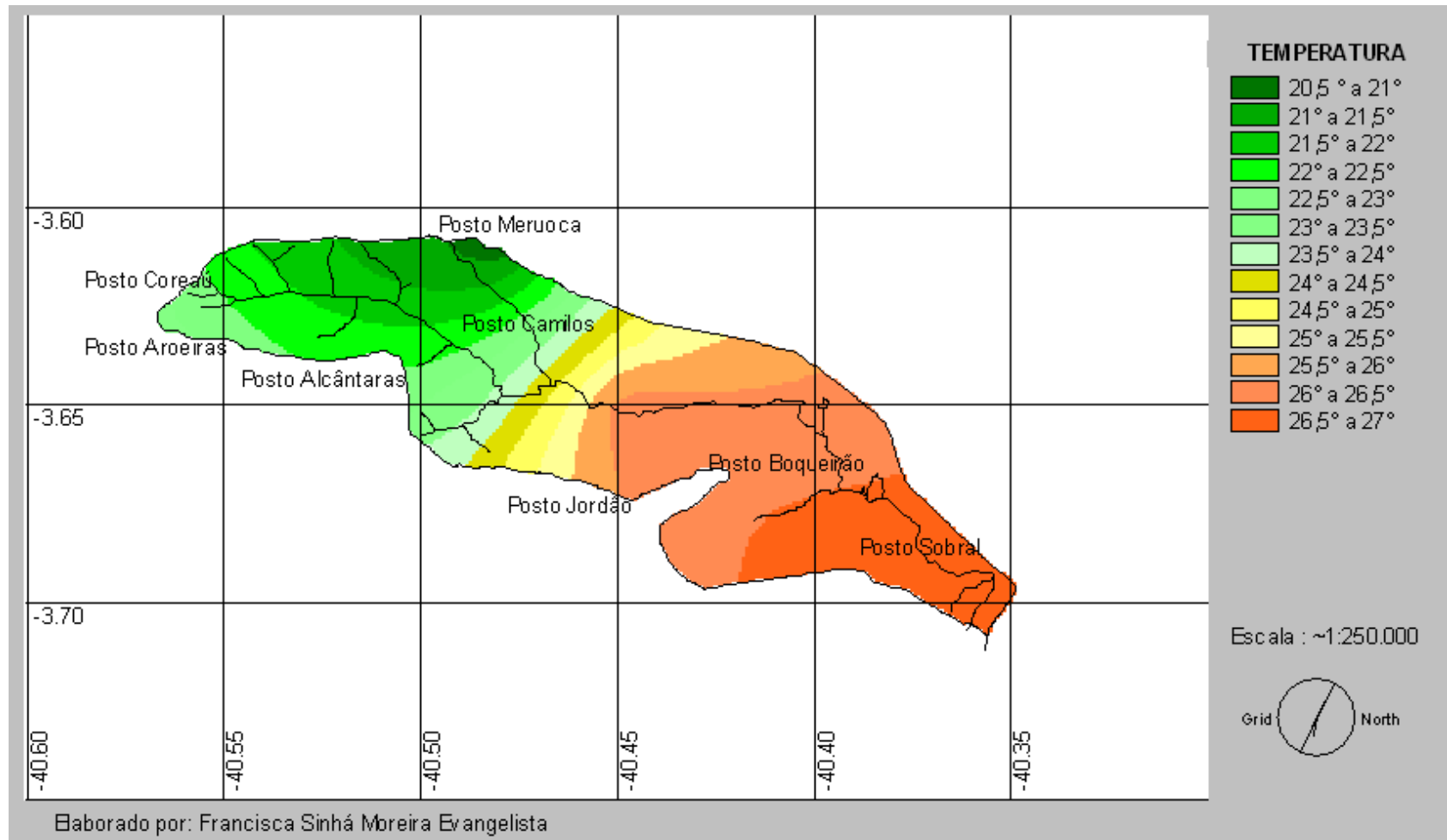


Figura 45: Mapa de Temperatura (FUNCEME, 2008).

Tabela 12: Balanço hídrico do município de Meruoca no período de 1987 a 2007.**Lat:** 3°33'**Long:** 40°27'**Capacidade de Armazenamento do Solo:** 100 mm

BALANÇO HÍDRICO DE MERUOCA									
MÊS	T °C	P/ mm	Et°/ mm	P-Et° mm	ARM mm	ALT/ Mm	ER/ mm	EXC/ mm	DEF /mm
JAN	21.1	100	85	15	16	15	85	0	0
FEV	20.7	221	73	148	100	84	73	64	0
MAR	20.3	202	77	125	100	0	77	125	0
ABR	20.3	172	74	98	100	0	74	98	0
MAI	20.5	111	78	33	100	0	78	33	0
JUN	20.5	71	75	-4	96	-4	75	0	0
JUL	20.1	19	74	-55	56	-40	59	0	15
AGO	20.8	0	81	-81	25	-31	31	0	50
SET	21.1	1	81	-80	11	-14	15	0	66
OUT	20.9	0	83	-83	5	-6	6	0	77
NOV	20.9	0	81	-81	2	-3	3	0	78
DEZ	21.1	21	86	-65	1	-1	22	0	64
ANO	20.7	919	948	-29	612	0	599	320	349

Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Índice de Aridez.....36.83544
Índice de Umidade.....33.77637
Índice Hídrico.....-3.059071

Tipo Climático

C1 52

Seco-Sub-úmido

Acentuado excesso hídrico no verão

Significado dos Símbolos

T- Temperatura

P- Precipitação

Et° - Evapotranspiração de referência

ARM- Armazenamento de água pelo solo

ALT- Variação do armazenamento

ER- Estimativa da evapotranspiração real

EXC- Excedente hídrico

DEF- Deficiência hídrica

Deficit Hídrico (DEF)

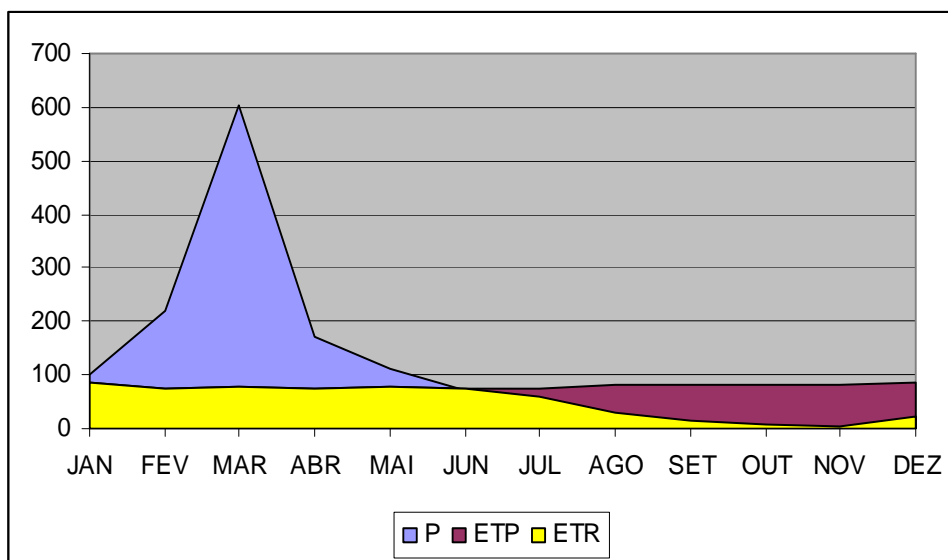


Figura 46: Programa Balanço Hídrico

Fonte: Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Análise do Balanço Hídrico do Município de Meruoca

O balanço hídrico do Município de Meruoca foi baseado no período de 1987 a 2007. A estação de deficiência hídrica apresenta-se longa (6 meses). Inicia-se em julho, com forte declínio das precipitações (19 mm em julho, 0 mm em agosto e 1 mm em setembro, 0 mm em outubro e novembro). A partir de julho, não existe reserva hídrica nos solos, e a necessidade potencial de água é quase igual aos altos valores da evapotranspiração potencial, resultando em déficit hídrico positivo. Esta situação permanece até dezembro, quando geralmente começa a se verificar chuvas razoáveis, porém, ainda inferior à demanda ambiental. Durante todo esse período (julho a dezembro), o déficit de água alcança o total médio de 349 mm, a vazão dos rios nos últimos três meses da estação seca chega a zero. A estação chuvosa inicia em janeiro e termina em julho

Os totais mensais, porém, são relativamente baixos nos dois primeiros meses, portanto são suficientes para a reposição de água nos solos e para o atendimento essencial das plantas necessitadas de água. Esses dois meses são úmidos, havendo excesso hídrico.

Em março, com os solos já carregados, a precipitação permite formar excesso que se escoia pela superfície dos solos. Os rios apresentam cheias apreciáveis, principalmente por serem alimentados com fortes chuvas nos altos cursos de suas bacias.

Seu clima é seco sub-úmido. A precipitação é de 919 mm, com média mensal de 76,5 mm. Seu índice de umidade é de 33,77, com estação úmida de janeiro a maio. Suas temperaturas são amenas por todo o ano por se situar numa região serrana de elevadas cotas altimétricas (média de 20,7° C).

Segundo Ribeiro e Gonçalves (1981), o Município de Meruoca possui clima úmido e subúmido. Para a definição dos climas regionais e mesoclimas foram adotados critérios que buscaram uma maior homogeneidade possível nos espaços considerados no Estado do Ceará e utilizados os elementos como índice de umidade de Thornthwaite e Mather (1955), precipitação total anual, excedente hídrico anual, número de meses com deficiência hídrica, deficiência hídrica anual e temperatura média anual.

A temperatura, apesar de ter sido incluída entre os parâmetros, não definiu climas regionais sendo todos considerados quentes, pois a temperatura do mês mais frio é superior a 18° C, superando o limite pelo qual os climas são considerados quentes. (Koppen, 1948). Sendo assim, a terminologia utilizada na denominação dos climas regionais refere-se apenas às suas características hídricas (RIBEIRO e GONÇALVES, 1981, p. 471).

Os climas úmido e sub-úmido se caracterizam por apresentar índices pluviométricos elevados variando entre 1.200 a 1.500 mm anuais, índice de umidade positivo e uma moderada deficiência hídrica registrada durante cinco a seis meses por ano, apresentando em geral, temperaturas mais baixas. Esse clima ocorre em quase todo o litoral de Fortaleza, Baixo Parnaíba, Chapada da Ibiapaba, Serras da Meruoca, Uruburetama, Pacatuba e Maranguape.

Tabela 13: Balanço hídrico do município de Alcântaras no período de 1987 a 2007.**Lat:** 3°35'**Long:** 40°33'**Capacidade de Armazenamento do Solo:** 100 mm

BALANÇO HÍDRICO DE ALCÂNTARAS									
MÊS	T ° C	P/ mm	Et°/ mm	P-Et° mm	ARM mm	ALT/ Mm	ER/ mm	EXC/ mm	DEF /mm
JAN	22.0	125	91	34	34	34	91	0	0
FEV	21.6	159	78	81	100	66	78	15	0
MAR	21.2	244	82	162	100	0	82	162	0
ABR	21.2	212	79	133	100	0	79	133	0
MAI	21.5	88	84	4	100	0	84	4	0
JUN	21.4	32	80	-48	62	-38	70	0	10
JUL	21.1	8	80	-73	30	-32	40	0	41
AGO	21.7	1	86	-85	13	-17	18	0	68
SET	22.0	0	87	-87	5	-8	8	0	79
OUT	21.8	0	88	-88	2	-3	3	0	85
NOV	21.8	4	86	-82	1	-1	5	0	81
DEZ	22.1	21	92	-71	0	-1	22	0	70
ANO	21.6	894	1013	-119	547	0	580	314	433

Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Índice de Aridez.....42.73445

Índice de Umidade.....31.01678

Índice Hídrico.....-11.71767

Tipo Climático

C1 51

Seco-Sub-úmido

Moderado excesso hídrico no verão

Significado dos Símbolos

T- Temperatura

P- Precipitação

Et° - Evapotranspiração de referência

ARM- Armazenamento de água pelo solo

ALT- Variação do armazenamento

ER- Estimativa da evapotranspiração real

EXC- Excedente hídrico

DEF- Deficiência hídrica

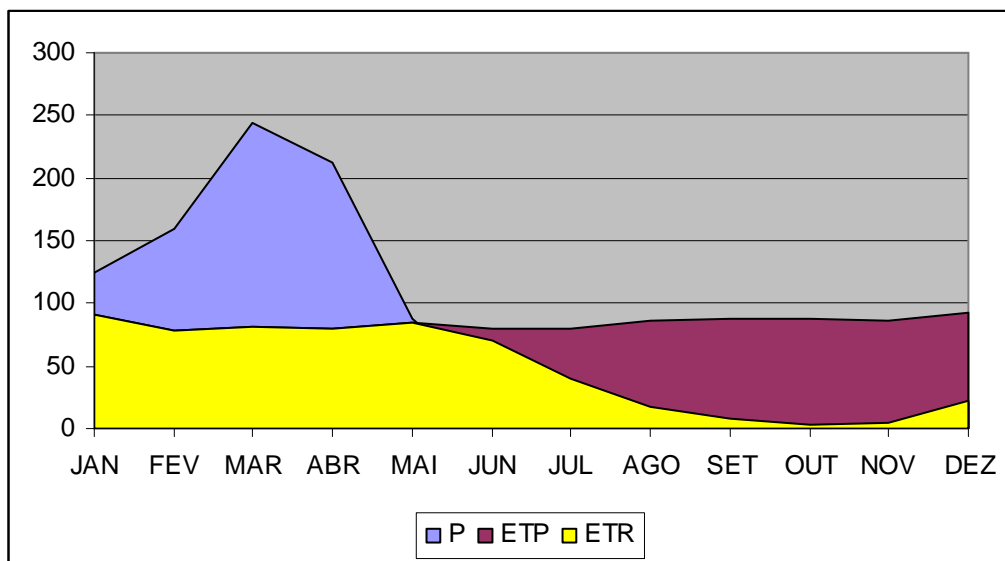


Figura 47: Balanço Hídrico do Município de Alcântaras no período de 1987 a 2007.
Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Análise do Balanço Hídrico do Município de Alcântaras

O balanço hídrico do Município de Alcântaras foi baseado no período de 1987 a 2007. O forte decréscimo sazonal das precipitações a partir de junho (32 mm) resulta em precipitação muito aquém da necessidade potencial. Consequentemente, inicia-se a estação de baixas precipitações que se estende normalmente até novembro, dezembro. Constata-se, portanto, que o município de Alcântaras apresenta uma média estação seca, com 7 (sete) meses.

A queda significativa, ativa dos níveis de precipitação, e a forte evapotranspiração potencial no segundo semestre fazem com que, ao findar a estação do excesso (maio), a água armazenada nos solos se esgote: razão pela qual a estação que apresenta deficiência hídrica tem a mesma duração da estação de precipitação quase nula ou insignificativa (junho a dezembro).

Durante esses seis meses, o débito perfaz um total de 433 mm; a descida do nível dos rios, iniciada em maio, irá atingir seus níveis mais baixos em dezembro, quando a vazão é praticamente zero. Não obstante apesar da estação das chuvas terem início em dezembro (21 mm), as altas temperaturas ativam a evapotranspiração, não permitindo que haja oferta suficiente de água para atender a necessidade das plantas.

Somente em janeiro, quando a precipitação alcança o valor médio de 125 mm, é que se inicia o período significativo de precipitação. Porém, apesar da necessidade de água seja satisfeita, o débito de umidade dos solos não permite ainda excesso de água significativo.

A continuidade das precipitações em fevereiro, com total médio de 159 mm, muito acima, portanto, da evapotranspiração potencial (78 mm), resulta em excesso de água nos solos, o qual começa a fluir superficialmente (15 mm).

O balanço hídrico permanece positivo até maio, com elevado excesso de água. Como consequência, ocorrem as cheias dos rios, onde alcançam geralmente nesse período seus mais altos níveis. Ao final da estação úmida (maio), há um excesso de 314 mm.

O clima local é sub-úmido. A estação de déficit de água possui grande deficiência hídrica (433 mm), ultrapassando, portanto o excesso hídrico (314 mm). A estação úmida de janeiro a maio possui um bom nível excedente de água e índice de umidade de 31,01 e a estação seca de junho a dezembro, com moderado a grande déficit de água (433 mm).

Tabela 14: Balanço hídrico do município de Coreau no período de 1987 a 2007.

