

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL **DA SUB-BACIA DO RIO FUNDO**

José Ailton Castro Fontes

CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL DA SUB-BACIA DO RIO FUNDO

JOSÉ AILTON CASTRO FONTES

Dissertação de Mestrado submetida à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal de Sergipe
como requisito parcial à obtenção do título de
Mestre em Geografia.

Orientadora: Dra. Aracy Losano Fontes.

JOSÉ AILTON CASTRO FONTES

**CARACTERIZAÇÃO GEOAMBIENTAL
DA SUB-BACIA DO RIO FUNDO**

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Geografia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Dra. Aracy Losano Fontes (Orientadora)

Universidade Federal de Sergipe

Dr. Hélio Mário de Araújo (Examinador Externo)

Universidade Federal de Sergipe

Dra. Josefa Eliane Santana de Siqueira Pinto (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Sergipe

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Eterno, imortal, invisível, mas real; a Ele agradeço pelo amor incondicional, à Sua paz que excede todo entendimento, às Suas muitas misericórdias que se renovam a cada manhã, pela Sua Graça que se manifestou em minha vida e pela repreensão dada, pois um Pai repreende ao filho a quem ama e quer bem. Ao Senhor Deus, meu muito obrigado.

Agradeço aos meus pais José Costa e Damaris Francisca, que no alto de sua simplicidade compreenderam, desde muito cedo, que o maior legado que se pode dar a um filho é a educação escolar e a educação para a vida.

À minha esposa Silvia Adriana pela sua incomensurável compreensão, amor, carinho, amizade e lágrimas compartilhadas e derramadas pelo caminho. Aos meus príncipes Pedro Henrique e Danilo que também ouviram muitos “não” para que esta obra pudesse ser hoje um “sim”. Família, amo vocês.

À Universidade Federal de Sergipe, que proporcionou os meus estudos de Graduação e Pós-Graduação, por ser uma entidade pública a bem da sociedade sergipana.

À Profa. Dra. Aracy Losano Fontes, orientadora e amiga, pela paciência e presteza em sempre ajudar. A todos os professores que ao longo da minha vida se empenharam para dar o melhor de si e por mim. Aos professores do DGE e do NPGEO que contribuíram para minha formação, na apaixonante ciência geográfica.

Aos companheiros e amigos Cláudio Júlio (pela gigantesca ajuda nas viagens de campo com a paciência, bom humor e humildade de sempre) e Luiz Carlos pela amizade e companheirismo. Ao saudoso amigo Prof. Edvaldo (*in memoriam*), grande mentor intelectual. A Profa. Vera França amiga verdadeira. Ao amigo Prof. Auro. A Overland Amaral Costa (SRH). A Judson Malta pela confecção dos mapas. A Juliana (UNIT). Dra. Marly (ADEMA). A Alessandra (EMBRAPA). Aos amigos professores Hélio, Davi, Marcos Barreto, Alysson, Wagner Costa, Maria Gilma, Fábio, Áurea Aragão, Rodrigo, Jussileide (pela revisão do texto) e Tânio. E a tantas outras pessoas, que de uma forma ou de outra, contribuíram para a concretização deste trabalho.

RESUMO

A sub-bacia hidrográfica do rio Fundo localiza-se na porção Sudeste do estado de Sergipe. É afluente do rio Piauí pela margem esquerda, em seu baixo curso, totalizando área de 354,22 km². O objetivo geral deste trabalho é a caracterização geoambiental da sub-bacia, a partir dos condicionantes geoambientais e da análise da intensidade do uso e ocupação do solo. O referencial teórico-metodológico foi baseado nos estudos de Bertrand, que enfatiza a importância da bacia hidrográfica como unidade básica de estudos ambientais, como forma de fornecer subsídios para o planejamento e gestão ambiental. Assim, a análise dos condicionantes geoambientais, dos aspectos demográficos, das derivações antropogênicas e do uso e ocupação do solo, permitiu observar o impacto das atividades socioeconômicas como responsáveis pelo intenso processo de degradação ambiental verificado na sub-bacia do rio Fundo.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Condicionantes geoambientais. Dinâmica demográfica. Derivações antropogênicas.

ABSTRACT

The Fundo river sub-basin is located at the southeast portion of the state. It's a creek of Piauí river, in the left margin, in its low course, in a total area of 354,22 km². The general objective of this study is the geoenvironmental characterization of the sub-basin from the environmental constraints and the analysis of the soil occupation and its occupation intensity. The theoretic-methodological reference was based in Bertrand's studies, which emphasizes the importance of the basin as a basic unit of environmental studies as a way of providing subsidies for the environmental planning and management. Therefore, the analysis of the geoenvironmental constraints, the demographic aspects, the anthropogenic derivations and the soil use and occupation, allowed to observe the impact of the socioeconomic activities as responsible for the intense process of environmental degradation verified in the sub-basin of Fundo river.

Key-words: Basin. Geoenvironmental constraints. Demographic dynamics. Anthropogenic derivation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Drenagem da sub-bacia do rio Fundo.	19
Figura 02	Esboço da definição teórica de Geossistema conforme Bertrand (1971).	30
Figura 03	Temperatura média mensal (°C) da sub-bacia do rio Fundo (2008).	39
Figura 04	Precipitação média mensal (mm) na sub-bacia do rio Fundo (1985-2004).	40
Figura 05	Estimativa de Evapotranspiração (mm) média mensal na sub-bacia do rio Fundo (1985-2004)	40
Figura 06	Precipitações médias anuais (mm) na sub-bacia do rio Fundo (1985-2004).	41
Figura 07	Média da direção dos ventos sobre os municípios da sub-bacia do rio Fundo.	42
Figura 08	Mapa de Extrativismo da Mangaba.	44
Figura 09	Mangabeira e pé de umbaúba no baixo curso do rio Fundo.	45
Figura 10	Silvicultura às margens do rio Fundo com a ocorrência de mata ciliar.	47
Figura 11	Mapa de Geologia e Recursos Minerais.	49
Figura 12	Extração de piçarra no município de Estância.	52
Figura 13	Extração de areia no município de Estância.	53
Figura 14	Mapa de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos.	55
Figura 15	Ponto de captação de água da DESO em Itaporanga D`Ajuda para atendimento da sede municipal.	56
Figura 16	Poço artesiano com caixa d`água no Povoado Araçá em Estância.	57
Figura 17	Volume de água no ponto de medição da DESO, no ponto de captação de água da AmBev, riacho Águas Claras em Estância, entre 18/06/1996 e 10/10/2005.	58
Figura 18	Índice de Óleos e Graxas encontrados na análise físico-química do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.	61
Figura 19	Índices de Coliformes totais encontrados na análise físico-química do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.	62
Figura 20	Índices de Turbidez encontrados na análise físico-química do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.	63
Figura 21	Índices de Amônia encontrados na análise físico-química do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.	64

Figura 22	Índices de Sólidos Totais Dissolvidos encontrados na análise físico-química do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009	65
Figura 23	Mapa de Geomorfologia.	67
Figura 24	Mapa Hipsométrico.	68
Figura 25	Meandro abandonado próximo ao ponto de captação de água da DESO no rio Fundo. Ao fundo, vê-se mata ciliar. No primeiro plano uma termiteira.	69
Figura 26	Relevos dissecados em colinas e interflúvios tabulares no alto curso do rio Fundo.	70
Figura 27	Percentuais dos principais tipos de solos presentes na sub-bacia do rio Fundo.	83
Figura 28	Mapa de Pedologia.	84
Figura 29	Planície Flúviomarinha e Manguezal no rio Mucupeba em Estância.	86
Figura 30	Duna semi-fixa com cobertura vegetal e vegetação de restinga (Mangabeiras) em Estância.	87
Figura 31	Evolução da população total (1980-2007) nos municípios da sub-bacia do rio Fundo.	91
Figura 32	Evolução da população rural nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (1980-2007).	93
Figura 33	População urbana e rural dos municípios na sub-bacia do rio Fundo.	94
Figura 34	Mapa de Assentamentos Rurais (INCRA).	96
Figura 35	Participação percentual da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área dos municípios – 1995.	99
Figura 36	Participação percentual da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área dos municípios – 2005.	100
Figura 37	Principais usos dos solos, em valores percentuais, na sub-bacia do rio Fundo.	102
Figura 38	Mapa de Uso do Solo.	103
Figura 39	Cultivo de laranja com uso de forrageira entre as ruas para proteção do solo.	106
Figura 40	Utilização das terras no baixo curso da sub-bacia do rio Fundo.	108
Figura 41	Pequeno proprietário aplicando inseticida em cultivo de subsistência sem a devida utilização de Equipamento de Proteção Individual – E.P.I.	116
Figura 42	Pecuária extensiva, com terracete ao fundo, às margens da BR-101 que corta a sub-bacia.	119
Figura 43	Pocilga, com granja ao fundo, e extração de areia às margens do rio Fundo em Estância.	120

Figura 44	Empreendimentos de carcinicultura no estuário do rio Fundo – 2007.	124
Figura 45	Vista da cervejaria AmBev em Estância.	129
Figura 46	Fachada da Crown Embalagens em Estância.	130
Figura 47	Ravina em margem de estrada não pavimentada em Estância.	132
Figura 48	Leito de riacho assoreado, no município de Estância, às margens de rodovia não pavimentada.	133
Figura 49	Represamento de águas do rio Fundo, em Salgado, para fins de recreação “Turismo Ecológico e Rural”.	134
Figura 50	Tubovia, em Itaporanga D`Ajuda, com corte na vegetação.	135
Figura 51	Extensão do Gasoduto e do Etenoduto em Sergipe.	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Distribuição das áreas dos municípios na sub-bacia do rio Fundo.	21
Tabela 02	Análise físico-química do riacho Águas Claras, que abastece a AmBev, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.	59
Tabela 03	Parâmetros morfométricos calculados para a sub-bacia do rio Fundo: Área de Drenagem, Extensão do Canal Principal, Diâmetro, Perímetro, Largura Média, Amplitude Altimétrica e Declividade.	72
Tabela 04	Parâmetros morfométricos calculados para a sub-bacia do rio Fundo: Número de Segmentos, Magnitude, Frequência de Segmentos e Índice de Circularidade.	74
Tabela 05	Parâmetros morfométricos calculados para a sub-bacia do rio Fundo: Densidade de Drenagem, Densidade Hídrica, Coeficiente de Manutenção, Extensão do Percurso Principal, Textura Topográfica e Relação de Relevo.	75
Tabela 06	Indicadores sociais e econômicos dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo.	89
Tabela 07	População total e densidade demográfica em Sergipe e nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (2007).	90
Tabela 08	Evolução da população urbana nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (1980-2007) e porcentagem, em 2007.	93
Tabela 09	Colônias/Assentamentos Rurais na sub-bacia do rio Fundo – 2008.	95
Tabela 10	Índice de Gini dos municípios e da sub-bacia do rio Fundo: 1995 e 2005.	98
Tabela 11	Evolução percentual do número e da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área, nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (1995-2005).	98
Tabela 12	Participação percentual acumulado da área dos estabelecimentos por grupo de área da sub-bacia do rio Fundo 1995 e 2005.	101
Tabela 13	Utilização da terra na sub-bacia do rio Fundo – 1995.	105
Tabela 14	Utilização da terra na sub-bacia do rio Fundo – 2005.	105
Tabela 15	Variação da utilização da terra na sub-bacia do rio Fundo (1995-2005).	105
Tabela 16	Culturas permanentes em Sergipe e na sub-bacia do rio Fundo- 2007	109
Tabela 17	Culturas temporárias em Sergipe e na sub-bacia do rio Fundo-2007	113
Tabela 18	Efetivo do rebanho em Sergipe, nos municípios da sub-bacia e percentual correspondente – 2007.	118

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	Relação dos municípios com indicação de Mesorregião e Microrregiões Geográficas Homogêneas.	20
Quadro 02	Parâmetros Morfométricos calculados na sub-bacia do rio Fundo.	35
Quadro 03	Textura do solo.	81
Quadro 04	Empreendimentos de carcinicultura instalados na sub-bacia do rio Fundo.	124

SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarão.

AmBev - Companhia de Bebidas das Américas.

ANA - Agência Nacional de Águas.

APA - Área de Proteção Ambiental.

APLs - Arranjos Produtivos Locais.

CEMESE - Centro Meteorológico de Sergipe.

COHIDRO - Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

CVRD - Companhia Vale do Rio Doce.

DER-SE - Departamento Estadual de Infra-Estrutura Rodoviária de Sergipe.

DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

EMDAGRO - Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe.

FCA - Ferrovia Centro-Atlântica.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

NNE-SSW - Norte-Nordeste a Sul-Sudoeste.

NW-SE - Noroeste-Sudeste

ONGs - Organizações Não Governamentais.

PCNs - Parâmetros Curriculares Nacionais.

RFFSA - Rede Ferroviária Federal S/A.

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Estância.

SEAGRI - Secretaria de Estado da Agricultura e do Desenvolvimento Agrário.

SEMARH - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos

SEPLANTEC - Secretaria de Estado do Planejamento.

SRH - Superintendência de Recursos Hídricos.

SRTM - Missão Topográfica Radar Shuttle.

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste.

SUPES - Superintendência de Estudos e Pesquisas.

TFSA - Terra Fina Seca ao Ar.

TRANSPETRO - Petrobrás Transporte S/A.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE QUADROS	xi
SIGLAS E ABREVIATURAS	xii
APRESENTAÇÃO	xv
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 ÁREA DE ESTUDO	18
1.2 OCUPAÇÃO HISTÓRICA	22
2 BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE BÁSICA DE ANÁLISE AMBIENTAL	27
2.1 GEOSSISTEMA: BASES CONCEITUAIS	28
2.2 ANÁLISE DA PAISAGEM	31
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	33
4 CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS	37
4.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS	37
4.2 VEGETAÇÃO	42
4.3 GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS	48
4.3.1 FORMAÇÕES SUPERFICIAIS	48
4.3.2 FORMAÇÃO LAGARTO	51
4.3.3 RECURSOS MINERAIS	52
4.4 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS	53

4.5 GEOMORFOLOGIA	65
4.5.1 TABULEIROS COSTEIROS	69
4.5.2 PLANÍCIE COSTEIRA	71
4.5.3 ASPECTOS MORFOMÉTRICOS	71
4.7 SOLOS	79
4.7.1 CARACTERÍSTICAS DAS PROPRIEDADES UTILIZADAS NA DESCRIBÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS	80
4.7.2 TIPOS DE SOLOS NA SUB-BACIA	82
5 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	89
6 UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DA TERRA E INDÚSTRIAS	97
6.1 DISTRIBUIÇÃO DA TERRA.....	97
6.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	101
6.3 UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA	104
6.4 PECUÁRIA	117
6.4.1 CARCINICULTURA E A APA LITORAL SUL	120
6.5 USO INDUSTRIAL	127
7 DERIVAÇÕES ANTROPOGÊNICAS	131
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	138
9 REFERÊNCIAS	141

APRESENTAÇÃO

A presente pesquisa teve como perspectiva a caracterização geoambiental da sub-bacia do rio Fundo, localizada no Sudeste do estado de Sergipe, afluyente pela margem esquerda do rio Piauí em seu baixo curso. Por meio das derivações antropogênicas buscou-se identificar os problemas ambientais da área.

O interesse pela área de estudo se deu pela necessidade de se ampliar os estudos sobre as questões ambientais, mais precisamente sobre bacias hidrográficas. O ineditismo deste tipo de trabalho sobre a área foi decisivo na escolha da sub-bacia do rio Fundo.

O capítulo 1 é introdutório com a apresentação da área de estudo, sua localização e importância. Também nele são apresentados os objetivos geral e específicos, bem como um breve relato do processo histórico de ocupação dos municípios constituintes da sub-bacia.

O capítulo 2 trata, especificamente, da fundamentação teórico-metodológica. Nele, procurou-se mostrar as discussões sobre a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e manejo, assim como bases conceituais de Geossistema e Paisagem.

No capítulo 3 descreve-se todo o procedimento metodológico utilizado para a elaboração desta dissertação, desde os levantamentos bibliográficos, cartográficos e documentais para dar o suporte teórico necessário, a partir de outros trabalhos sobre bacias hidrográficas, tanto em material impresso como na Rede Mundial de Computadores. Nessa etapa, constatou-se a escassez de materiais sobre a sub-bacia do rio Fundo.

O capítulo 4 trata da caracterização dos condicionantes geoambientais: clima, vegetação, geologia e recursos minerais, recursos hídricos superficiais e subterrâneos, geomorfologia (quantificada nos aspectos morfométricos) e os tipos de solos da sub-bacia.

O capítulo 5 faz uma análise sobre os aspectos demográficos, através dos indicadores sociais e econômicos. Também se faz uma análise sobre a evolução da população dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo.

No capítulo 6 são analisadas as atividades econômicas implantadas na sub-bacia, representada pela lavoura, pecuária e uso industrial. Ainda se faz uma análise sobre a carcinicultura na foz do rio Fundo, dentro da APA Litoral Sul.

O capítulo 7 traz uma análise sobre as derivações antropogênicas encontradas ao longo da área de pesquisa. E, finalmente, o capítulo 8 traz as considerações finais e algumas sugestões a partir do que foi analisado sobre a sub-bacia do rio Fundo.

1 INTRODUÇÃO

Os crescimentos econômico e demográfico têm provocado aumento substancial da utilização de recursos, encontrados apenas na natureza, sem a devida preocupação quanto à sua esgotabilidade, incluindo a água que durante muito tempo se imaginou que seria um bem renovável e, portanto, inesgotável.

Hoje já se sabe que, apesar de seu volume constante sobre a Terra, a água pode se tornar um bem cada vez mais escasso em amplas regiões do planeta, inclusive naquelas onde se pressupunha tê-la em grande quantidade devido aos extensos e volumosos rios, como no Brasil.

O comprometimento da qualidade e da quantidade da água, assim como outros tantos problemas ecológicos tem provocado, no mundo, a tomada da consciência ambiental, que ainda é tímida, e relativamente recente, levando-se em conta o longo período de degradação do meio ambiente causada pela ação antrópica. As diversas reuniões mundiais e o surgimento de várias Organizações Não Governamentais (ONGs), que tratam da questão, demonstram a importância do tema. Afinal, nunca, em toda história da humanidade, houve tanta pressão e conseqüente comprometimento dos recursos indispensáveis à existência do homem na Terra.

No Brasil, o grande divisor de águas foi a Conferência Mundial do Meio Ambiente realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, promovida pela ONU. Até então muito pouco se discutia sobre as questões relativas ao meio ambiente. A legislação existente era tímida e pouco eficaz. A população também não se inteirava sobre os problemas ambientais, mesmo sendo uma das causadoras e ao mesmo tempo vítima de tais males.

Discutir a questão ambiental, portanto, não é modismo academicista, mas uma necessidade premente para a existência do homem sobre a Terra, embora, paradoxalmente, tenha sido a própria ação antrópica a responsável pelo grande comprometimento dos recursos naturais e pela intensidade dos problemas vividos.

Segundo Menezes (2006, p. 21):

Especificamente para a Geografia, o debate sobre as questões socioambientais ganhou novo significado, face à constatação de que o processo de produção social no espaço imprime modificações sobre o meio ambiente, cujos resultados originam tanto impactos positivos quanto negativos.

Os estudos sobre a interação sociedade-natureza são essenciais para compreendermos o atual estado de preservação dos solos, das águas (superficiais e subterrâneas), da vegetação, do clima, e os efeitos que a transformação desses elementos podem trazer ao próprio homem. A bacia hidrográfica, como unidade integradora desses setores (naturais e sociais), deve ser analisada com esta função, a fim de que os impactos ambientais sejam minimizados.

No Brasil, análises geoambientais foram intensificadas na década de 1990, com destaque para o estado de Santa Catarina, onde se priorizou o estudo sistemático de micro-bacias hidrográficas como unidade espacial mínima para o manejo adequado dos recursos naturais renováveis, principalmente solo e água.

Das seis bacias que drenam o estado, apenas a do São Francisco possui grande dimensão; as demais fazem parte do que a Agência Nacional de Águas (ANA, 2005, p. 84) denomina de Região Hidrográfica do Atlântico Leste, são elas: Japarutuba, Sergipe, Vaza-Barris, Piauí e Real. Como suas nascentes encontram-se na porção Oeste de Sergipe e/ou no Nordeste da Bahia, dentro da borda oriental do Sertão Nordestino, portanto, no clima Semi-Árido, apresenta grande parte da bacia com rios intermitentes e vazão irregular limitando, assim, seus usos para abastecimento público, geração de energia, práticas agrícolas, navegação, etc. Já no baixo curso, onde esses rios costumam ser perenes, a grande influência das marés sobre os rios torna a água salobra comprometendo a qualidade, e, conseqüentemente seu uso. “Essas condições delimitam a carência e importância do recurso água para o estado” (MOREIRA, 2008, p. 14).

A escassez hídrica em Sergipe é agravada pela intensa utilização dos ecossistemas naturais, que comprometem a reposição dos mananciais a partir do desmatamento e assoreamento dos rios, como consequência de modelos tradicionais de uso e manejo dos recursos solo e água, e do avanço contínuo do capital, subordinando e modelando o espaço geográfico.

Compondo o quadro hidrográfico de Sergipe a bacia do rio Piauí, localizada no Centro-Sul do estado tem forma alongada, com padrão de drenagem dendrítico, sentido geral Noroeste-Sudeste (NW-SE) e área de aproximadamente 4.028,61km² o que equivale a 18,27% do território sergipano, porém sua potencialidade de água de superfície é a segunda mais baixa do estado, com apenas 6,8 hm³/ano (SERGIPE, 2008, p. 19). Confronta-se ao Norte com a bacia do rio Vaza-Barris, ao Sul com a bacia do rio Real, a Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com o Nordeste do estado da Bahia. Seus principais afluentes compreendem cinco sub-bacias hidrográficas distintas: rio Jacaré (alto curso), rio Arauá

(médio curso), rios Guararema, Piauitinga e Fundo (médio e baixo cursos). O Piauí drena, de forma total ou parcial, a área de 15 municípios e nela estão inseridas as sedes dos municípios de: Lagarto, Riachão do Dantas, Boquim, Pedrinhas, Arauá, Itabaianinha, Santa Luzia do Itanhi, Estância e Salgado.

A sub-bacia hidrográfica do rio Fundo, objeto de estudo deste trabalho, afluente no baixo curso do rio Piauí pela margem esquerda, está localizada no Sudeste do estado de Sergipe. Suas águas abastecem a população da cidade de Itaporanga D`Ajuda e a demanda de muitos povoados e assentamentos/colônias instalados ao longo da sub-bacia, tanto para uso humano quanto para a dessedentação de animais, agricultura, silvicultura, lazer, carcinicultura e pesca. Além disso, atende a importantes fábricas do município de Estância como a cervejaria Águas Claras (AmBev) e a CROWN Embalagens S/A, fabricante de latinhas de alumínio.

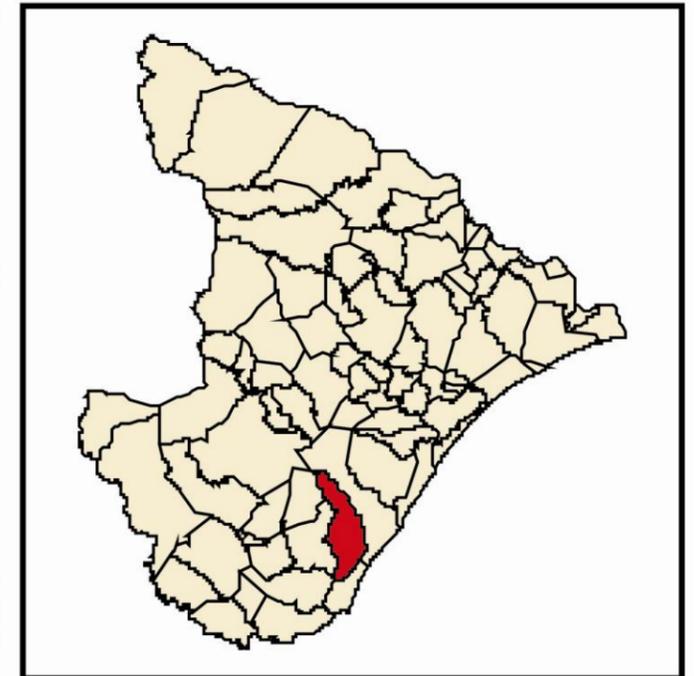
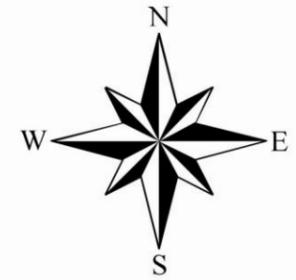
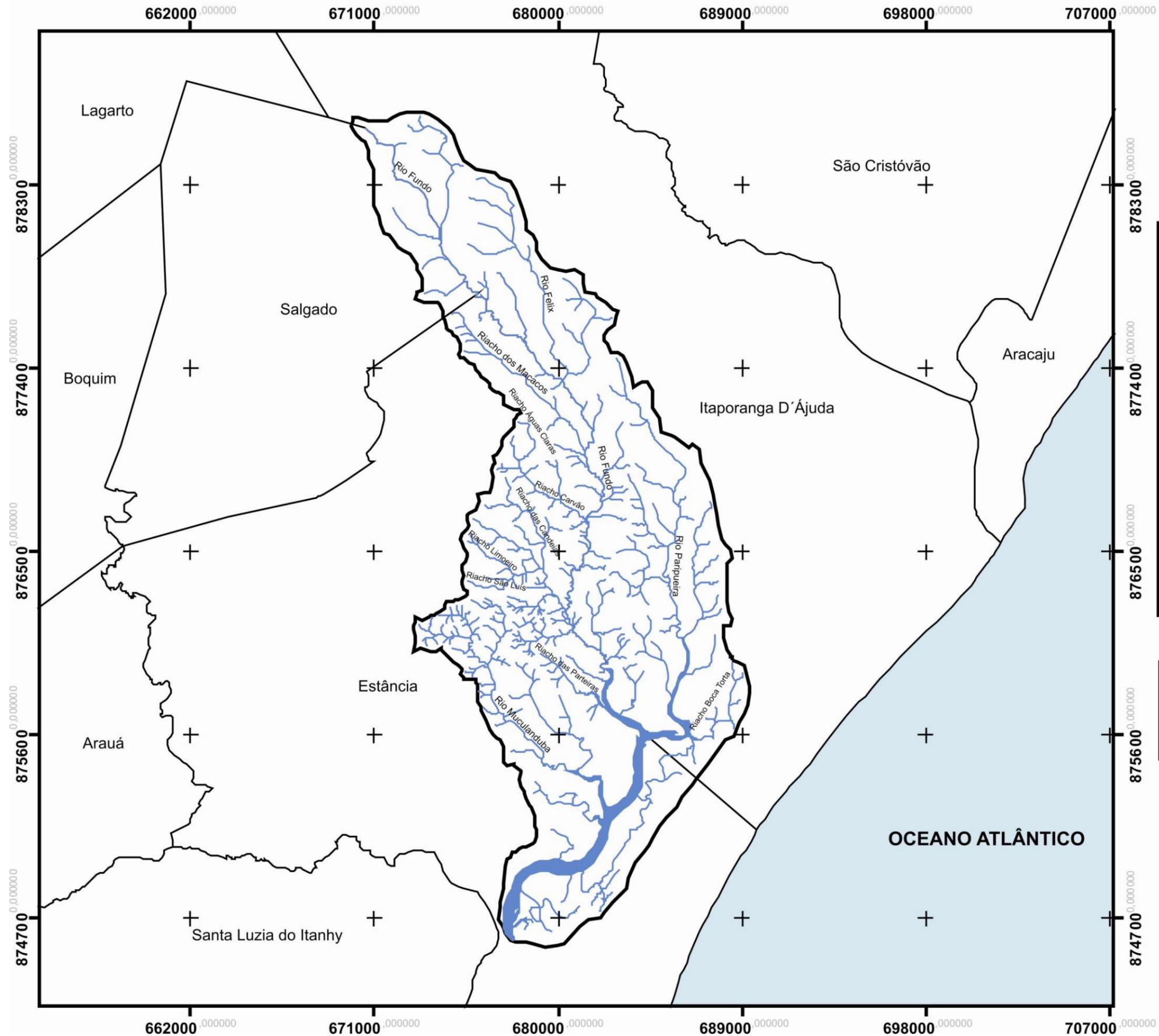
A relativa escassez de estudos ambientais, sobretudo relacionados às bacias hidrográficas e a grande importância da sub-bacia do rio Fundo que se dá pela intensidade do uso das águas e do solo, justificam a caracterização geoambiental com o objetivo de fornecer subsídios para o planejamento e gestão ambiental.