Lat: 3°34'

Long: 40°39'

Capacidade de Armazenamento do Solo: 100 mm

BALANÇO HÍDRICO DE COREAU									
MÊS	T ° C	P/ mm	Et°/ mm	P-Et° mm	ARM mm	ALT/ Mm	ER/ mm	EXC/ mm	DEF /mm
JAN	26.0	113	133	-20	0	0	113	0	20
FEV	25.6	190	114	76	76	76	114	0	0
MAR	24.9	268	113	155	100	24	113	131	0
ABR	24.8	267	107	160	100	0	107	160	0
MAI	25.2	111	116	-5	95	-5	116	0	0
JUN	25.4	36	115	-80	43	-52	88	0	28
JUL	25.2	11	116	-105	15	-28	39	0	77
AGO	26.0	0	130	-139	4	-11	11	0	119
SET	26.1	0	129	-129	1	-3	3	0	126
OUT	26.2	0	136	-136	0	-1	1	0	135
NOV	26.2	3	132	-130	0	0	3	0	130
DEZ	26.2	32	137	-105	0	0	32	0	105
ANO	25.7	1.030	1.478	-449	434	0	739	291	740

Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Índice de Aridez.....50.03383

Índice de Umidade.....- 19.68877

Índice Hídrico.....-30.34506

Tipo Climático

C1 W1

Seco-Sub-úmido

Moderado excesso hídrico no inverno

Significado dos Símbolos

T- Temperatura

P- Precipitação

Et° - Evapotranspiração de referência

ARM- Armazenamento de água pelo solo

ALT- Variação do armazenamento

ER- Estimativa da evapotranspiração real

EXC- Excedente hídrico

DEF- Deficiência hídrica

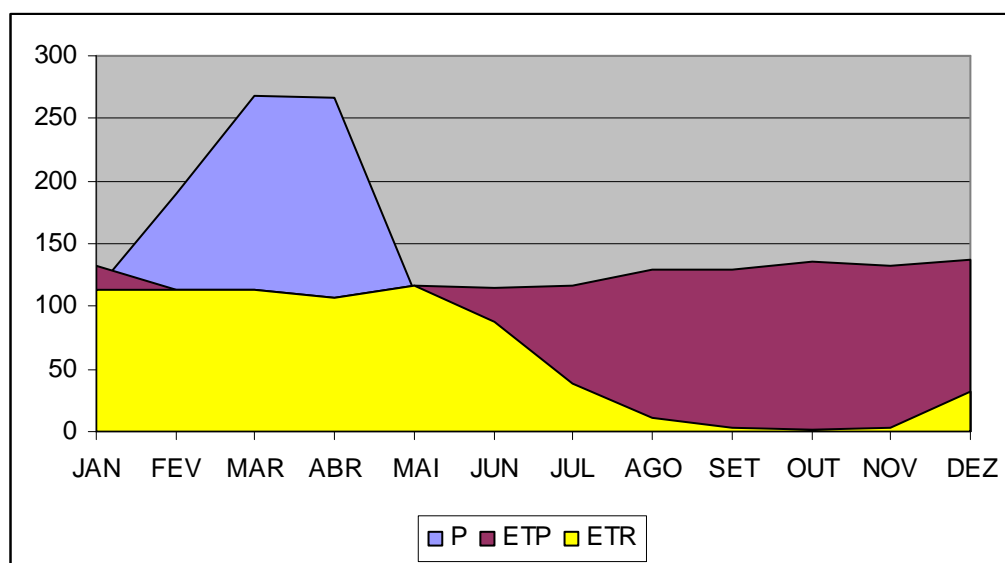


Figura 48: Balanço Hídrico do Município de Coreáú no período de 1987 a 2007.
Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Análise do Balanço Hídrico do Município de Coreáú

Situada a sotavento da Serra da Meruoca, sua estação de precipitação efetiva negativa inicia-se em julho e se estende até novembro. Não obstante começar com grande déficit de precipitação (77 mm), o mês de julho não revela grande déficit hídrico em virtude principalmente, do grande estoque de água nos solos disponível para as plantas, ao findar a

estação úmida. Apesar de as reservas hídricas dos solos se esgotarem somente em maio, a partir de junho os valores dos déficits hídricos tornam-se muito importantes, atingindo débitos de 28 mm em junho, 77 mm em julho, mantendo-se acima dos 100 mm no período de agosto a dezembro. Nesses meses o *runoff* é insignificante e os rios descem a níveis muito baixos.

Em dezembro, inicia-se normalmente a estação das chuvas, porém estas são ainda pouco expressivas e os solos acham-se inteiramente sem reservas de água; razão pela qual o *runoff* não tem significação e a elevação do nível dos rios é retardada para janeiro ou, até mesmo, para fevereiro. Quando se inicia em fevereiro, os meses de dezembro e janeiro podem ser caracterizados como dos mais secos; nessa situação o leito dos rios costuma secar completamente.

Contudo, normalmente, o mês de fevereiro assinala o início da estação de excesso de precipitação em relação à evapotranspiração potencial e, conseqüentemente, o início do ano agrícola, embora não haja ainda excesso hídrico capaz de alimentar o *runoff*. O forte aumento das chuvas em fevereiro faz completar a reposição de água nos solos até o limite máximo de sua capacidade de estocagem. A estação de excesso hídrico torna-se bem marcada pela intensificação do *runoff* e pela elevação rápida do nível da água dos rios. As precipitações são, entretanto, abundantes de janeiro (113 mm) a maio (111 mm), porém permitindo excessos hídricos somente nos meses de março (131 mm) a abril (160 mm). Tais excessos proporcionam as esperadas cheias dos rios. Nesses meses, o *runoff* é superior a 100 mm para cada mês. Em anos excepcionalmente chuvosos, o *runoff* é tão intenso que as cheias dos rios somente não causam grandes danos às lavouras, porque seus cursos não são muito longos.

Em junho, como foi observada, a estação chuvosa termina bruscamente, mas em compensação, deixa os solos saturados em água para ser utilizada ao iniciar a estação deficiente em chuvas.

Seu clima é Seco-Sub-Úmido, com significativo déficit hídrico ao longo da estação seca (740 mm) e elevado índice de aridez (50,03). A estação úmida é curta, é caracterizada por grande excesso hídrico (291 mm), porém apresenta índice de umidade negativo (-19,68). Apesar da sua baixa altitude (em torno de 200 m) sua temperatura não é das mais termiais, apresentando temperatura média anual de 25,7 ° C.

Tabela 15: Balanço hídrico do município de Sobral no período de 1987 a 2007.**Lat:** 3°42'**Long:** 40°21'**Capacidade de Armazenamento do Solo:** 100 mm

BALANÇO HÍDRICO DE SOBRAL									
MÊS	T ° C	P/ mm	Et°/ mm	P-Et° mm	ARM mm	ALT/ Mm	ER/ mm	EXC/ mm	DEF /mm
JAN	27.3	101	149	-48	0	0	101	0	48
FEV	26.9	145	131	-14	14	14	131	0	0
MAR	26.1	300	130	170	100	86	130	84	0
ABR	25.9	229	121	108	100	0	121	108	0
MAI	26.2	106	130	-24	79	-21	127	0	3
JUN	26.4	46	129	-83	34	-45	91	0	38
JUL	26.3	14	132	-118	11	-23	37	0	95
AGO	27.2	2	146	-144	3	-8	10	0	136
SET	27.4	0	145	-145	1	-2	2	0	143
OUT	27.5	0	151	-151	6	-1	1	0	150
NOV	27.6	3	147	-144	0	0	3	0	144
DEZ	27.6	21	153	-132	0	0	21	0	132
ANO	26.9	967	1.664	-697	342	0	775	192	889

Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Índice de Aridez.....53.42548

Índice de Umidade.....11.53245

Índice Hídrico.....-41.89303

Tipo Climático

Dr r

Semi-árido

Pequeno excesso hídrico.

Significado dos Símbolos

T- Temperatura

P- Precipitação

Et° - Evapotranspiração de referência

ARM- Armazenamento de água pelo solo

ALT- Variação do armazenamento

ER- Estimativa da evapotranspiração real

EXC- Excedente hídrico

DEF- Deficiência hídrica

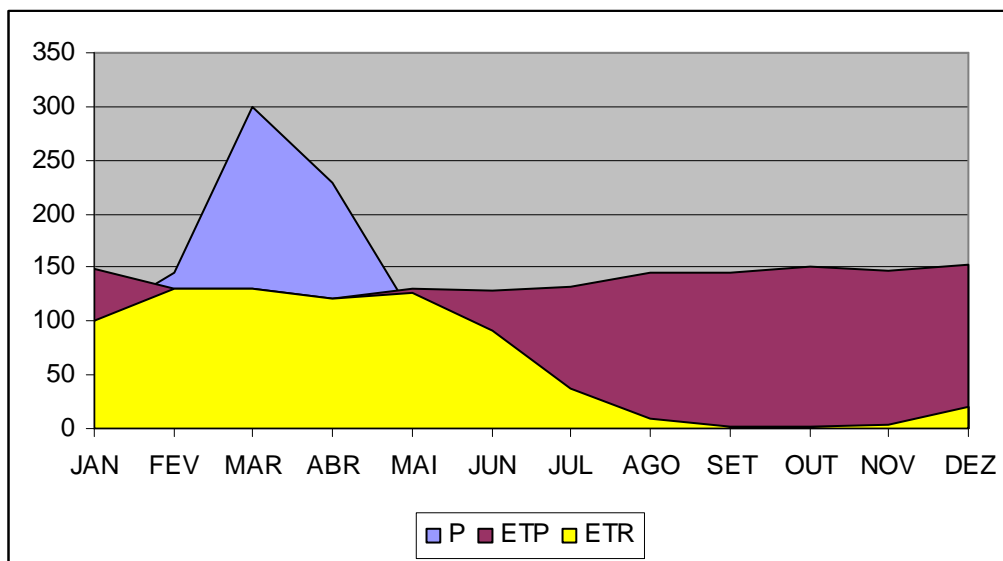


Figura 49: Balanço Hídrico do Município de Sobral no período de 1987 a 2007.
Fonte: Programa Balanço Hídrico-Varejão-Silva. Ma. (1990) e FUNCEME (2008).

Análise do Balanço Hídrico do Município de Sobral

Este município possui regime hídrico semelhante ao das regiões de clima seco do sertão do Nordeste: uma estação muito curta e, normalmente, pouco chuvosa, nos fins do verão e início do outono, e uma longa e profunda estação de carência de chuvas, características de clima semi-árido.

A estação de precipitação efetiva negativa inicia-se em junho e se estende até dezembro. Pelo estoque máximo de água nos solos ao iniciar essa estação, o mês de junho apresenta baixo déficit hídrico (38 mm). Apesar das reservas hídricas do solo se esgotarem somente em julho, a partir de agosto os déficits de água para as plantas são bastante consideráveis pela drástica redução das precipitações pluviométricas, que podem até mesmo não existir, principalmente de agosto a novembro. Nesses meses, o *runoff* é insignificante e a vazante dos rios pode ser muito severa. Apesar do aumento razoável da precipitação em dezembro e mais considerável em janeiro, os déficits hídricos nesses meses são ainda elevados, uma vez que os solos acham-se inteiramente sem qualquer reserva de água.

Conseqüentemente, apesar da chegada normal das chuvas, o *runoff* permanece praticamente inexistente. Nos anos excepcionalmente secos, os meses de novembro e dezembro são os mais severamente áridos, e seus rios podem ficar reduzidos a simples filetes de água ou até mesmo sem qualquer corrente.

Normalmente, o mês de janeiro marca o início da estação de excesso de precipitação em relação à necessidade potencial e, conseqüentemente, o início do ano agrícola, embora não haja ainda excesso hídrico capaz de alimentar o então insignificante *runoff*. O formidável acréscimo de chuvas em fevereiro proporciona a saturação dos solos. A estação de excesso hídrico torna-se bem marcada pela intensificação do *runoff* e pela subida do nível dos rios.

Entretanto, são as precipitações mais frequentes e abundantes de março e abril (superior a 200 mm para cada mês) que causam maior *runoff* e as mais notadas enchentes dos rios. Nos outonos excepcionalmente chuvosos, o *runoff* é tão intenso que, mais do que as enchentes dos rios, podem causar grandes danos às lavouras.

Como foi observado, em junho termina, normalmente, a estação das chuvas de modo muito brusco, deixando, em compensação, os solos saturados de umidade para ser remanejada pelas plantas ao iniciar a estação de insuficiência ou ausência de chuvas.

O clima dessa localidade é semi-árido com grande déficit hídrico ao longo da estação seca (889 mm) e elevado índice de aridez (53, 42). A estação úmida é curta, é caracterizada por um baixo excedente de água (192 mm) e baixo índice de umidade (11, 53). Do ponto de vista termal, seu clima é o mais quente de todos os municípios parcialmente drenados pela bacia hidrográfica do rio Mucambinho, com temperaturas médias anuais de 26,9° C.

O médio e o baixo curso do rio Mucambinho, mais precisamente o município de Sobral apresentam clima semi-árido, não fugindo, portanto das características da semi-aridez citadas anteriormente. Sobral se localiza na depressão sertaneja apresentando características climáticas diferenciadas, ou seja, índices pluviométricos abaixo do total de precipitação anual. O mês de setembro é o mais seco em toda a bacia.

A área da bacia hidrográfica do rio Mucambinho é caracterizada pela alternância de duas estações nitidamente pronunciadas, com chuvas mal distribuídas no espaço e no tempo. A estação chuvosa inicia-se em janeiro, terminando em junho. As máximas pluviométricas ocorrem nos meses de março e abril, com a presença da ação da ZCIT.

Verifica-se que os maiores totais foram registrados no município de Meruoca e Alcântaras que compreende a área a barlavento do Maciço Residual Meruoca (Alto Curso). O alto curso (Município de Meruoca) apresenta a área mais úmida e a mais alta da bacia, indicando influência do relevo no regime de chuvas nesta estação do ano.

Os gráficos mostram claramente que nas serras os índices pluviométricos são mais elevados e melhor distribuídos, quando comparados aos do sertão, o que favorece uma maior

disponibilidade de recursos hídricos superficiais para aquelas áreas, onde os rios escoam durante um período mais longo. A depressão sertaneja mostra-se como a área onde ocorrem os maiores índices de evaporação e evapotranspiração, tornando-a grande consumidora de recursos hídricos.

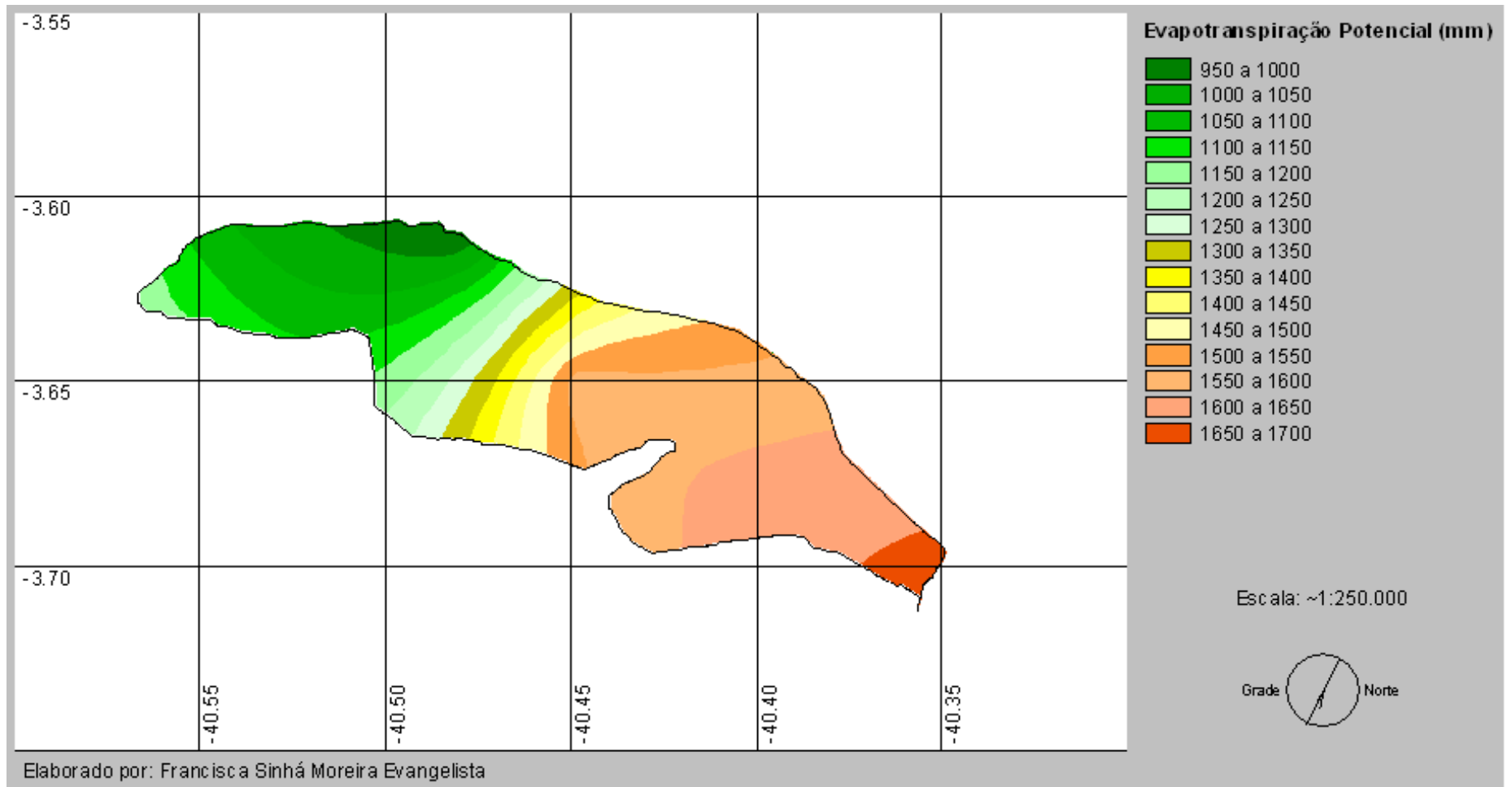


Figura 50: Mapa de Evapotranspiração Potencial. (FUNCEME, 2008).