Dessa forma, em torno do objetivo principal, os objetivos específicos podem ser expressos na análise da evolução da ocupação histórica e espacial da sub-bacia, associando-a ao ritmo e à intensidade das transformações ambientais; na realização de análises dos componentes socioeconômicos e ambientais; na caracterização da utilização da terra ocorrida na sub-bacia; na avaliação do aproveitamento dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos; e na análise das ações impactantes resultantes da utilização dos recursos naturais.

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A sub-bacia hidrográfica do rio Fundo localiza-se na porção Sudeste do estado, correspondendo a 1,61% de Sergipe e a 8,79% da bacia do rio Piauí, do qual é afluente pela margem esquerda, em seu baixo curso. Limita-se ao Norte com a sub-bacia do rio Belém, a Nordeste com o Baixo Vaza-Barris, a Oeste com a sub-bacia do rio Piauitinga e a Leste com as lagoas costeiras formadas pelo fechamento de restingas. Está compreendida entre as coordenadas geográficas 10°58'18" e 11°20'58" de latitude Sul e 37°15'36" e 37°26'49" de longitude Oeste, totalizando uma área de 354,22 km² (Figura 01).

RIO FUNDO - DRENAGEM



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2010.

Assim como o rio Piauí, o Fundo possui direção geral NW-SE, porém em seu baixo curso passa a tomar direção Norte-Nordeste e Sul-Sudoeste (NNE-SSW) até a sua confluência com o Piauí. Seguindo a orientação dada pela borda oriental do Barreiras, onde se encontra, o Fundo tem forma alongada, com padrão de drenagem pinada no alto curso com tributários paralelos que se unem ao rio principal em ângulos agudos. Os rios principais são controlados pela declividade regional. O conjunto, porém, apresenta forma dendrítica.

O rio principal nasce próximo ao Povoado Sapé, no município de Itaporanga D`Ajuda, às margens da rodovia estadual SE-265, em altitude aproximada de 157m e suas águas desembocam na margem esquerda do rio Piauí, perto da Ilha das Tartarugas, em Estância, em altitude de apenas 3 metros, portanto possui amplitude altimétrica de 154 metros em um canal com extensão de 54 Km e uma declividade total de 2,85 m/km.

Formado em sua maior parte por diversos cursos de água perenes, influenciados pelo clima Megatérmico Subúmido Úmido e Megatérmico Subúmido da região, segundo o método de Tornthwaite & Mather (1956), recebe a contribuição de 204 canais, destacando-se o rio Paripueira e o riacho Félix pela margem esquerda, e pela margem direita o riacho dos Macacos, o das Candeias e o rio Muculanduba. A hierarquização da drenagem, conforme o critério de Strahler (1952) indica um sistema de 5ª ordem.

Abrange, de forma parcial, as áreas dos municípios sergipanos de Salgado, Estância e Itaporanga D`Ajuda. Segundo o zoneamento definido pelo IBGE, estes municípios são pertencentes à Mesorregião Geográfica do Leste Sergipano (Microrregiões Geográficas Homogêneas de Estância e Boquim), (Quadro 01).

Quadro 01 - Mesorregião e Microrregiões Geográficas Homogêneas da sub-bacia do rio Fundo.

Mesorregião Geográfica	Microrregiões Geográficas	Municípios
Leste Sergipano	Estância	Estância Itaporanga D`Ajuda
	Boquim	Salgado

Fonte: IBGE, 2006.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Em abril de 2007 uma nova proposta de regionalização foi empregada para Sergipe, a partir do Decreto Estadual nº 24.338, que criou oito Territórios entendidos como Unidades de Planejamento, “respeitando critérios como dimensões econômico-produtiva,

geoambientais, sociais, político-institucionais e culturais [...]”. De acordo com tal Decreto essa nova regionalização é “a base para a promoção do desenvolvimento sustentável e equânime entre as diversas regiões do estado”. Por essa regionalização, os municípios drenados pelo rio Fundo se encontram nas mesorregiões da Grande Aracaju (Itaporanga D`Ajuda) e Sul Sergipano (Estância e Salgado), (SERGIPE, 2008, p.12).

A definição de território que serviu de base para essa nova regionalização foi proposta pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário, que assim o conceitua:

É um espaço físico, geograficamente definido, geralmente contínuo, compreendendo a cidade e o campo, caracterizado por critérios multidimensionais – tais como o ambiente, a economia, a sociedade, a cultura, a política e as instituições – e uma população com grupos sociais relativamente distintos, que se relacionam interna e externamente por meio de processos específicos, onde se pode distinguir um ou mais elementos que indicam identidade e coesão social, cultural e territorial (MDA, 2009).

Estância e Itaporanga D`Ajuda apresentam as maiores áreas incluídas na sub-bacia e com percentuais muito próximos. Embora o primeiro ainda tenha maior ocupação de suas terras na área de estudo e também se destaque quanto à essa ocupação com o rio Fundo, mais de um quarto de sua área está dentro da sub-bacia. Salgado, entretanto, apresenta o menor percentual e somente parte das nascentes do canal principal se encontra nesse município. A área da sub-bacia 354,22 km², ocupa 21,49% da área total dos municípios que é de 1.648,03 km² (Tabela 01).

Tabela 01 – Distribuição das áreas dos municípios na sub-bacia do rio Fundo.

Municípios	Área do Município			
	Absoluta	Incluída na sub-bacia		
	Km ²	Km ²	% sobre a sub-bacia	% sobre a área do município
Estância	642,30	172,92	48,82%	26,92%
Itaporanga D`Ajuda	757,28	167,63	47,32%	22,13%
Salgado	248,45	13,67	3,86%	5,50%
Total	1.648,03	354,22	100%	-

Fonte: IBGE. SEPLANTEC/SUPES. Anuário Estatístico de Sergipe - 1996.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

1.2 OCUPAÇÃO HISTÓRICA

Os municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo tem ocupação bastante antiga, dentro do processo de colonização implementado pela coroa portuguesa entre os séculos XVI e XVII. Segundo Cândido Mendes (*apud* NUNES, 1989, p. 17), relatos históricos indicam a passagem da primeira expedição exploradora da costa brasileira, comandada por Gaspar de Lemos, em 1501, pelo litoral próximo à foz do Vaza-Barris, atual município de Itaporanga D´Ajuda, onde teriam permanecido por cinco dias abastecendo as embarcações e entrando em contato com os nativos.

Piratas franceses em busca de produtos para comercialização na Europa acabaram por fundar uma feitoria às margens do rio Piauí onde, posteriormente, veio a ser fundada a cidade de Santa Luzia do Itanhy, ainda no século XVI.

Apesar desses primeiros contatos foi somente a partir segunda metade do século XVI que as primeiras tentativas de ocupação efetiva da terra começaram a fim de ligar, por terra, os dois principais núcleos coloniais da época: Recife e Salvador. Os Padres Gaspar Lourenço e João Salônio são tidos como os primeiros a catequizar e pacificar os ameríndios, em 1575. Entretanto, é Cristóvão de Barros apontado como o consolidador da conquista das terras sergipanas, em 1590, com a sangrenta derrota dos índios que habitavam essa região e a fundação da cidade de São Cristóvão.

Nascido na cidade de Itaporanga D´Ajuda, em 30 de janeiro de 1858, o grande historiador sergipano Felisbelo Freire afirmava que:

A conquista de Sergipe representou, pois, um papel importante na civilização do Norte, e através de seu território devia abrir-se, como abriu-se, a primeira estrada que comunicaria Bahia e Recife, aproximando, assim, estes dois centros de povoamento, por aquela estrada que se abriu (FREIRE, 1995, p. 16).

A expansão para o interior seguiu os cursos dos rios a partir do litoral. As terras das bacias dos rios Piauí e Real foram as primeiras a serem colonizadas após a conquista, por já serem conhecidas pelo invasor português desde o final do século XVI. Além do extrativismo do pau-brasil e das especiarias encontradas nas terras sergipanas, a principal atividade econômica implementada foi a pecuária extensiva, utilizando-se das pastagens naturais e plantadas que em seguida deu suporte ao desenvolvimento do *plantation* da cana-de-açúcar mais próximo ao litoral obrigando assim aos pecuaristas a adentrarem ainda mais

para o interior. A procura por minas também motivou a ocupação das terras. Paralelamente a essas atividades, a agricultura de subsistência se instalou e ainda perdura.

Segundo França, 2007, p. 22:

Enquanto a cana-de-açúcar fazia prosperar localidades próximas ao litoral e à Zona da Mata, a pecuária, a cultura do algodão e as culturas de subsistência faziam prosperar as terras do agreste e do semi-árido sergipano, graças ao avanço da ocupação e povoamento dessas regiões.

A área de estudo, por ter sido uma das primeiras a sofrer a degradação ambiental no atual estado de Sergipe para favorecer atividades econômicas impostas pelo colonizador português, encontra-se hoje intensamente transformada. A ocupação dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo é consequência do processo de colonização por exploração implantado pelos ibéricos.

O município de Estância foi inicialmente ocupado por Pedro Homem da Costa e seu concunhado Pedro Alves que foram agraciados com as terras onde se encontra hoje o território do município. A doação foi feita pelo Capitão-Mor da Capitania de Sergipe, João Mendes, em 16 de setembro de 1621, porém as mesmas terras haviam sido adquiridas anteriormente por Diogo de Quadros e Antônio Guedes, os quais não a ocuparam, razão pela qual perderam o direito da concessão (FREIRE, 1995).

Pedro Homem da Costa era de origem mexicana e o nome do município “Estância” deriva do castelhano que significa “fazenda de gado”, a principal atividade econômica implantada nessas terras no período. No século XVIII a criação de gado foi superada pela indústria açucareira quando surgiram os primeiros engenhos e fazendas de cana-de-açúcar. Além disso, sua posição geográfica privilegiada, na foz do rio Piauí, permitiu a presença de um porto fluvial, o que dinamizava a economia do município, pois para lá afluíam grande parte das mercadorias produzidas no Centro-Sul de Sergipe voltadas para exportação de forma a superar, em pouco tempo, a Vila de Santa Luzia à qual Estância era subordinada.

Durante muito tempo Estância foi subordinada à Vila de Santa Luzia do Rio Real, atualmente Santa Luzia do Itanhhy. Só em abril de 1757 o rei autorizou que realizassem na povoação de Estância "vereações, audiências, arrematações e outros atos judiciais na alternativa dos juízes ordinários", acontecendo, assim, a separação jurídica da Vila de Santa Luzia, então em franca decadência. Em 25 de outubro de 1831, a sede da Vila de Santa Luzia

foi transferida para Estância. Em 5 de março de 1835 foi criada a sua Comarca, e, finalmente, a 4 de maio de 1848 foi elevada a categoria de cidade (NUNES, 1996).

O município continuou a se desenvolver mesmo desmembrado de Santa Luzia; já em 1854 possuía 51 engenhos de açúcar, 36 alambiques, 36 fazendas de gado e 80 sítios comprovando, assim, seu potencial agroeconômico (FONTES, 2009).

Em 1869 foi publicada, em Estância, a obra “O Agricultor Sergipano”, escrita pelo Comendador José Joaquim Bittencourt Calazans, apontada como a primeira tentativa de difundir, no Brasil, métodos agrícolas referentes à cana-de-açúcar que à época era um importante produto de sua economia. Esta obra foi escrita de modo a colocar-se ao alcance dos lavradores, tal era sua linguagem.

Atualmente a base econômica do município é a indústria, centrada em seu Distrito Industrial, mas também presente em outras áreas a exemplo da AmBev e da CROWN, às margens da BR-101 e que utilizam as águas do rio Fundo para seu pleno funcionamento.

A atividade industrial teve início em 1891 com a instalação da primeira indústria têxtil. Em 2009, o cadastro industrial do município contava com mais de 58 empresas legalmente instaladas e em funcionamento. Dentre elas, vale ressaltar a presença de duas fábricas de beneficiamento de frutas, especialmente a laranja, na produção de polpas tipo exportação: a Maratá Sucos do Nordeste Ltda e Tropfruit Nordeste S/A. O suco de laranja resultante desse processo contribuiu, por décadas, para a expansão da citricultura no Centro-Sul do estado e Nordeste da Bahia.

Não obstante a atual crise na citricultura, a laranja ainda é um importante produto para o estado. Mais recentemente a introdução de projetos de carcinicultura no baixo curso do rio Piauí, em especial no rio Fundo, tem dado novas oportunidades de negócios para a região. Estância ainda se destaca na produção de coco-da-baía, mandioca, manga, maracujá e no extrativismo da mangaba. Na pecuária tem expressivo rebanho de bovino e de galináceos. A exploração de minerais como a argila permite a presença de indústrias de cerâmica vermelha; também se explora areia para construção civil e granito como pedra ornamental (BOMFIM, 2002).

Recentemente na Plataforma Continental, em seu litoral, iniciou-se a produção de petróleo e gás em águas profundas no campo de Piranema, tido como o petróleo de melhor qualidade do país. A exploração do turismo cultural (festejos juninos) e de lazer (praias da Área de Proteção Ambiental - APA Litoral Sul) também são elementos importantes da economia do município.

Itaporanga, topônimo de origem tupi que significa “Pedra Bonita”, inicialmente ocupada pelos índios tupinambás sob comando do cacique Surubi, resistiu à invasão européia no final do século XVI. Em 1575 os padres João Salônio e Gaspar Lourenço chegaram à região, mas não obtiveram sucesso em sua missão de catequese. Em 1590, apesar da sangrenta conquista de Sergipe e da cessão das terras itaporanguenses, através de várias cartas de sesmarias, sua efetiva ocupação deu-se apenas em meados do século XVIII (1753) com Francisco de Sá Souto Maior, não obstante a ainda resistência indígena. O município foi criado em 10 de maio de 1854, através da Lei Provincial nº 387.

Devido à sua posição estratégica (militar e econômica) por conta do rio Vaza-Barris, a região foi ocupada com a construção de portos para o escoamento da produção, assim como de engenhos de açúcar e da pecuária bovina.

Ainda hoje o município tem forte dependência das atividades agrícolas, principalmente a citricultura nos tabuleiros, a cocoicultura na planície litorânea, além da mandioca, do maracujá e do extrativismo da mangaba. A pecuária se destaca com a bovinocultura e os galináceos. Nos últimos anos foram instaladas, ao longo da APA Litoral, Sul atividades ligadas à carcinicultura; no caso de Itaporanga D`Ajuda, compreendendo tanto o baixo curso do rio Vaza-Barris como o do rio Fundo. As atividades mineradoras são limitadas à areia, metarenito e calcário (BOMFIM, 2002).

Apesar de não ter tradição industrial, Itaporanga D`Ajuda conta com três grandes indústrias: a CIPA Nordeste Industrial de Produtos Alimentares S/A (Mabel), Indústrias Alimentícias Maratá Ltda e a Companhia Industrial de Celulose e Papel, todas no Distrito Industrial Manoel Conde Sobral, entre os quilômetros 114 e 118 da BR-101. Além dessas, outras 11 empresas estão cadastradas na Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe (CODISE), como de cunho industrial, a maioria como Micro Empresas. O forte turismo, na praia da Caueira, é outra importante fonte de recursos do município que poderá ser dinamizada com a ponte Joel Silveira sobre o rio Vaza-Barris, gerando mais impacto sobre o meio ambiente.

Salgado, desmembrado de Boquim em 1927, deriva seu nome de uma fonte termal salobra então existente na região. As terras que hoje lhe pertencem começaram a se desenvolver a partir da construção da linha férrea, no início do século XX, e que corta o estado de Sergipe, tornando-o importante ponto de embarque/desembarque para a população do Centro-Sul, na época, em especial de Estância.

Município de base agrícola e maioria de população rural tem na laranja seu principal produto, embora também produza limão, mamão, mandioca e tangerina. O gado

bovino e os galináceos são as principais atividades pecuaristas. Na mineração ocorre a exploração de argilas e água mineral (BOMFIM, 2002).

O turismo é uma importante atividade econômica do município de Salgado. O Parque Aquático do Timbó, localizado na sub-bacia do rio Fundo e utilizando-se das águas desse rio, é o principal atrativo turístico do município. Entretanto, no final do mês de março de 2010 foi reinaugurado o balneário de Salgado, fundado em 1978. É a única estância hidromineral do estado e vale-se de uma surgência do complexo metacarbonato da região, estando, porém, dentro da sub-bacia do rio Piauitinga, um dos afluentes do rio Piauí.

2 BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE BÁSICA DE ANÁLISE AMBIENTAL

Dentre as questões importantes em estudos ambientais estão: a definição da unidade básica de trabalho como forma de facilitar o melhor diagnóstico, e a proposição de ações que possam corrigir possíveis erros de operacionalidade e gerenciamento da área estudada. Sendo assim, as sub-bacias hidrográficas podem ser compreendidas como paisagens com porções do espaço relativamente amplas, que se destacam visualmente por possuírem características físicas e culturais suficientemente homogêneas para assumirem uma individualidade.

Assim, Menezes (2006, p.21) afirma que

(...) dentre as complexas reflexões que envolvem essa problemática ambiental, o debate sobre a conservação dos recursos hídricos emerge como um tema relevante para investigação geográfica, na medida em que se constitui como alicerce essencial para o desenvolvimento econômico e social.

Portanto, a adoção de bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e manejo é de aceitação internacional, pois não é apenas uma área física bem delimitada, mas apresenta elementos constituintes que se encontram integrados, dentro de uma visão holística, pois não dá para desassociar os elementos geobiofísicos dos antrópicos.

Segundo Fontes (1997, p.32):

A ênfase que vem sendo dada nessas últimas décadas aos estudos ambientais na elaboração dos planejamentos vem reforçar a tese da bacia hidrográfica como unidade básica para estes estudos, justificando tal fato a bacia se constituir uma unidade física bem caracterizada, tanto do ponto de vista da integração, como da funcionalidade de seus componentes.

Guerra (2006) define bacia hidrográfica como o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes; também afirma que se deve incluir no conceito a noção de dinamismo por causa das modificações que ocorrem nos divisores de água, sob efeito dos agentes erosivos que alargam ou diminuem sua área como consequência das constantes trocas de matéria e de energia dos subsistemas que a formam.

Para Christofletti (1980) bacia hidrográfica é uma área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial, portanto, aberto às constantes trocas de energia e matéria. Sendo assim, a bacia hidrográfica ou de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado

ponto de um canal fluvial (o exutório). Portanto, é a melhor unidade de planejamento que se pode utilizar quando se trata de recursos hídricos.

As bacias hidrográficas constituem-se em unidades físicas ideais para estudos ambientais por apresentarem características para a elaboração de um planejamento integrado (unidade física e unidade social), visando a implantação de um programa racional de utilização e preservação dos recursos naturais - solo, subsolo, água, vegetação - e uma agricultura sustentável. Apresentam uma hierarquia natural que deve ser levada em consideração nos planejamentos coerentes destas unidades sócio-geográficas. Assim, o planejamento e o manejo dos recursos naturais das grandes bacias devem partir de projetos de médias e pequenas bacias, como é o caso do rio Fundo.

A necessidade de se fazer análises dos recursos hídricos tem-se demonstrado de ordem capital na razão direta em que se intensificam os usos e os conflitos desses usos da água (conflito de destinação de uso, de disponibilidade quantitativa e qualitativa), bem como o aumento da demanda e das crescentes dificuldades para satisfazê-la de forma eficiente e com qualidade, sendo necessário buscar água cada vez mais distante dos centros consumidores, desenvolver projetos de transposição de bacias ou ainda aprimorar técnicas de perfuração de poços artesianos para o pleno atendimento da demanda por este elemento. Em todos os casos o aumento do custo para obtenção desse bem tem se elevado de forma substancial, tornando-o mais caro e seu acesso limitado, comprometendo, assim, a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a qualidade de vida das populações que dela necessitam e se servem.

O comportamento dos elementos constitutivos de uma bacia hidrográfica tem papel fundamental no diagnóstico geoambiental, uma vez que não dá para desassociar tais elementos de uma visão holística do ambiente, ou seja, não se pode desassociar os problemas ambientais dos sociais. Portanto, planejar uma bacia hidrográfica significa estruturar um conjunto de procedimentos capazes de assegurar um uso ambientalmente correto dos seus recursos naturais.

2.1 GEOSISTEMA: BASES CONCEITUAIS

Dentro de um enfoque sistêmico, a bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema aberto, sustentando-se num equilíbrio dinâmico em função das constantes trocas

de matéria e energia assim como em função de ciclos e flutuações que são processos não-lineares.

Para Capra (2004), na visão sistêmica os próprios objetos são redes de relações, embutidos em redes maiores e que a propriedade das partes só pode ser entendida dentro do contexto do todo maior, pois o que se chama de parte é apenas um padrão numa teia inseparável de relações.

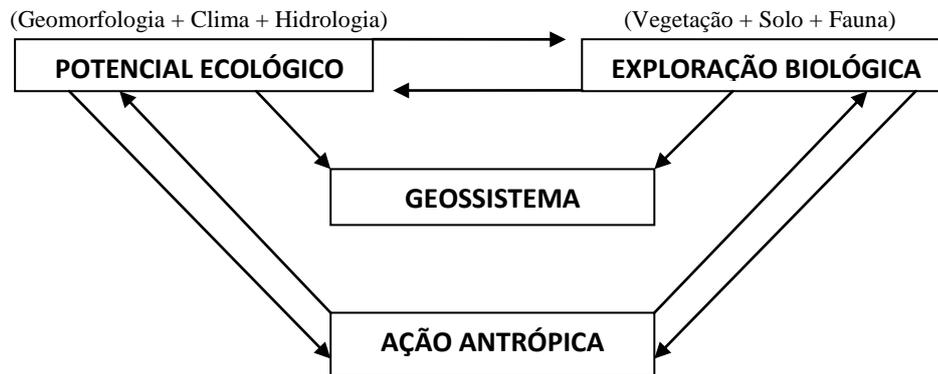
Segundo Ross (1995), o que diferencia um sistema ambiental de outro, ou seja, de um padrão fisionômico de outro, é a intensidade desses fluxos, isto é, a intensidade da dinâmica das trocas de energia e matéria entre as partes, quais sejam: a baixa atmosfera (clima), a hidrosfera (água subsuperficial, rios, lagos e oceanos), a parte superior da litosfera (rochas, minerais, solos e relevo) e toda a biosfera (fauna e flora), incluindo-se, aqui, as sociedades humanas que, como é sabido, de acordo com seus graus de complexidade interferem na funcionalidade dos sistemas ambientais.

Sotchava (1977) elaborou um conceito de geossistema que é a conexão da natureza com a sociedade. Mais tarde, ao ampliar sua concepção sobre o tema, ele o definiu como o conjunto dos componentes, processos e relações dos sistemas do ambiente físico. Assim, os geossistemas são fenômenos naturais, mas os fatores econômicos e sociais devem ser considerados nas suas análises, muito embora seus trabalhos tenham dado maior ênfase aos fatores biogeográficos.

Para Bertrand (1971), geossistema é uma paisagem nítida e bem circunscrita em que se pode, por exemplo, identificar instantaneamente nas fotografias aéreas. Em sua concepção designou um nível hierárquico da paisagem envolvendo a noção de escala propondo um sistema taxonômico de hierarquização paisagística com seis níveis tempo-espaciais em escala decrescente, subdivididos em *unidades superiores* (a zona, o domínio e a região natural) e *unidades inferiores* (o geossistema, os geofáceis e os geótopos).

O referido autor afirma que é na escala do geossistema, onde se processa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os componentes da paisagem, a melhor referência para os estudos de organização do espaço, em função de nela ocorrerem as relações entre os elementos da paisagem e ser a escala de maior atuação do ser humano. O mesmo aborda os estágios de alteração das paisagens, segundo a dinâmica natural e os impactos das atividades humanas. Neste sentido, propôs a análise da paisagem a partir do potencial ecológico, da exploração biológica e da ação antrópica. Ou seja, a paisagem como ambiente ou como objeto, na qual podem ser realizadas ações de intervenção e de pesquisa científica (Figura 02).

Figura 02 - Esboço da definição teórica de Geossistema conforme Bertrand (1971).



Para Monteiro (2000) o geossistema é uma integração de vários elementos, não existindo limites conduzidos por uma curva de nível (relevo), por uma isoietta (clima), pelo limite (borda) de uma dada formação vegetal, etc. embora considerando que estas variações ou atributos possam indicar ou sugerir, com maior peso, uma configuração espacial dos elementos do geossistema; desde que esse emane de uma integração, não é de se esperar que isto seja regra.

Guerra (2006, p. 120) define geossistema como resultado

da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima, hidrologia), uma exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e uma ação antrópica. Corresponde a dados ecológicos relativamente estáveis, que definem o potencial ecológico do geossistema. Caracteriza-se por uma homogeneidade fisionômica (não necessariamente), uma forte unidade ecológica e biológica, num complexo essencialmente dinâmico.

Rodriguez e Silva (2002, *apud* Guerra, 2006, p.110), afirmam que

Sotchava utilizou toda a teoria de paisagens (*landschaft*) elaborada pela escola russa, interpretando-a sob uma visão da Teoria Geral dos Sistemas, o que permitiu que o conceito de paisagem fosse considerado como sinônimo de geossistema, sendo essa, portanto, formada por atributos sistêmicos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação.

A qualidade ambiental é, portanto, o resultado da dinâmica dos mecanismos de adaptação e dos mecanismos de auto-superação dos ecossistemas. Assim, com base na teoria sistêmica da evolução, a qualidade ambiental é o resultado da ação simultânea da necessidade e do acaso.

2.2 ANÁLISE DA PAISAGEM

A paisagem, enquanto categoria de análise da geografia, pode ser definida como um conjunto de estruturas naturais e sociais de um determinado lugar no qual desenvolve uma intensa interatividade seja entre os elementos naturais, entre as relações humanas e desses com a natureza. A paisagem tem, portanto, um caráter dinâmico e em contínua evolução.

Para Bertrand (2004, p. 141):

A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagindo dialéticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1997) dizem que a paisagem tem um caráter específico para a geografia, distinto daquele utilizado pelo senso comum ou por outros campos do conhecimento. É definida como sendo uma unidade visível, possui uma identidade visual, caracterizada por fatores de ordem social, cultural e natural, contendo espaços e tempos distintos: o passado, o presente e, até mesmo, o futuro.

A paisagem vive em constante mutação. Segundo Santos (*apud* Cavalcanti, 2004, p. 99):

cada tipo de paisagem é a reprodução de níveis diferentes de forças produtivas; a paisagem atende a funções sociais diferentes, por isso ela é sempre heterogênea; uma paisagem é uma escrita sobre a outra, é um conjunto de objetos que têm idades diferentes, é uma herança de muitos momentos; ela não é dada para sempre, é objeto de mudança, é resultado de adições e subtrações sucessivas, é uma espécie de marca da história do trabalho, das técnicas; ela não mostra todos os dados, que nem sempre são visíveis, a paisagem é um palimpsesto, um mosaico.

Percebe-se, então, que a partir do estudo da paisagem é possível compreender, em parte, a realidade local num determinado momento, pois a paisagem está em constante mutação, afinal são muitas as interferências antrópicas, dos processos produtivos e da própria natureza.