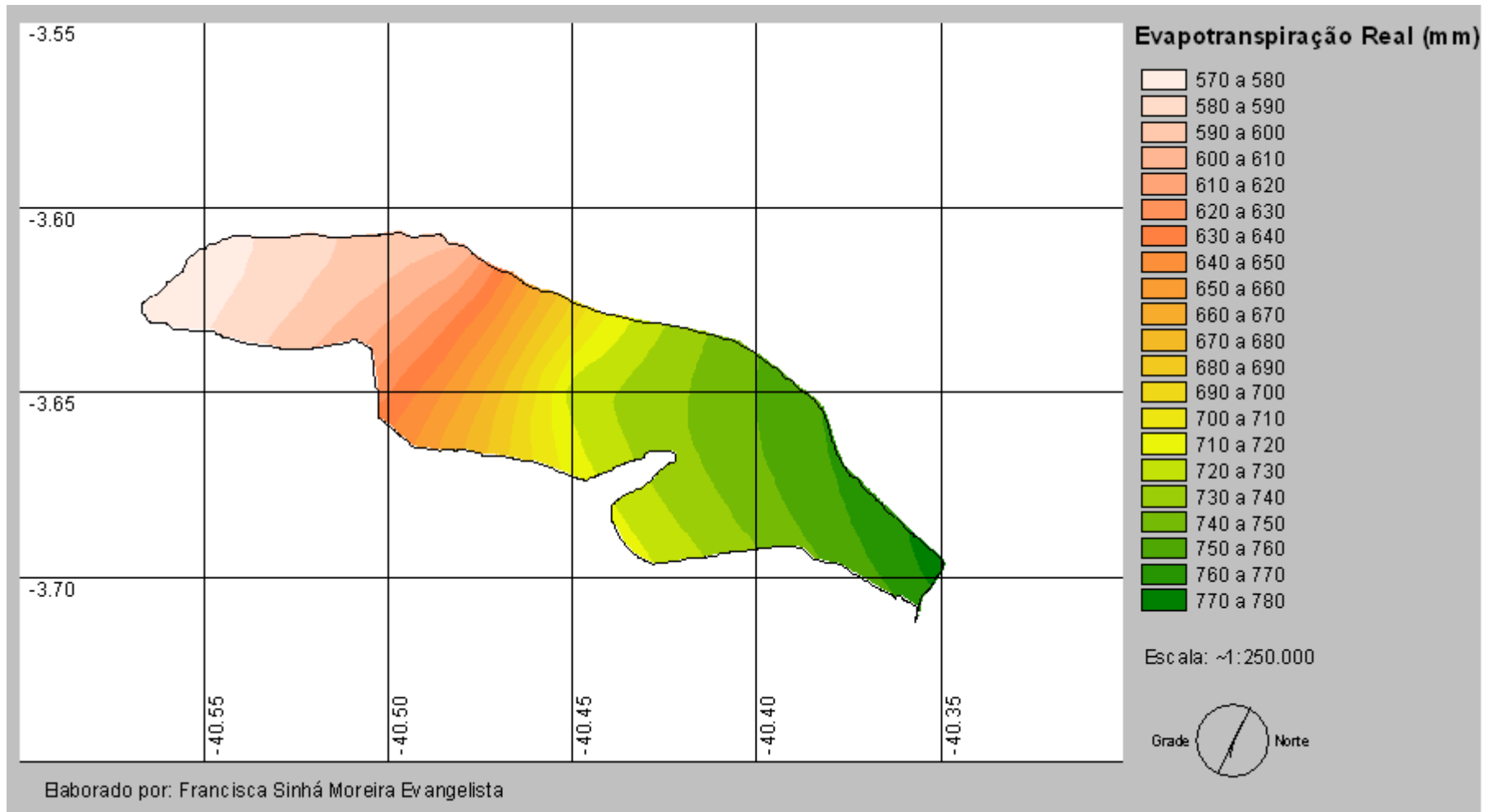


Figura 51: Mapa de Evapotranspiração Real (FUNCEME, 2008).

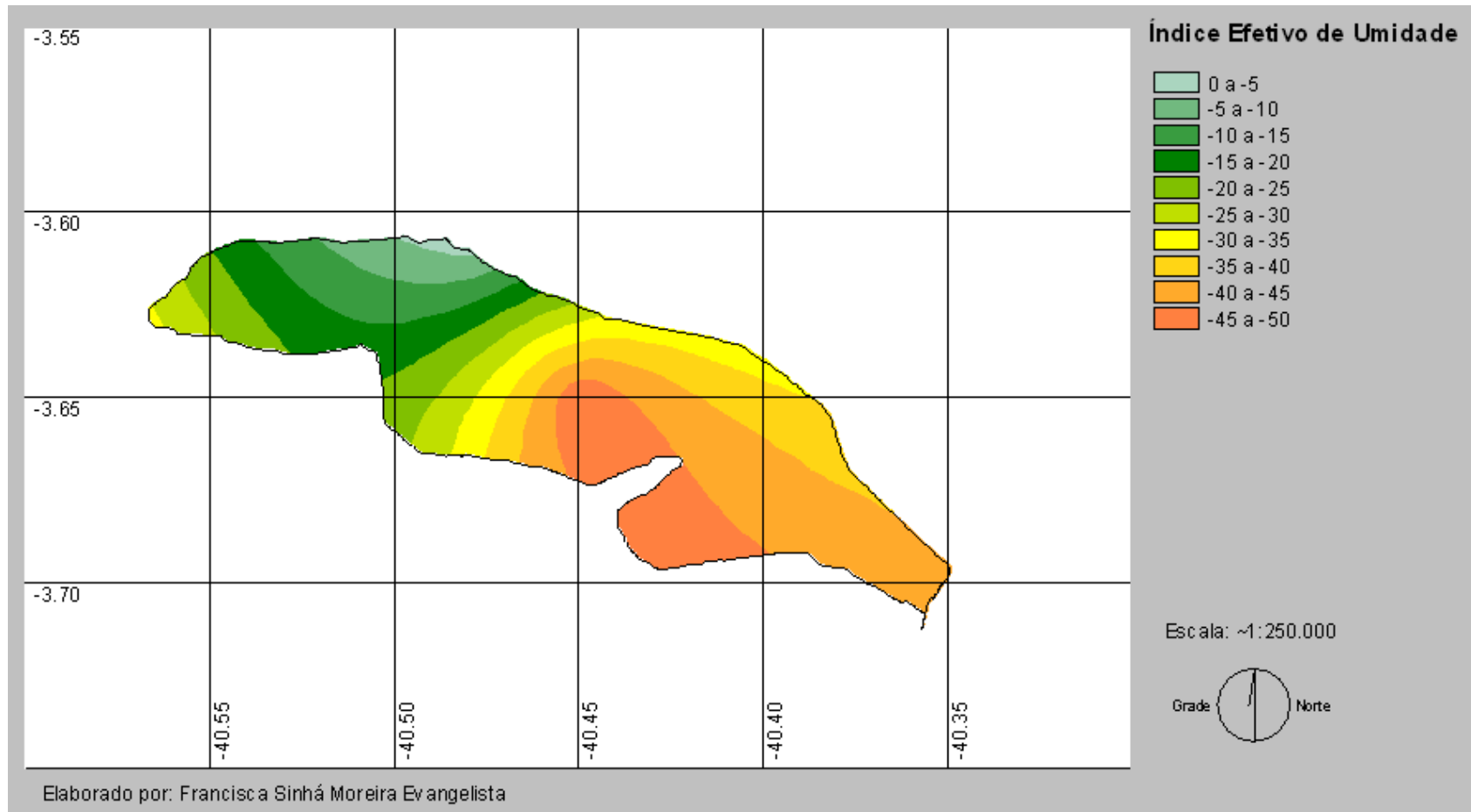


Figura 52: Mapa do Índice Efetivo de Umidade. (FUNCEME, 2008).

5.2 HIERARQUIZAÇÃO FLUVIAL

Com o objetivo de obter uma caracterização mais detalhada do ponto de vista quantitativo e, ainda, para uma maior compreensão dos processos que atuam na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, tornou-se necessário realizar uma análise morfométrica dessa área, baseando-se em autores como: Horton (1945) e Strahler (1952), que possuem trabalhos que se destacam nessa temática. Nesta pesquisa, foram adotados os índices **hierarquia fluvial, densidade de rios e densidade de drenagem.**

De acordo com Horton (1945) *apud* Bigarella e Suguio (1979), a hierarquização fluvial é importante, porque permite fazer uma análise das bacias hidrográficas através do comportamento das características dos rios em uma ou em diferentes bacias.

Através do conceito do número de ordens se estabelece a hierarquização fluvial. Segundo Strahler (1952), os canais classificados como de primeira ordem são aqueles que não recebem tributários; os canais de segunda ordem são os que recebem afluentes apenas de primeira ordem; já os de terceira ordem são aqueles rios que podem receber um ou mais tributários de segunda ordem, podendo receber também tributários de primeira ordem e os canais de quarta ordem são os que recebem afluentes de terceira ordem e também os de ordem inferior.

Para realizar a hierarquização dos canais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, utilizou-se a camada vetorial da rede de drenagem extraída das DSGs (Sobral e Frecheirinha). Os seguimentos obedeceram à hierarquia proposta por Horton (1945) e adaptada por Strahler (1957) dentro dos limites da bacia, onde foram representados no mapa através de cores (Figura 53).

Na área da bacia, constataram-se apenas rios de primeira, segunda e terceira ordem. O Setor A possui dois canais de primeira ordem e um canal de terceira ordem. O Setor B contém onze canais de primeira ordem e um de segunda ordem. O Setor C possui dois canais de primeira ordem (Tabela 16).

Tabela 16: Dados morfométricos da área da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Parâmetros Morfométricos	Hierarquia Fluvial	Número de Canais
	1ª ordem	15
	2ª ordem	1
	3ª ordem	1
Total		17

Fonte: Elaborado por Francisca Sinhá Moreira Evangelista.

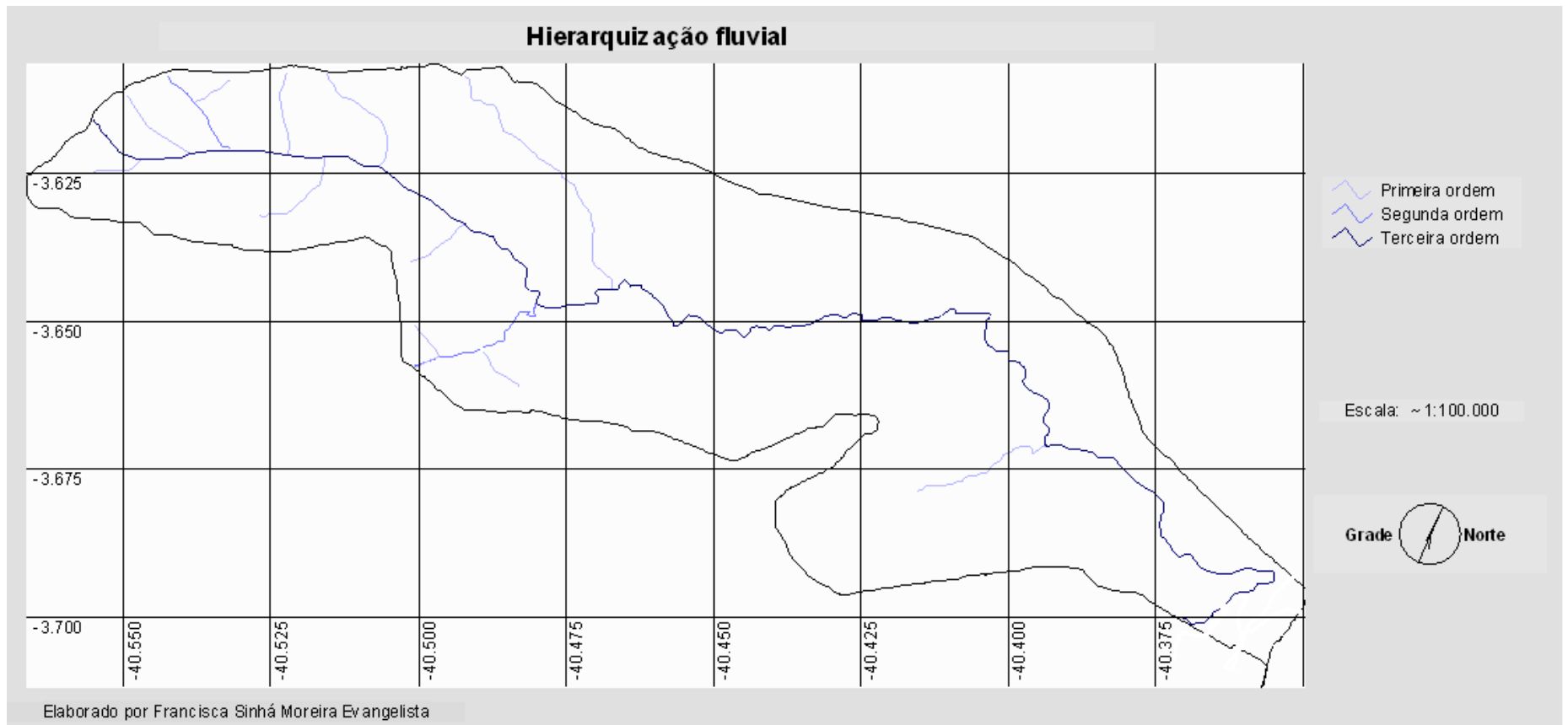


Figura 53: Mapa de Hierarquização Fluvial.

5.3 DENSIDADE DE RIOS

A Densidade de rios (D_r) é a relação existente entre o número de canais fluviais e a área da bacia de drenagem. Realizar esta análise é importante, porque esta tem como finalidade comparar a frequência de canais de água existentes em uma área de tamanho padrão (HORTON, 1945 *apud* Zanela, 1996). Através do estudo da Densidade de rios é possível analisar o comportamento hidrológico de determinada área ou ainda avaliar a sua capacidade de gerar novos cursos de água, esta expressa através da equação:

$$D_r = N/A$$

Onde D_r é a densidade de rios, N é o número total de cursos d'água e A é a área da bacia considerada.

Ao analisarmos a densidade de rios conheceu-se o potencial da bacia e de seus setores em permitir um maior escoamento superficial da água, o que conduzirá a uma maior intensidade dos processos erosivos na esculturação dos canais. O índice de densidade de rios oferece ainda uma idéia mais clara sobre os processos de controle no desenvolvimento da rede hidrográfica sejam elas naturais ou artificiais. Em áreas de redes de canais naturais e que não possuem controle estrutural este índice é sempre superior ao índice de densidade de drenagem.

Na área estudada este índice é de 0,16 rios/km². Quando o valor de Densidade de drenagem (D_d) é superior a Densidade de rios (D_r) mostra um acentuado controle estrutural, que alonga o comprimento dos canais, refletindo um menor número de canais, porém com maiores comprimentos.

5.3.1 Densidade de rios dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho

A rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho foi digitalizada por meio do software CARTALINX, utilizando como bases as cartas DSG de Sobral e Frecheirinha. Em seguida obteve-se o número de canais de cada setor. Com os valores da área

de cada setor e o respectivo número de canais, determinou-se a densidade de rios através da equação estabelecida por Horton (1945). O resultado pode ser verificado na tabela 17.

Tabela 17: Densidade de rios (Dr) dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Setores	Nº de Canais Fluviais	Área total dos setores (Km²)	Densidade de rios (Dr) (Km/Km²)
A	3	44,62	0,16
B	12	51,28	0,23
C	2	10,19	0,19
Bacia Total	17	106,00	0,16

Fonte: Elaborado por Francisca Sinhá Moreira Evangelista.

As diferenças de densidade de rio na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho estão diretamente ligadas à litologia, formas de relevo e os tipos de solo da área. O Setor A apresenta uma área de maior controle estrutural, relevo suave e presença de solos mais permeáveis, possibilitando uma maior infiltração de água, reduzindo o escoamento superficial neste setor, o que denota uma baixa densidade de rios.

O Setor B, que apresenta os maiores valores de Dr, indica um maior potencial de erosão nessa porção da Bacia, além de apresentar solos menos permeáveis e relevos mais acidentados, oferecendo melhores condições para o escoamento superficial. O Setor C também é formado por solos originados a partir da decomposição de rochas graníticas, sendo pouco permeáveis, aliados aos aspectos de relevo acidentado que oferece melhores possibilidades para o escoamento superficial, criando condições para um maior trabalho de erosão e esculturação da rede de drenagem.

5.4 DENSIDADE DE DRENAGEM

A densidade de drenagem nos possibilita conhecer o potencial da bacia e de seus respectivos setores em permitir maior ou menor escoamento superficial de água.

Os índices de Densidade de drenagem e Densidade de rios possuem uma alta correlação com os elementos como litologia, relevo e solos, estes funcionando conjuntamente,

como controladores da infiltração da água e do escoamento superficial nos diferentes setores da bacia estudada. A Densidade de drenagem consiste na relação existente entre o comprimento total dos canais e a área da bacia e este índice reflete o grau de dissecação topográfica em paisagens elaboradas pela atuação fluvial, expressando, portanto, a quantidade disponível de canais de escoamento (HORTON, 1945 *apud* Zanela, 1996).

O índice de Densidade de drenagem pode ser calculado pela seguinte equação:

$$Dd = Lt/A$$

Onde **Dd** é a Densidade de Drenagem, **Lt** o comprimento total dos rios existentes em uma bacia, e **A** a área da bacia considerada.

De acordo com Christofolletti (1981), pela natureza dinâmica da bacia hidrográfica, a densidade de drenagem possui funções diversas, dentre elas se constitui como resposta aos controles exercidos pelas condições climáticas, cobertura vegetal, litologia e outras características da área drenada; é um fator que influencia o escoamento e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica, podendo tornar-se uma variável sensível às mudanças climáticas ou antrópicas em curtos períodos de tempo.

A Densidade de drenagem reflete a propriedade de transmissibilidade do terreno e conseqüentemente a suscetibilidade deste a erosão (HORTON, 1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1981). Portanto, uma área com um índice elevado de Densidade de drenagem é resultante da baixa transmissibilidade do terreno, sendo assim, mais susceptível à erosão.

Segundo Christofolletti (1980), quanto maior o valor da Densidade de drenagem, menor o tamanho dos componentes fluviais da bacia de drenagem. Através da análise da Densidade de drenagem é possível conhecer o potencial da bacia e de seus setores em permitir um maior escoamento superficial da água, o que conseqüentemente levará a uma maior intensidade dos processos erosivos responsáveis pela esculturação dos canais.

Na área da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho o valor encontrado foi de 11,33 km/km², podendo ser classificada como muito alta de acordo com a classificação proposta por Beltrame (1994), na Tabela 18.

Tabela 18: Classificação dos valores de Densidade de drenagem (Dd).

Valores da Dd (km/km ²)	Classes
Menor que 0,50	Baixa
De 0,50 a 2,00	Média
De 2,01 a 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

Através desse índice é possível afirmar que a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho apresenta um alto nível de escoamento, onde o terreno apresenta um baixo grau de infiltração.

5.4.1 Densidade de drenagem dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho

A rede de drenagem da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho foi digitalizada por meio do software CARTALINX, utilizando como bases as cartas DSG de Sobral e Frecheirinha. Em seguida, calculou-se o comprimento dos canais fluviais em quilômetros utilizando o comando *Perim* do IDRISE 32. Com os valores da área de cada setor e o respectivo comprimento dos canais fluviais, determinou-se a densidade de rios através da equação estabelecida por Horton (1945). O resultado pode ser verificado na tabela 19.

Tabela 19: Densidade de drenagem (Dd) dos setores da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Setores	Comprimento total dos canais fluviais (km)	Área total dos setores (km ²)	Densidade de Drenagem (Dd) em (km/km ²)
A	50,15	44,62	1,17
B	86,09	51,28	1,67
C	10,52	10,19	1,03

Fonte: Elaborado por Francisca Sinhá Moreira Evangelista.

De acordo com a ordem de classificação dos valores da densidade de drenagem proposta por Beltrame (1994), todos os setores da bacia apresentam densidade de drenagem média (entre 0,50 e 2,00 km/km²).

As diferenças de densidade de drenagem na bacia hidrográfica do rio Mucambinho estão relacionadas à litologia e as formas de relevo da área. A presença de solos com capacidade de infiltração e relevo suavemente ondulados favorece o escoamento superficial direcionado, com baixa densidade de drenagem, como apresenta o setor A.

O setor B, que apresentou os maiores valores, indica um maior potencial de erosão nesta porção da bacia. Esta área apresenta solos bem drenados e presença de relevo suave ondulado. O setor C, formado por solos de baixa capacidade de infiltração e relevo com declives acentuados, denotou uma baixa densidade de drenagem quando comparados aos padrões gerais da bacia.

6. SISTEMAS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MUCAMBINHO

De acordo com Souza (2007, p. 127), “os sistemas ambientais representam dados oriundos de combinações parciais como as dos fatores morfo-estruturais, hidroclimáticos ou hidromorfológicos”. Das relações entre tais componentes, criam-se condições para uma exploração biológica, resultando em um espaço onde o uso e a ocupação pelo homem tendem a adquirir características próprias.

Desta forma os sistemas ambientais são, portanto o resultado de interações de diversos fatores físicos, ambientais, econômicos e sociais que interagem de forma dinâmica, aleatória e em diferentes escalas, espaciais e temporais.

Assim, para Sotchava (1977) os sistemas ambientais são a expressão dos fenômenos naturais, ou seja, o potencial ecológico de um determinado espaço, no qual há uma exploração biológica, podendo influir fatores sociais e econômicos na estrutura e expressão espacial.

6.1 Maciços Residuais das Serras da Meruoca e Rosário e Vale do riacho Boqueirão

6.1.1 Serra da Meruoca

Localiza-se a oeste do rio Acaraú, inserida nos municípios de Sobral e Massapê. Possui comprimento e largura de 20 e 25 km, respectivamente, e formato que se aproxima de um losango. Seu relevo foi modelado, apresentando-se em forma de topos aguçados e vales em V.

Sua drenagem apresenta várias intensidades de aprofundamento. A leste, localizam-se os blocos que possuem relevos mais compactos, com vales profundos, chegando a alcançar os 990 m de altitude.

Em se tratando de sua estrutura, a Serra da Meruoca corresponde a um *stock* granítico limitado por prolongamentos de falhas que se dispõem, em sua maioria, na direção SW-NE, sendo o limite ocidental do Graben Jaibaras.

Apresenta litologia com granito, gnaiss e migmatito. Corresponde à superfície de cimeira, com cotas altimétricas entre 705 e 878 m, relevo dissecado e topos aguçados e vales em “V” com declividade acentuada, aproximadamente 35°. Solos predominando os Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico). Área mais úmida com drenagem de padrão dendrítico, rios intermitentes, vegetação subperenifólia tropical plúvio-nebular, com algumas espécies de Babaçu (*Orbignya martiana*).

A área de depressão sertaneja se estende até o interior desse maciço, através dos vales dos riachos Gabriel e Boqueirão. Este último, divide parte da serra em dois setores bem diferenciados ecologicamente: Meruoca Norte e Meruoca Sul, ou Rosário.

Para Moreira e Gatto (1981), o setor norte da Serra da Meruoca está dissecado em formas aguçadas, com vales em V e encostas bastante ravinadas, os vales são preenchidos por material de natureza coluvial oriundo das vertentes íngremes.

Essa encosta norte oriental se situa ao nível de 750 m de altitude e encontra-se beneficiada por um regime de chuvas bem representativo e melhor distribuído. Possui estação chuvosa se estendendo de janeiro a junho, chegando a atingir 1.400 mm anuais. A drenagem possui padrão dendrítico e rios intermitentes, o que favorece o surgimento de um brejo de cimeira revestido, originalmente, por floresta; oferecendo assim boas condições naturais para a prática da atividade agrícola, tendo destaque para as culturas de subsistência, principalmente de mandioca, feijão e milho, plantio de espécies frutíferas, especialmente de mangueiras, de bananeira e cajueiro.

Apresenta litologia formada por materiais desenvolvidos em granito, gnaisses e migmatitos. Os topos formam a superfície de cimeira e se caracterizam por apresentar um relevo dissecado em topos aguçados e vales em “V”, com cotas altimétricas que variam entre 700 a 920 m e declividade acentuada, aproximadamente 35°, apresentando uma área de 795, 37 ha.

Os terrenos de encostas são áreas de contato entre os topos e o vale. Neles passam os riachos do Boqueirão e Santo Antônio que dão origem ao rio Mucambinho.

As partes culminantes apresentam cotas altimétricas que superam os 900 m, atingindo os 1020 m a norte da localidade de Bonfim. Há formação de pequenos vales estreitos e profundos nas áreas de topos e vertentes.

Nesse sistema ambiental há a predominância dos Argissolos (Solos Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutróficos) com mais de 1 metro de profundidade. Estes são revestidos

por algumas espécies da floresta subperenifólia plúvio-nebular nas áreas mais elevadas e por algumas espécies da vegetação xerófila nas áreas de encostas.

Quanto aos valores pluviométricos, no reverso imediato da Meruoca Norte se observa um período chuvoso que se estende de janeiro a junho, com temperaturas mais baixas e clima mais ameno. Os rios são intermitentes, de padrão dentrítico. Há maiores indícios de escoamentos pluviais mais definidos, provocando ravinamentos e sulcamentos nas encostas.

A aproximadamente 1 km da entrada do Vale do Boqueirão, o topo da vertente norte apresenta afloramentos de rochas em pontos isolados.

Quanto ao uso e ocupação, há pequenos indícios de desmatamento para a prática da agricultura de subsistência, porém em pequena escala, somente para o consumo, devido à baixa produtividade. Essa área de topo é bem mais preservada, por apresentar mais declividade (Figura 54).



Figura 54: Vista da Serra da Meruoca -Norte, com sua vegetação ainda preservada.
Fonte: Evangelista (2006).

As áreas para plantio são desmatadas, dando lugar aos cultivos de milho, feijão, mandioca, descaracterizando as paisagens que eram ocupadas por espécies da caatinga arbórea, como o angico (*Anadenanthera macrocarpa*), a aroeira (*Astronium urundeuva*). Isso resulta em pequenos deslizamentos de terra para as áreas mais rebaixadas devido à declividade acentuada, afloramento de rochas e assoreamento dos canais fluviais.

No que se refere às potencialidades este sistema ambiental, é um ambiente de condições climáticas úmidas e subúmidas, no reverso imediato. A rede de drenagem é intermitente, os solos predominantes são os Argissolos (Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutrófico), revestidos por uma vegetação subperenifólia plúvio-nebular, o que os tornam ambientes bem mais agradáveis e de maior valor paisagístico. Possui limitações para a agricultura, pois apresentam terrenos com declives acentuados.

Por se tratar de declives acentuados, o material passa por meteorização e são carreados para o sopé das encostas e fundo do vale, interferindo assim no processo normal executado pela pedogênese nas áreas de encostas.

Este setor é mais úmido quando comparado à Meruoca sul, porém os riachos Boqueirão e Santo Antônio são intermitentes, apresentando fluxo hídrico apenas quando se aproxima da comunidade de Rosápolis.

As características climáticas são diferentes das observadas na porção frontal da Serra da Meruoca, porém esse setor mantém mais umidade que a sul, havendo também maiores indícios de escoamentos pluviais mais definidos.

A cobertura vegetal apresenta porte arbóreo no meio da vertente, onde a vegetação mantém-se mais verde exuberante. O topo e o sopé são menos desmatados (Figura 55).



Figura 55: Vegetação exuberante da Vertente Norte.
Fonte: Evangelista (2008)

É preciso salientar que, por se tratar de áreas de encostas, há maior necessidade de manter a cobertura vegetal para evitar o deslizamento do material meteorizado, que pode colmatar o fundo do vale, o que iria causar inundações durante o período de chuvas.

Apresentam fortes limitações quanto ao uso e ocupação, pois apresentam declividade acentuada chegando aos 35°, porém observamos que poucos trechos são utilizados para o plantio de culturas anuais, como o milho, o feijão e a mandioca.

A aproximadamente 0,5 km da entrada do Vale do Boqueirão, no sopé dessa vertente, há uma extração de granito Róseo-Meruoca, sendo a primeira exploração dessa categoria naquela área, com duração de três meses aproximadamente (Figura 56).



Figura 56: Extração de granito. Blocos que se encontravam abandonados na área da mineração.
Fonte: Evangelista (2008).

A atividade da exploração mineral ou mineração é tida como uma das que causam mais impactos negativos ao meio ambiente, haja vista: degradação visual da paisagem, do solo, do relevo, alterações na qualidade da águas, transtornos gerados às populações que habitam o entorno dos projetos minerários e à saúde das pessoas diretamente envolvidas no empreendimento (BANCO DO NORDESTE, 1999, p. 201).

A atividade minerária encontrada na área em estudo é do tipo lavra a céu aberto, que se caracteriza pela extração de matérias-primas minerais de jazidas próximas à superfície, geralmente com a retirada da camada superior para extração do minério.

Dentre os principais impactos ambientais negativos dessa atividade, merecem destaque aqui: acesso às obras com possíveis impactos provocados pelos caminhos, estradas, picadas e clareiras; localização das instalações auxiliares e levantamentos preliminares com a geração

de danos à vegetação, solo, fauna; levantamentos geofísicos com possibilidade de gerar ruídos, explosões e vazamento de combustíveis; estudos hidrogeológicos, com a possibilidade de interferência nos recursos hídricos subterrâneos; perfuração de poços e galerias para pesquisa e preparação da lavra, com a possibilidade de prejuízo à flora, às águas subterrâneas, ao solo e à segurança de comunidades; danos à vegetação, ao ar, às águas superficiais e subterrâneas, à fauna, solo e populações.

Apresenta limitações quanto ao uso agrícola, pois mantém fortes declives, com alta suscetibilidade a erosão dos solos, que possui como classe predominante os Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico), revestidos por algumas espécies da caatinga arbórea e arbustiva densa. Possui potencialidade paisagística, pois sua vegetação mantém-se verde e exuberante.

Este sistema ambiental foi classificado como ambiente de transição ou intergrade. Nele, há incidência moderada de processos erosivos, podendo favorecer tanto a pedogênese quanto a morfogênese. Quando há predominância da pedogênese, esses meios se tornam estáveis, quando a morfogênese passa a predominar, esses ambientes se tornam instáveis. Porém, a passagem da pedogênese para a morfogênese é quase imperceptível. Nessas áreas, apesar de estar a sotavento do Maciço Residual da Meruoca, estão no reverso imediato, apresentando assim um regime de chuvas melhor distribuído e uma vegetação secundária mais preservada.

Quanto ao uso e ocupação, esses ambientes são ainda pouco utilizados devido a limitações naturais, como os grandes declives que dificultam o acesso, apresentando pequenos indícios de desmatamento para o plantio de lavouras voltadas para a produção de culturas de subsistência como o milho, o feijão e a mandioca.

6.1.2 Serra do Rosário

A Serra da Meruoca ao sul, também conhecida como Serra do Rosário, possui características fisiográficas e ecológicas distintas daquelas encontradas no setor norte, assemelhando-se à depressão sertaneja.

Apresenta litologia com granito, gnaisse e migmatito. Relevo menos íngreme com cotas altimétricas entre 600 e 838 m, dissecado em forma de cristas, menor amplitude entre o fundo dos vales, topos mais rebaixados. Diminuição significativa do regime de chuvas.

Predominância dos Neossolos Litólicos (Solos Litólicos). Vegetação xerófila com espécies da caatinga arbustiva.

Ali se observa uma diminuição significativa do regime de chuvas, predominância de solos litólicos (Neossolos Litólicos) recobertos por uma vegetação xerófila com espécies da caatinga arbustiva. O relevo foi dissecado em forma de cristas, assim como no norte, porém com topos mais rebaixados, menor amplitude entre os fundos dos vales e vertentes cobertas por matacões (Figura 57).



Figura 57: Meruoca Sul ou Serra do Rosário com algumas espécies da caatinga arbórea na partes mais elevadas. **Fonte:** Evangelista (2008).

Ainda destaca Souza (1988), que à base de suas encostas, formam-se pequenas depressões intermontanas que têm características análogas aos cones de detritos coalescentes. O material que as recobre é heterogêneo, em termos granulométricos, e morfoscópicos, indicando pequena capacidade seletiva das correntes de escoamento torrenciais.

Na Serra da Meruoca, de modo geral, predomina a morfogênese química paralela às profundas incisões da drenagem. Para Souza (1988), essa morfologia decorre dos processos areolares, que se completa pela presença de vales em V. Pequenos níveis embutidos de planícies alveolares são colmatados por depósitos aluviais e coluviais.

O processo desordenado e predatório de ocupação e exploração dos recursos naturais, que se observa ao longo dos anos, vem provocando a destruição desses ecossistemas,

acarretando graves danos ecológicos e econômicos para a população local e para o Estado do Ceará.

A Serra da Meruoca, no geral, se encontra numa situação de grave degradação ambiental causada pelo desordenado processo de ocupação. Ali vive uma população rural que depende da terra e de seus recursos naturais para a sua subsistência.

Uma outra atividade que coloca em risco os recursos naturais da Serra da Meruoca ao lado da agricultura é a mineração, principalmente com a extração de granito. Para a Semace (1991), a mineração e suas atividades correlatas, contribuem para a degradação do ambiente por modificar a topografia regional, acelerar os processos erosivos, assorear e poluir os rios, causar poluição atmosférica, sonora, e afugentar espécies da fauna local.

As empresas de mineração lá se instalam, assim como na agricultura, sem nenhum apoio técnico e financeiro, o que contribui para o aumento significativo dos danos ao meio ambiente e, principalmente, causando males aos próprios mineradores. Estes se expõem sem as mínimas condições de proteção e salubridade, adquirindo assim doenças que podem ser consideradas fatais, como a silicose, que advém dessa atividade.

Apresenta limitações quanto ao uso agrícola, pois as chuvas são mais escassas, além de corresponder a áreas elevadas e apresentar solos mais rasos, com alguns afloramentos de rochas, o que dificulta o desenvolvimento dessa atividade. Possui um bom potencial para o desenvolvimento da atividade agropastoril.