A paisagem constitui um espaço territorial caracterizado por seus elementos externos ou formais. Numa mesma região podem-se achar várias paisagens (naturais, agrícolas, industriais, etc.). Portanto, paisagem também pode ser definida como um conjunto de formas naturais e culturais associadas, já que os objetos existentes juntos na paisagem

formam “um todo”, ou seja, aspectos físicos e culturais a um só tempo. “É o aspecto visível do espaço, aquilo que a nossa visão abarca. Ela é captada pelo nosso aparelho cognitivo e interpretada de acordo com a nossa forma de perceber o mundo” (SANTOS 1988, p. 61-62).

Rodriguez *et al.* (2004, p.18) referem-se à paisagem como:

um conjunto interrelacionado de formas naturais antroponaturais, podendo-se considerá-la como um sistema que contém e reproduz recursos; um meio de vida e da atividade humana; um laboratório natural e fonte de percepções estéticas. (...) Suas propriedades determinam que, como objeto de investigação científica, as paisagens são formações complexas caracterizadas pela estrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que a integram; pelas suas múltiplas relações internas e/ou externas; pela variação dos estados e pela diversidade hierárquica, tipológica e individual.

A tomada da consciência ambiental em todo o mundo se traduz de modo diferenciado em cada camada da sociedade, sendo que para os capitalistas ela serve precipuamente para enxergar a preservação dos elementos das paisagens naturais como reservas de recursos para o futuro. Maia (2005) afirma que no mundo uma nova consciência ecológica invade a esfera da política e questiona as noções tradicionais de progresso. Na realidade, os donos do capital estão chegando, de certa forma, ao consenso de que o desenvolvimento econômico deve passar pelo conceito de sustentabilidade. Embora o capital entenda a sustentabilidade como reserva futura, o sentido mais correto é entendê-la como a otimização da conservação ambiental em benefício da população e a democratização de acesso aos recursos naturais.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diante do caráter holístico do ambiente, a visão cartesiana e mecanicista tem se revelado limitada e ineficiente nos estudos ambientais. A problemática de uma bacia hidrográfica somente pode ser equacionada se não se desvincularem seus aspectos naturais dos sociais. Os problemas ambientais são sistêmicos, ou seja, estão intimamente interligados e interdependentes. O sistema bacia hidrográfica deve ser considerado em termos de relação e de integração de todos os fenômenos físicos, biológicos e socioeconômicos. Sendo assim, os componentes geobiofísicos e socioeconômicos são focalizados pela climatologia, geologia, geomorfologia, pedologia, recursos hídricos, vegetação e utilização da terra e pelos indicadores socioeconômicos, refletidos nas formas de ocupação e utilização da terra.

Para a elaboração desta dissertação, inicialmente foram feitos levantamentos bibliográficos, cartográficos e documentais para dar o suporte teórico necessário, a partir de outros trabalhos sobre bacias hidrográficas, tanto em material impresso como na Rede Mundial de Computadores. Nessa etapa, constatou-se a escassez de materiais sobre a sub-bacia do rio Fundo, caracterizando o ineditismo desta dissertação sobre a área pesquisada.

A delimitação da área da sub-bacia foi realizada a partir da importação de dados referentes à hidrografia do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe na escala 1:100.000 (SERGIPE, 2004) para o SPRING, em seguida foi realizada a delimitação de bacias, através da fotointerpretação correlacionada entre as curvas de nível e a hidrografia do Atlas da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e uma imagem em níveis de cinza produzida a partir dos dados da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM) da NASA.

Com a delimitação da área da sub-bacia como um polígono, importaram-se os dados diversos do Atlas da SRH (pedologia, geomorfologia, uso do solo, geologia e poços), do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA (assentamentos) e da Companhia de Saneamento de Sergipe - DESO (pontos de medição e de captação); assim, realizou-se o recorte destas informações utilizando como máscara a delimitação da sub-bacia para a confecção de cartas. Por fim, realizaram-se os ajustes da simbologia para cada carta. Toda esta etapa foi realizada em ArcView.

Na confecção dos mapas, além da base de dados do Atlas de Recursos Hídricos de Sergipe, 2004, também foram utilizados os dados da SRTM (em extensão “.hgt”) da NASA/USA, que se constituem em dados de sensoriamento remoto capazes de produzir cotas

altimétricas confiáveis numa equidistância de 90 metros, disponibilizados gratuitamente na Rede Mundial de Computadores.

A projeção cartográfica utilizada na produção e edição dos dados foi UTM, Datum South American (SAD 69) de 1969. Os softwares de geoprocessamento utilizados foram: SPRING 5.1, ArcView e Global Mapper 8, assim como o software de acabamento foi o CorelDraw 12.

A partir do embasamento teórico e munido de ferramentas computacionais, foi possível a confecção de mapas temáticos que enriquecem e demonstram parte dos elementos pesquisados neste trabalho.

Os dados utilizados para a confecção do mapa geológico da sub-bacia foram extraídos do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe na escala 1:100.000 (SERGIPE, 2004). Nos estudos geológicos obtêm-se dados sobre a natureza das rochas, as disponibilidades hídricas subsuperficiais, a compartimentação estrutural que deu origem ao relevo, às formações superficiais, aos recursos minerais disponíveis, à análise das unidades geomorfológicas e aos solos.

O estudo climático baseou-se na análise da variação pluviométrica encontrada nos três municípios constitutivos da sub-bacia (Estância, Salgado e Itaporanga D`Ajuda). A análise para as precipitações médias anuais e mensais abrangeu apenas o período de 1985 a 2004, segundo dados do Centro Meteorológico de Sergipe (CEMESE), vinculado à SEMARH, por ser o único a apresentar sequência ininterrupta de dados pluviométricos para os três municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo, pois apesar dessas informações serem contabilizadas em Itaporanga D`Ajuda desde o ano de 1912, e em Estância desde 1919, o município de Salgado somente as tem a partir de 1985. Por outro lado, enquanto os dados referentes a Estância estavam atualizados até maio de 2009, na época da coleta de informações, Salgado e Itaporanga D`Ajuda só as tinham até maio de 2005.

Os estudos geomorfológicos foram realizados a partir de informações obtidas no Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe na escala 1:100.000 (SERGIPE, 2004). O mapa Geomorfológico permitiu identificar as formas de relevo, através do domínio morfoestrutural e unidades geomorfológicas, suportes para a caracterização geoambiental e processos atuantes.

Ainda para caracterizar quantitativamente o relevo, foi feita a análise morfométrica e confeccionado o mapa hipsométrico da sub-bacia. A análise morfológica através dos parâmetros morfométricos permite a individualização, a caracterização e a hierarquização das partes constituintes do sistema bacia hidrográfica (Quadro 02).

Quadro 02 - Parâmetros Morfométricos calculados na sub-bacia do rio Fundo.

PARÂMETROS	SÍMBOLO/UNIDADE
Número de Segmentos	N
Magnitude	M
Frequência de Segmentos	Fs
Área de Drenagem	A/km ²
Altitude Máxima	A max./m
Altitude Mínima	A min./m
Amplitude Altimétrica	Hm/m
Diâmetro	Di/Km
Perímetro	P/Km
Largura Média	L/Km
Extensão	E/Km
Declividade	D m/Km
Índice de Circularidade	Ic
Densidade de Drenagem	Dd Km/km ²
Densidade Hidrográfica	Dh canais/km ²
Coeficiente de Manutenção	Cm/m
Extensão do Percurso Superficial	m/m ²
Relação de Relevo	Rr
Textura Topográfica	Tt

Fonte: (CHRISTOFOLETTI, 1980; e FONTES, 2008)

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A confecção do mapa hipsométrico foi feita a partir da análise em meio digital obtida no Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe na escala 1:100.000 (SERGIPE, 2004). Em seguida, foi realizado o recorte dessas informações utilizando o polígono ou contorno da sub-bacia como delimitação da área. Os dados recortados foram interpolados no global mapper 8, a partir dos dados da SRTM, para gerar curvas de nível em equidistância de 20m, e, em seguida, exportados como Shape para o ArcView. O mapa hipsométrico permite representar e analisar a dinâmica de uso e ocupação do solo.

Os dados dos pontos de medição de alguns corpos de água da sub-bacia provem da DESO, da CPRM e da SRH e foram incluídos no mapa de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos. As informações referentes à hidrogeologia foram obtidas através dos estudos

realizados pela SEMARH, compreendendo os municípios da sub-bacia hidrográfica do rio Fundo. Quanto à hidrologia foram levadas em consideração suas disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas. A caracterização hídrica também foi baseada no balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1956), dos postos pluviométricos existentes na área nos últimos vinte anos (entre 1985 e 2004).

Os estudos pedológicos foram apoiados no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado de Sergipe, na escala de 1:400.000 (EMBRAPA, 1975), mapa da EMBRAPA (2007) escala 1:100.000, e no novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). O mapa de solos foi confeccionado tendo por base o Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe na escala 1:100.000 (SERGIPE, 2004).

O mapa de uso do solo foi elaborado a partir do Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe na escala 1:100.000 (SERGIPE, 2004), com o devido controle em viagens de campo e a atribuição das classes temáticas: mangue, floresta, mata secundária, pastagem, área cultivada e solos expostos.

A dinâmica socioeconômica foi analisada através da ocupação do espaço, do crescimento populacional (rural e urbano), da utilização e distribuição da terra por unidade de produção. Para realização dessas análises foram utilizados os dados censitários relativos aos anos de 1980, 1991, 1996, 2000 e 2007, constantes nos Censos Demográficos e Agropecuários (1996 e 2006) de Sergipe e elaborados pelo IBGE.

Os dados sobre os assentamentos foram fornecidos pelo INCRA em janeiro de 2009, sendo confeccionado um mapa exclusivo sobre o tema. As colônias agrícolas promovidas pela Secretaria de Estado da Agricultura - SEAGRI, porém, não têm dados suficientes para serem incluídas no mapa de assentamentos, entretanto são contabilizadas na tabela 4 “Colônias/Assentamentos rurais na sub-bacia – 2008”.

O tratamento dos dados foi realizado através de um conjunto variado de técnicas, que culminou na produção de cartas temáticas, gráficos, análises estatísticas. Por fim, realizou-se a inserção dos elementos das cartas no ArcView (Título, Legenda, Escala, Rosa dos Ventos, etc). Para finalizar, se importou as cartas para o CorelDraw afim de realizar os últimos ajustes e configurar as opções de impressão. Esses estudos forneceram as bases para a elaboração da caracterização geoambiental da sub-bacia hidrográfica do rio Fundo.

4 CONDICIONANTES GEOAMBIENTAIS

*“Todos os rios correm para o mar, e o mar não se enche;
ao lugar para onde correm os rios, para lá tornam eles a correr.
O que foi é o que há de ser; e o que se fez, isso se tornará a fazer;
nada há, pois, novo debaixo do sol.”
(Eclesiastes 1:7 e 9)*

A análise dos elementos naturais é de fundamental importância para o desenvolvimento das atividades econômicas em qualquer parte do Globo. Tais elementos contribuem, de forma direta, para o sucesso ou não de qualquer tipo de empreendimento.

Para melhor compreensão dos diferentes elementos constituintes da sub-bacia hidrográfica do rio Fundo, faz-se necessária uma análise mais detalhada dos seus elementos geoambientais, a fim de que se possa, a partir deles, fornecer subsídios para o planejamento e gestão ambiental.

4.1 ASPECTOS CLIMÁTICOS

Dentre os fatores geográficos que influenciam o clima do estado de Sergipe, observa-se que a proximidade com o Oceano Atlântico torna mais positivo o efeito regulador da temperatura; outro fator, a orientação do litoral, em que as baixadas litorâneas permitem a penetração dos ventos alísios de Sudeste (SE), constitui-se num dos fatores geográficos que mais influencia as condições climáticas.

Por se localizar em baixas latitudes, entre os paralelos 9°31'54" e 11°34'12" Sul, Sergipe apresenta a característica comum a todo restante do Nordeste, temperaturas médias anuais elevadas, geralmente acima de 26°C.

No estado a amplitude térmica anual é baixa, normalmente entre 3°C e 5°C, sendo que as maiores amplitudes dão-se em conta das altitudes mais elevadas na porção Oeste. Os meses mais frios coincidem com o “inverno” (a estação das chuvas, outono-inverno) entre julho e agosto, como resultante do avanço da massa Polar antártica (m.P.a.). As chuvas decorrentes desse período são, principalmente, do tipo frontal. Os meses mais quentes também são, normalmente, os mais secos, que vão de dezembro a fevereiro coincidindo, assim, com o “verão” (primavera-verão), resultantes do avanço da massa Tropical atlântica

(m.T.a.). As poucas chuvas que ocorrem no período são, principalmente, do tipo convectivas. As do tipo orográficas ficam por conta das altitudes um pouco mais consideráveis do interior do estado, captando os ventos em suas vertentes na borda oriental (a barlavento), enquanto que as terras situadas em suas bordas a ocidente (a sotavento) são providas de menos umidade, sendo esta uma das causas da semi-aridez de grande parte do interior nordestino.

De modo geral, pode-se entender clima como sendo a sucessão habitual dos estados do tempo de um determinado lugar, definido a partir da observação diária dos elementos que o compõem (como a temperatura, pressão do ar, umidade, precipitação) por um período não inferior a 30 anos. O clima de um lugar qualquer é, portanto, influenciado por uma combinação de fatores, que tem na radiação solar sua fonte geradora, causando trocas de energia no sentido vertical e horizontal.

Segundo Pinto e Netto (2008, p.13)

O clima não é um fato, mas uma teoria, uma abstração, da qual tira proveito cada investigador para implementar uma dada experiência de tempo (meteorológico) adequada a seus propósitos. Alguns autores recorrem à estratégia quantitativa considerando o clima como estado médio dos elementos atmosféricos sobre dado lugar. Outros preferem escapar da quantificação recorrendo a uma descrição qualitativa, tentando expressar o comportamento genético da dinâmica atmosférica sobre dado lugar ou espaço. Entretanto todos pressupõem uma sucessão de tipos de tempo.

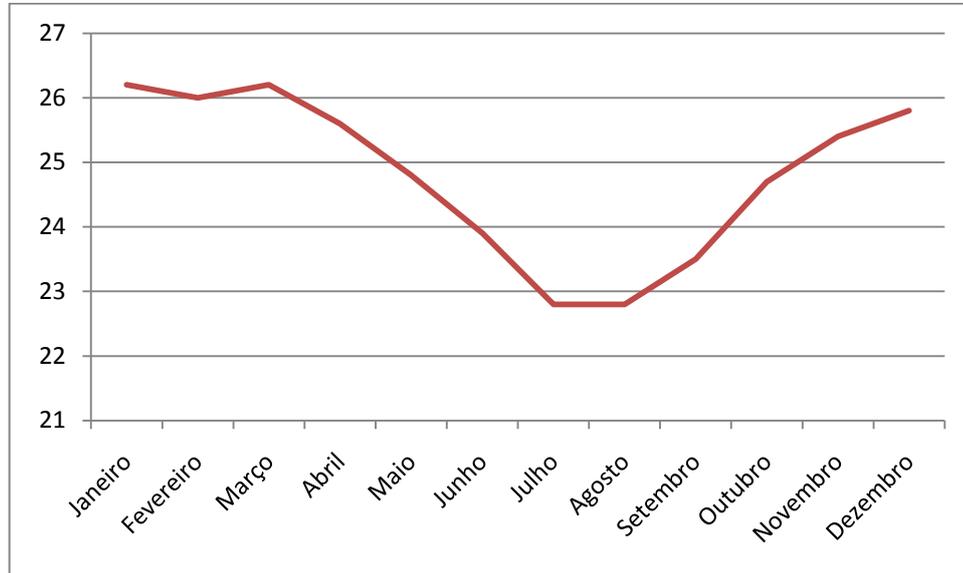
A importância da análise do clima se reflete no dia-a-dia da população inserida na sub-bacia, pois se trata de uma região eminentemente rural, com predomínio de atividades agrícolas, notadamente com o uso do solo para a pastagem, cultivos industriais e agricultura de subsistência, influenciando, assim, diretamente na produção/produktividade. Os municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo apresentam, segundo método de Thornthwaite & Mather (1956), o clima Megatérmico Subúmido Úmido e Megatérmico Subúmido:

- **Megatérmico Subúmido Úmido (C_2A^a):** apresenta bons excedentes hídricos no fim do outono e no inverno, e moderada deficiência hídrica de verão. Caracteriza quase totalmente, dentro da sub-bacia, os municípios de Itaporanga D'Ajuda d'Ajuda e Estância.
- **Megatérmico Subúmido (C_1A^a):** apresenta moderados excedentes hídricos de inverno, com estação seca bem definida e deficiência hídrica de verão significativa. Ocorre parcialmente no município de Salgado.

As médias térmicas da sub-bacia ficam em torno de 24,8° C, com máximas de 26,2° C e mínimas de 22,8° C, indicando certa homogeneidade térmica, pois possui pequena amplitude térmica anual de apenas 3,4°C, típica de regiões costeiras de baixa latitude. As

temperaturas mais elevadas ocorrem entre os meses de novembro a abril, enquanto que as menores de maio a outubro (Figura 03).

Figura 03 - Temperatura média mensal (°C) da sub-bacia do rio Fundo (2008).

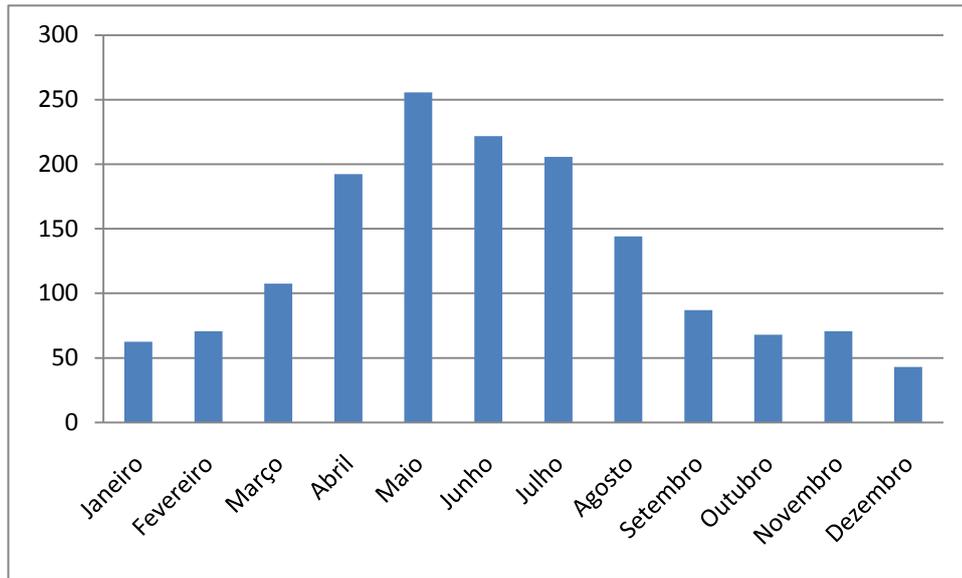


Fonte: SEMARH, 2008.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

O regime pluviométrico da sub-bacia é o do tipo Mediterrâneo, definido por um período de estiagem de primavera-verão com moderada deficiência hídrica, e um período chuvoso de outono-inverno tendo as máximas pluviométricas nesse período. Esse fenômeno é facilmente percebido ao se analisar a figura 04, concernente à precipitação média mensal e figura 05, referente à estimativa de evapotranspiração de referência mensal, pois enquanto os maiores índices pluviométricos concentram-se entre março e agosto, as maiores taxas de evapotranspiração estão entre agosto e abril com a máxima em dezembro, coincidindo com o solstício de verão para o hemisfério Sul.

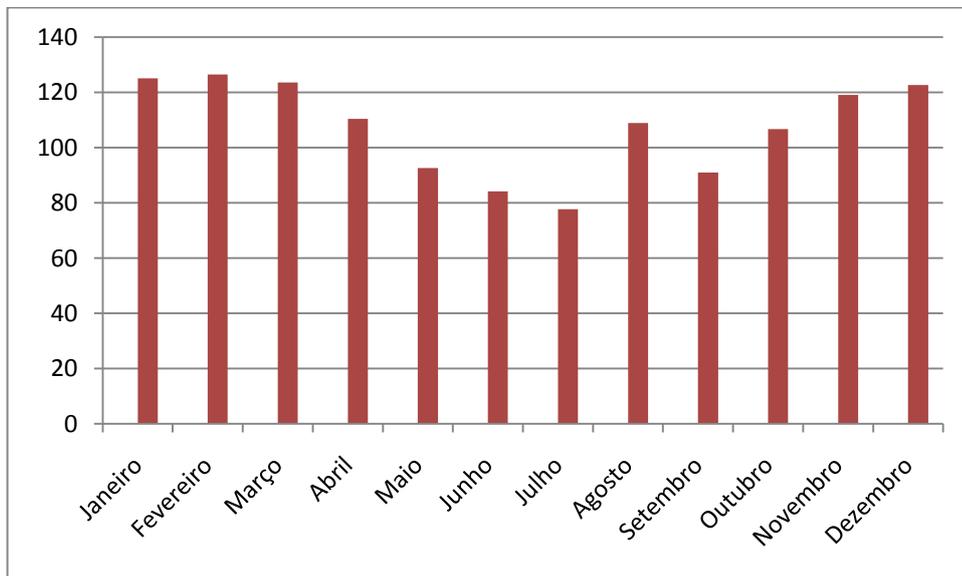
Figura 04 - Precipitação média mensal (mm) na sub-bacia do rio Fundo (1985-2004).



Fonte: SEMARH, 2008.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Figura 05 - Estimativa de evapotranspiração (mm) média mensal na sub-bacia do rio Fundo (1985-2004).



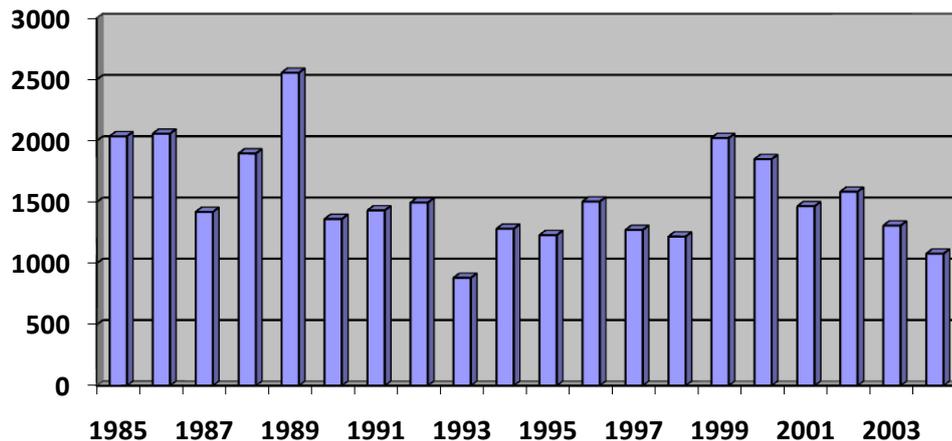
Fonte: OVERLAND AMARAL COSTA, 2009.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Na figura 06, analisando-se a sequência ininterrupta de 20 anos, entre 1985 e 2004, pode-se verificar uma média pluviométrica de 1.546,50 mm/ano para os municípios da sub-bacia. No período analisado Estância apresenta as maiores médias com 1.709,94 mm/ano, enquanto que Salgado, um pouco mais afastado do litoral, apresenta as menores com 1.439,38 mm/ano.

Apesar do excelente índice pluviométrico médio da região, a perda de água do solo pela evaporação e pelas plantas por conta da transpiração, também é elevada. A evapotranspiração apresenta uma estimativa média de 1.288,5 mm/ano, consequência direta dos altos índices de radiação solar.

Figura 06 - Precipitações médias anuais (mm) na sub-bacia do rio Fundo (1985-2004).



Fonte: SEMARH, 2008.

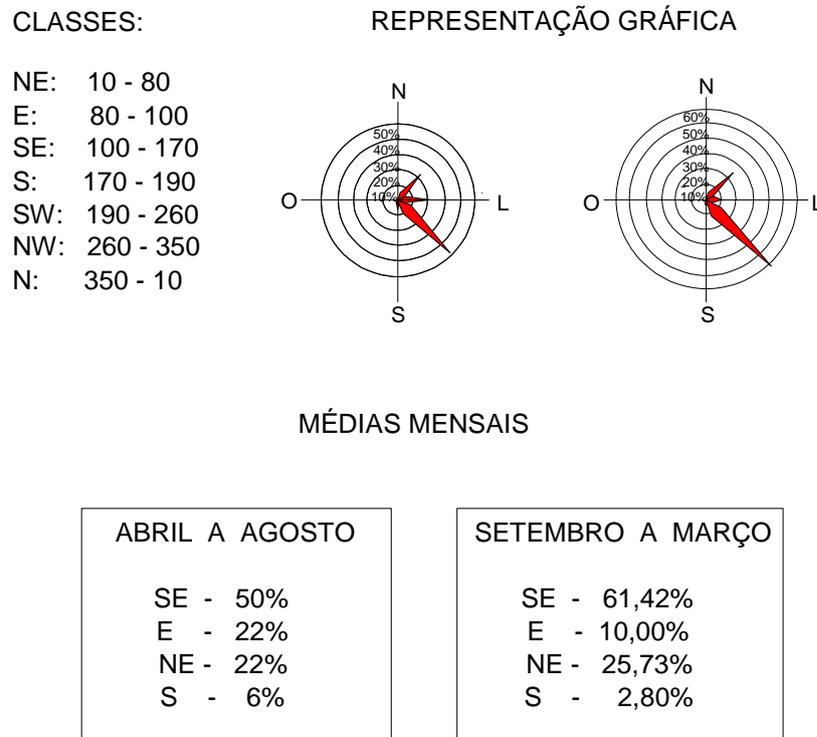
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A regularidade das precipitações é assegurada pela atuação dos sistemas meteorológicos: o Anticiclone Tropical do Atlântico Sul, a propagação da Frente Polar Atlântica e as Correntes Perturbadas de Leste ou Ondas de Leste, atuantes no litoral no período de maio a agosto, responsáveis pela intensidade das chuvas no outono-inverno. Ocasionalmente, nos meses mais quentes, podem ocorrer chuvas de “trovoadas”, resultantes das linhas de instabilidade que atuam de Oeste para Leste, como consequência do avanço da massa Equatorial continental (m.E.c.) pelo Sertão brasileiro. A média da direção dos ventos pode ser observada na figura 07, que pode ser aplicada aos municípios da sub-bacia do rio Fundo, pois todos eles estão influenciados pelas mesmas condições meteorológicas.

No atlas de SERGIPE, (*apud* Moreira 2008, p. 73), afirma que:

(...) a temporalidade na precipitação está vinculada a ação constante dos Alísios de Sudeste, cujas propriedades acarretam estabilidade, com estados de tempo bons e secos, sendo dificilmente modificados pela morfologia regional. Ademais, essa estabilidade só desaparece com a intervenção das correntes perturbadoras provenientes dos demais sistemas atuantes.

Figura 07 - Média da direção dos ventos sobre os municípios da sub-bacia do rio Fundo.



Fonte: SERGIPE, 1997.

4.2 VEGETAÇÃO

Os bons índices pluviométricos registrados na sub-bacia diminuem à medida que se adentra para o interior, portanto são tanto maiores quanto mais próximos ao litoral. A relação solo-clima-umidade permitiu que houvesse, no passado, uma variedade da vegetação nativa original, exuberante na zona da mata e de cerrado no alto curso que, substituída pela pastagem ou cultivo comercial, degradou o solo.

A vegetação nativa, bastante degradada, corresponde à floresta mesófila decídua (mata atlântica), vegetação litorânea (mangues) e cerrado. Hoje engloba tipos como Cerrado, Capoeira, vestígios de Mata Higrófila, Campos Limpos e Campos Sujos.

As espécies nativas encontradas na sub-bacia são:

- A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), palavra de origem tupi que significa “coisa boa de comer” é uma espécie comum nos Terraços Marinhos e Cordões Litorâneos, também encontrada no Cerrado e no Tabuleiro Costeiro em solos pobres e arenosos. Do seu látex pode-se produzir borracha natural, porém é muito utilizada na produção de sucos e sorvetes. Sergipe tem grande produção, entretanto ainda basicamente de forma extrativista, sendo o sustento de muitas famílias de baixa renda, inclusive na sub-bacia do rio Fundo. No litoral onde a produção é maior, o turismo, a especulação imobiliária e a introdução de monoculturas (coco-da-baía e pinus) além das pastagens, têm reduzido sua área.