No que se refere ao uso e ocupação, apesar de apresentar algumas limitações quanto à declividade acentuada, esses ambientes são bastante utilizados com culturas temporárias, como o plantio de milho, feijão e mandioca e ainda com a pecuária extensiva (Figuras 58 e 59).



Figura 58: Agricultura de subsistência com destaque para o plantio do milho e do feijão.
Fonte: Evangelista (2008).



Figura 59: Pecuária extensiva, atividade presente na Serra do Rosário.
Fonte: Evangelista (2008).

No sistema de criação extensivo, um dos impactos ambientais mais expressivos da produção animal é causado pelo superpastoreio. Ele provoca, a partir do pisoteio excessivo, alterações significativas na estrutura da camada superficial do solo e na composição das espécies vegetais. O superpastoreio intensifica a compactação dos solos e a diminuição da cobertura vegetal, favorecendo o processo de erosão.

Dentre os principais impactos ambientais negativos dessa atividade, pode-se destacar: a eliminação ou redução da fauna e flora nativas, como consequência do desmatamento de áreas para o cultivo de pastagens; o aumento da degradação e perdas de nutrientes dos solos, principalmente devido ao pisoteio e à utilização de fogo; a contaminação dos produtos de origem animal, devido ao uso inadequado de produtos veterinários para o tratamento de enfermidades dos animais e de agrotóxicos e fertilizantes químicos nas pastagens; a redução na capacidade de infiltração da água no solo, devido à compactação; a degradação da vegetação e compactação dos solos e a contaminação das fontes d'água e assoreamento dos recursos hídricos.

Nesse sistema ambiental, os impactos ambientais são mais presentes, tanto os de ordem natural quando, por exemplo, o material meteorizado. Este é carregado por efeito da gravidade para as partes mais rebaixadas, os sopés, devido aos declives acentuados. Enquanto os de ordem antrópica, pelo desmatamento intenso seguido de queimadas para o desenvolvimento da agricultura de subsistência.

O desmatamento traz consigo inúmeras consequências negativas ao ambiente natural, dentre eles: a perda da fertilidade do solo; a erosão tipo ravina e voçoroca; a intensificação da colmatação do fundo do vale, pois o material meteorizado é carregado para o sopé; afloramentos de rocha; mudanças no micro-clima; desequilíbrio do ciclo da águas; diminuição ou desaparecimento da flora e da fauna e, quando associados com queimadas, causa poluição do ar e acelera o processo de desertificação no semi-árido, dentre outros (Figura 60).



Figura 60: Voçoroca, um processo bem acelerado de erosão do solo provocado, sobretudo pelo desmatamento.
Fonte: Evangelista (2008).

A remoção da cobertura vegetal inicia ou acelera a erosão do solo sob a ação da chuva e do vento e a queimada para o controle de ervas estimula a lixiviação e perda do solo (CRUZ, 1994 apud ARAÚJO et al., 2005, p. 35).

A prática de queimadas, sem planejamento e sem cuidado, causa inúmeros prejuízos. Ela ocasiona aos recursos naturais danos que se tornam onerosos posteriormente, dentre eles: a perda da fertilidade do solo, o aumento da erosão, aterramento do leito dos cursos d'água ou assoreamento, extinção de espécies animais e vegetais, mudanças no clima, poluição do ar dentre outros. O fogo afeta diretamente a composição físico-química e a biologia dos solos, deteriora a qualidade do ar, reduz a biodiversidade e prejudica a saúde humana (Figura 61).



Figura 61: Desmatamento e queimada para cultivo da lavoura, impacto que atinge solo, vegetação e fauna.
Fonte: Evangelista (2008).

Esse setor é mais povoado que a vertente norte, justificando-se tal uso pela própria suavidade do relevo. Percorrendo o Vale do riacho do Boqueirão, observam-se várias áreas desmatadas para o plantio de lavouras.

Possui fortes limitações, pois é um ambiente submetido às condições de semi-aridez, marcado por irregularidades pluviométricas, ocorrência de solos rasos, afloramentos rochosos, recobertos por caatinga arbustiva. Apresenta boa potencialidade para o desenvolvimento da atividade agropastoril. Esse sistema foi classificado como ambiente instável, justificado pela semi-aridez, pequeno porte vegetacional com pouca contribuição para a diminuição dos efeitos erosivos, solos mais rasos e menos desenvolvidos, o que predomina a morfogênese quando comparada à pedogênese.

6.2 Vale do riacho Boqueirão ou Mucambinho

O Vale do riacho do Boqueirão possui uma área de 9.091,36 ha e divide parte da Serra da Meruoca, formando a Meruoca-Rosário norte e sul respectivamente, o Vale se localiza mais para o sul da Serra, apresentando uma altimetria de 180 m, fundo chato e colmatado por sedimentos coluviais e aluviais.

Apresenta litologia com granito, gnaiss e migmatito. Forma de relevo entalhado tipo corredor ou depressão longitudinal, de forma alongada e estreita, ocupada pelo riacho Boqueirão e seus afluentes, com altitudes entre 200 e 400 m. Solos Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo), Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) e Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais), recobertos por uma vegetação de porte arbóreo predominando.

Existem vários sistemas fluviais na Serra da Meruoca, sendo mais expressivo o riacho Boqueirão. Suas principais nascentes são a oeste da Serra da Meruoca, percorrendo a mesma no sentido transversal Oeste-Leste, formando um sistema independente de caráter endorreico.

A forma do Vale não apresenta diferenciações significativas em toda sua extensão, que adquire características peculiares em função do vigor da capacidade de dissecação da drenagem superficial. De leste (entrada do Vale) para oeste, há um estreitamento do vale com início na comunidade de São Expedito, onde a cobertura vegetal apresenta-se exuberante, com árvores de porte, chegando a atingir mais de 15 m de altura nas margens do riacho (Figura 62).



Figura 62: Vale estreito margeado por vegetação de porte arbóreo com espécies que chegam a atingir 15 metros.
Fonte: Evangelista (2008).

Nos demais setores, mais precisamente nos locais de suavização topográfica dos fundos do vale, desenvolvem-se pequenas depressões com topografias mais planas e coberturas colúvio-aluviais. Nessas áreas, há condições favoráveis para o desenvolvimento do uso agrícola onde o relevo não constitui um fator limitante para esse tipo de prática. Vale ressaltar que nesses locais existem várias pequenas comunidades (Figura 63).



Figura 63: Comunidade do Vale do riacho Boqueirão.
Fonte: Evangelista (2008).

Quanto ao uso da terra no Vale do riacho Boqueirão, inserido no Maciço Residual da Serra da Meruoca, caracteriza-se pela diversificação e pela utilização de técnicas rudimentares e tradicionais de cultivo. São representadas pela falta de implementos tecnológicos adequados, acompanhamento ou assessoria técnica, indisponibilidade de terras, falta de acesso ao crédito rural, o que resulta numa pequena produtividade diante dos tipos de cultura de subsistência, como é o caso do milho, feijão mandioca, que naquela área são desenvolvidas.

Vários fatores naturais também dificultam o êxito e o aumento da produção. Entre esses fatores, podemos citar: clima desfavorável (6 a 7 meses de estiagem), déficit hídrico, solos pedregosos, baixa fertilidade de alguns solos.

No que se refere às potencialidades e limitações sócio-ambientais, o Vale do riacho Boqueirão é dotado de potencialidades e limitações tanto de ordem natural quanto social que merecem aqui serem destacados. Por isso, torna-se indispensável uma avaliação das condições ambientais para que sejam estruturados meios que analisem a capacidade de suporte do ambiente e o uso sustentável dos recursos naturais.

É necessário que se racionalize a exploração dos recursos naturais, de tal forma, que se torne viável aliar crescimento econômico, conservação da qualidade ambiental e a manutenção e recuperação da capacidade de produção dos recursos naturais para a melhoria da qualidade de vida da população.

Com a exploração dos recursos elaborada de maneira indiscriminada, há reflexos quase que imediatos sobre a degradação dos horizontes superficiais dos solos, trazendo conseqüências irreversíveis de instabilidade ecológica.

O desmatamento, comum em todo o Vale, acarreta a intensificação do assoreamento pluvial tornando-o mais incisivo e concentrado conduzindo à evolução dos sulcos para ravinas, fato comprovado em vários locais do Vale.

Este sistema ambiental encontra-se encaixado entre a vertente norte (Serra da Meruoca) e a sul (Serra do Rosário). Possui cotas altimétricas, variando entre 0 e 400m. Apresenta litologia com predominância de rochas do embasamento cristalino. Apresenta-se em forma de “V” de ângulo agudo com vertentes íngremes, apresenta área de 4.670,06 ha

Apesar de se localizar na Serra da Meruoca, o Vale do riacho do Boqueirão apresenta características climáticas diferenciadas, ou seja, índices pluviométricos abaixo do total da precipitação anual, assemelhando-se mais com a semi-aridez, pois está a sotavento da Meruoca.

Na comunidade de São Miguel do Boqueirão, a 14,4 km da entrada do vale, esse geofácio é bastante estreito, com menos de 100m de uma vertente a outra. Apresenta blocos rochosos, mais precisamente matacões em cerca de 200m ao longo do perfil longitudinal.

Apresenta condições mais úmidas, porém sujeita as limitações pluviométricas, pois diminui ali os efeitos das chuvas orográficas. Como conseqüência do baixo índice de precipitação, passa a maior parte do ano com deficiência hídrica.

Os solos predominantes são os Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico) com profundidade moderada recobertos por espécies da caatinga arbórea, ora preservada, ora desmatada. Apresentam margeando o leito do riacho do Boqueirão os Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais) recobertos pela mata ciliar encontrando-se nesse trecho bem preservada (Figura 64).



Figura 64: Mata ciliar do rio Mucambinho, que nesse trecho ainda encontra-se preservada.
Fonte: Evangelista (2008).

Na comunidade de Rosápolis há um alargamento do vale, onde a declividade é mais suave. Quanto ao uso e ocupação esse ambiente é muito utilizado pela população ribeirinha que sobrevive por excelência das condições mais úmidas proporcionadas por estes locais através da cultura de subsistência; pequena proporção de extrativismo vegetal, como também de uma pecuária extensiva pouco significativa.

A 8,4 km da entrada do vale encontra-se a barragem do Boqueirão obstruindo riachos como o do Boqueirão e do Santo Antônio. Nessa área se observa desmatamento acentuado no topo da vertente sul para a agricultura de subsistência (Figura 65).



Figura 65: Barragem do Boqueirão e ao fundo a Serra do Rosário, praticamente toda desmatada.
Fonte: Evangelista (2008).

Na comunidade de Rosápolis a população faz plantações às margens do riacho Boqueirão com o cultivo do caju, banana, mamão, mandioca e capim para alimentar o gado.

Estão sujeitas as limitações pela irregularidade pluviométrica, às inundações periódicas, salinização e deficiência de drenagem. Passam a maior parte do ano com deficiência hídrica, o que leva a necessidade da construção de pequenas cacimbas e poços profundos. Esses ambientes dispõem de alguns recursos hídricos superficiais.

Vale salientar que onde há um maior alargamento do vale entre as vertentes norte e sul é que se constitui as maiores comunidades com casas de alvenaria e as vezes de taipa.

No Vale do riacho Boqueirão, sob a forma de uso e ocupação, desenvolvem-se cultivos ainda tradicionais, tanto de culturas permanentes com o plantio de algumas frutíferas como a bananeira, goiabeira, acerola, manga, como com culturas temporárias com o cultivo do milho, feijão, mandioca, que são plantados apenas para o consumo, pois a produtividade é baixa (Figura 66).



Figura 66: Plantação de frutíferas com a bananeira, a goiabeira no Vale do riacho Boqueirão.
Fonte: Evangelista (2008).

Os solos do tipo Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais) desse sistema ambiental são utilizados ainda para a produção de capim, que é utilizado para alimentar pequenos rebanhos, principalmente no período de estiagem (Figura 67).



Figura 67: Aproveitamento do vale para plantação de capim para alimentar o gado.
Fonte: Evangelista (2008).

Ao longo do Vale encontram-se várias residências, praça, igreja, escola, etc.

Este sistema ambiental apresenta impactos que estão diretamente ligados à ação antrópica, pois utilizam os recursos naturais de forma inadequada. Dentre os principais impactos ambientais, verificam-se os desmatamentos e as queimadas, podendo observar também a existência de ravinas, assoreamento dos rios, diminuição do fluxo hídrico com redução do potencial hídrico superficial e subsuperficial e ainda a diminuição de nutrientes do solo.

Em alguns trechos, a mata ciliar foi derrubada para utilizar a planície de inundação do riacho Boqueirão para o plantio de culturas de subsistência, provocando assim inúmeros impactos ambientais negativos, como: o assoreamento, a diminuição da fauna e flora aquática, a diminuição do fluxo hídrico, dentre outros.

A construção do açude do Boqueirão nas encostas alterou o sistema de drenagem, modificando o escoamento hídrico.

O barramento dos dois riachos: Gabriel e Santo Antonio, para a construção da barragem, implicou a modificação brusca de um ecossistema terrestre para um aquático e, ao mesmo tempo, implica também a mudança de um ecossistema lótico (águas correntes-rio) para lêntico (águas paradas – lago artificial, reservatório) (PEREZ, 1992 *apud* BANCO DO NORDESTE, 1999, p. 282).

Dentre os principais impactos ambientais ao meio físico, causados pela construção de barragens, merece destaque: a possibilidade de alteração do clima, a sismicidade induzida, inundação de jazidas minerais, mudanças na paisagem regional, desaparecimento de extensas áreas de terra, degradação de solos, mudanças na capacidade de uso da terra. Também, mudanças no uso dos solos, intensificação dos processos erosivos, com decorrente assoreamento do reservatório e contaminação da água, transformação do meio hídrico, contaminação e eutrofização das águas, erosão das margens e a jusante da barragem, dentre outros.

Quanto ao meio biológico, vários impactos ambientais causados pela construção de barragens também merecem destaque, dentre eles: o desaparecimento de áreas florestais e de outras formações vegetais; a decomposição da biomassa submersa; criação de impedimentos à navegação, à pesca e às atividades de lazer; redução da fauna; alterações na composição da fauna; deslocamentos de animais durante o enchimento; interrupção da migração de peixes; alterações na composição da ictiofauna; mortalidade de peixes à jusante da barragem e prejuízos a outros animais aquáticos.

Esse sistema foi classificado como ambiente de transição, pois há intervenção da pedogênese e da morfogênese, com incidência moderada dos processos erosivos areolares, onde a morfogênese concorre com a pedogênese. São áreas mais rebaixadas, apresentando diminuição dos efeitos das chuvas e solos com profundidade moderada. Abrigam melhores condições de solos e mais disponibilidades de recursos hídricos.

6.3 Planícies Fluviais do rio Mucambinho e do rio Acaraú

6.3.1 Planície Fluvial do rio Mucambinho

As planícies fluviais são formadas por sedimentos areno-argilosos recentes, datados do Holoceno, que estão dispostos nas margens das calhas dos principais rios e riachos que drenam a região. Estas áreas apresentam-se em alternativas como manancial e possuem importância do ponto de vista hidrogeológico, principalmente em regiões semi-áridas onde há o predomínio de rochas do embasamento cristalino.

A planície fluvial do rio Mucambinho constitui áreas de acumulação, também conhecida como área de várzeas. São áreas de relevo plano, com altitudes variando de 0 a 180

m, que resultaram de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário e formadas por sedimentos argilosos, siltosos e arenosos. Estes sedimentos estão dispostos em faixas mais ou menos estreitas, que se dispersam ao longo das margens dos cursos d'água, como rios e riachos. São áreas planas, de pouca representatividade espacial e sujeitas a inundações periódicas, porém de grande significado socioeconômico.

Surgem, também, como áreas de exceção, pois são dotados de potencialidades naturais, dentre elas solos de boa fertilidade natural, boa disponibilidade hídrica, sendo, portanto favoráveis ao desenvolvimento de várias atividades como a agricultura e a pecuária, o que contribui decisivamente para o adensamento da população (ATLAS ESCOLAR DO CEARÁ, 2004).

A planície fluvial do rio Mucambinho acompanha, longitudinalmente, os seus maiores coletores de drenagem, como o riacho Boqueirão e São Miguel e o próprio rio Mucambinho, onde tende a assumir maiores larguras nos baixos vales.

O rio Mucambinho e seus afluentes possuem suas nascentes no Maciço Residual da Meruoca, drenando em grande parte terrenos do embasamento cristalino. A montante a planície tem larguras inexpressivas. Para jusante, no médio e baixo curso, a faixa de deposição é ampliada pela diminuição significativa do gradiente fluvial.

Apresenta a partir do perfil transversal, após o talvegue uma sequência bem setorizada de feições como: “área de vazante”, “várzea baixa” e “várzea alta”. A área de vazante é integrada pelo talvegue e leito menor do rio sendo delimitada por diques marginais mantidos por vegetação de porte arbóreo. Por possuir um leito fluvial de pequena expressão o leito menor mede, aproximadamente, quatro metros. Essa característica pode ser justificada pelas condições naturais da área como a própria litologia; que exerce influência sobre a capacidade de infiltração ou escoamento superficial; a temperatura; evapotranspiração, dentre outras. Na área urbana o rio Mucambinho não possui afluentes significativos, portanto a capacidade de manter a lâmina d'água correndo tem uma duração de quatro meses, sobretudo na época de chuva. No restante do ano, em época de seca, o canal é abastecido por ligações de esgotos clandestinas.