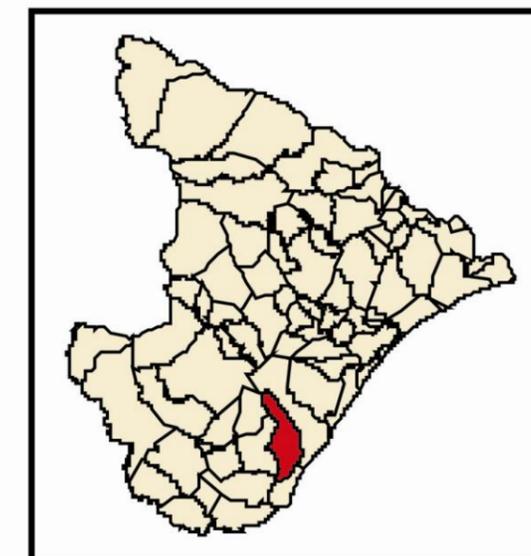
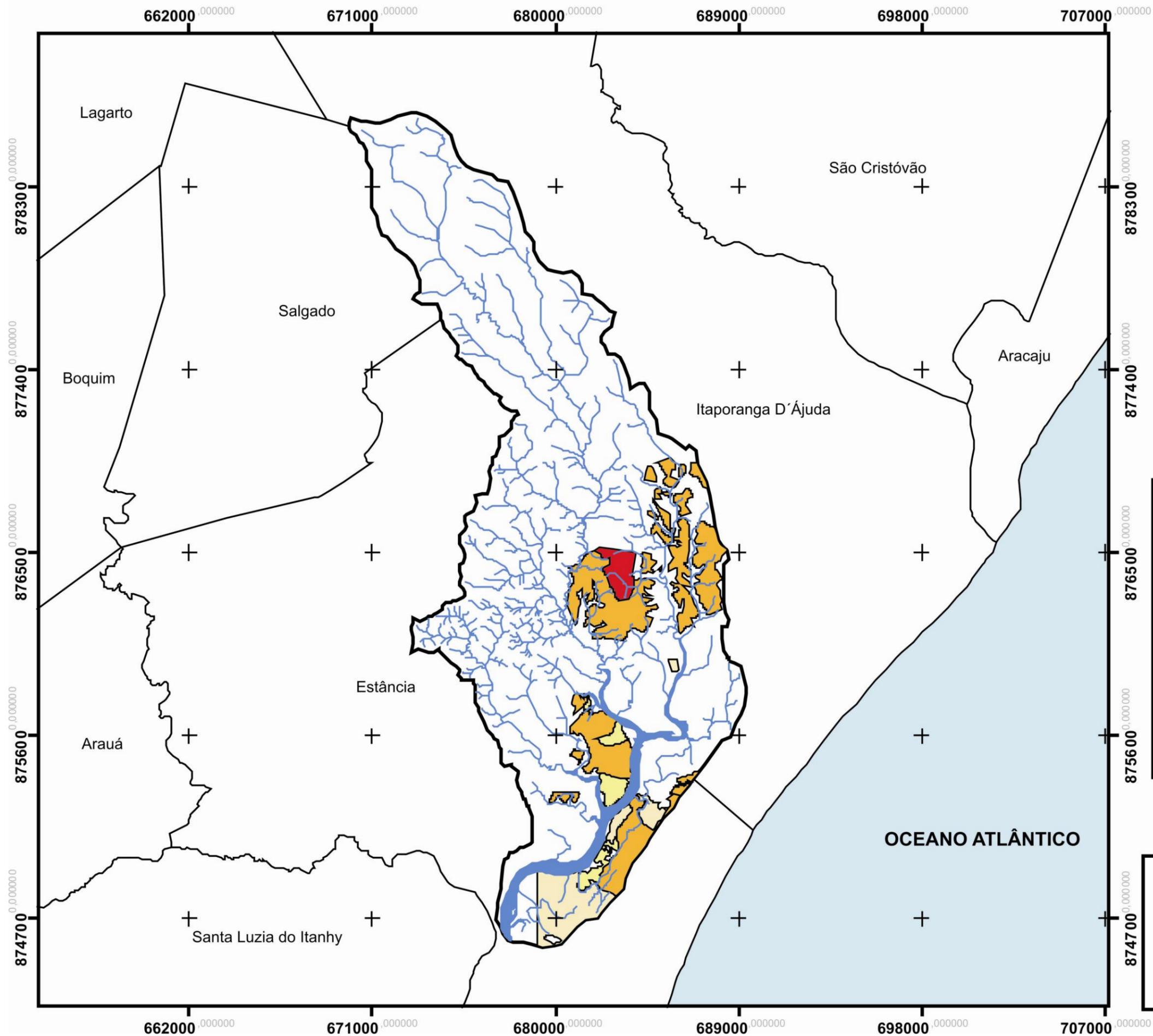
Em janeiro de 2010 a EMBRAPA Tabuleiros Costeiros (Aracaju/SE) lançou o Mapa do Extrativismo da Mangaba em Sergipe – Ameaças e Demandas. O documento realiza um diagnóstico detalhado sobre a realidade dos catadores da fruta no estado, suas nuances sociais, econômicas, políticas e ambientais. Os municípios de Estância e Itaporanga D`Ajuda se destacam na produção estadual, pois em 2007 enquanto o IBGE (através do censo sobre a Produção da Extração Vegetal e Silvicultura) registrou 497 toneladas para Sergipe, naqueles dois municípios registrou-se 263 toneladas, ou seja, 52,92% do total estadual, o que justifica a construção de um mapa exclusivo sobre o tema (Figuras 08 e 09).

- A piaçava (*Attalea funifera*), seu nome tem origem tupi e significa “planta fibrosa”. Muito utilizada para a fabricação de vassouras, escovas e cobertura de casas. É comum no baixo curso do Fundo em função das condições edafoclimáticas favoráveis à sua ocorrência.

Em agosto de 2009 a DESO iniciou um Projeto de Recuperação e Conservação dos Mananciais que a empresa utiliza para captar água. O primeiro local a ser contemplado por esse projeto foi o ponto de captação no rio Fundo, em Itaporanga D`Ajuda, com espécies nativas da mata atlântica como: Juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), Castanheira (*Bertholletia excelsa*), Araçazeiro (*Psidium grandifolium*), Saboeiro (*Sapindus saponaria*), Mutambo (*Guazuma ulmifolia*), Pitangueira (*Eugenia uniflora*), Canafístula (*Cassia fistula*), Aroeira (*Schinus molle*), Ipê (*Tabebuia chrysotricha*), Tamarindeiro (*Tamarindus indica*) e Pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) a ibira pitanga ou "madeira vermelha" para os tupis.

O município de Salgado, por iniciativa da Prefeitura, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente desenvolve, desde 2007, um projeto de proteção às nascentes de rios com o plantio de árvores nativas que contempla algumas das nascentes no alto curso do rio Fundo.

RIO FUNDO - EXTRATIVISMO DE MANGABA



TIPOS DE ACESSO

- CONTRATO DE VENDA/COMPRA
- PERMITIDO
- PROIBIDO
- SÍTIO PRÓPRIO
- HIDROGRAFIA



FONTE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009; e Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2010.

Figura 09 - Mangabeira e pé de Umbaúba, com apicum e Manguezal ao fundo, no baixo curso do rio Fundo.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8748,842 e 679,036 UTM).

Em toda a sub-bacia observa-se, ainda, a existência de plantas heliófilas como a Umbaúba (*Cecropia spp*), que demonstram a ocorrência de desmate e/ou queimadas, pois as sementes de tais plantas são uma das primeiras a eclodir após a retirada da vegetação nativa. Essas queimadas podem ter sido provocados para ampliar ou “renovar” as pastagens, ou ainda serem “acidentais”, provocadas por pontas de cigarro ou acúmulo de lixo nas margens das rodovias que cortam/contornam a sub-bacia.

A vegetação original se encontra bastante devastada, incluindo parte das cabeceiras do rio principal onde se desenvolve o cultivo da laranja, e a maior parte das matas ciliares comprometendo, assim, o fluxo normal, a qualidade e a quantidade de água com o assoreamento dos rios o que invariavelmente põe em risco as atividades econômicas, principalmente a agricultura, implantadas ou em implantação na sub-bacia limitando, portanto, seu aproveitamento.

Além de comprometer a água a derrubada da vegetação nativa retira a proteção natural dada ao solo, expondo-o às intempéries. Como grande parte da sub-bacia é hoje

ocupada por vegetação herbácea para a pastagem isso ajuda, em menor escala, na proteção do solo, porém em áreas de declive, o pisoteio do gado contribui para a sua lixiviação. O solo desprotegido fica mais suscetível aos ventos, chuvas, à ação direta do sol, além da própria ação humana.

A ação dos ventos pode aumentar a disseminação de sementes das mais diversas origens e tipos, além de provocar a “desertificação” de uma área qualquer como também retirar os nutrientes desse solo.

Quando o solo está desprotegido as gotas das chuvas podem fazer com que haja a desagregação do mesmo, lixiviando-o e carreando-o para os vales fluviais. Com o solo nu pode ocorrer um aumento da salinização, através da laterização, que traz à superfície sais presentes em camadas mais profundas quando da evaporação da água infiltrada, provocada pela grande incidência de raios solares.

Os tipos e as técnicas de cultivos empregados também podem agredir o solo e os recursos hídricos da sub-bacia. Os cultivos temporários de subsistência, normalmente com o uso de técnicas tradicionais como a coivara* sobre a vegetação para a limpeza do terreno, agride o solo queimando seus nutrientes e tornando-o ressequido ao longo do tempo, ainda que logo após a queimada a grande quantidade de cinzas dê a falsa impressão de fertilidade por conta da presença de potássio.

Os cultivos comerciais e industriais, permanentes ou temporários, por sua vez, implicam no uso de técnicas mais modernas com o uso de máquinas pesadas que podem compactar o solo, bem como o uso de defensivos e fertilizantes químicos que ao longo do tempo podem se infiltrar no solo contaminando o lençol freático ou serem carreados pelas águas das chuvas para os corpos de água.

De um modo geral, as áreas desmatadas cederam lugar às pastagens e à agricultura comercial e de “subsistência”, as quais não oferecem bom grau de proteção ao solo, além de promoverem seu desgaste (perda de fertilidade) com o uso intensivo dessas atividades (DREW, 1994).

No baixo curso tem-se a presença de extensa área, de propriedade privada, com o reflorestamento para fins comerciais de eucaliptos (*Eucalyptus saligna*). Apesar de nativo da Oceania, seu nome tem origem grega (*eu* + *καλύπτω* = "verdadeira cobertura") e a plantação se deve ao seu rápido crescimento: em apenas sete anos está apto para o corte e aproveitamento comercial. Tal cultivo é conhecido como “deserto verde”, pois o seu sombreamento e tratamentos agrícolas, além da acidez do solo causada pela decomposição de suas

folhas ao caírem no chão, não permitem a heterogeneidade de desenvolvimento de outras espécies vegetais ou a existência de uma fauna diversificada (Figura 10).

Figura 10 – Silvicultura, às margens do rio Fundo, com a ocorrência de mata ciliar.

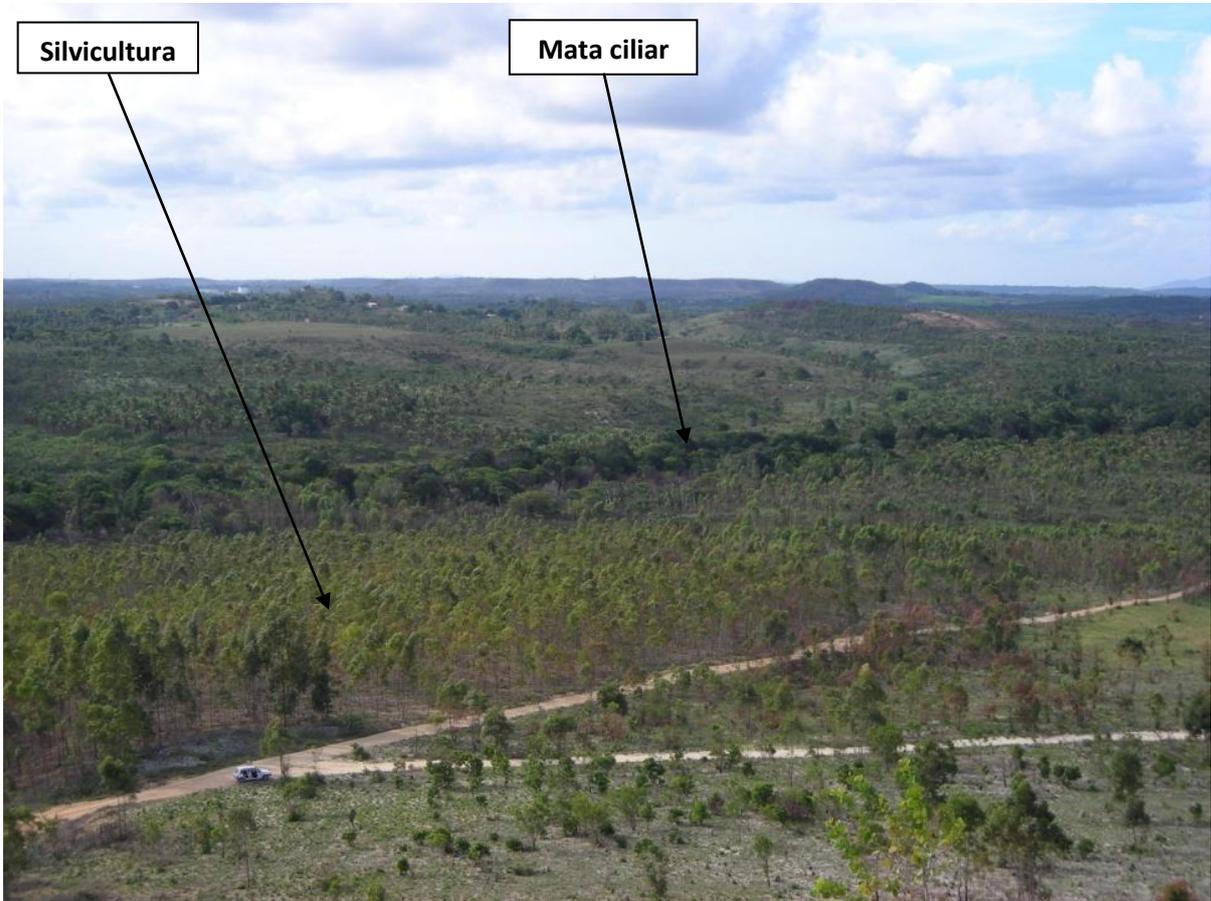


Foto: José Ailton Castro Fontes (8763,520 e 680,708 UTM)

O reflorestamento, da forma como é concebido hoje, compreende o desmatar a vegetação nativa e introduzir espécies comerciais por vezes exóticas, como é o caso do eucalipto, e que nem sempre colaboram para a preservação do solo com o uso racional. Entretanto, até a introdução e crescimento dessas espécies, o solo fica nu, desprotegido contra as intempéries, sendo ele lixiviado, assoreando os rios próximos, comprometendo a sua existência e, portanto, seu aproveitamento econômico.

Apesar disso, na área em questão, pode-se observar a existência de resquícios de mata ciliar. É necessário entender que se uma região possui boas reservas de matas ciliares, terá melhores condições de manter os rios perenes com a vida aquática (piscosidade, por exemplo) sempre presente. Daí a importância do manejo, ou seja, da utilização racional da vegetação natural, pois ele é mais útil e mais benéfico que o reflorestamento. Neste último,

não existe uma simbiose com o meio, afinal a introdução de espécies exóticas não contribui para a expansão da mata nativa ou o repovoamento da fauna local. O manejo, portanto, não está relacionado em acabar com as reservas naturais para depois recuperar, mas, em não deixar esgotar os recursos naturais. É aproveitar de forma racional o potencial natural.

4.3 GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS

Pode-se compreender a estrutura geológica de um local pelas rochas que o compõem, de diferentes tipos e idades, e que tiveram origem em diferentes processos geológicos. A importância da estrutura geológica decorre das riquezas minerais a ela associadas e do seu papel na constituição do relevo e do solo desse local, além das disponibilidades hídricas.

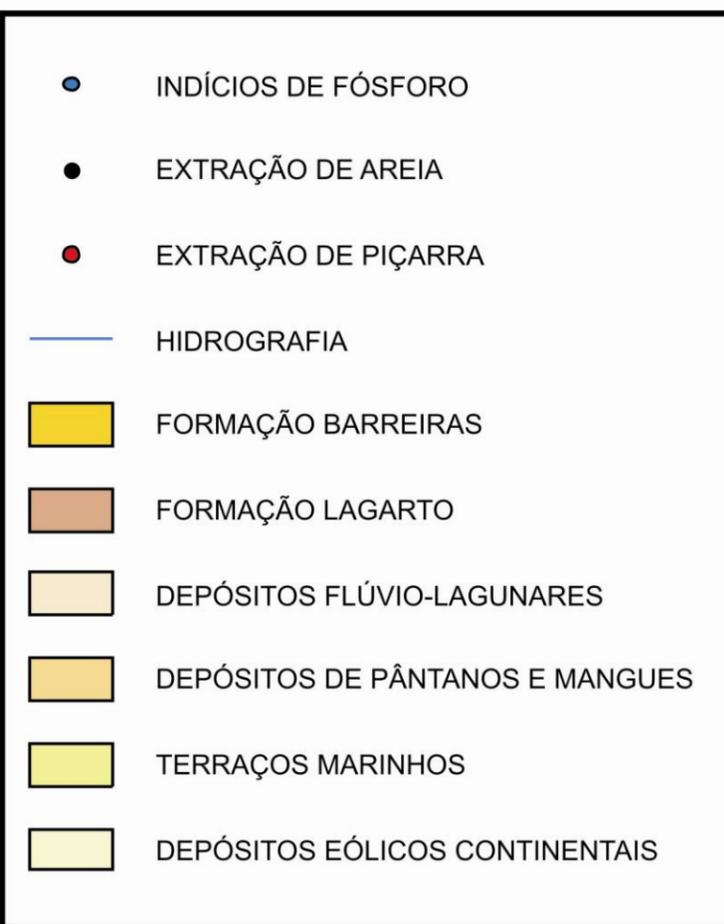
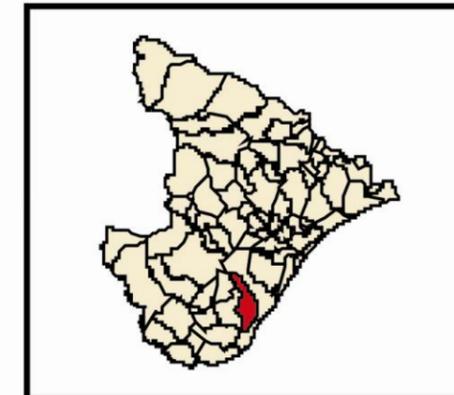
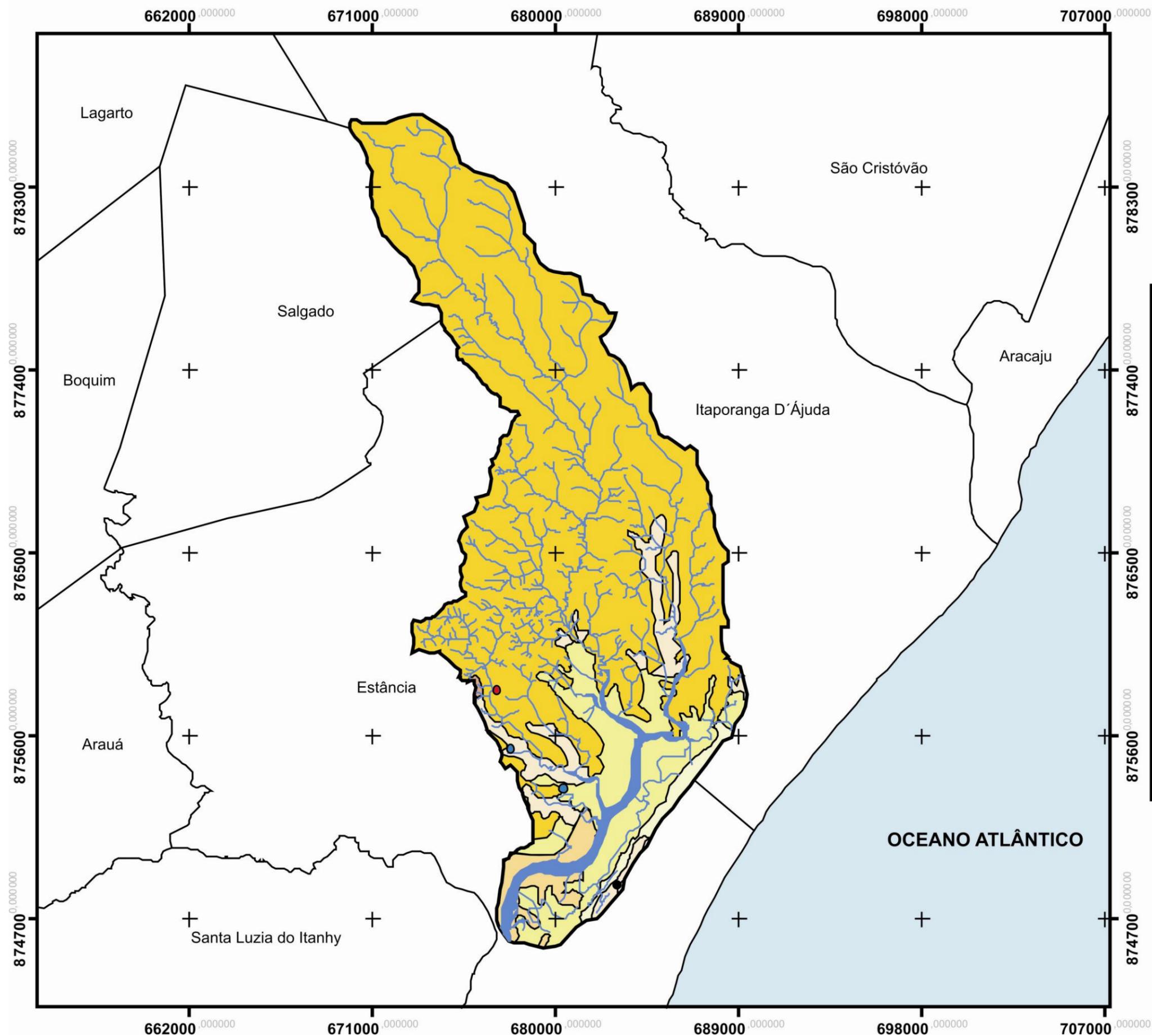
Segundo Fontes (1997) a geologia busca apresentar os elementos fundamentais para a caracterização litoestratigráfica e estrutural da área que servirá de embasamento aos estudos hidrogeológicos, geomorfológicos e pedológicos subsequentes.

Localizada no limite meridional da bacia sedimentar de Sergipe, ao Sul da Falha de Itaporanga D`Ajuda, a geologia da sub-bacia do rio Fundo é constituída, principalmente por pacotes de rochas sedimentares de formações superficiais continentais Cenozóicas do Terciário (Grupo Barreiras) e Quaternário (Pleistoceno e Holoceno) que recobrem as rochas mais antigas da Bacia Sedimentar. Um pequeno afloramento do Domínio Estância, Formação Lagarto (Mesoproterozóico/Neoproterozóico) foi encontrado no alto curso do rio Mucupeba, tributário pela margem direita do rio Fundo (Figura 11).

4.3.1 FORMAÇÕES SUPERFICIAIS

As formações superficiais cenozóicas que ocorrem na sub-bacia do rio Fundo, correspondem ao Grupo Barreiras e as coberturas quaternárias (pleistocênicas e holocênicas).

RIO FUNDO - GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2010.

GRUPO BARREIRAS (Tb)

O Grupo Barreiras é a unidade mais frequente na área. Compreende clásticos continentais pouco ou não consolidados. Apresenta estratificações quase horizontais constituídas por litologia de natureza variada, nela se encontrando desde areias até argilas de coloração diversificada, predominando do amarelo-ocre ao vermelho-acastanhado; há ainda camadas de siltito e, por vezes, leito de seixos e concreções ferruginosas. Os clásticos desse Grupo recobrem os terrenos Cambrianos da formação Estância e pré-Cambrianos do Complexo Cristalino.

O Grupo Barreiras de acordo com CODISE (1997, p.56):

é constituído por sedimentos terrígenos (cascalhos, areias finas e grossas, conglomerados e níveis de argila), pouco ou não consolidados, de cores variegadas e estratificação irregular, normalmente indistinta. (...) Os sedimentos do Grupo Barreiras são afossilíferos, o que dificulta sua datação.

Os sedimentos do Grupo Barreiras estão distribuídos amplamente pela sub-bacia, sendo dominante no alto e médio cursos; são separados na linha de costa pelas coberturas continentais pleistocênicas e holocênicas. O Grupo ocorre formando superfícies colinosas, ligeiramente inclinadas em direção à costa.

COBERTURAS PLEISTOCÊNICAS

As coberturas pleistocênicas da sub-bacia do rio Fundo englobam os depósitos costeiros quaternários, diferenciados em depósitos eólicos continentais (QPe₁) e terraços marinhos (QP_a).

- **Depósitos eólicos continentais (QPe₁):** chamados de dunas de segunda geração, são parabólicos e estão fixos ou semi-fixos pela vegetação. As suas areias são bem selecionadas e os grãos subarredondados. Eles estão sobrepostos aos terraços marinhos pleistocênicos e bem desenvolvidos no baixo curso da sub-bacia do rio Fundo.
- **Terraços marinhos (QP_a):** os terraços marinhos pleistocênicos estão distribuídos no baixo curso da sub-bacia do rio Fundo numa linha paralela às lagoas costeiras de restinga, servindo como interflúvio. A altitude de seu topo varia de 8 a 10 metros acima da preamar. São depósitos constituídos por areias bem selecionadas com tubos do fóssil *Callianassa*.

COBERTURAS HOLOCÊNICAS

As coberturas holocênicas da sub-bacia do rio Fundo englobam os depósitos quaternários, diferenciados em depósitos flúvio-lagunares (QHf) e depósitos de pântanos e mangues (QHp).

- **Depósitos flúvio-lagunares (QHf):** esses depósitos, na faixa costeira quaternária, ocupam a rede de drenagem instalada sobre os terraços marinhos pleistocênicos, as regiões baixas entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos e a parte inferior do rio Fundo e seus tributários. Litologicamente são constituídos por areias e siltes argilosos, ricos em matéria orgânica.
- **Depósitos de pântano e mangues (QHp):** são encontrados ao longo do baixo curso do rio Fundo e tributários em regiões baixas entre os terraços marinhos pleistocênicos e holocênicos. Essas regiões estão protegidas e sob influência das marés, com desenvolvimento de manguesais. São depósitos atuais, constituídos predominantemente de sedimentos argilo-siltosos, ricos em material orgânico (BITTENCOURT *et al.*, 1983).

4.3.2 FORMAÇÃO LAGARTO (MNI)

O Domínio Estância constitui-se no domínio mais meridional da Faixa de Dobramentos Sergipana, composto por sedimentos anquimetamórficos do Grupo Estância. Os sedimentos desse Grupo, na sub-bacia, estão representados pela Formação Lagarto, que corresponde a apenas 0,37 km², ou seja, 0,10% da área de estudo.

O contato dessa Formação com as rochas gnáissicas do embasamento é quase sempre através de falhas, provavelmente extensionais, enquanto que seus contatos com as demais formações do Grupo Estância são geralmente gradacionais.

A Formação Lagarto compõe-se de alternâncias de arenitos finos, argilitos e siltitos laminados, em proporções variáveis, frequentemente preservando abundantes estruturas sedimentares, também conglomerados de tonalidade vermelho-arroxeados, ligeiramente metamorfisados. Os arenitos são de granulação média e fina, feldspáticos, micáceos, bem estratificados, com frequente estratificação cruzada. Subordinados aos arenitos intercalam-se siltitos argilosos, micáceos, e, mais raramente, conglomerado policomposto com matriz arenosa ou síltica.

4.3.3 RECURSOS MINERAIS

Um dos elementos mais importantes no estudo da estrutura geológica de um lugar está na disponibilidade de minerais a ela associada. Os recursos minerais podem ser entendidos como reservas, cuja extração atual é economicamente viável; enquanto que os depósitos são aqueles conhecidos, mas que são sub-econômicos.

Sondagens realizadas em Estância encontraram, na margem direita do rio Fundo, dois indícios de fósforo (P) entre as Fazendas Tapera de Cima (11°15'16" e 37°22'17") e Tapera de Baixo (11°16'19" e 37°20'51"), sendo que as análises químicas não se revelaram promissoras para sua exploração comercial, tendo em vista que os teores não ultrapassaram 1% de P₂O₅ (CODISE, 1997). Não foram encontrados registros de minerais metálicos ou energéticos na sub-bacia; apesar disso, ocorre a extração de piçarra e areia nesse município (Figuras 12 e 13).

Figura 12 - Extração de piçarra no município de Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes (8758,272 e 677,105 UTM).

Figura 13 - Extração de areia no município de Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes (8749,254 e 684,302 UTM).

4.4 RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

“A água é o sangue da terra. Insubstituível. Nada é mais suave e, no entanto, nada a ela resiste. (...)

Quando a água é pura, o coração do povo é forte. Quando a água é suficiente, o coração do povo é tranquilo”.

(Filosofia chinesa, século IV a.C.)

Segundo Bonfim (2002), em termos hidrogeológicos o Grupo Barreiras, predominante na sub-bacia, tem um comportamento de “aquífero granular” caracterizado por possuir uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos uma elevada permeabilidade, o que lhe confere, no geral, excelentes condições de armazenamento e fornecimento de água. A depender da espessura e da razão areia/argila das suas litologias pode produzir vazões significativas, caracterizando a perenização do rio Fundo no médio e baixo cursos, apesar da sua intensa degradação e desmatamento indiscriminado ao longo de suas margens e nascentes.

Caicedo (1997, p. 289) define aquífero como uma formação geológica (ou um grupo de formações) que contém água e permite que a mesma se movimente em condições naturais e em quantidades significativas.

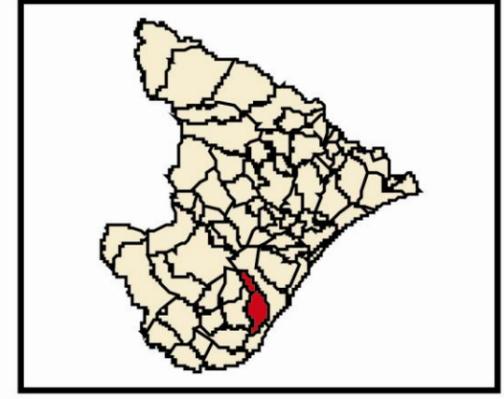
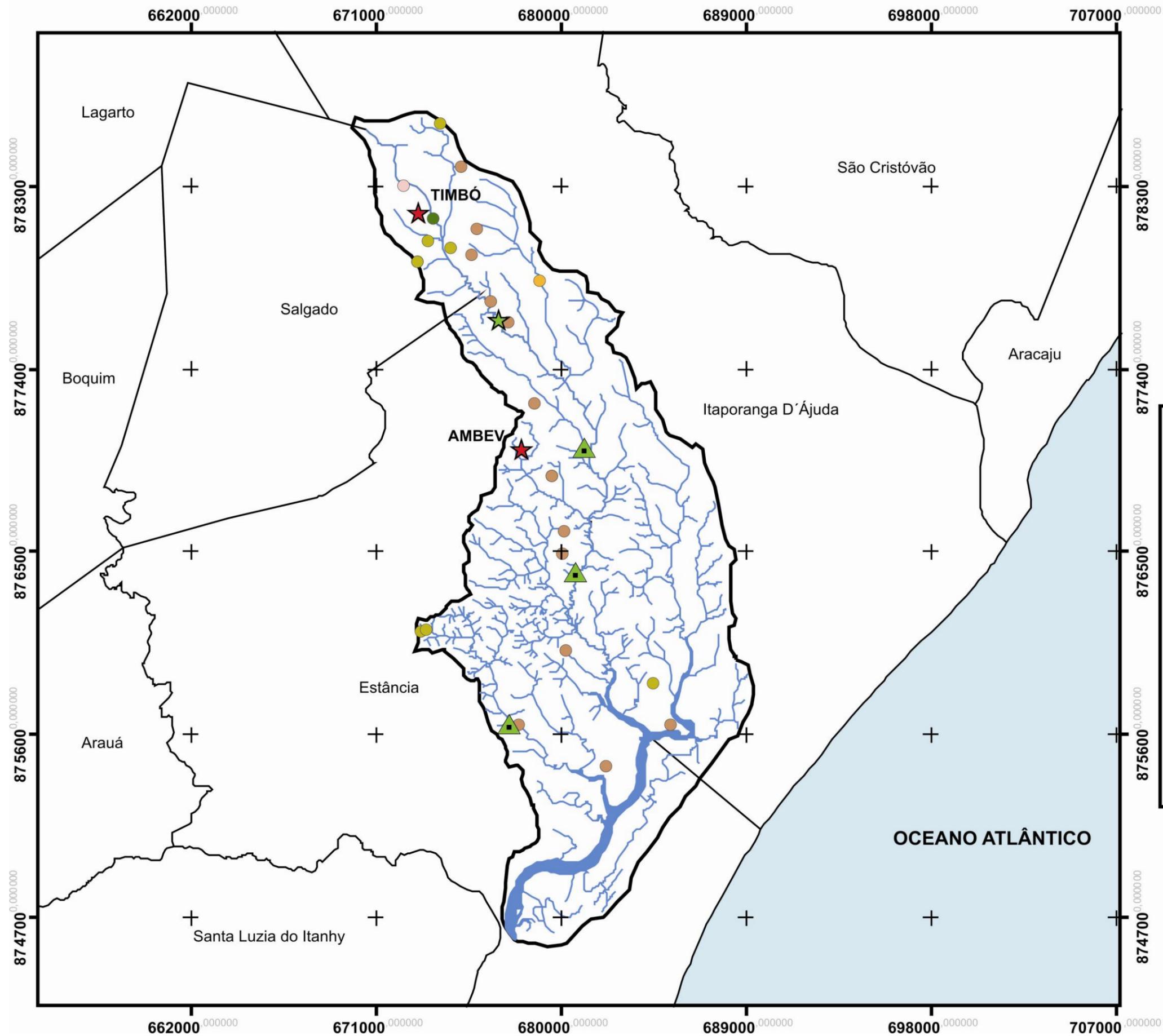
Em Sergipe, por conta da escassez hídrica, a procura pelo recurso água é cada vez maior, cujo consumo aumenta com a melhoria das técnicas produtivas das indústrias e da agricultura associadas ao aumento da população e ascensão do seu nível socioeconômico. Portanto, essa escassez hídrica tem levado a DESO, a COHIDRO e o SAAE (em Estância) além da própria população local, à perfuração de poços como forma de resolver/amenizar o problema na sub-bacia.

Na sub-bacia foram encontrados 23 poços tubulares cadastrados pela SRH, com vários tipos de usos: sendo que no alto curso encontra-se um utilizado exclusivamente para a agricultura outro para uso doméstico primário e um para uso doméstico primário e agricultura; foram encontrados ainda sete poços para uso doméstico (primário e secundário) e animal concentrados no alto curso do rio Muculanduba e do canal principal; entretanto, o maior número de poços são os relacionados ao uso doméstico primário e secundário com treze no total espalhados, principalmente, ao longo do rio Fundo (Figura 14).

No alto curso do rio Fundo a DESO faz captação de água de superfície para abastecer a sede do município de Itaporanga D`Ajuda. As demais povoações inseridas na sub-bacia, inclusive colônias/assentamentos rurais, são atendidas a partir de poços tubulares instalados pela DESO e pela COHIDRO, e mantidos pelas respectivas prefeituras (Figuras 15 e 16).

Além da sede de Itaporanga D`Ajuda existem outras muitas localidades dispostas dentro da sub-bacia ou nos interflúvios, aumentando, assim, o volume de água explorada, normalmente por poços, como reflexo das atividades econômicas nela implantadas, notadamente utilizada para a agricultura e a pecuária.

RIO FUNDO - RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS



★ USO DIVERSO
★ PONTO DE CAPTAÇÃO (DESO)
▲ PONTO DE MEDIÇÃO (DESO)

POÇOS (USO)

- AGRICULTURA
- DOMÉSTICO (PRIMÁRIO)
- DOMÉSTICO (PRIMÁRIO), AGRICULTURA
- DOMÉSTICO (PRIMÁRIO e SECUNDÁRIO)
- DOMÉSTICO (PRIMÁRIO e SECUNDÁRIO), ANIMAL

— HIDROGRAFIA



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2010.

Figura 15 - Ponto de captação de água da DESO em Itaporanga D`Ajuda para atendimento da sede municipal.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8776,408 e 676,858 UTM).

As cidades de Salgado e Estância são atendidas com águas da sub-bacia hidrográfica do rio Piauitinga, também afluente pela margem esquerda do rio Piauí. Para o abastecimento de Salgado, a DESO explora água subterrânea da antiga piscina do Balneário desse município, local onde existe uma insurgência do Complexo Cristalino sobre a qual esta cidade se localiza.

Estância tem seu próprio sistema de captação, através de barramento pelo Sistema Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), antes vinculado à Fundação Nacional de Saúde (FNS), agora autarquia municipal. Além de Estância apenas os municípios de Carmópolis, São Cristóvão, Siriri e Capela também possuem SAAE. Todos os outros municípios sergipanos são atendidos pela DESO.

Inexiste rede de esgotos em toda a sub-bacia do rio Fundo, conseqüentemente, também não existe Estação de Tratamento de Esgotos (E.T.E.), sendo, os esgotos domésticos, lançadas diretamente no leito dos rios ou em fossas sépticas, comprometendo a qualidade das águas de superfície bem como as subterrâneas.

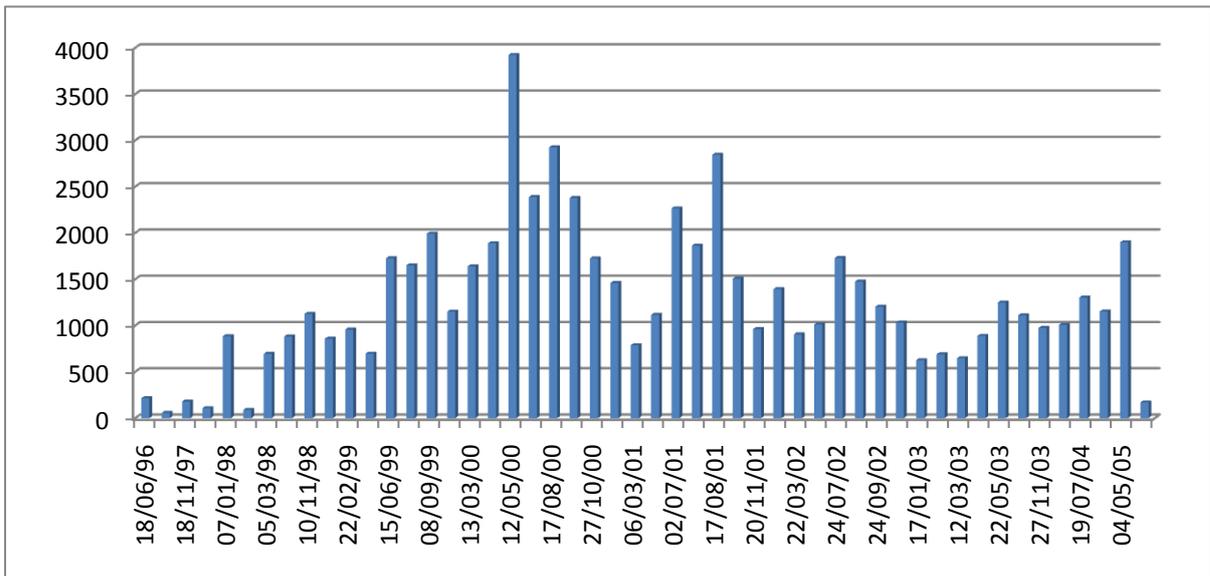
Figura 16 - Poço artesiano com caixa d'água no povoado Araçá, em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8768,792 e 679,672 UTM).

Devido à intensa degradação que vem sofrendo, pelo desmatamento indiscriminado ao longo de suas margens e nascentes associado ao uso de suas águas para irrigação, o rio Fundo vem apresentando períodos de vazões mínimas disponíveis, incompatíveis com as necessidades para a população e suas atividades econômicas (Figura 17).

Figura 17 – Volume de água no ponto de medição da DESO, no ponto de captação de água da AmBev, riacho Águas Claras em Estância, entre 18/06/1996 e 10/10/2005.



Fonte: DESO

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

No trecho do riacho Águas Claras, onde a AmBev faz captação de água bruta para atender à sua demanda industrial, foram colhidas amostras da água em quatro pontos distintos assim identificados: **M1** – ponto de captação; **M2** – montante do emissário; **M3** – emissário; e **M4** – jusante do emissário. As amostras permitiram a auferição dos seguintes parâmetros: Temperatura da água, Potencial hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Óleos e Graxas, Coliforme Total, Turbidez, Amônia, Fosfato Total, Nitrogênio Nitrato, Sólido Sedimentável e Sólido Total Dissolvido (Tabela 02).

Tabela 02 - Análise físico-química do riacho Águas Claras, que abastece a AmBev, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.

Parâmetros	Unidade	VMP	Amostras			
			M1	M2	M3	M4
Temperatura (Amostra)	°C	N.E.	30	28	28	28
pH	-	6,0 a 9,0**	6,9	7,04	7,19	6,95
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>6**	8,0	5,6	6,4	5,4
DBO (5 dias a 20°C)	mg/L	<3**	1,8	0,8	1,4	1,0
Óleos e Graxas (Mineral)	mg/L	Ausente**	1,49	0,56	0,31	0,60
Coliformes Totais	UC/100 ml	Ausente*	66	250	550	800
Turbidez	UNT	Até 40**	4,3	3,1	4,3	9,1
Amônia	mg/L	1,5*	0,15	2,27	1,96	0,32
Fosfato Total	mg/L	0,025***	0,33	0,49	0,56	0,70
Nitrogênio Nitrato	Mg/L	10*	0,7	0,1	ND	ND
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	1***	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	1000*	108	14.056	13.505	5.528

Fonte: SERQUÍMICA – Sergipe Química e Serviços Ltda.

Organização: José Ailton Castro Fontes.

*VMP – Valores Máximos Permitidos, segundo Portaria N° 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

**VMP – Valores Máximos Permitidos, segundo Resolução N° 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

***VMP - Valores Máximos Permitidos, segundo Resolução 20/86 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA.

N.E. – VMP não encontrado.

A Temperatura é uma característica física dos corpos (e é claro da água), sendo uma medida de intensidade de calor. A presença dos gases na água (a solubilidade dos gases nos líquidos) é inversamente proporcional à temperatura. De modo que, quanto maior a temperatura de um líquido menor a possibilidade desse líquido reter os gases, portanto os efeitos do aumento da temperatura sobre a vida aquática dão-se de forma indireta, quando um aumento da temperatura implica em maior movimentação dos seres aquáticos, exigindo maior consumo de oxigênio dissolvido e na diminuição do poder de retenção do gás oxigênio através desse líquido.

A Temperatura do trecho analisado ficou praticamente constante, variando apenas de 28° a 30° C, portanto sem maiores danos ao meio ambiente. Entretanto, vale ressaltar que no nível do mar, um rio de água doce poderá, à temperatura de 0°C, conter cerca de 14,0 mg/l

de oxigênio dissolvido e, à temperatura de 30°C, cerca de 7,5 mg/l. Portanto, quanto maior a temperatura do rio menos oxigênio dissolvido haverá em suas águas, comprometendo, assim, a vida aquática.

Quanto ao pH não houve, também, grandes variações, pois os valores ficaram entre 6,9 no ponto de captação a 7,19 no emissário, portanto dentro do VMP que é de 6,0 a 9,0. As maiores alterações do ponto de vista desse indicador nas coleções de água são normalmente provocadas por despejos de origem industrial, que não se configuraram no caso da cervejaria em questão. Os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, como consequência, alterações bruscas do pH podem acarretar grande mortalidade, chegando ao desaparecimento dos seres presentes na mesma.

Os diferentes graus de qualidade da água, desde águas limpas a fortemente eutróficas, podem ser determinadas em função da concentração de O₂, ou então tomando por base os microorganismos presentes. O consumo excessivo de O₂ provoca a depleção das reservas aquáticas, fazendo com que somente espécies mais resistentes sobrevivam.

Nos pontos analisados, houve variações nos valores de Oxigênio Dissolvido (OD), de 5,4 a 8,0. Os teores de Oxigênio Dissolvido no rio Fundo ficaram em dois pontos (M2= 5,6 e M4= 5,4) abaixo do ideal que é >6 mg/L; apesar disso eles indicam um bom suporte para a vida aquática.

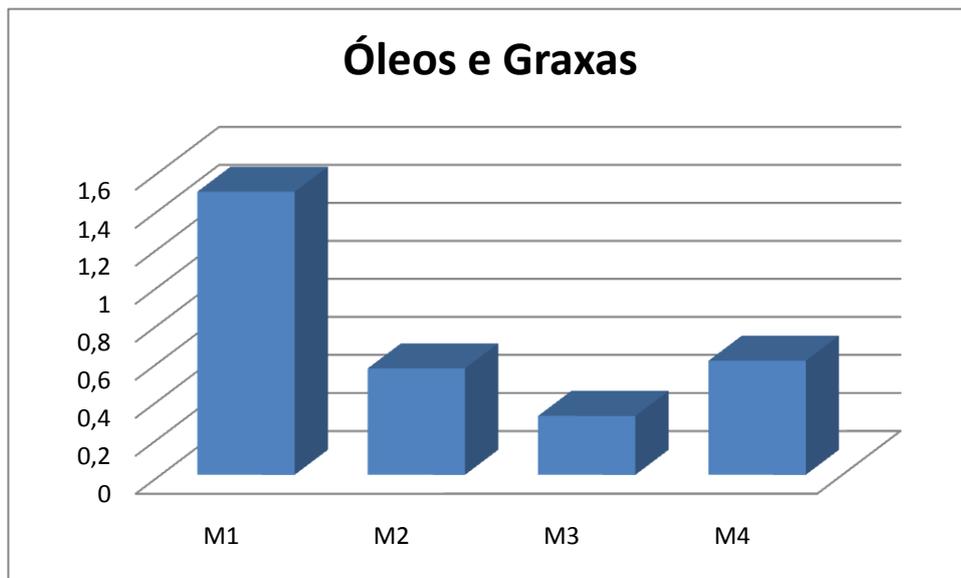
A introdução de OD numa água pode se dar através do ar atmosférico, do fenômeno de fotossíntese e da ação de aeradores ou insufladores de ar, sendo extremamente necessária, por exemplo, em viveiros de camarões, como acontece no baixo curso do rio Fundo, permitindo, assim, a rápida decomposição das matérias orgânicas ali postas antes de serem reintroduzidas ao meio natural.

O Oxigênio Dissolvido é utilizado por bactérias, fungos, protozoários e outros organismos aquáticos aeróbicos para oxidar a matéria orgânica introduzida no rio. O teor de OD na água varia, principalmente com a temperatura e a altitude. As reduções nas concentrações desse gás na água são provocadas, principalmente, por despejos de origem orgânica.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) pode ser entendida como a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica, através da ação de bactérias. Os maiores aumentos em termos de DBO num corpo d'água são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A análise da DBO encontrou valores abaixo do VMP permitido pelo CONAMA que é de <3, indicando condições de normalidade na água analisada.

A presença de Óleos e Graxas nas águas impede as trocas de gases entre a água e o ar, matando por asfixia os animais aquáticos além de impedir a fotossíntese das plantas. Na sub-bacia do rio Fundo análises mostram elevados índices desses elementos nos 4 pontos de coleta (Figura 18).

Figura 18 – Índice de Óleos e Graxas do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.



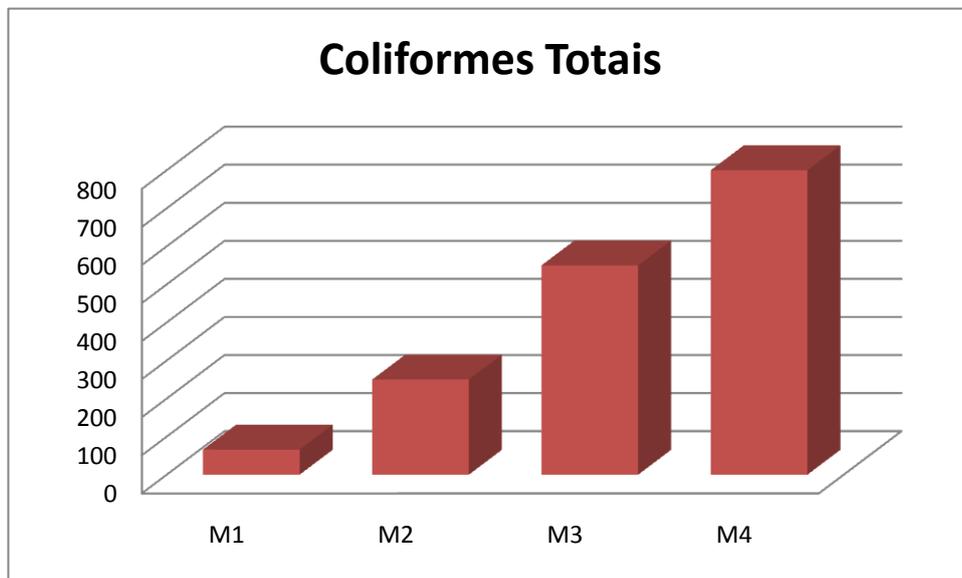
Fonte: SERQUÍMICA – Sergipe Química e Serviços Ltda.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Os valores variam entre 0,31 a 1,49 mg/l, onde deveriam ser ausentes segundo resolução do CONAMA. Geralmente as fontes introdutoras de óleos e graxas nos rios são os esgotos domésticos, postos de gasolina, resíduos originados de lubrificação de máquinas nas indústrias, além dos veículos automotores que circulam nas vias de acesso à sub-bacia.

O grupo de bactérias que determina os Coliformes Totais não causa doenças, visto que habita o intestino de animais mamíferos, inclusive o homem. Os valores encontrados para os coliformes totais, que deveriam ser ausentes, segundo VMP estabelecido pelo Ministério da Saúde são muito elevados. As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal. A análise de Coliforme Fecal (*Scherichia coli*) para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativa que o exame da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente (Figura 19).

Figura 19 – Índices de Coliformes Totais do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.

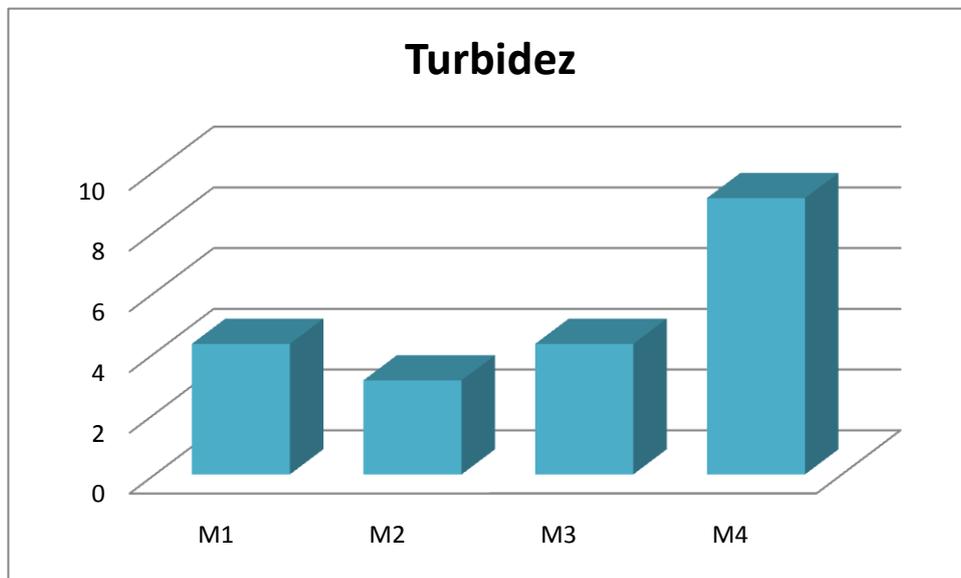


Fonte: SERQUÍMICA – Sergipe Química e Serviços Ltda.
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera. Apesar disso, não foram encontradas análises de coliformes fecais feitas para a área de estudo.

Entende-se por Turbidez quando a água está turva e assim reduz a fotossíntese da vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional da água. Os valores encontrados nos pontos de coleta indicam uma turbidez muito abaixo do VMP que é de até 40 UNT (Figura 20).

Figura 20 – Índices de turbidez do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.



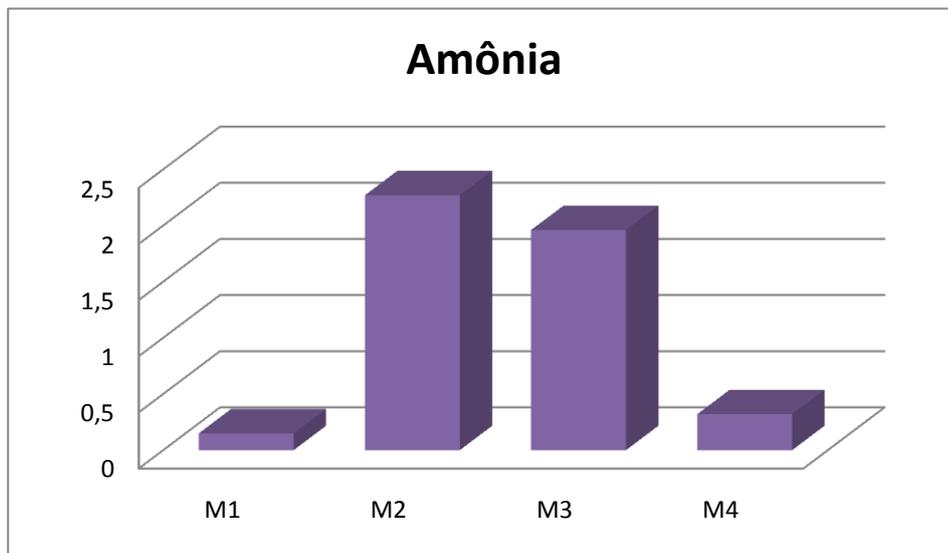
Fonte: SERQUÍMICA – Sergipe Química e Serviços Ltda.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A Amônia é uma substância tóxica não persistente e não cumulativa e sua concentração, que normalmente é baixa, não causa nenhum dano fisiológico aos seres humanos e animais. Grandes quantidades de amônia, entretanto, podem causar o sufocamento de peixes. Ela é formada no processo de decomposição de matéria orgânica (uréia -> amônia). Em locais poluídos seu teor costuma ser alto. O caminho de decomposição das substâncias orgânicas nitrogenadas é chegar ao nitrato, passando primeiro pelo estágio de amônia. Por isso, a presença desta substância indica uma poluição recente. Nos pontos de análise as amostras M2 e M3 apresentam valores maiores que o VMP que é de 1,5 mg/L (Figura 21).