A largura da vazante depende do regime fluvial, que também é ampliada no médio e baixo curso. A montante a largura da vazante apresenta diminuição significativa.

No baixo curso, na desembocadura do rio Mucambinho, o traço mais evidente do setor de vazante é formado por bancos de areia que separam os canais de divagação, onde o fluxo

hídrico é bastante lento. A velocidade das águas de um rio, conforme Christofolletti (1980) depende de fatores como declividade, volume de água, viscosidade da água, largura, profundidade e forma do canal e da rugosidade do leito. A velocidade e turbulência estão diretamente relacionadas com o trabalho que o mesmo executa, isto é, erosão, transporte e deposição de detritos.

Para Souza (1988), a várzea é a área típica da planície e sua ocupação pelas águas só acontecem nos períodos de chuvas abundantes e que daí se observa também a ocupação do leito maior periódico e às vezes, do leito maior excepcional.

As áreas de várzea da planície fluvial do rio Mucambinho, na zona rural, são caracterizadas pela presença de cobertura vegetal que apresenta como vegetação predominante a mata galeria contrastando com a vegetação caducifólia e de baixo porte da depressão sertaneja. São caracterizadas ainda pela presença de solos mais desenvolvidos sendo aproveitados para as culturas de vazante, como o capim que é utilizado como alimento para o gado (Figura 68).



Figura 68: Mata ciliar do rio Mucambinho, na zona rural que ainda encontra-se preservada.
Fonte: Evangelista (2008).

Na zona urbana, esses setores são de difícil observação pela forma inadequada de uso e ocupação do solo recobrando essas áreas e ainda pela obra de canalização do rio Mucambinho após o bairro Terrenos Novos, até a sua desembocadura na confluência do rio Jaibaras com o rio Acaraú, mais precisamente no bairro Tamarindo (Figura 69).



Figura 69: Canalização do rio Mucambinho na Zona Urbana do Município de Sobral.
Fonte: Evangelista (2008).

Na zona rural, estas áreas são bastante aproveitadas para a agricultura de várzea e de subsistência, plantio de frutíferas e ainda para a pecuária. Nos períodos secos são muito exploradas para a indústria da construção civil, com a retirada de areia, causando sérios problemas. São áreas de intensas atividades agrícolas, porém as inundações sazonais constituem-se como um fator limitante à utilização da terra, sendo atenuado, portanto nos períodos de estiagem.

Na zona urbana, essas áreas encontram-se bastante ocupadas, em sua maioria por população de baixo poder aquisitivo, que não dispõe de alternativas de moradia. Estas áreas periodicamente estão sujeitas a inundações, trazendo sérios riscos a estas comunidades que ali residem.

Esse sistema foi classificado como ambiente instável, pois os processos morfogenéticos são intensos. Por serem ambientes condicionados pela ocorrência de chuvas, estão sujeitos a inundações periódicas. Os solos são profundos e bem drenados, porém mal utilizados. A vegetação de várzea encontra-se descaracterizada e pouco significativa, portanto de pouca ou nenhuma contribuição para minimizar os efeitos erosivos sobre o solo.

6.3.2 Planície Fluvial do rio Acaraú

O rio Acaraú se constitui como o segundo maior rio do Estado do Ceará. Este rio possui suas nascentes localizadas nas Serras das Matas, no município de Monsenhor Tabosa, numa área de cotas altimétricas em torno de 700 m de altitude.

A planície fluvial do rio Acaraú apresenta no seu perfil transversal setores bem homogêneos e que podem ser claramente identificados. A vazante compreende o talude e o leito menor do rio. Esta área é submetida a cheias periódicas. Segundo Souza (2000), a largura da vazante depende do débito e do regime pluvial e atinge para os maiores rios cerca de 1.000 a 1.200 metros.

Estas áreas apresentam relevo plano, com altitudes variando de 0 a 150 m, que resultaram de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário e formadas por sedimentos argilosos, siltosos e arenosos. Estes sedimentos estão dispostos em faixas de larguras variáveis, de maneira geral, mais ou menos estreitas, que se dispersam ao longo das margens dos cursos d'água como rios e riachos. São caracterizadas por áreas planas, e sujeitas a inundações periódicas, porém de grande significado socioeconômico.

A planície fluvial do rio Acaraú acompanha, longitudinalmente, os seus maiores coletores de drenagem como os rios Groaíras, Macacos, Jacurutu e Madeira, afluentes da margem direita e o rio Jaibaras, na margem esquerda, único rio de grande expressão nessa margem.

Estas áreas são constituídas por Neossolos Flúvicos, que podem estar associados com Planossolos, ambos de boas condições de fertilidade natural e profundidade. Os sedimentos ainda inconsolidados do Quaternário encontram-se sobrepostos em camadas paralelas, formadas de areias, cascalhos e argilas.

A vegetação predominante nestes ambientes é a Carnaúba (*Copernícia prunifera*), podendo encontrar-se também espécies de oiticica. Estas se distribuem em ambientes que podem ser considerados moderadamente frágeis, no que concerne à qualidade e conservação dos solos.

São utilizadas, principalmente, para ocupação de sítios urbanos, que sofrem inundações periodicamente. São utilizados ainda para extrativismo vegetal, mormente da

carnaúba, e ainda para a prática da pecuária extensiva e extrativismo mineral, que se caracteriza pela grande retirada de areia do leito para abastecer a atividade de construção civil.

Na zona urbana do Município de Sobral, essas áreas encontram-se bastante ocupadas, na sua grande maioria por população que dispõe de baixo poder aquisitivo e não podem contar com alternativas de moradia. Estas áreas periodicamente estão sujeitas a inundações, trazendo sérios riscos a estas comunidades que ali residem.

Esse sistema ambiental foi classificado como ambiente instável, pois há predomínio da morfogênese, com incidência significativa dos processos erosivos. São áreas mais rebaixadas, apresentando fragilidade quanto aos efeitos das chuvas e solos com profundidade moderada. Abrigam melhores condições de solos e mais disponibilidades de recursos hídricos, porém estes se encontram mal utilizados. Há presença constante de desmatamento e a vegetação nativa já é praticamente inexistente.

6.4 Depressão Sertaneja – Área de pedimentação

É a unidade geomorfológica de maior expressividade do Estado do Ceará, ocupando uma área de aproximadamente 60% do seu território. É formada por áreas planas e suavemente onduladas, encontradas entre os maciços e os planaltos sedimentares, com altitudes que não chegam a alcançar os 500 m.

Estas áreas, de acordo com Atlas Escolar do Ceará (2004), correspondem a grandes superfícies de aplainamentos que foram trabalhadas sob condições climáticas semi-áridas. Na depressão sertaneja o trabalho erosivo foi intenso, rebaixando o relevo, principalmente nas áreas de rochas de menor resistência.

A grande parte dessa unidade geomorfológica localiza-se sobre terrenos cristalinos, com algumas pequenas exceções de pequenas bacias sedimentares. Nas áreas aplainadas da depressão aparecem, de forma isolada ou em pequenos grupos, alguns relevos residuais como serras e inselbergues, quebrando assim a monotonia da paisagem sertaneja.

A depressão sertaneja se caracteriza, ainda, por apresentar períodos de secas prolongadas, altas taxas de evaporação, alternados períodos de chuvas irregulares no espaço e no tempo. Nessas áreas o intemperismo físico é predominante.

A depressão sertaneja de Sobral é constituída geologicamente por rochas do complexo cristalino do Pré-Cambriano Indiviso. Constitui uma área de depressão periférica e interplanáltica submetida a processos de pedimentação. Possui altitude variando entre 80 e

400 m, apresentando formas deprimidas com superfícies erosivas planas ou ligeiramente dissecadas. Nas áreas mais baixas, encontram-se ainda Planícies e Terraços Fluviais com cotas altimétricas variando entre 0 e 40 m o que constitui as áreas de acumulação. Nela estão inseridas ainda formas residuais como inselbergues, além da serra do Rosário.

A Depressão sertaneja apresenta vales amplos, predominando arranjo espacial da rede de drenagem com padrão dentrítico, condicionado principalmente pelas rochas cristalinas. A densidade de rios é inferior à dos maciços cristalinos.

A sede do Município de Sobral está situada a 70 m acima do nível do mar. O relevo é plano na depressão sertaneja e na planície fluvial do rio Acaraú, situando-se os relevos mais acidentados (de maior altitude), nas sub-regiões do maciço residual: ao norte, a serra da Meruoca (Sobral e Meruoca) e ao noroeste a serra do Rosário (Distrito do Jordão), onde se localiza o aterro sanitário de Sobral.

Estas áreas foram rebaixadas e truncadas pela erosão. De acordo com Souza (2000), o clima semi-árido foi preponderante durante o desenvolvimento destas superfícies erodidas, aplainadas, pediplanadas, principalmente em função do recuo paralelo das vertentes.

Apresentam solos bastante diversificados, com predomínio dos Luvisolos, Neossolos Litólicos e dos Planossolos Solódicos que, de forma geral, encontram-se bastante utilizados, apresentando pouca ou nenhuma cobertura vegetal, além de muito vulneráveis à erosão hídrica laminar, o que favorece o aparecimento de areais superficiais sendo moderadamente pedregosos.

Geralmente, esses solos estão recobertos por vegetação de caatinga arbustiva aberta degradada, constituída de arbustos que medem de três a cinco metros de altura. Esta cobertura vegetal caracteriza-se, principalmente, pela completa caducifólia, que ocorre em função da deficiência hídrica durante a maior parte do ano.

Esses ambientes, no que se refere a formas de uso e ocupação, há predomínio das atividades de agricultura de subsistência, pecuária extensiva, caprinocultura, criação de sítios urbanos, extração mineral e vegetal. Essa ocupação ocorre seguida de desmatamentos, queimadas e atividades sem incorporação tecnológica, sem planejamento, o que torna esses ambientes frágeis e em estado de permanente degradação.

Esse sistema ambiental foi classificado como ambiente instável, pois há predomínio da morfogênese sobre a pedogênese. Nele há presença significativa dos processos erosivos. São áreas mais rebaixadas, e podendo apresentar também pequenas elevações, intercaladas por

matacões em intenso processo intempérico, com solos quase inexistentes e cobertura vegetal escassa, apresentando fragilidade quanto aos efeitos das chuvas, pela baixa capacidade de proteção que esta vegetação rasteira oferece aos solos. Há presença constante de desmatamento e a vegetação nativa já é praticamente inexistente.

A seguir, o quadro 12 e figura 70 mostram a síntese das características dos quatro sistemas ambientais encontrados na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

Quadro 12: Síntese dos Sistemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

SISTEMAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	PROBLEMAS AMBIENTAIS	CAPACIDADE DE SUPORTE	
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
Maciços Residuais – Serra da Meruoca e Serra do Rosário	Serra da Meruoca - Apresenta litologia com granito, gnaisse e migmatito. Corresponde a superfície de cimeira, com cotas altimétricas entre 705 e 878 m, relevo dissecado e topos aguçados e vales em “V” com declividade acentuada, aproximadamente 35°. Solos predominando os Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico). Área subúmida com drenagem de padrão dendrítico, rios intermitentes, vegetação subperenifólia tropical plúvio-nebular, com algumas espécies de Babaçu (<i>Orbignya martiana</i>).	-Desmatamento para atividade de agricultura de subsistência. -Processo de erosão causado, sobretudo pelo desmatamento. -Diminuição da flora e da fauna.	- Grande diversidade florística e faunística com potencial para o desenvolvimento do ecoturismo; - Boa disponibilidade de recursos hídricos; - Produção agrícola nas planícies alveolares.	-Ambiente bastante degradado, possuindo muitos afloramentos de rocha, devido ao uso agrícola inadequado; - Fortes declives, como fator limitante para a agricultura e pecuária.

SISTEMAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	PROBLEMAS AMBIENTAIS	CAPACIDADE DE SUPORTE	
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
Maciços Residuais – Serra da Meruoca e Serra do Rosário.	Serra do Rosário - Apresenta litologia com granito, gnaiss e migmatito. Relevo menos íngreme com cotas altimétricas entre 600 e 838 m dissecado em forma de cristas, menor amplitude entre o fundo dos vales, topos mais rebaixados. Diminuição significativa do regime de chuvas. Predominância dos Neossolos Litólicos (Solos Litólicos). Vegetação xerófila com espécies da caatinga arbustiva.	<ul style="list-style-type: none"> - Desmatamentos; - Plantios em áreas de vertentes, sem obedecer as curvas de nível; - Queimadas - Diminuição da biodiversidade provocada pelo desmatamento. - Alteração do micro clima - Assoreamento do rio - Empobrecimento dos solos - Ravina, Voçoroca 	<ul style="list-style-type: none"> - Oferece potencialidade para o desenvolvimento de atividades como mineração de granito; - Agricultura de subsistência; - Pecuária extensiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desmatamento intenso provocando erosão e afloramentos de rocha; - Vegetação escassa desfavorável ao extrativismo vegetal; - Pouca disponibilidade hídrica;

SISTEMAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	PROBLEMAS AMBIENTAIS	CAPACIDADE DE SUPORTE	
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
Vale do Riacho Boqueirão	Apresenta litologia com granito, gnaiss e migmatito. Forma de relevo entalhado tipo corredor ou depressão longitudinal, de forma alongada e estreita, ocupada pelo riacho Boqueirão e seus afluentes, com altitudes entre 200 e 400 m. Solos Argissolos (Podzólico Vermelho-Amarelo), Neossolos Litólicos (Solos Litólicos) e Neossolos Flúvicos (Solos Aluviais), recobertos por uma vegetação de porte arbóreo predominando	<ul style="list-style-type: none"> - Desmatamento - Queimadas - Assoreamento de rios provocados pelo desmatamento. - Diminuição da flora e da fauna - Poluição dos recursos hídricos 	<ul style="list-style-type: none"> - Boas condições para uso agrícola; - Diversidade vegetal; mata ciliar ainda um pouco conservada; - Solos de boa fertilidade e com boa disponibilidade hídrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Clima desfavorável para a atividade agrícola; - Déficit hídrico;
Planícies Fluviais do rio Mucambinho e do rio Acaraú.	Planície fluvial do rio Mucambinho - As planícies fluviais são formadas por sedimentos areno-argilosos recentes, datados do Holoceno, que estão dispostos nas margens das calhas dos principais rios e riachos que drenam a região. A planície fluvial do rio Mucambinho constitui áreas de acumulação, também conhecida como área de várzeas. São áreas de relevo plano, com altitudes variando de 0 a 180 m, que resultaram de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário e formadas por sedimentos argilosos, siltosos e arenosos. As áreas de várzea da planície fluvial do rio Mucambinho, na zona rural, são caracterizadas pela presença de cobertura vegetal que apresenta como vegetação predominante a mata galeria contrastando com a vegetação caducifólia e de baixo porte da depressão sertaneja. São caracterizadas ainda pela presença de solos mais desenvolvidos sendo aproveitados para as culturas de vazante, como o capim que é utilizado como alimento para o gado.	<ul style="list-style-type: none"> - Desmatamento da mata ciliar provocando erosão nas calhas dos rios, inundações e assoreamento dos rios. - Lançamento de esgoto sanitário in natura, contaminando os recursos hídricos. - Retirada indevida de areia para construção civil na calha dos rios, reduzindo a quantidade de sedimentos que chegaria ao baixo curso 	<ul style="list-style-type: none"> - Propícias para a agricultura por apresentar solos mais férteis; - Utilização da carnaúba de inúmeras formas; - Boa disponibilidade hídrica; - Agricultura irrigada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Riscos de inundações periódicas; - Restrições legais associadas com matas ciliares; - Edáficas: drenagem imperfeita e salinização dos solos; - Expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais.

SISTEMAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	PROBLEMAS AMBIENTAIS	CAPACIDADE DE SUPORTE	
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
Planícies Fluviais do rio Mucambinho e do rio Acaraú.	<p>Planície fluvial do rio Acaraú- Estas áreas apresentam relevo plano, com altitudes variando de 0 a 150 m, que resultaram de deposições efetuadas pelos rios durante o Quaternário e formadas por sedimentos argilosos, siltosos e arenosos. Estes sedimentos estão dispostos em faixas de larguras variáveis, de maneira geral, mais ou menos estreitas, que se dispersam ao longo das margens dos cursos d'água como rios e riachos. São caracterizadas por áreas planas, e sujeitas a inundações periódicas, porém de grande significado socioeconômico. Estas áreas são constituídas por Neossolos Flúvicos que podem estar associados com Planossolos, ambos de boas condições de fertilidade natural e profundidade. Os sedimentos ainda inconsolidados do Quaternário encontra-se sobrepostos em camadas paralelas, formadas de areais, cascalhos e argilas.</p> <p>A vegetação predominante nestes ambientes é a Carnaúba (<i>Copernícia prunifera</i>), podendo encontra-se também espécies de oiticica. Estas distribuem-se em ambientes que podem ser considerados moderadamente frágeis, no que concerne a qualidade e conservação dos solos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desmatamento da mata ciliar provocando erosão nas calhas dos rios, inundações e assoreamento dos rios. - Lançamento de esgoto sanitário in natura, contaminando os recursos hídricos. - Retirada indevida de areia para construção civil na calha dos rios, reduzindo a quantidade de sedimentos que chegaria ao baixo curso 	<ul style="list-style-type: none"> - Propícias para a agricultura por apresentar solos mais férteis; - Utilização da carnaúba de inúmeras formas; - Boa disponibilidade hídrica; - Agricultura irrigada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Riscos de inundações periódicas; - Restrições legais associadas com matas ciliares; - Edáficas: drenagem imperfeita e salinização dos solos; - Expansão urbana nos baixos níveis de terraços fluviais.