O Nitrato é a principal forma de nitrogênio configurado encontrado nas águas. Concentrações de nitratos superiores a 5 mg/l demonstram condições sanitárias inadequadas, pois a principal fonte de Nitrogênio são dejetos humanos e animais. Os nitratos estimulam o desenvolvimento de plantas, sendo que organismos aquáticos, como algas, florescem na presença deles. O nitrato é o último estágio de decomposição das substâncias orgânicas nitrogenadas, por isso sua presença indica uma poluição antiga. Quando se encontra a presença de amônia e nitrato é sinal de que a poluição é contínua. Os valores encontrados nos pontos de medição ficaram muito abaixo do VMP, sendo que em dois deles (M3 e M4) não foram determinados.

Figura 21 – Índices de Amônia do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.



Fonte: SERQUÍMICA – Sergipe Química e Serviços Ltda.

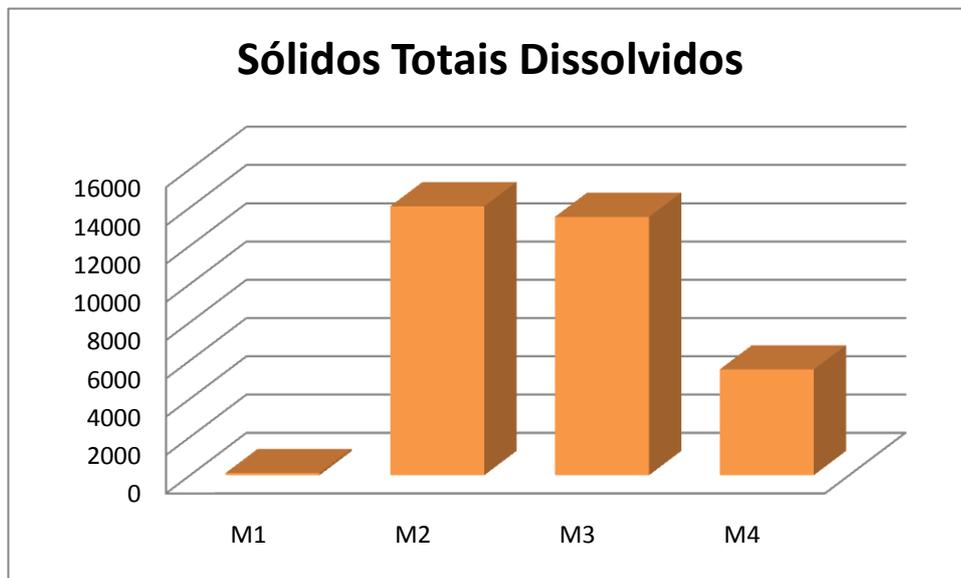
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Os fosfatos, como o nitrogênio, são muito importantes para os seres vivos, entrando na composição de muitas moléculas orgânicas essenciais. Podem provir de adubos, da decomposição de matéria orgânica, de detergentes, de material particulado presente na atmosfera ou da solubilização de rochas. É o principal responsável pela eutrofização artificial. A liberação de fosfato na coluna d'água ocorre mais facilmente em baixas quantidades de oxigênio. O fosfato é indispensável para o crescimento de algas, pois faz parte da composição dos compostos celulares. O zooplâncton e os peixes excretam fezes ricas em fosfato, o aumento deste na coluna d'água aumenta a floração de algas e fitoplâncton.

Os Sólidos Sedimentáveis é a porção dos sólidos em suspensão que se sedimenta sob a ação da gravidade, durante um período de uma hora, a partir de um litro de amostra mantida em repouso em um cone. O nível de sólidos sedimentáveis nos efluentes finais descarregados pelas indústrias, é, também extremamente importante por se tratar de parâmetro que pode alterar a turbidez da água. Nos 4 pontos analisados todos deram valores inferiores ao VMP de 1mg/L, estabelecidos pela Resolução n° 20 do CONAMA.

Os Sólidos Totais Dissolvidos é o resíduo que resta na cápsula após a evaporação, em banho-maria, de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105°C até peso constante. É também denominado resíduo total. Com exceção do ponto M1, todos os demais pontos apresentaram valores muito acima do VMP que é de 1.000 mg/L (Figura 22).

Figura 22 – Índices de sólidos totais dissolvidos do riacho Águas Claras, afluente do rio Fundo, em 03/01/2009.



Fonte: SERQUÍMICA – Sergipe Química e Serviços Ltda.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Outros parâmetros, também analisados nesses pontos, aparecem como ND (não determinados) por não aparecerem nas amostras coletadas, são eles: Alumínio, Arsênio, Bário, Berílio, Cromo Trivalente, Cromo Hexavalente, Estanho, Lítio, Mercúrio, Selênio, Surfactantes. Da mesma forma, análises de Pesticidas [Aldrin, Chlordano, DDT, Dieldrin, Endrin, Endosulfan, Heptachlor epoxide, Heptachlor, Lindano, (Gama BHC), Methoxichlor, Toxapheno, Demeton, Malathion, Parathion]; análises de Voláteis [Benzeno, 1,1-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetano, Tetracloroetano, Tricloroetano, Tetracloroeto de Carbono] e análises de Semi-Voláteis [Benzo(a)pireno, Pentaclorofenol, 2,4,6-Triclorofenol, 2,4-D, 2,4,5-TP, 2,3,4-T, PCB Arochlor 1242, PCB Arochlor 1254, PCB Arochlor 1260].

4.5 GEOMORFOLOGIA

“O relevo terrestre é parte importante do palco, onde o homem, como ser social, pratica o teatro da vida.”
Jurandyr Ross (2000, p. 10)

A geomorfologia enquanto ramo da ciência que estuda as formas do relevo deve ser encarada como de importância capital para os estudos da dinâmica ambiental de um lugar

qualquer, pois “a associação da geomorfologia à formação superficial, permite analisar o potencial e as restrições que interferem no comportamento e uso do solo por meio das atividades antrópicas” (MOREIRA, 2008, p. 61).

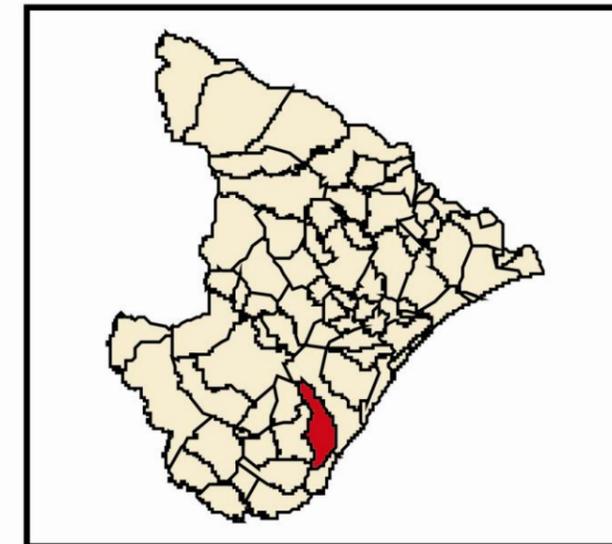
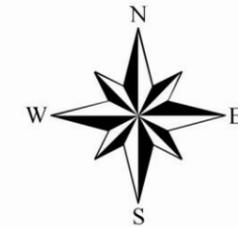
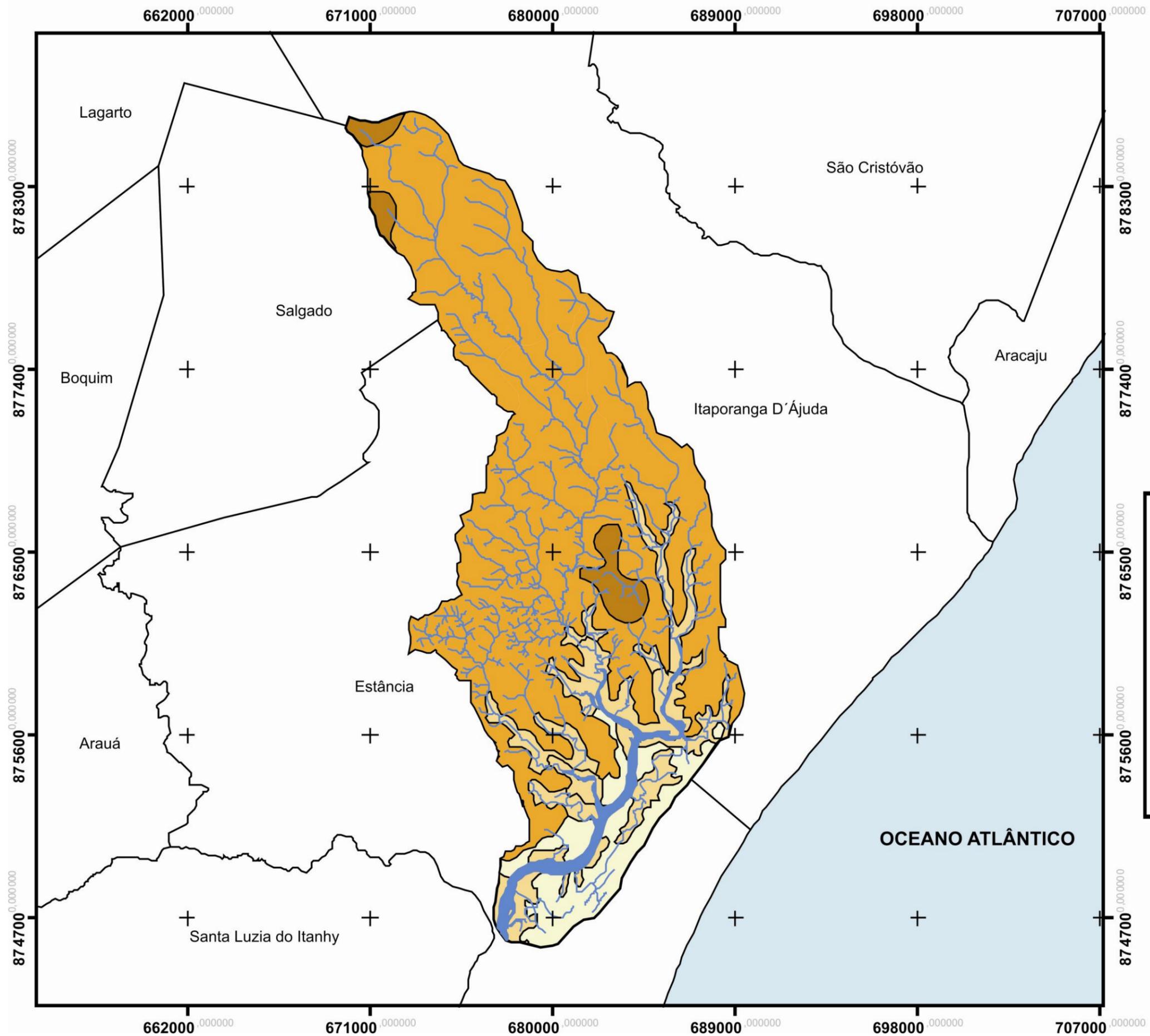
Segundo Guerra (2006) a geomorfologia é o estudo das formas do relevo, levando-se em conta a sua natureza, origem, desenvolvimento de processos passados e atuais e a composição de materiais envolvidos. É a ciência que aborda o estudo das formas de relevo, considerando a origem, a estrutura, a natureza das rochas, o clima da região e as diferentes forças endógenas, caracterizadas pela litologia; e exógenas, representadas pelas condições climáticas, biológicas e antrópicas.

Assim, as diversas formas de relevo apresentam interrelações diretas com a vegetação, a geologia, os solos, a hidrografia e o clima da área de estudo. Esta interrelação pode provocar degradação ambiental como os movimentos de massa, a lixiviação e as enchentes naturais, entretanto cabe ressaltar que estes fenômenos podem ou não ocorrer sem a intervenção antrópica. Portanto, os problemas relacionados à degradação ambiental não tem sua origem apenas nos elementos físicos, mas também nos sociais, na utilização incorreta dos recursos disponíveis. É o manejo inadequado do solo a principal causa da degradação ambiental.

Geomorfologicamente a sub-bacia se caracteriza por ocupar um planalto de topografia suave, sulcado por vales fluviais onde a topografia e a fertilidade elevada das várzeas favorecem as culturas temporárias. Por causa da diferente natureza das rochas ocorrem, por vezes, vales encaixados nas rochas mais antigas (Figuras 23 e 24).

Em função de sua baixa altimetria, em seu médio curso o rio se apresenta meandrante em alguns momentos do seu percurso. Em Itaporanga D`Ajuda, próximo ao ponto de captação de água da DESO para abastecimento da sede municipal, encontram-se alguns meandros abandonados com a ocorrência de termiteira, demonstrando ser alto o lençol freático do lugar (Figura 25).

RIO FUNDO - GEOMORFOLOGIA



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

TABULEIROS COSTEIROS

- RELEVOS DISSECADOS EM COLINAS E INTERFLÚVIOS TABULARES
- SUPERFÍCIE TABULAR EROSIVA

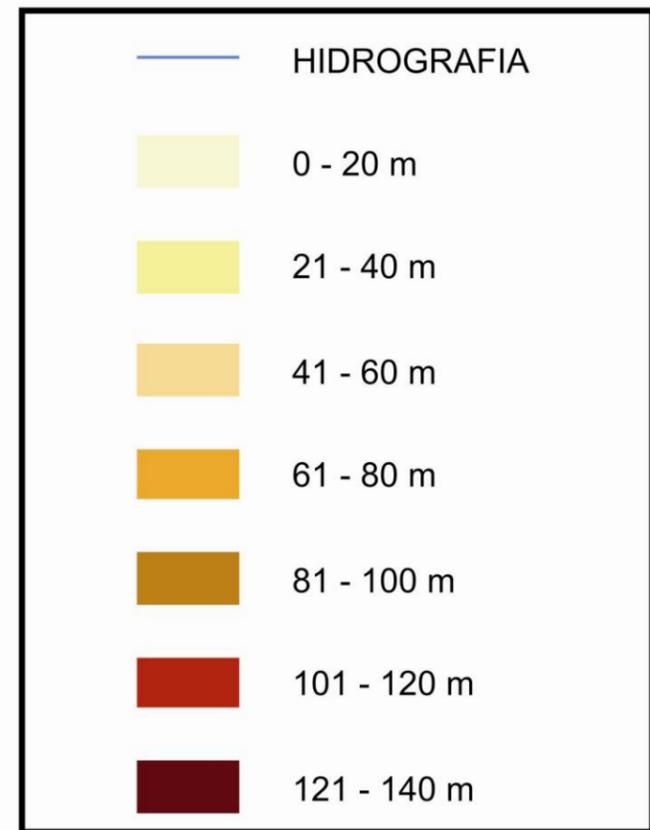
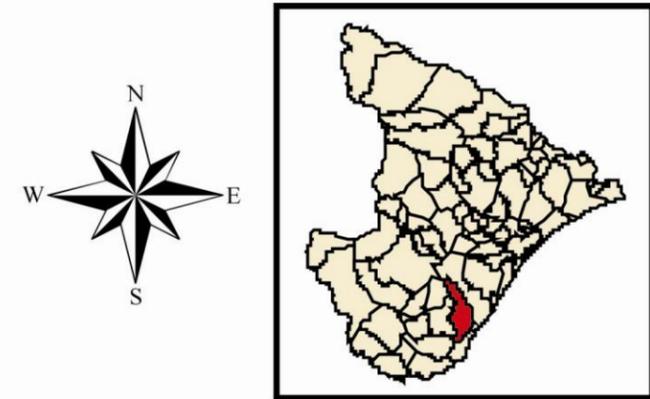
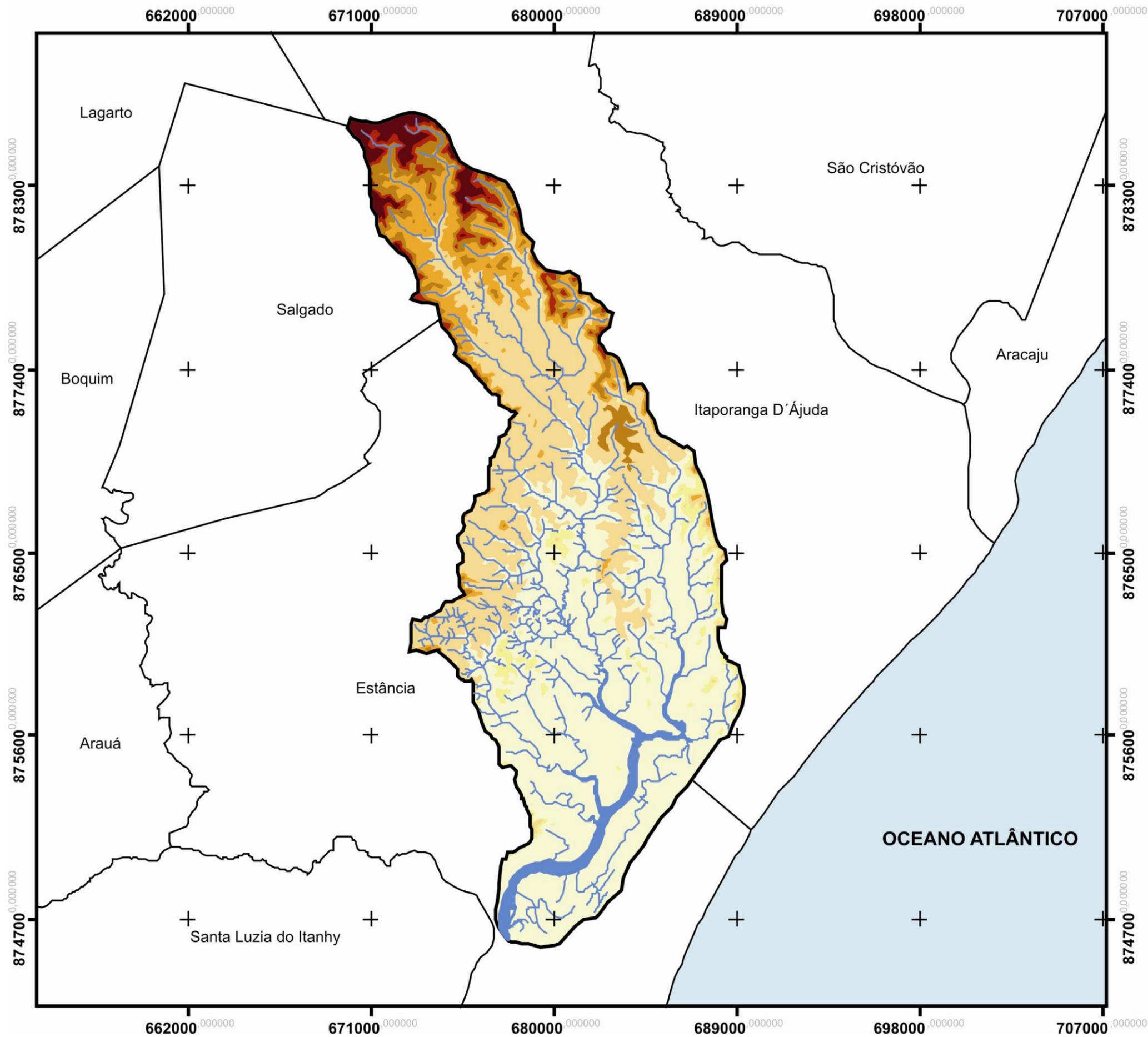
PLANÍCIE COSTEIRA

- PLANÍCIE MARINHA
- PLANÍCIE FLUVIOMARINHA



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2009.

RIO FUNDO - HIPSOMETRIA



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2009.

Figura 25: Meandro abandonado próximo ao ponto de captação de água da DESO, no rio Fundo. Ao fundo, vê-se mata ciliar. No primeiro plano, uma termiteira.

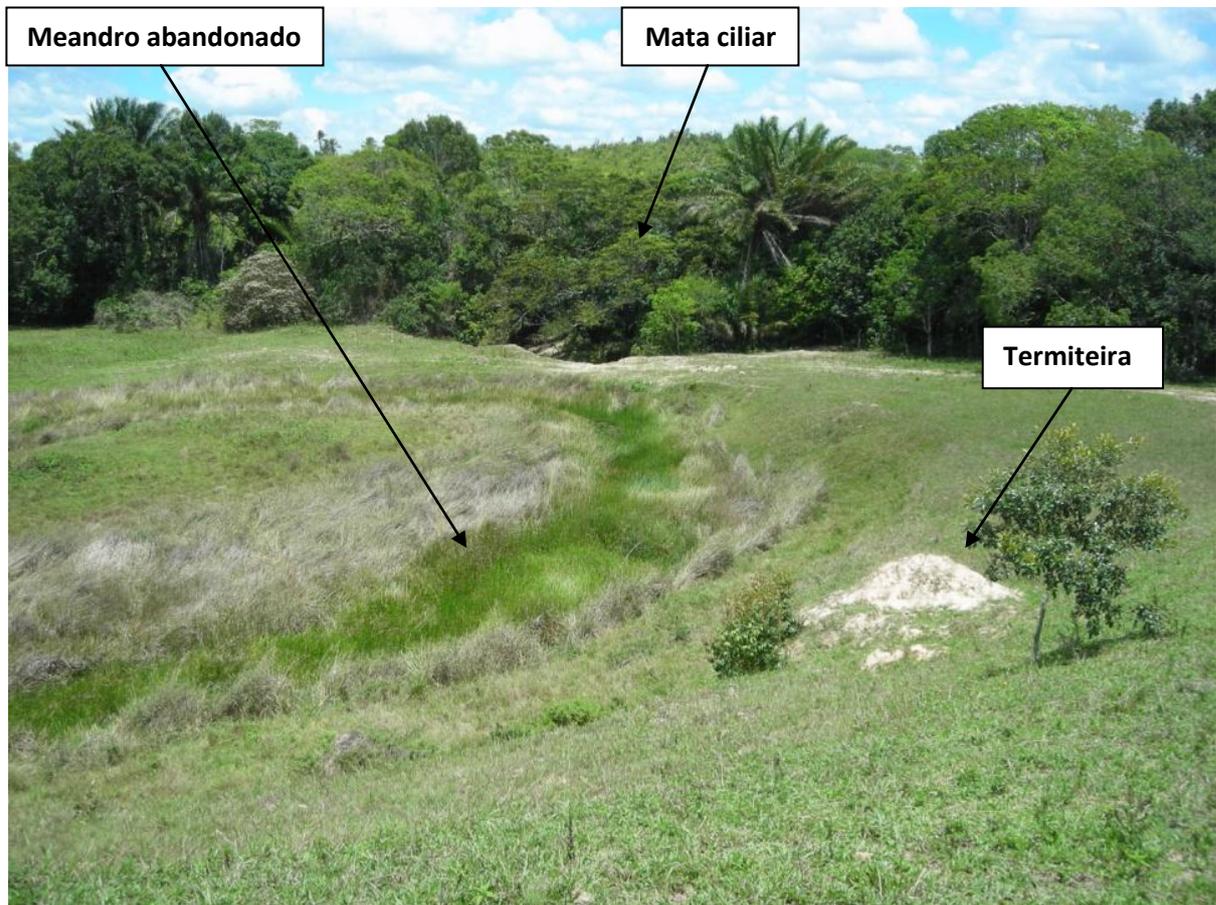


Foto: José Ailton Castro Fontes. (8776,412 e 676,850 UTM).

O relevo da sub-bacia do rio Fundo está representado, basicamente, pelos seguintes domínios morfológicos: Tabuleiro Costeiro, que inclui a Superfície Tabular Erosiva; Relevos Dissecados em colinas e interflúvios tabulares e a Planície Litorânea, que envolve a planície marinha e a flúviomarinha.

4.5.1 TABULEIROS COSTEIROS

De grande significado geomorfológico na sub-bacia do rio Fundo, os tabuleiros costeiros modelados nos sedimentos do Grupo Barreiras são representados pelos Relevos Dissecados em Colinas e Interflúvios Tabulares e pela Superfície Tabular Erosiva.

- **Os Relevos Dissecados em Colinas e Interflúvios Tabulares** são mais presentes no médio e alto cursos da sub-bacia, correspondendo a 74,14% de sua área, onde a dissecação dos tabuleiros é mais acentuada pelas condições climáticas subúmidas dominantes e pela ação

erosiva do rio principal e seus tributários. Os vales prevalecem largos, de fundo plano contendo, geralmente, planícies aluviais ocupadas principalmente com pastagem e cultivos de subsistência (Figura 26).

Figura 26 - Relevo dissecado em colinas e interflúvios tabulares no alto curso do rio Fundo.



Foto: José Ailton Castro Fontes.

- **A Superfície Tabular Erosiva** possui a menor representação geomorfológica da sub-bacia com 3,53% da área. Presente no alto e médio cursos, possui forma aplainada de topo horizontal, sendo muito utilizada com a pastagem, no cultivo da laranja e na agricultura de subsistência. As influências litoestruturais são manifestas pela posição topográfica mais elevada dos tabuleiros que apresentam altitudes de até 157 metros, onde são mais fortes os efeitos da erosão linear.

4.5.2 PLANÍCIE COSTEIRA

A Planície Costeira, constituída pelas Planícies Marinhas e Flúviomarinhas, estende-se por uma estreita faixa ao longo da costa, penetrando para o interior e acompanhando os vales dos rios da sub-bacia.

- **A Planície Marinha** recobre 14,08% da sub-bacia e segue basicamente paralela à linha de costa servindo, em sua porção Leste, de interflúvio com as lagoas costeiras da região do Abaís. Apresenta-se com grande extensão areal, com dunas fixas e semi-fixas por conta de formações vegetacionais a exemplo da vegetação herbáceo-arbustiva de restinga.
- **A Planície Flúviomarinha ou Planície de Maré** corresponde a 8,25% da sub-bacia. É uma planície de inundação que se apresenta com os terrenos mais baixos, nunca superiores a 3 metros, sendo constantemente invadida pela maré alta e drenada na maré baixa indo, portanto, até onde há a influência das marés. É representada por vegetação típica de manguezais, situada num pântano salobro, composta pela mistura de águas de drenagem do continente e do mar. Essa mistura floclula partículas de matéria orgânica e de argilas, formando um substrato movediço, em condições anaeróbicas e salinas, que permite o desenvolvimento de poucas espécies de plantas (MANTOVANI, 2003, *apud* MENEZES, 2006, p. 94).

4.5.3 ASPECTOS MORFOMÉTRICOS

A análise de bacias hidrográficas ganha destaque a partir de 1945 com as publicações de Horton, que procurou estabelecer as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias. Ele foi o primeiro a efetuar a abordagem quantitativa das bacias de drenagem, seguida e ampliada pelos trabalhos de Strahler.

Segundo Fontes (1997, p.165),

Os estudos quantitativos têm mostrado que vários parâmetros significativos na geomorfologia são fornecidos pelos valores numéricos obtidos com a análise morfométrica das redes de drenagem em seus diferentes graus de desenvolvimento e estruturação. Os resultados dos cálculos obtidos, entretanto, devem ser interpretados dentro do contexto qualitativo.

Para avaliar quantitativamente a movimentação do relevo este trabalho realizou a análise de algumas variáveis morfométricas quanto aos aspectos lineares e areais. Dentro da sub-bacia do rio Fundo, iniciou-se com as medições para alguns atributos, tais como: **área da bacia (A)** é toda a área drenada pelo conjunto do sistema fluvial, projetada em um plano

horizontal. A sub-bacia do rio Fundo possui 354,22 km² de área total; **extensão do canal principal (E)**, que é aquele de maior extensão ao longo do curso d'água, do exutório até a nascente mais distante. No caso em estudo, o rio Fundo, possui extensão total de 54 km; **comprimento da bacia ou diâmetro (Di)**, representado pelo maior eixo longitudinal da área da sub-bacia, que no caso possui 42 km; **perímetro (P)**, expressa o comprimento total da linha do divisor de águas com 116 km; **largura média (L)**, resultante da divisão da área pelo comprimento da sub-bacia, com 8,43 km (Tabela 03).

Procedeu-se, ainda, a verificação da **amplitude altimétrica (Hm)** em metros, da sub-bacia, a partir da diferença existente entre a cota de maior altitude (157m) pela de menor (3m) ao longo do canal principal. Constatou-se que sua amplitude é de 154m ao longo dos 54 km de extensão, o que dá uma **declividade (D)** de 2,85m/km. Este parâmetro é significativo na movimentação topográfica da área e controla boa parte da velocidade com que se dá o escoamento superficial sendo tanto maior quanto for a diferença altimétrica em qualquer parte do curso fluvial. Após esses procedimentos, passou-se à ordenação ou hierarquização dos cursos de água.

Tabela 03 - Parâmetros morfométricos calculados para a sub-bacia do rio Fundo: Área de Drenagem, Extensão do Canal Principal, Diâmetro, Perímetro, Largura Média, Amplitude Altimétrica e Declividade.

Parâmetros	Valores
Área de Drenagem (A)	354,22 km ²
Extensão do Canal Principal (E)	54 km
Comprimento da Bacia ou Diâmetro (Di)	42 km
Perímetro (P)	116 km
Largura Média (L)	8,43 km
Altitude Máxima (A max.)	157 metros
Altitude Mínima (A min.)	3 metros
Amplitude Altimétrica (Hm)	154 metros
Declividade (D)	2,85 m/km

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A **hierarquia fluvial** consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra em canais de ordens diferentes, dando, assim, a posição de cada um deles na composição

hierárquica da sub-bacia. Esse estudo facilita e torna mais objetivo os estudos morfométricos (análise linear e areal) sobre as bacias hidrográficas.

Para Horton (1945) os canais de primeira ordem são aqueles que não possuem tributários; os de segunda ordem, aqueles que recebem os tributários de primeira ordem; e os de terceira ordem são os que recebem os tributários de segunda ordem ou inferior e assim sucessivamente, sendo, o rio principal, consignado pelo mesmo número de ordem desde a sua nascente.

Para Strahler (1952), entretanto, os menores canais, sem tributários são considerados de primeira ordem, ou seja, da nascente até a confluência com outro canal. Os de segunda ordem resultam da confluência de dois canais de primeira ordem e só recebem afluentes de primeira ordem. Os canais de terceira ordem resultam da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de primeira e segunda ordens e assim sucessivamente, onde o canal principal é o mais extenso e o de maior ordem, refletindo, assim, o grau desenvolvimento do sistema de drenagem.

Feita a hierarquia fluvial da sub-bacia do rio Fundo, utilizando-se da proposta de Strahler em mapa na escala de 1:100.000, foram encontrados 204 canais de primeira ordem, 57 de segunda ordem, 10 de terceira ordem, 3 de quarta ordem e o canal principal de quinta ordem.

A partir da ordenação dos canais, garantiu-se os dados necessários para o levantamento de outros índices morfométricos para o rio Fundo, como o **número total de segmentos (N)** que é de 275 canais; a **magnitude (M)** que representa o número de nascentes ou rios numa bacia em função do seu comportamento hidrológico, que são 204 canais; e a **frequência ou densidade de segmentos (Fs)** que é a quantidade de segmentos existentes na bacia hidrográfica por unidade de área, que para a sub-bacia do rio Fundo é de 0,77/km².

O cálculo da Fs é obtido a partir da utilização da fórmula:

$$Fs = \sum ni/A$$

Na qual:

Fs = frequência de sedimentos.

ni = número de segmentos de determinada ordem.

i = 1^a, 2^a, 3^a, enésima ordem.

A = área da bacia em km².

A relação entre os valores obtidos nas medições dos atributos anteriores permitiu os cálculos dos parâmetros: índice de circularidade (Ic), densidade de drenagem (Dd), densidade hidrográfica (Dh), coeficiente de manutenção (Cm) e a extensão do percurso superficial (Eps) (Tabela 04).

O **índice de circularidade (Ic)** é a relação existente entre a área da bacia e a área do círculo do mesmo perímetro.

A fórmula utilizada para o cálculo do Ic é:

$$Ic = A/Ac$$

Na qual:

Ic = índice de circularidade.

A = área da bacia considerada em km².

Ac = área do círculo de perímetro igual ao da bacia considerada.

Tabela 04 - Parâmetros morfométricos calculados para a sub-bacia do rio Fundo: Número de Segmentos, Magnitude, Frequência de Segmentos e Índice de Circularidade.

Parâmetros	Valores
Número de Segmentos (N)	275 canais
1ª Ordem	204 canais
2ª Ordem	57 canais
3ª Ordem	10 canais
4ª Ordem	3 canais
5ª Ordem	1 canal
Magnitude (M)	204 canais
Frequência de Segmentos (Fs)	0,77/km ²
Índice de Circularidade (Ic)	0,33

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

O Ic constitui um índice indicativo de maior ou menor tendência para enchentes de uma bacia, variando de 0 a 1. Quanto mais próximo de 0 indica uma área não sujeita a enchentes mais violentas, pois possui uma forma mais estreita e alongada onde o deflúvio de todos os canais da sub-bacia não se concentram num só ponto. O Ic encontrado para o rio Fundo é de 0,33. A quase totalidade do rio Fundo encontra-se sobre a bacia sedimentar

(Grupo Barreiras e depósitos marinhos/continentais costeiros), de grande porosidade e permeabilidade que associada a topografia facilita a infiltração das águas pluviais, rarefazendo a rede de canais.

Ainda foram calculados, para a sub-bacia do rio Fundo os valores referentes a: Densidade de Drenagem, Densidade Hídrica, Coeficiente de Manutenção, Extensão do Percurso Principal, Textura Topográfica e Relação de Relevo (Tabela 05).

Tabela 05 - Parâmetros morfométricos calculados para a sub-bacia do rio Fundo: Densidade de Drenagem, Densidade Hídrica, Coeficiente de Manutenção, Extensão do Percurso Principal, Textura Topográfica e Relação de Relevo.

Parâmetros	Valores
Densidade de Drenagem (Dd)	0,73 km/km ²
Densidade de Rios/Hidrográfica/Hídrica (Dh)	0,77 canal/km ²
Coeficiente de Manutenção (Cm)	1.369,86 m ² /m
Extensão do Percurso Superficial (Eps)	684 m/m ²
Textura Topográfica (Tt)	1,16
Relação de Relevo (Rr)	3,66 m/km

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A **densidade de drenagem (Dd)** tem por finalidade a comparação do comprimento total dos canais fluviais com a área da bacia. É reconhecida como uma das mais significativas na análise morfométrica das bacias de drenagem, expressando as disponibilidades de canais de escoamento para o fluxo de água e materiais detríticos e o grau de dissecação do relevo resultante da atuação da rede de drenagem (FONTES, 1997, p. 171).

A equação utilizada para a Densidade de Drenagem é:

$$\mathbf{Dd = L/A}$$

Na qual:

Dd = densidade de drenagem (km/km²).

L = comprimento total dos canais (km).

A = área da bacia considerada (km²).

Entretanto, Melton (1958) citado por Christofolletti (1980, p.116) derivou a seguinte fórmula, relacionando a densidade dos segmentos (Fs) com a densidade de drenagem (Dd), na qual:

$$F_s = 0,694 \cdot D_d^2 \quad \text{ou} \quad D_d = \sqrt{0,694 \cdot F_s}$$

O valor da densidade de drenagem obtido para a sub-bacia do rio Fundo é de 0,73 km/km². A explicação para esse valor está no fato dessa sub-bacia se situar em região de clima Megatérmico Subúmido Úmido e Megatérmico Subúmido, além da suave declividade, cobertura vegetal e litologia da área que drena, pois sua alta porosidade e permeabilidade com grande infiltração refletem na relação infiltração/deflúvio, dando origem à baixa densidade de drenagem, uma vez que o percentual de infiltração é maior que o escoamento superficial.

A **densidade hidrográfica (Dh) ou densidade de rios ou hídrica** é a relação existente entre o número de rios ou cursos de água e a área da bacia hidrográfica. O valor da densidade hidrográfica é importante por representar o comportamento hidrológico de determinada área, principalmente em relação à sua capacidade de gerar novos cursos de água. Sua finalidade é comparar a quantidade de cursos de água existentes em uma área de tamanho padrão, normalmente o quilômetro quadrado (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 115).

A equação utilizada para esse cálculo foi:

$$D_h = N/A$$

Na qual:

Dh = densidade hidrográfica.

N = número total de rios ou magnitude da rede.

A = área da bacia considerada em km².

O valor encontrado para a sub-bacia do rio Fundo foi 0,77 canal por quilômetro quadrado indicando, portanto, uma baixa densidade hidrográfica. A explicação para isso se encontra nos mesmos elementos que explicaram a baixa densidade de drenagem na análise anterior.

O valor numérico correspondente ao **coeficiente de manutenção (Cm)** representa a área mínima necessária numa bacia, para manter em funcionamento um metro de canal de escoamento.

A expressão utilizada para o cálculo do coeficiente de manutenção teve o valor da densidade de drenagem multiplicado por 1000 para que o resultado fosse dado em m²/m, ou seja, a quantidade de área para cada metro de canal de escoamento. Assim,

$$Cm = (1/Dd) \cdot 1000$$

Na qual:

Cm = coeficiente de manutenção (m²/m).

Dd = densidade de drenagem expressa em metros.

Dessa forma, na sub-bacia do rio Fundo são necessários 1.369,86 metros quadrados de área disponível para manter em funcionamento um metro de canal de escoamento.

Segundo Fontes (1997, p.174)

Esse índice (*o coeficiente de manutenção*) foi definido por SCHUMM (1956) como um dos valores numéricos mais importantes para a caracterização do sistema de drenagem, pois limita numericamente a área requerida para o desenvolvimento e manutenção dos cursos d'água, variando o seu valor de acordo com a oscilação da densidade de drenagem. Nessa perspectiva, conforme vai ocorrendo a dissecação do relevo, vai diminuindo a área disponível para entalhamento dos canais havendo, portanto, uma correlação inversa entre os valores do coeficiente de manutenção com os de densidade de drenagem hidrográfica.

A **extensão do percurso superficial (Eps)** representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente. Assim, o valor da Eps obtido para o rio Fundo, que é de 684 m/m², representa o comprimento médio da vertente. Para a obtenção desse valor foi utilizada a fórmula:

$$Eps = 1/(2.Dd)$$

Na qual:

Eps = extensão do percurso superficial.

Dd = densidade de drenagem.

O valor numérico da **textura topográfica (Tt)** constitui importante variável geomorfológica, por representar os graus de entalhamento e dissecação do relevo, revelando o

poder de energia da drenagem na esculturação da paisagem. Na sub-bacia do rio Fundo o valor encontrado foi 1,16, considerado de textura grosseira.

Esse índice é calculado pela fórmula:

$$\log Tt = 0,219649 + 1,115 \cdot \log Dd$$

Na qual:

Tt = textura topográfica.

Dd = densidade de drenagem.

A explicação para esse valor da textura topográfica está no fato dessa sub-bacia se situar em região de clima Megatérmico Subúmido Úmido e Megatérmico Subúmido, além da suave declividade, cobertura vegetal e litologia da área que drena, pois é alta sua porosidade e permeabilidade.

A **relação de relevo (Rr)** é a relação existente entre a amplitude altimétrica de uma bacia e o seu maior comprimento, medido paralelamente à principal linha de drenagem. Aqui o seu comprimento foi determinado pelo diâmetro geométrico. Trata-se de um parâmetro que mede a declividade do terreno, e, no caso da sub-bacia do rio Fundo, é de 3,66 m/km, portanto, de baixa movimentação topográfica.

Para o cálculo dessa relação foi utilizada a fórmula:

$$Rr = Hm/Lb$$

Na qual:

Rr = relação de relevo.

Hm = amplitude altimétrica (m).

Lb = comprimento da sub-bacia (km).

Os dados quantitativos, portanto, resultantes da análise morfométrica da sub-bacia do rio Fundo, permitem uma avaliação qualitativa da sua geomorfologia. A densidade de drenagem é baixa com 0,73 km/km² e a densidade hidrográfica é de 0,77 canal/km². Em relação a esses índices, os coeficientes de manutenção (1.369,86 m²/m) e de extensão do percurso principal (684 m/m²) são inversamente proporcionais. O valor da textura topográfica, que representa o grau de entalhamento e dissecação do relevo, está relacionado com a

densidade de drenagem. A textura topográfica (1,16) é grosseira e a relação de relevo (3,66 m/km) é de baixa movimentação topográfica. A sub-bacia do rio Fundo constitui-se, de modo geral, de áreas de relevo com formas suavizadas e de fraca oscilação topográfica.

4.7 SOLOS

Resultante da ação do intemperismo que promove modificações de caráter químico e físico sobre as rochas aflorantes na superfície terrestre, os solos derivados desse processo possuem composição e fertilidade variadas de acordo com os minerais constituintes da rocha mãe, dos materiais de origem orgânica e dos processos intempéricos que nela agiram. Os solos são, portanto, a zona de contato entre as rochas e os processos externos, que se iniciam com o intemperismo.

Dokoutchaiev, (*apud* Guerra 1997, p.583), afirma que solo

(...) é um corpo natural completamente diferente do mundo mineral, vegetal e animal, sendo, no entanto, um mundo vivo, pois um solo pode ser jovem (incompleto na sua formação), adulto (bem formado), velho e morto (fóssil). Por causa de sua gênese, evolução e propriedades, o solo difere dos três reinos da natureza, devendo ser considerado um quarto reino.

De acordo com Guerra (1997, p.582), solo é uma camada superficial de terra arável possuidora de vida microbiana, resultante da ação de agentes exodinâmicos sobre as rochas que afloram na superfície do globo. Segundo o autor, o solo é o único ambiente onde se encontram reunidos os quatro subsistemas integrados da Terra: litosfera, hidrosfera, atmosfera e biosfera.

Solo é uma parcela dinâmica e tridimensional da superfície terrestre, constituído por um conjunto de características peculiares internas e externas, com limites definidos de expressão. Seu limite superior é a superfície da terra e o inferior é aquele até onde os processos transformadores da rocha se fazem presentes (GUERRA, 2004, p.66).

O novo sistema brasileiro de classificação de solos define-o como:

uma coleção de corpos naturais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, formados por materiais minerais e orgânicos que ocupam a maior parte do manto superficial das extensões continentais do nosso planeta, contém matéria viva e podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2006, p. 31).

4.7.1 CARACTERÍSTICAS DAS PROPRIEDADES UTILIZADAS NA DESCRIÇÃO DAS CLASSES DE SOLOS

Horizontes do solo.

Horizonte A: horizonte superficial (desde que não erodido), de cor mais escura pela grande influência da decomposição das raízes das plantas, e com grande atividade biológica. Esse horizonte é considerado eluvial porque dele partículas muito finas e substâncias em solução podem se mover em profundidade, acumulando-se no horizonte **B**.

Horizonte AB: horizonte transicional entre **A** e **B**, mas com características mais parecidas com **A** do que **B**. Anteriormente designado de horizonte **A3**.

Horizonte BA: horizonte transicional entre **A** e **B**, mas com características mais parecidas com **B** do que **A**. Anteriormente designado de horizonte **B1**.

Horizonte B: é o horizonte iluvial por acumular as partículas removidas do horizonte **A**, e é o horizonte de máxima expressão de cor, textura, estrutura e cerosidade (se existir). Corresponde ao horizonte diagnóstico de sub superfície, ou seja, o principal horizonte para se classificar o solo.

Horizonte BC: horizonte transicional entre os horizontes **B** e **C**, com características bem mais próximas de **C** do que **B**. Anteriormente designado de horizonte **B3**.

Horizonte C: material de origem intemperizado, a partir do qual os horizontes **A** e **B** se desenvolveram.

Argila de atividade alta (Ta) e de atividade baixa (Tb).

A atividade das argilas refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral, deduzida a contribuição da matéria orgânica. Su atividade alta da argila expressa valor igual ou superior a 24 meq/100g de argila e a atividade baixa quando inferior a esse valor, após correção para o carbono.

Caráter alítico.

Possui tal caráter o solo que sofreu a lixiviação de silicatos e da própria sílica, e de que resulta na formação de hidratos de alumina, muito comum nas regiões tropicais e subtropicais úmidas.

Caráter Distrófico e Eutrófico.

O termo Distrófico indica a condição química do solo abaixo da camada arável (no horizonte **B**, ou no horizonte **C** se não existir horizonte **B**, ou no horizonte **A** dos Neossolos Litólicos) com baixos valores de soma de bases (SB) e saturação por bases (V%), ou seja, inferior a 50%. O termo Eutrófico especifica saturação de bases (V%) média ou alta, ou seja, superior a 50%. Esses critérios são aplicados para se distinguir as duas modalidades de uma mesma classe quando, por definição, a classe compreender somente solos eutróficos ou somente solos distróficos.

Textura.

Refere-se à proporção relativa das frações de areia, silte e argila no solo. A grosso modo, pode-se dizer que solos de textura muito argilosa tem mais de 60% de argila. Os de textura argilosa tem entre 35 e 60% de argila. Os de textura siltosa tem mais de 65% de silte e os de textura arenosa mais de 70 ou 85% de areia. Solos que tem proporções aproximadamente semelhantes de areia, silte e argila são chamados de solos de textura média (Quadro 03).

Quadro 03 - Textura do Solo.

Limite	Textura	
< 15% argila ou > 70% areia	Arenosa	areia, areia franca e franca-arenosa (1)
> 15% e < 35% de argila	Média	franco-arenosa, franco, franco-argilo-arenosa e franco-argilosa (2)
Entre 35% e 60% de argila	Argilosa	argilo-arenosa, franco-argilosa e argilosa (3)
> 60% de argila	Muito argilosa	muito argilosa (4)
> 65% de silte	Siltosa	siltosa
Entre <15% e >60% de argila	Indiscriminada	(1, 2, 3 e 4)

Fonte: Fontes, 1997.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Caráter plínthico (plintita).

Material com baixo teor de matéria orgânica, alto teor de óxidos de ferro e alumínio, e baixo teor de bases trocáveis e nutrientes (Ca, Mg, e K). Forma-se por remobilização e acumulação residual de ferro no sub-solo de várzeas, baixadas e outros ambientes de oscilação do lençol freático.

Fragipan.

Constitui um horizonte subsuperficial, usualmente de textura média, algumas vezes arenosa e raramente argilosa. Apresenta baixo conteúdo de matéria orgânica e consistência dura, muito dura ou extremamente dura quando seco.

4.7.2 TIPOS DE SOLOS NA SUB-BACIA

A importância de se estudar o tipo de solo presente em determinada localidade é a contribuição para o sucesso ou não da exploração econômica e racional das atividades sobre o uso desse solo. Na agricultura, a função primordial do solo é a de suportar a planta e dá-lhe condições de alimentação. Na agricultura moderna, porém, a planta é adaptada geneticamente para ser mais resistente às condições naturais e aos tipos de solos, ainda que estes sejam naturalmente pouco férteis. Na sub-bacia estudada são vários os tipos de solos.

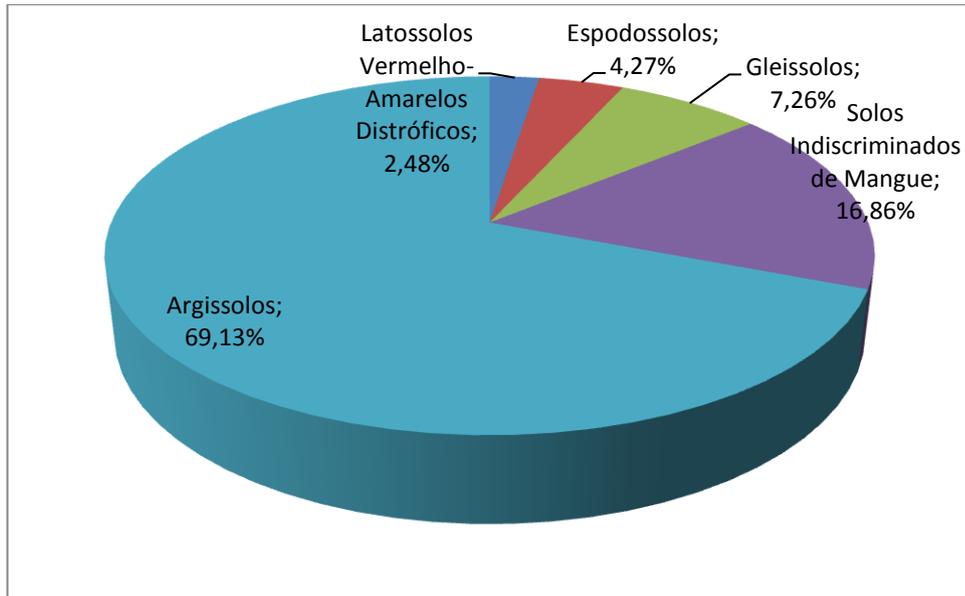
No geral, o levantamento pedológico demonstra que os cinco tipos de solos detectados na sub-bacia são pouco desenvolvidos, datados do Quaternário (Pleistoceno e Holoceno: mangues, dunas, aluviões) e do Terciário (Grupo Barreiras). Os depósitos Holocênicos de pântanos e mangues atuais são materiais argilo-siltosos, ricos em matéria orgânica, encontrados no baixo curso do rio Fundo, onde a influência das marés é muito grande. Já os depósitos flúvio-lagunares compostos por areia são silte argilosos, porém, também ricos em matéria orgânica e que são encontrados, principalmente, no médio curso dos rios Paripueira e Mucupeba, afluentes do rio Fundo.

Os terraços marinhos do Pleistoceno predominam na borda oriental da sub-bacia, entre os mangues atuais e os depósitos eólicos continentais (dunas mais recentes), que são compostas por areias bem selecionadas com grãos subarredondados.

A planície flúvio-marinha ou planície de maré é formada por solos salinos e pouco evoluídos, escuros e lamacentos com altos teores de sais provenientes da água oceânica. É rica em sedimentos finos de origem fluvial e marinha que se depositam no fundo formando a lama escura.

Os principais tipos de solos presentes na sub-bacia do rio Fundo são: os Argissolos, Solos Indiscriminados de Manguê, os Gleissolos, os Espodossolos e os Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos (Figuras 27 e 28).

Figura 27 - Percentuais dos principais tipos de solos presentes na sub-bacia do Rio Fundo.



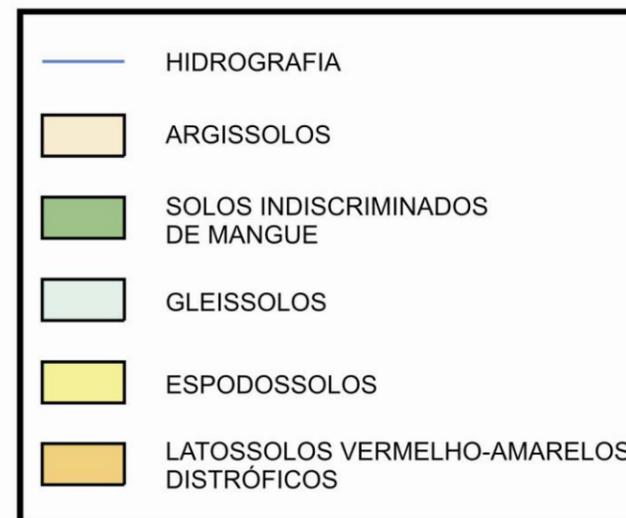
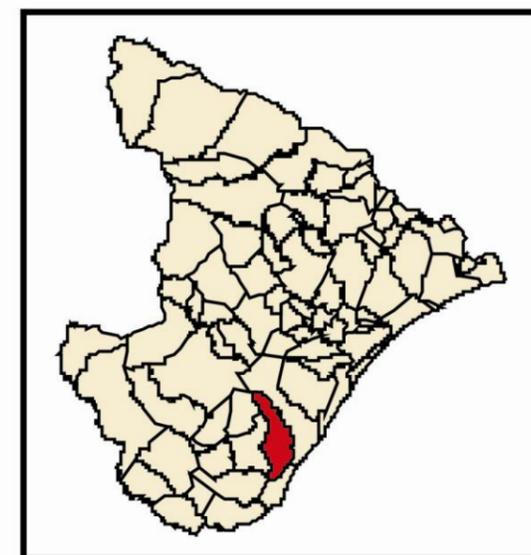
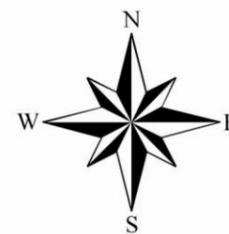
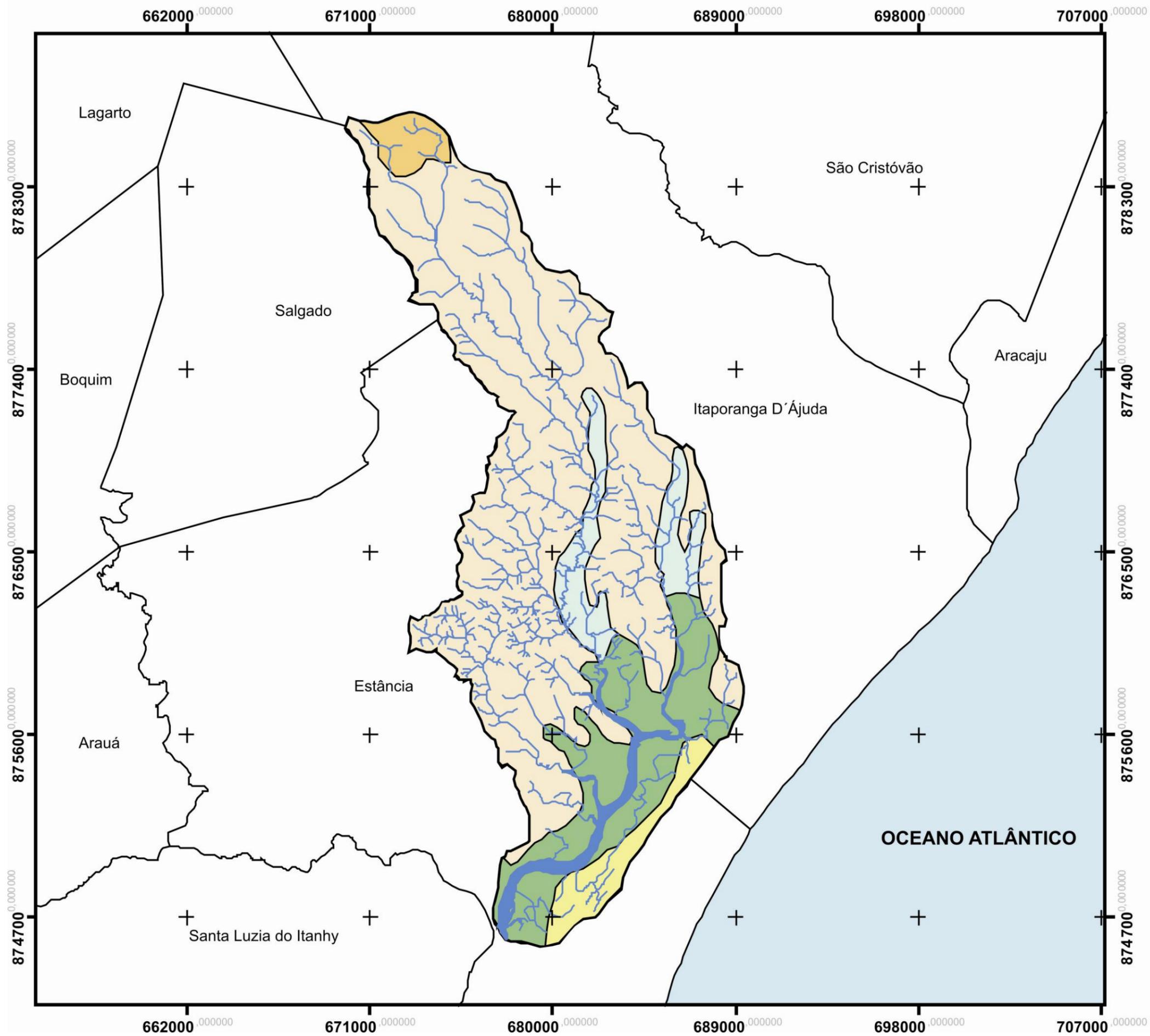
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

ARGISSOLOS: são desenvolvidos, principalmente, a partir dos sedimentos do Grupo Barreiras. Sua utilização agrícola atual é representada com lavouras alimentícias e industriais como o milho, o feijão, a laranja, o coco-da-baía e o fumo, porém a maior parte deles é aproveitada com pastagem natural ou plantada com capim sempre-verde (*Panicum maximum*) e pangola (*Digitaria decubens*), principalmente. A fertilidade natural é baixa, requerendo adubação e calagem, tendo em vista o aumento da produtividade.