SISTEMAS AMBIENTAIS	CARACTERÍSTICAS NATURAIS DOMINANTES	PROBLEMAS AMBIENTAIS	CAPACIDADE DE SUPORTE	
			POTENCIALIDADES	LIMITAÇÕES
Depressão Sertaneja	<p>A depressão sertaneja de Sobral é constituída geologicamente por rochas do complexo cristalino do Pré-Cambriano Indiviso. Constitui uma área de depressão periférica e interplanáltica submetida a processos de pedimentação. Possui altitude variando entre 80 e 400m, apresentando formas deprimidas com superfícies erosivas planas ou ligeiramente dissecadas. Nas áreas mais baixas encontram-se ainda Planícies e Terraços Fluviais com cotas altimétricas variando entre 0 e 40 m o que constitui as áreas de acumulação. Nela estão inseridas ainda formas residuais como inserbergs, além da serra do Rosário.</p> <p>A Depressão sertaneja apresenta vales amplos, predominando arranjo espacial da rede de drenagem com padrão dentrítico, condicionado principalmente pelas rochas cristalinas. A densidade de rios é inferior à dos maciços cristalinos.</p> <p>A sede do Município de Sobral está situada a 70m acima do nível do mar. O relevo é plano na depressão sertaneja e na planície fluvial do rio Acaraú, situando-se os relevos mais acidentados (de maior altitude), nas sub-regiões do maciço residual: ao norte, a serra da Meruoca (Sobral e Meruoca) e ao noroeste a serra do Rosário (Distrito do Jordão), onde se localiza o aterro sanitário de Sobral.</p> <p>Apresentam solos bastante diversificados, com predomínio dos Luvissolos, Neossolos Litólicos e dos Planossolos Solódicos, que de forma geral encontram-se bastante utilizados apresentando pouca ou nenhuma cobertura vegetal, e muito vulneráveis a erosão hídrica laminar, o que favorece o aparecimento de areais superficiais sendo moderadamente pedregosos.</p> <p>Geralmente, esses solos encontram-se recobertos por vegetação de caatinga arbustiva aberta degradada, constituída de arbustos que medem de três a cinco metros de altura. Esta cobertura vegetal caracteriza-se principalmente pela completa caducifólia, que ocorre em função da deficiência hídrica durante a maior parte do ano.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desmatamentos, queimadas; - Caça predatória; - Desencadeamento de ações erosivas em áreas degradadas; - Salinização dos solos das baixadas; - Poluição dos recursos hídricos superficiais em áreas urbanas; - Assoreamento dos cursos d'água e açudes; - Empobrecimento da biodiversidade e susceptibilidade à degradação dos solos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pecuária extensiva; -Mineração (rochas ornamentais); -Extrativismo vegetal, com plantas lenhosas da caatinga; - Relevo favorável ao uso agropecuário; - Recuperação ambiental; - Silvicultura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pluviometria escassa e irregular; - Susceptibilidade à erosão dos solos; - Vulnerabilidade à salinização de solos e de corpos d'água; - Solos rasos; - Afloramentos rochosos; - Chãos pedregosos.

Fonte: Evangelista (2009).

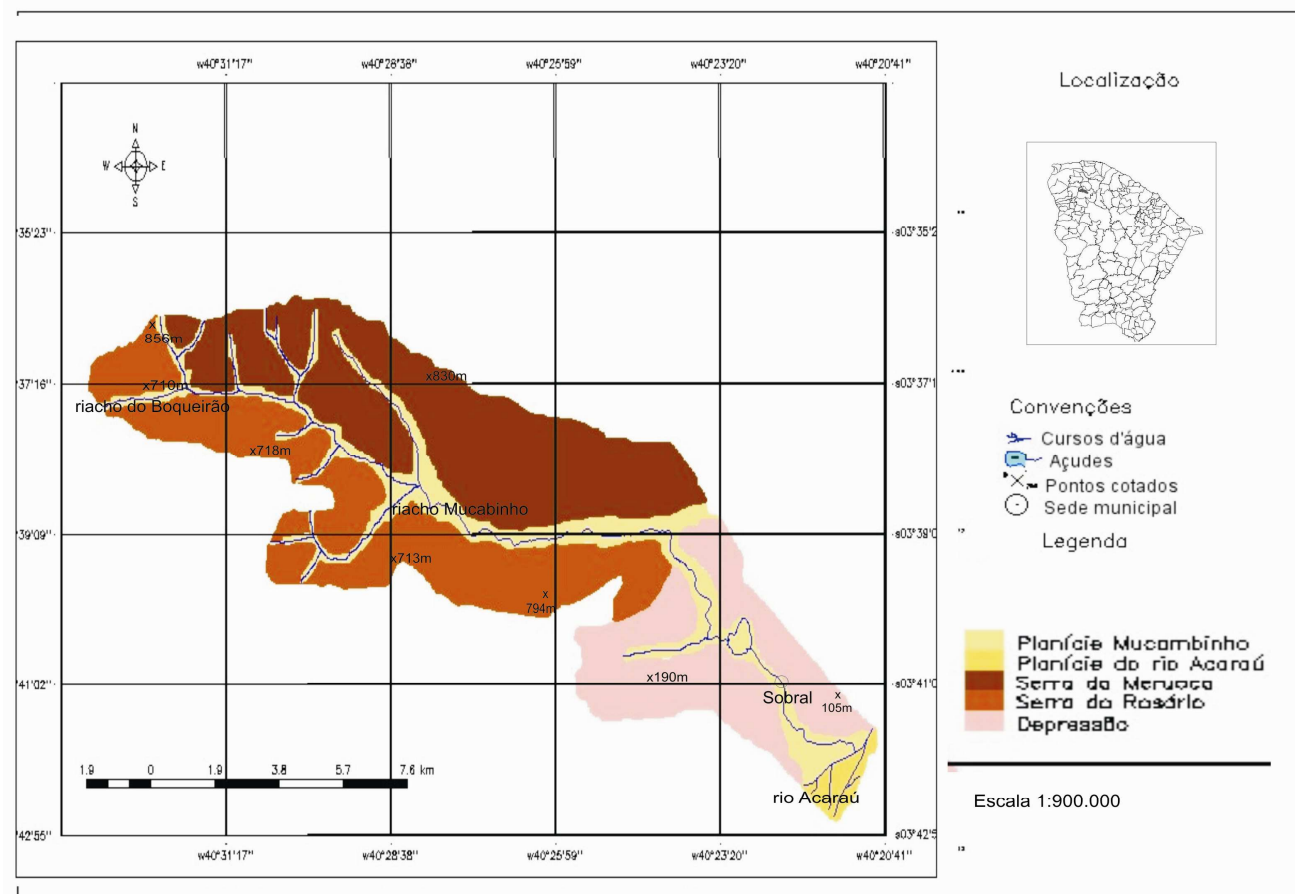


Figura 70: Mapa de Sistemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho

7. PROPOSTAS DE MEDIDAS SUSTENTÁVEIS PARA OS PRINCIPAIS ÍMPACTOS AMBIENTAIS

O estudo integrado do espaço geográfico aliado à conscientização ambiental são requisitos essenciais na elaboração de um planejamento ecologicamente coerente. Sendo assim, é indispensável considerar os processos dinâmicos do espaço, afim de ordenação, tornando possível dessa maneira, garantir o equilíbrio entre a sociedade humana e o meio físico.

Neste capítulo descreveremos os tipos de impacto e proporemos medidas atenuantes para cada um deles relacionando-os sempre com as atividades que os causam, com o objetivo de ressaltar a importância da preservação e da conservação dos recursos naturais.

De forma geral, uma das principais propostas de medidas sustentáveis para a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho é a Educação Ambiental, pois ela é de fundamental importância para o equilíbrio entre a sociedade e a natureza. Por meio de um programa interdisciplinar, pode-se chegar à conscientização da população frente ao meio ambiente, levantando os problemas existentes e sugerindo soluções práticas.

Educação ambiental é um processo permanente, no qual os indivíduos e a comunidade tomam consciência do seu meio ambiente e adquirem conhecimentos, valores, habilidades, experiências e determinação que os tornam aptos a agir – individual e coletivamente – e resolver problemas ambientais presentes e futuros (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE).

Para cada tipo de atividade, ou seja, para cada forma de uso dos recursos naturais podem-se observar diversos impactos, portanto os impactos estão distribuídos de acordo com cada atividade a seguir.

Agricultura de subsistência

A atividade que tem maior destaque na área da pesquisa e, portanto, que traz consigo mais impactos, é a agricultura de subsistência. Dentre os impactos negativos provocados por essa atividade, podemos citar: a redução da diversidade das espécies, através do desmatamento intenso; a erosão, compactação, redução da fertilidade dos solos; poluição do ar por fumaça devido às queimadas, aumento da velocidade do vento, devido ao desmatamento, dentre outros.

As medidas atenuantes aqui sugeridas tiveram como referencial teórico pesquisas

realizadas através do Banco do Nordeste (1999) em seu manual de impactos ambientais.

Para atenuar os impactos ambientais negativos advindos da atividade agrícola no Vale do riacho Boqueirão, é necessário que o agricultor procure combater a erosão, a salinização e a perda consequente da fertilidade dos solos, tomando as seguintes medidas:

- Fazer uma cobertura do solo, para mantê-lo protegido das intempéries. Essa cobertura pode ser com plantas cultivadas (cobertura viva), ou mortas (cobertura morta);
- Realizar cultivos integrados, com a utilização de diversas culturas (rotação de culturas) e época de descanso;
- Dividir a área agrícola em pequenas porções com a implantação de quebra-ventos, localizando-os transversalmente à direção principal do vento;
- Integrar árvores e arbustos na agricultura e na pecuária (realizar a agrossilvipastoricultura);
- Fazer o plantio em curvas de nível, principalmente nas áreas inclinadas, como nas vertentes norte e sul da área em estudo;
- Efetuar reflorestamento das terras mais pobres, com espécies vegetais nativas;
- Procurar utilizar máquinas e tratores mais leves e menores (se for o caso) para minimizar a compactação dos solos;
- Fazer adubação orgânica para a conservação e ainda para incrementar os teores de matéria orgânica do solo;
- Procurar manter as áreas de matas ciliares e de vegetação nativa remanescente, ao menos dentro dos limites legais, para conservar a biodiversidade local;
- Realizar plantio direto.

Pecuária extensiva

Essa atividade se caracteriza pela criação de gado em áreas extensas, exigindo, portanto, grandes áreas desmatadas para a plantação de capim, reservatórios de água para dessedentação, além de pastos naturais para o gado (Figura 71).



Figura 71: Pecuária extensiva, uma das atividades mais desenvolvidas no Vale do Riacho Boqueirão.
Fonte: Evangelista (2008).

Os impactos provocados por essa atividade são diversos, dentre eles merece destaque: eliminação ou redução da fauna e flora nativas, como consequência do desmatamento de áreas para o cultivo de pastagens, deterioração da fertilidade e das características físicas do solo devido à eliminação da vegetação pelo superpastoreio e à compactação do solo pelo pisoteio intensivo; redução da capacidade de infiltração da água no solo devido à compactação; utilização inadequada da água para a dessedentação dos animais, especialmente em áreas secas; degradação da vegetação e do solo próximo às fontes de água.

Para a produção animal extensiva, é necessário controlar a pressão dos animais sobre as áreas de pasto e ecossistemas naturais da propriedade, portanto, é indispensável à utilização de algumas medidas atenuantes, são elas:

- Executar rotação de pastos;
- Limitar o número de animais por área, evitando o superpastoreio;
- Controlar a duração do pastoreio;
- Implementar o replantio e a produção de forragens;
- Instalar fontes de água em locais estratégicos;
- Restringir o acesso dos animais às áreas de encostas e às áreas de florestas;
- Evitar o desmatamento e as queimadas, sendo realizadas quando estritamente

necessárias, devendo-se buscar o licenciamento ambiental junto ao órgão competente;

- Adotar sistemas integrados de produção, como os sistemas agroflorestais;
- Conservar a biodiversidade das unidades produtivas, planejando e implementando estratégias de manejo de áreas para o pastoreio, buscando reduzir os impactos negativos sobre a fauna e a flora silvestre, estabelecendo refúgios compensatórios para a fauna.

Mineração

Essa atividade é desenvolvida no Vale do riacho Boqueirão, logo após a entrada do Vale, aproximadamente, 1 km deste. A mineração é do tipo lavra a céu aberto que se caracteriza pela extração de matérias primas minerais de jazidas próximas à superfície, geralmente com a retirada da camada superior para extração do minério e o material extraído é o granito tipo Róseo-Meruoca (Figuras 72 e 73).



Figuras 72 e 73: Extração de granito tipo Róseo-Meruoca, na Serra da Meruoca.
Fonte: Evangelista (2008).

Os impactos negativos causados por essa atividade são em grande número e o seu quadro de degradação é, muitas vezes, irreversível. Dentre os principais impactos, merece destaque aqui: degradação visual da paisagem, do solo, do relevo, alterações na qualidade da águas, transtornos gerados às populações que habitam o entorno dos projetos minerários e à saúde das pessoas diretamente envolvidas no empreendimento, danos à vegetação, ao ar, às águas superficiais e subterrâneas, à fauna, solo e populações (BANCO DO NORDESTE, 1999, p. 201).

Vale ressaltar que, apesar do quadro irreversível, existe um conjunto de medidas que possam atenuá-los, são elas:

- Planejar trajetos para acessar os locais de forma a causar a menor interferência sobre a vegetação, a fauna e as águas superficiais;
- Em áreas de menor declividade, procurar acompanhar as curvas em nível, de tal forma a evitar processos erosivos;
- Adequar a localização dos acampamentos, edificações e habitações provisórias, escritórios e depósitos de materiais nas condições mais adequadas, distantes de moradias e manter segurança na armazenagem de combustíveis e explosíveis;
- Estudar todas as possibilidades para que os métodos a serem utilizados não interfiram no rebaixamento do lençol freático, com prejuízo ao abastecimento de água;
- Nas escavações superficiais de minerais próximo ao solo, adotar medidas para que não ocorram processos erosivos;
- Nas escavações de subsolo profundo, dedicar especial atenção para que não sejam contaminadas as águas subterrâneas;
- Implantar medidas de proteção à vegetação, com cortinas vegetais, redução da emissão de pó e planejamento de recomposição da vegetação pós lavra;
- Proteger as matas ciliares;
- Fazer um levantamento de todas as interferências sobre as águas superficiais e subterrâneas, com a definição de medidas de atenuação (disposição de resíduos/rejeitos, tanques de lodo e águas para decantação);
- Adotar medidas de segurança dos trabalhadores/mineradores e medidas de manutenção da qualidade do ar no interior das galerias;
- Planejar e executar medidas de manejo da vegetação, com sua reposição após desativação da mina, com a previsão de depósito adequado de rejeitos com respectivo tratamento;

Construção do açude do Boqueirão (Barragem)

Essa obra implicou na modificação brusca de um ecossistema terrestre para um aquático e trouxe consigo vários impactos ambientais negativos, dentre eles: a alteração do

clima; a mudança na paisagem; desaparecimento de extensas áreas de terra; degradação dos solos; mudança na capacidade de uso da terra; intensificação dos processos erosivos, desaparecimento de formações vegetais, redução da fauna, dentre outros (Figura 74).



Figura 74: Barragem do Boqueirão e Serra do Rosário que se encontra praticamente toda desmatada.
Fonte: Evangelista (2008).

Porém é preciso que se adotem medidas que venham minimizar ou até mesmo evitar que tais impactos negativos sejam causados, são elas:

- Ainda na fase de planejamento, buscar a melhor área para a localização do açude, assim como a melhor cota de inundação, evitando perdas de florestas primárias, áreas de grande capacidade agrícola e áreas populosas;
- Durante a fase de extração de materiais, como é o caso das pedreiras, estas devem, dentro das possibilidades, localizarem-se no local que futuramente será inundado, evitando assim, impactos ambientais negativos sobre a paisagem;
- Conservar a fauna e a flora do entorno do reservatório;
- Implementar o plano de uso e ordenamento territorial da bacia hidrográfica, estabelecendo um zoneamento com critérios de utilização, proteção e recuperação das áreas da bacia. Este plano deve ser elaborado de forma democrática com a participação de todos os afetados e envolvidos no empreendimento;

Para recuperar, preservar e conservar a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, é necessário que haja uma parceria entre o poder público, a comunidade local, as organizações não governamentais (ONGs), com o mesmo objetivo, o desenvolver ações, métodos e técnicas voltadas a este fim.

É necessário que se faça um trabalho social com a ajuda das associações comunitárias das comunidades de abrangência da Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, a fim de que a população, como um todo, tenha consciência da importância de conservar a natureza; fazendo com que cada cidadão torne-se um fiscal dos recursos naturais locais.

O poder público, através das prefeituras municipais de Meruoca, Alcântaras, Sobral e Coreaú, precisam fazer um trabalho de conscientização através da educação ambiental, e ainda promover capacitações voltadas às atividades rurais ali desenvolvidas, mostrando aos agricultores, criadores e à população como um todo, as técnicas adequadas à preservação e a conservação dos recursos naturais daquela localidade.

Para isso, é fundamental que haja acompanhamento técnico por meio de agentes rurais, técnicos agrícolas e agrônomos, para garantir uma boa produtividade e, ao mesmo tempo, evitar a degradação do meio ambiente local.

É de fundamental importância, também, sugerir aqui a aplicação da Legislação Ambiental pertinente, uma vez que se conhecem os problemas, limitações e potencialidades locais.

O quadro abaixo faz uma síntese de todos os impactos supracitados e as possíveis medidas mitigadoras, sugeridas para a atenuação desses impactos.

Quadro 13: Síntese das Formas de Uso e Ocupação, Impactos Ambientais e Propostas de Medidas Mitigadoras.

Formas de Uso e Ocupação	Impactos Ambientais	Propostas de Medidas mitigadoras
Agricultura de Subsistência	Desmatamento Queimadas Diminuição da flora e da fauna	Fazer cobertura do solo, para mantê-lo protegido das intempéries; Fazer rotação de culturas; Realizar a agrossilvipastoricultura; Fazer o plantio em curvas de nível; Efetuar reflorestamento das terras mais pobres, com espécies vegetais nativas; Manter as áreas de matas ciliares e de vegetação nativa remanescente; Realizar plantio direto.
Extração de Granito	Desmatamento Queimada Assoreamento de rios Poluição atmosférica, sonora. Poluição dos recursos hídricos	Planejar trajetos para acessar os locais da jazida, para evitar ou diminuir os impactos; Procurar acompanhar as curvas em nível, de tal forma a evitar processos erosivos; Cuidado na armazenagem de combustíveis e explosíveis; Estudar todas as possibilidades para que os métodos a serem utilizados não interfiram no rebaixamento do lençol freático, com prejuízo ao abastecimento de água; Nas escavações superficiais de minerais próximo ao solo, adotar medidas para que não ocorram processos erosivos; Cuidado nas escavações de subsolo profundo para não contaminadas as águas subterrâneas; Implantar medidas de proteção à vegetação, com cortinas vegetais, redução da emissão de pó e planejamento de recomposição da vegetação pós lavra; Proteger as matas ciliares; Fazer um levantamento de todas as interferências sobre as águas superficiais e subterrâneas, com a definição de medidas de atenuação (disposição de resíduos/rejeitos, tanques de lodo e águas para decantação); Adotar medidas de segurança dos trabalhadores/mineradores e medidas de manutenção da qualidade do ar no interior das galerias; Planejar e executar medidas de manejo da vegetação, com sua reposição após desativação da mina, com a previsão de depósito adequado de rejeitos com respectivo tratamento;

Formas de Uso e Ocupação	Impactos Ambientais	Propostas de Medidas Mitigadoras
Construção do açude	<p>Desmatamento</p> <p>Queimada</p> <p>Assoreamento de rios</p> <p>Diminuição da flora e da fauna</p> <p>Formação de ravinas</p> <p>Poluição dos recursos hídricos</p>	<p>Na fase de planejamento, buscar a melhor área para a localização do açude, assim como a melhor cota de inundação, evitando perdas de florestas primárias, áreas de grande capacidade agrícola e áreas populosas;</p> <p>Durante a fase de extração de materiais, como é o caso das pedreiras, estas devem, dentro das possibilidades, localizar-se no local que futuramente será inundado, evitando assim, impactos ambientais negativos sobre a paisagem;</p> <p>Conservar a fauna e a flora do entorno do reservatório;</p> <p>Implementar o plano de uso e ordenamento territorial da bacia hidrográfica, estabelecendo um zoneamento com critérios de utilização, proteção e recuperação das áreas da bacia. Este plano deve ser elaborado de forma democrática com a participação de todos os afetados e envolvidos no empreendimento;</p>
Pecuária Extensiva	<p>Desmatamentos</p> <p>Queimadas</p> <p>Diminuição da biodiversidade</p> <p>Alteração do microclima</p> <p>Assoreamento do rio</p> <p>Empobrecimento dos solos</p> <p>Ravina, voçoroca</p>	<p>Executar rotação de pastos;</p> <p>Limitar o número de animais por área, evitando o superpastoreio;</p> <p>Controlar a duração do pastoreio;</p> <p>Implementar o replantio e a produção de forragens;</p> <p>Instalar fontes de água em locais estratégicos;</p> <p>Restringir o acesso dos animais às áreas de encostas e às áreas de florestas;</p> <p>Evitar o desmatamento e as queimadas, sendo realizadas quando estritamente necessárias, devendo-se buscar o licenciamento ambiental junto ao órgão competente;</p> <p>Adotar sistemas integrados de produção, como os sistemas agroflorestais;</p> <p>Conservar a biodiversidade das unidades produtivas, planejando e implementando estratégias de manejo de áreas para o pastoreio, buscando reduzir os impactos negativos sobre a fauna e a flora silvestre, estabelecendo refúgios compensatórios para a fauna.</p>

Fonte: Evangelista (2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho, observou-se que o desequilíbrio de uma determinada área, seja global ou local, ao ser analisada, precisa ser de maneira integrada, que forneça uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas; uma vez que estas atividades provocam transformações significativas nas unidades, podendo gerar alterações, efeitos e impactos.

A degradação ou poluição de uma área, como a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, não é apenas devido às causas naturais, mas principalmente por causas sociais. É preciso que o homem tenha consciência sobre a importância da preservação e conservação dos recursos naturais, pois sem eles é impossível garantir a qualidade de vida das populações futuras.

Os impactos ambientais causados pela ação do homem na Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho foram identificados e analisados com base em um estudo geossistêmico, a que se partiu da análise para a síntese, tentando correlacionar todos os elementos ambientais. Sendo assim, dissertou-se primeiramente sobre as características socioambientais da área como geologia, geomorfologia, clima, recursos hídricos solos, vegetação, fauna e aspectos sócio-econômicos, para caracterizar a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho.

A Setorização da Bacia foi o passo seguinte, quando dividimos a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho em três setores: Alto, médio e baixo curso. Estes setores foram divididos de acordo com as cotas altimétricas de cada um deles e analisados quanto aos elementos ambientais e as formas de uso e ocupação.

No capítulo de sistemas ambientais, tomou-se como base a metodologia de Bertrand (1972), onde a área em estudo, a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho, foi compartimentada em três sistemas e seis subsistemas: Maciços Residuais, Serra da Meruoca e Serra do Rosário e Vale do riacho Boqueirão; Planícies Fluviais: do rio Mucambinho e do rio Acaraú e Depressão Sertaneja de Sobral.

Analisaram-se, detalhadamente, cada um deles, onde se levantou as principais características geoambientais, o uso e ocupação, as limitações e as potencialidades naturais de cada um.

A Ecodinâmica de Tricart (1977) foi aplicada a cada um desses subsistemas, sendo interpretados e analisados os dados obtidos, classificando cada unidade de acordo com seus níveis de sustentabilidade de vulnerabilidade ambiental, com o objetivo de orientar a ocupação humana dessas áreas.

Os impactos ambientais foram identificados através das formas de uso de ocupação do solo em relação a cada atividade ali desenvolvida. Em seguida, propuseram-se medidas mitigadoras e algumas propostas de manejo sustentável, tomando como base os referenciais teóricos citados.

Concluiu-se que a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho encontra-se com a paisagem natural bastante degradada, onde a mesma sofre maior descaracterização na Zona Urbana, especificamente na sede do Município de Sobral, onde tem o seu trecho canalizado e ocupado por residências de população de baixo poder aquisitivo. A Serra do Rosário apresenta altos índices de desmatamento, queimadas, sulcamentos, perda de solos e perda da biodiversidade. Esta é utilizada de forma intensa com a agricultura de subsistência e pecuária extensiva, sem obedecer às normas ambientais legais.

O Vale é bastante utilizado para o plantio de lavouras de subsistência como o milho, o feijão, a mandioca, pela pecuária extensiva com a criação de bovinos, equinos e ovinos, como também é bastante povoado o que compromete a capacidade de carga desse ambiente.

Na Serra da Meruoca observou-se ainda certo equilíbrio entre a cobertura vegetal e o solo. Assim, esta apresenta menos impactos ambientais.

Nessa análise integrada do ambiente, é necessário associar sempre os elementos do meio físico e o homem, procurando estimular a sociedade a se tornar articuladores e disseminadores das idéias ecologicamente sustentáveis, através da educação e conscientização ambiental.

É indispensável a participação do poder público nesse trabalho de conscientização junto às comunidades, sendo seu papel, também, a fiscalização, a regulamentação de atividades degradantes do meio ambiente, como: o desmatamento, as queimadas, a mineração, através da extração de granito, dentre outras. As propostas aqui sugeridas para a Bacia Hidrográfica do rio Mucambinho só poderão ser efetivamente executadas, quando houver um envolvimento das várias instâncias sociais, tais a universidade, o poder público, as comunidades e outras organizações.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir de alguma forma, para que a população

fique mais consciente em relação à necessidade urgente de preservar o meio ambiente e que, através dessa consciência, possa se tornar possível uma melhoria na qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **Domínio Morfoclimático Semi-Árido das Caatingas Brasileiras**. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1974.

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. O papel da geomorfologia no diagnóstico de áreas degradadas. In: **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil, PNUD, 2003.

BERTALLANFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973.

BEZERRA, E. C.; BEZERRA, J. E. G.; MENDES, M. F. Precipitações. In: CEARÁ. Instituto de Planejamento do Ceará. IPLANCE. **Atlas do Ceará**. Fortaleza, 1997.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (Org.) **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BOTELHO, R. G. M. e CORATO, R. M. S. **Watershed as a fundamental analysis unit in soil and water management and conversation**. 3 International Conference on Land Degradation and Meeting of the IUSS Subcommission C – Soil and water Conservation. (CD-ROM). Rio de Janeiro, 2001.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M. (orgs). **Erosão e Conservação dos Solos – conceitos, temas e aplicações** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999.

_____. **Sinopse Preliminar do Censo Demográfico do ano de 2000**. Brasília: IBGE, 2002.

_____. **Sinopse Preliminar do Censo Demográfico do ano de 2002**. Brasília: IBGE, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Indicadores Municipais de Saúde - Sistema de Informações sobre Orçamentos Públicos de Saúde - SIOPS**, 2003.

CEARÁ. Fundação Cearense de Meteorologia. FUNCEME. **Índices Pluviométricos do Município de Meruoca**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/depam/download/postos>> . Acesso em: 20 de nov. 2008.

_____. Fundação Cearense de Meteorologia. FUNCEME. **Índices Pluviométricos do Município de Alcântaras**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/depam/download/postos>>. Acesso em: 20 de nov. 2008.

_____. Fundação Cearense de Meteorologia. FUNCEME. **Índices Pluviométricos do Município de Sobral**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/depam/download/postos>>. Acesso em: 20 de nov. 2008.

_____. Governo do Estado. Instituto de Planejamento do Ceará. (IPECE). **Perfil Básico do Município de Meruoca**. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 15 de out. 2008.

_____. Governo do Estado. Instituto de Planejamento do Ceará. (IPECE). **Perfil Básico do Município de Alcântaras**. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 20 de out. 2008.

_____. Governo do Estado. Instituto de Planejamento do Ceará. (IPECE). **Perfil Básico do Município de Sobral**. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br/>>. Acesso em: 23 de out. 2008.

_____. **Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: SUDENE/EMBRAPA, 1973 (Bol. Téc. 28, Série pedológica, 16).

_____. Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará. SEMACE. **A proteção ambiental sob a ótica dos municípios do Estado do Ceará**. Fortaleza: 1993.

_____. Secretaria do meio Ambiente. SEMACE. **Zoneamento ambiental da APA da Serra de Baturité: diagnósticos e diretrizes**. Fortaleza, 1992.

CHRISTOFOLETTI, A. G. Caracterização do Sistema Ambiental. In: _____. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CHRISTOFOLETTI, A. G. Geomorfologia Fluvial. In: **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980.

CORATO, R. M. S. e BOTELHO, R. G. M. **A Microbacia como Unidade Espacial de Análise em Geografia Física**. IX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Recife, 2001 a.

CORATO, R. M. S. **Uso da Microbacia como Unidade Fundamental de Análise em Ciências Ambientais: uma avaliação a partir dos Simpósios Nacionais de Controle de Erosão**. VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. (CD-ROM), Goiânia, 2001 b.

EVANGELISTA F.S.M. **Impactos Ambientais e Propostas de Medidas Sustentáveis para o vale do riacho Boqueirão. Sobral-CE**. (Monografia). Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA. Sobral, 2007.

FERNANDES, A. Conjunto Vegetacional. In: **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza: Stylos Comunicações, 1990.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3. Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Batista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

LIMA, E. C. **Análise e manejo ambiental das nascentes do alto rio Acaraú. Serra das Matas-CE**. 2004.174 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará – Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2004.

MELO, E. T. **Diagnóstico Físico Conservacionista da Microbacia do riacho dos Cavalos – Crateús-CE**. 2008.123 f. Dissertação (Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA)- Universidade Federal do Ceará – Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2008.

MENDES, B. V. **Biodiversidade e desenvolvimento sustentável no semi-árido**. Fortaleza: SEMACE, 1997.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.

MORAGAS, Washington Mendonça. **Análise dos Sistemas Ambientais do Alto Rio Claro-SW/Goiás: Contribuição ao Planejamento e Gestão. Manejo Geoambiental**. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. UNESP, Rio Claro: 2005.

MOREIRA, M. M. M. A.; GATTO, L. C. S. Geomorfologia da Folha SA. 24 Fortaleza. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil**. Rio de Janeiro: 1981. Vol. 21.

NASCIMENTO, D. A.; GAVA, A.; PIRES, J. L.; TEIXEIRA, W. Geologia da Folha SA. 24 Fortaleza. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto Radam Brasil**. Rio de Janeiro: 1981.v. 21.

OLIVEIRA, J. G. B.; SALES, M. C. L., **Programa para cálculo do balanço hídrico pelo método de Thornthwaite**. Fortaleza: 2005 (Comunicação pessoal).

RIBEIRO, A. G., GONÇALVES, R. N. Climatologia da Folha SA. 24 Fortaleza. *In*: BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto Radam Brasil**. Rio de Janeiro: 1981. Vol. 21.

SALES, V. C. Sistemas naturais e degradação sócio-ambiental no Estado do Ceará. *In*: FÓRUM da sociedade civil sobre meio ambiente e desenvolvimento. **Diagnóstico sócio-ambiental do Estado do Ceará: o olhar da sociedade civil**. Fortaleza: BNB/S.A., 1993.

SANTOS, Jémison Mattos dos. **Análise Geoambiental Através da Estruturação e Integração de Dados no Contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguari**. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente). Instituto de Geociências. UFBA, Salvador: 2004. 273 f.

SANTOS, T. J. S. dos. **Evolução tectônica e geocronológica do extremo noroeste da Província Borborema**. 1999. 186 f. Tese (Doutorado - Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Rio Claro, 1999.

SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C. (Orgs.) **Atlas Escolar do Ceará: espaço geo-histórico e cultural**. 2. Ed. João Pessoa: Grafset, 2004.

SOTCHAVA, V. **O estudo do Geossistema: método em questão**. São Paulo: IGEO-USP, 1977.

SOUZA, M. J. N.; LIMA, F. A. M.; PAIVA, J. B. **Compartimentação topográfica do Estado do Ceará**. Fortaleza, 1979.

SOUZA, M. J. N. Compartimentação geoambiental do Ceará. *In*: BORZACCHIELLO, J.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. (Orgs.) 2. Ed. **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

_____. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará. **Revista de geologia**. Fortaleza: UFC, 1988

SOUZA, M. J. N. de; MARTINS, M. L. R.; GRANJEIRO, C.; SOARES, M. Z. Esboço do zoneamento geoambiental do Ceará. *In*: **Projeto Áridas: grupo de trabalho 1: recursos naturais e meio ambiente**. Fortaleza: SEPLAN/FUNCEME, Vol. 2, 1994.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J. R. *The water balance. Publications in Climatology*. Centerton, New Jersey, v. VIII, p.1, 1955. 84 p.

TORQUATO, J. R. A geologia do noroeste do Ceará (uma visão histórica). **Revista de geologia**. Fortaleza/CE: UFC, v.8., 1995. p. 5-183.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica. SUPREN, 1977.

VAREJÃO SILVA, M. A. **Programa balanço hídrico**. Recife: UFRPE/FUNCEME, 1990.

ZANELLA, M. E. As características climáticas e os recursos hídricos do Ceará. *In*: BORZACCHIELLO, J.; CAVALCANTE, T.; DANTAS, E. (Org.). **Ceará: um novo olhar geográfico**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.