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte **B** textural imediatamente abaixo do **A** ou **E**, com argila de atividade baixa ou com argila de atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte **B** (EMBRAPA, 2006, p. 101).

No alto curso ocorre associação de Argissolo Vermelho Amarelo plínthico e não plínthico, fase cerrado e floresta subperenifólia/cerrado, relevo suave ondulado e ondulado com Argissolo Vermelho-amarelo plínthico, raso e não raso, fase seixosa e concrecionária, campo cerrado, relevo ondulado e forte ondulado, ambos **Tb A** moderado, textura média/argilosa. No médio curso encontra-se a forte presença da associação de Argissolo Vermelho-Amarelo plínthico, raso e não raso, textura média cascalhenta/argilosa fase seixosa e concrecionária, relevo suave ondulado e ondulado, ambos **Tb A** moderado, fase campo cerrado.

RIO FUNDO - PEDOLOGIA



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2009.

De modo geral, o Argissolo Vermelho-Amarelo e o Latossolo Vermelho-Amarelo distróficos apresentam baixa fertilidade natural e elevado índice de acidez, sendo necessárias correções, como a calagem e adubação dos solos para a prática agrícola. São solos comuns nos tabuleiros onde o relevo plano e suave facilita a sua mecanização. A maior parte deles é pouco profunda e argilosa.

SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUE: no baixo curso, onde predominam os depósitos fluviais, a influência das marés permite o desenvolvimento de solos indiscriminados de mangues com textura indiscriminada e fase relevo plano. É um solo impróprio para o uso agrícola, pois são pouco desenvolvidos, além de haver excesso de água, de sais e de compostos de enxofre, provenientes da água do mar (Figura 29). Entretanto, não impedem sua exploração econômica com a implantação de projetos de carcinicultura e o corte dos manguezais para a extração da lenha, fabricação de carvão vegetal e de postes para cercas.

Os mangues são constituídos de sedimentos de natureza variada, nele há a mistura de suas águas (carregadas de sedimentos finos), predominando, porém, os sedimentos argilosos ou argilo-siltosos, normalmente em mistura com material de natureza orgânica e sedimentos arenosos influenciados pelos excessos de sais que são depositados pelos sucessivos refluxos das marés por serem áreas de baixa energia.

Figura 29 - Planície flúviomarinha e manguezal no rio Mucupeba em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes (8754,390 e 681,051 UTM).

GLEISSOLOS: solo constituído por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 150 cm da superfície, imediatamente abaixo do horizonte **A** ou **E**, ou de horizontes hísticos com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos, não apresentando horizonte vértico ou horizonte **B** textural com mudança textural abrupta acima ou coincidente com horizonte glei, tampouco qualquer outro tipo de horizonte **B** diagnosticado acima do horizonte glei, ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir do solo ou até em contato lítico (EMBRAPA, 2006, p. 147).

No médio curso do rio Fundo e do Paripueira, seu principal afluente pela margem esquerda, encontra-se um grupamento indiscriminado de Gleissolos háplicos e Gleissolos melânicos, ambos **Tb** e **Ta**, textura indiscriminada associada a Organossolos, todos distróficos fase campo de várzea relevo plano, com forte presença de matas ciliares, matas secundárias e pastagens, além de cultivos de subsistência.

ESPODOSSOLOS: no baixo curso, no divisor de águas com as lagoas costeiras a Leste, pode-se encontrar a associação complexa de espodossolo textura arenosa com areias quartzosas marinhas distróficas, A fraco e moderado, ambos fase floresta perenifólia de restinga e campo de restinga relevo plano. São solos extremamente pobres em nutrientes.

As dunas são encontradas paralelas à linha de costa, resultantes da ação eólica (Neossolo Quartzarênico). Funcionam como divisor de águas entre a sub-bacia do rio Fundo e as lagoas costeiras, estas, formadas por cordões de restingas que se fecharam. Os terrenos de dunas são, muitas vezes, sem cobertura vegetal e, portanto, passíveis de serem transportados. Nos locais em que já se estabeleceu vegetação e onde as dunas são fixas, há um desenvolvimento de um horizonte A superficial (Figura 30). Economicamente é pouco viável sendo mais utilizado no extrativismo vegetal (mangaba), na cocoicultura, e, onde existe alguma cobertura vegetal, para a pecuária.

Figura 30 - Duna semi-fixa com cobertura vegetal e vegetação de restinga (mangabeiras) em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes (8748,204 e 683,458 UTM).

LATOSSOSLOS: são constituídos por material mineral, apresentando horizonte **B** latossólico imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte **A**. Dentro de 200 cm da superfície do solo ou dentro de 300 cm, se o horizonte **A** apresenta mais que 150 cm de espessura (EMBRAPA, 2006, p. 161).

São definidas sete diferentes classes de latossolos, diferenciadas com base na combinação de características com teor de Fe_2O_3 , cor do solo e relação K_i ($\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$). Na sub-bacia do rio Fundo foi detectado o Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELOS DISTRÓFICOS: solo com saturação por base baixa ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte **B** (inclusive **BA**) (EMBRAPA, 2006, p.164).

Nas cabeceiras do rio principal onde predomina o Grupo Barreiras, encontra-se a associação de Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico coeso argiloso, textura média, com Argissolo Vermelho-Amarelo latossólico, textura arenosa/média, ambos fase floresta subperenifólia e Argissolo Vermelho-Amarelo **Tb** com e sem fragipan, textura arenosa/média e média/argilosa fase floresta subperenifólia/cerrado, todos **A** moderado fase relevo plano. Foram constatadas com maior frequência, nesse tipo de solo, as culturas de “subsistência” tais como a mandioca, o milho, o feijão entre outras, seguidas da citricultura, cocoicultura e fruticultura de um modo geral.

5 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Na adoção de bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e manejo não se pode desassociar os elementos geobiofísicos dos antrópicos. Assim, estudar a dinâmica demográfica dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo, representa estudar a pressão sobre os recursos naturais e os conflitos entre usos e usuários, pois o crescimento da população local implica em maior desgaste dos elementos: solo, subsolo, água e vegetação, uma vez que a maioria dos problemas ambientais presentes hoje na sub-bacia é resultado direto da ação antrópica.

A pesquisa do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD/2000) indica um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) médio. O Índice de Gini, porém, indica grande concentração da renda para os três municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo (Tabela 06).

Tabela 06 – Indicadores sociais e econômicos dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo.

MUNICÍPIOS	IDH-M 2000	Ranking Estadual IDH- M/2000	PIB/2007 (mil reais)	Renda <i>per</i> <i>capita</i> /2007 em R\$	GINI 2007
Estância	0,672	8°	864.670,00	14.090,00	0,44
Itaporanga D`Ajuda	0,638	27°	343.700,00	12.218,00	0,43
Salgado	0,611	42°	71.320,00	3.842,00	0,45

Fonte: IBGE, disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/> acesso em 13/04/2010.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Estância apresenta os melhores indicadores relativos ao IDH-M, ocupando a 8ª colocação no ranking estadual. Também apresenta a maior renda *per capita* e o maior PIB centrado na indústria (41,46%) e serviços (40,34%). Os impostos sobre produtos líquidos de subsídios respondem por 16,35%. Enquanto isso, o setor agropecuário responde por apenas 1,84%. Vale ressaltar que se trata de um município predominantemente urbano e com grande industrialização.

Itaporanga D`Ajuda ocupa a 27ª posição do IDH-M estadual, porém o melhor Índice de Gini entre os municípios da sub-bacia. A indústria responde por 48,57% da sua receita, enquanto que os serviços por 37,76% e os impostos sobre produtos líquidos de

subsídios por 9,34%. A agropecuária, apesar do predomínio de população rural, responde por apenas 4,31%.

Salgado apresenta os piores indicadores sociais e econômicos entre os municípios da sub-bacia, ocupando a 42ª posição do ranking estadual do IDH-M e o pior Índice de Gini. A renda per capita equivale a um valor de R\$ 320,16 mensais ou de R\$ 10,67/dia. Sua economia depende essencialmente dos serviços (72,80%). A indústria responde por 10,51% e os impostos sobre produtos líquidos de subsídios por 3,89%. É o município com maior participação de população rural; assim, a agropecuária responde por 12,80% da sua economia.

Os municípios constituintes da sub-bacia tiveram, em conjunto, um crescimento populacional médio de 60,76% no período compreendido entre 1980 e 2007, saindo de 65.663 para 108.062 habitantes, segundo dados do IBGE. Considerando-se o total da população da sub-bacia em 2007, ela era equivalente a 5,57% de Sergipe que no mesmo período contava com 1.939.426 habitantes. A densidade demográfica de 65,57 hab./km² era inferior à do estado que correspondia a 88,51 hab./km² naquele mesmo ano (Tabela 07).

Tabela 07 - População total e densidade demográfica em Sergipe e nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (2007).

MUNICÍPIOS	População em 2007	Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab./km ²)
Estância	61.368	642,30	95,54
Itaporanga D`Ajuda	28.131	757,28	37,14
Salgado	18.563	248,45	74,71
SUB-BACIA	108.062	1.648,03	65,57
SERGIPE	1.939.426	21.910,30	88,51

Fonte: IBGE. Contagem da população, 2007.

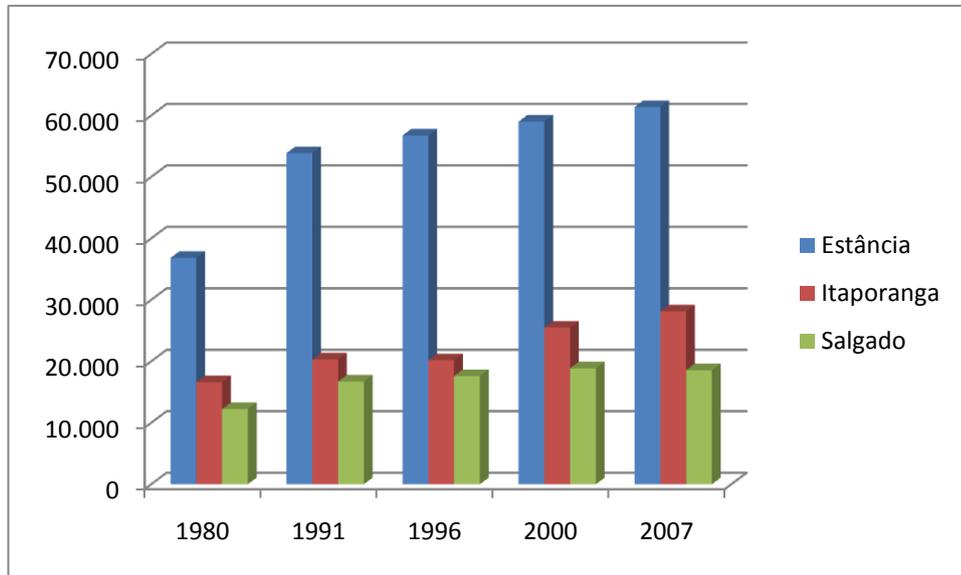
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Estância, em 2007, era o município mais densamente povoado com 95,54 hab./km² e também o mais populoso com 61.368 habitantes (56,79% do total da sub-bacia). O crescimento da população no período analisado (1980-2007) foi de 66,61%, saindo de 36.833 para 61.368 habitantes, o segundo maior crescimento entre os municípios da sub-bacia.

A dinamicidade econômica do município com a presença de indústrias e comércio, bem como a densa e rica rede hidrográfica foram decisivas historicamente em seu processo de ocupação e desenvolvimento, tornando-o, hoje, sub-sede regional para onde

afluem pessoas e produtos dos municípios vizinhos, pois seu acesso é facilitado pela presença da BR-101 (Figura 31).

Figura 31 - Evolução da população total (1980-2007) nos municípios da sub-bacia do rio Fundo.



Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1980, 1991 e 2000. Contagem da população 1996 e 2007.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

No tocante à urbanização Estância é o que possui maior índice, com 86,19% (52.893 habitantes) morando na sede municipal. Apesar dos 33 povoados e dos 16 assentamentos/colônias rurais detectados durante a realização deste trabalho, isso pode ser explicado pelo uso da terra ser fortemente orientado para a pecuária, o que não exige muita mão-de-obra para os tratos pela grande concentração da terra, inibindo o acesso aos pequenos produtores e por ser tradicionalmente um município de economia industrial (iniciada no final do século XIX) sobre a qual possui grande dependência. Não obstante a presença de algumas dessas indústrias na zona rural, é na sede municipal que reside a maior parte de seus trabalhadores. Como a maioria das cidades industriais Estância é uma cidade eminentemente urbanita e pobre, porque a riqueza das indústrias não é distribuída pela população que, na maioria dos casos, não tem acesso aos produtos finais dessas indústrias, pois a maior parte da produção é exportada.

Quanto à população rural, foi o único entre os três analisados que sofreu perda. O município teve crescimento positivo entre 1980 e 1996 de 27,26% saindo de 8.632 para 10.985 pessoas. Analisando-se, porém, o período seguinte, de 1996 a 2007, houve uma

redução de 29,61%, pois passou a contar 8.475 habitantes na zona rural. Entre 1980 e 2007 houve, portanto, perda de 1,82% da população rural.

Os demais municípios possuem população rural superior à urbana. Isso é possível de se entender ao se conhecer a economia dos municípios relacionados que tem forte orientação para agricultura.

Itaporanga D`Ajuda dispunha, em 2007, de 26,03% da população da sub-bacia (28.131 habitantes) e densidade demográfica de 37,14 hab./km². Apesar de também ser cortada pela BR-101 e possuidora de um Distrito Industrial que conta atualmente com três grandes indústrias em funcionamento, não teve o mesmo dinamismo econômico que Estância. Em função de sua proximidade com a capital (Itaporanga D`Ajuda dista a apenas 29 km de Aracaju), onde as pessoas vão buscar emprego, bens e serviços tornando-a, em parte, uma cidade “dormitório”. Entretanto, foi o município com a maior taxa de crescimento no período analisado, com 69,41%, passando de 16.605 em 1980 para 28.131 habitantes em 2007.

Itaporanga D`Ajuda possuía 10.111 habitantes na zona urbana, o que equivalia a apenas 35,94% de sua população total. Foram constatados 37 povoados e 10 assentamentos/colônias espalhados pelo município, abrigando os 64,06% da população restante, o que reforça a importância da agricultura em sua economia.

Salgado teve o menor crescimento entre os municípios da sub-bacia. Com apenas 51,84%, saltou de 12.225 para 18.563 habitantes no período analisado, correspondendo a apenas 17,18% da população da região. Em 2007, possuía densidade demográfica de 74,71 hab./km².

A maioria da população salgadense vive em povoados e colônias agrícolas dispersas por sua área, portanto, é predominantemente rural com apenas 29,98% de população urbana. Analisando-se apenas o período entre 2000 e 2007, observa-se que a participação da população rural teve um decréscimo de 6,44%; caiu de 13.893 para 12.998. A zona urbana cresceu 10,45% no mesmo período, passando de 4.983 para 5.565 pessoas. Entretanto, a população total do município caiu de 18.876 para 18.563, uma redução de 1,65%. A estagnação econômica do município pode ser a principal causa desse êxodo.

Entre os municípios da sub-bacia há o predomínio da população urbana com 63,45% da população total; sendo assim, 36,55% dela vive no meio rural, ou seja, 39.493 pessoas. Observando-se a tabela 08 que traz dados sobre a evolução da população urbana no período de 1980 a 2007, verifica-se um crescimento de 95,11% frente a 29,40% de crescimento da população rural no mesmo período (Figuras 32 e 33). O crescimento da

urbanização, portanto, não ocorreu à custa da desruralização pois, ainda que menor, houve crescimento da zona rural, saindo de 30.520 para 39.493 pessoas.

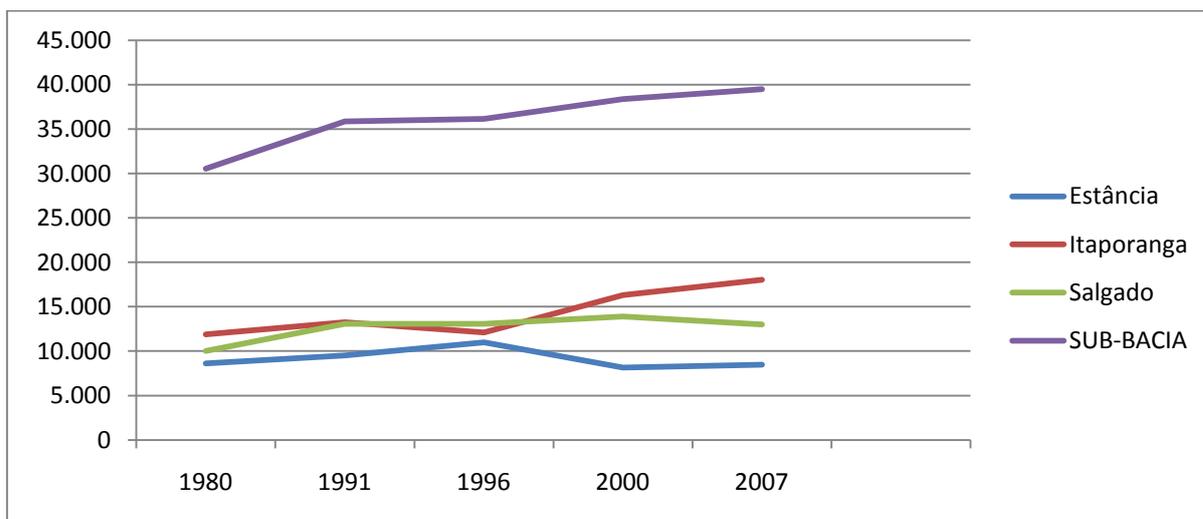
Tabela 08 - Evolução da população urbana nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (1980-2007) e porcentagem em 2007.

MUNICÍPIOS	POPULAÇÃO URBANA					
	1980	1991	1996	2000	2007	% 2007
Estância	28.201	44.356	45.764	50.854	52.893	86,19
Itaporanga D`Ajuda	4.730	7.078	8.079	9.159	10.111	35,94
Salgado	2.212	3.629	4.549	4.983	5.565	29,98
SUB-BACIA	35.143	55.063	58.392	64.996	68.569	63,45

Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1980, 1991 e 2000. Contagem da população 1996 e 2007.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Figura 32 - Evolução da população rural nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (1980-2007).

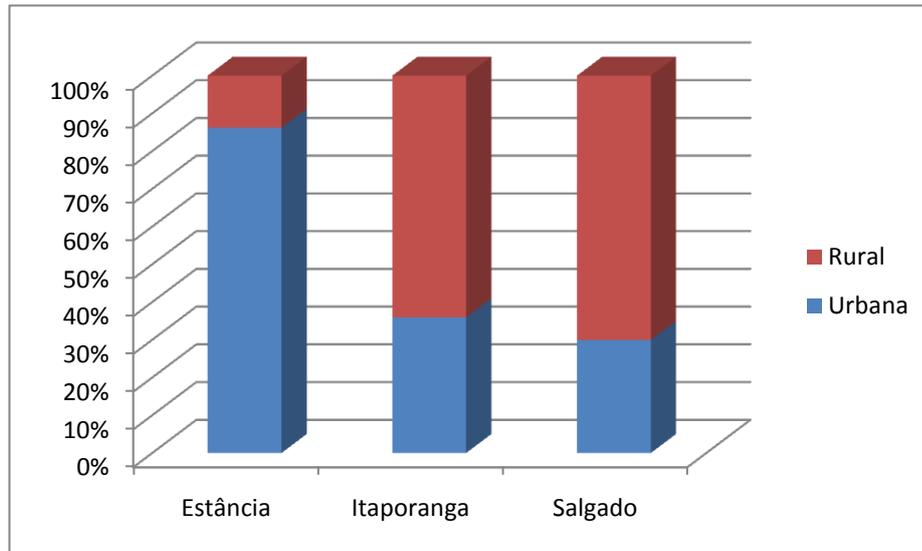


Fonte: IBGE, Censos Demográficos 1980, 1991 e 2000. Contagem da população 1996 e 2007.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Entretanto, ainda que predomine a população urbana frente à rural, deve-se observar que toda a área de estudo deste trabalho é essencialmente rural, ou seja, não há nenhum Distrito ou qualquer tipo de aglomeração urbana dentro de seu perímetro ficando, portanto, as sedes municipais, fora da sub-bacia do rio Fundo.

Figura 33 - População urbana e rural dos municípios na sub-bacia do rio Fundo.



Fonte: IBGE: Contagem da população, 2007.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Apesar da intervenção do governo na implantação de assentamentos/colônias nos municípios da sub-bacia, isso não foi o suficiente para que Estância e Salgado não sofressem alguma variação negativa no total da população rural.

Ao longo da pesquisa foi constatada a existência de 31 assentamentos/colônias rurais, promovidos pelo INCRA e pela SEAGRI, nos três municípios da sub-bacia. Entretanto, apenas 14 deles se encontram total ou parcialmente dentro da área de estudo, com 456 famílias assentadas. Destas, 309 foram instaladas em 9 projetos em Estância e 147 em 5 assentamentos em Itaporanga D`Ajuda, em uma área total de 5.130,8384 ha com média de 11,25 ha/família. Salgado, porém, não possui nenhum dos seus 5 assentamentos dentro da sub-bacia (Tabela 09 e Figura 34).

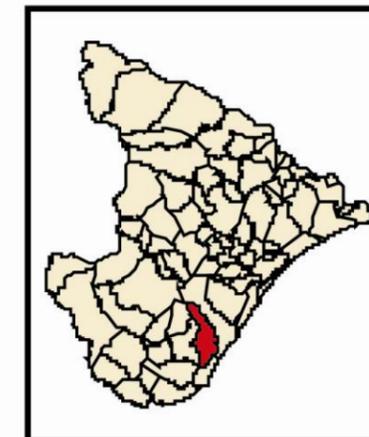
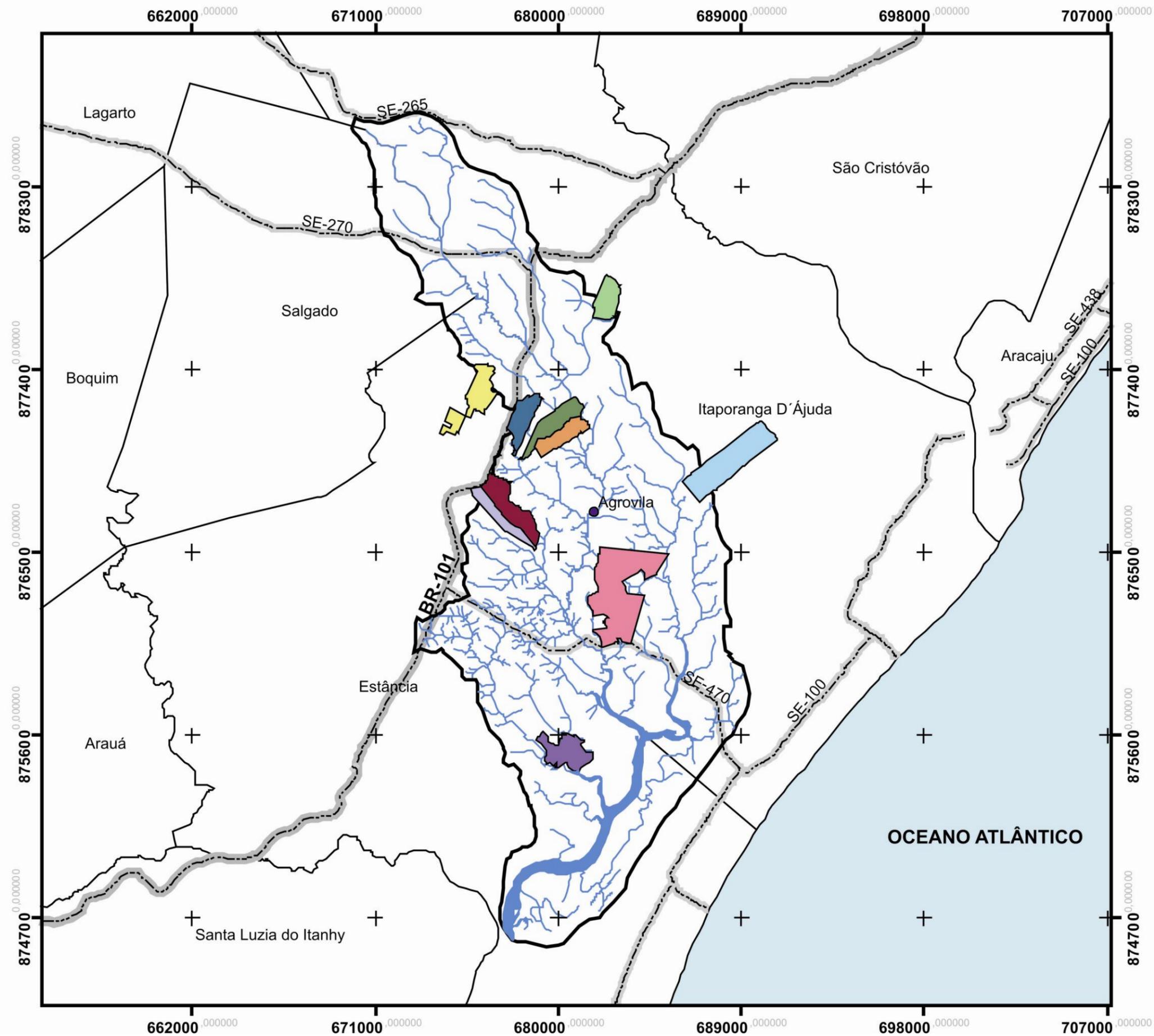
Tabela 09 - Colônias/Assentamentos rurais na sub-bacia do rio Fundo – 2008.

MUNICÍPIO	NOME DO PROJETO/ AGENTE	ÁREA (ha)	FAMÍLIAS ASSENTADAS
Estância	Manoel Ferreira (INCRA)	230,0000	23
	Roseli Nunes (INCRA)	252,5600	35
	Paulo Freire II (INCRA)	278,2000	24
	17 de Abril (INCRA)	342,8920	30
	Rosa Luxemburgo (INCRA)	266,7889	26
	Bispo Hélder Câmara (INCRA)	235,6782	28
	Geraldo Garcia (INCRA)	180,2061	14
	Rio Fundo (SEAGRI)	769,0000	94
	São José (SEAGRI)	149,4000	35
Itaporanga D`Ajuda	Luiza Mahin (INCRA)	1.015,9937	25
	Dorcelina Folador (INCRA)	645,5874	51
	D. Hélder Câmara (INCRA)	203,4321	20
	Colônia Sapé (SEAGRI)	315,1600	29
	Sapé Anexo (SEAGRI)	245,9400	22
TOTAL		5.130,8384	456

Fonte: INCRA e SEAGRI.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

RIO FUNDO - ASSENTAMENTOS RURAIS (INCRA)



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2009.

6 UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DA TERRA E INDÚSTRIAS

6.1 DISTRIBUIÇÃO DA TERRA

A distribuição da terra nos municípios constituintes da sub-bacia hidrográfica do rio Fundo é reflexo das condições históricas de povoamento e ocupação da região, traduzidas nas práticas e hábitos agrícolas que se encontram controladas pelas condições edafoclimáticas, morfológicas e socioeconômicas.

Como explicitam Caubert *et al.* (*apud* Fontes, 1997, p. 207):

A ocupação concreta do espaço não é apenas a expressão do confronto ativo das sociedades humanas com seu ambiente espacial, mas também uma resultante da organização social e das dimensões culturais. Desse modo, o uso do solo torna-se o ponto de ligação decisivo entre processos sociais e naturais, por ser o elo que conecta procedimentos nos sistemas socioeconômico e natural.

Com o objetivo de analisar a distribuição da terra na sub-bacia, fez-se necessário usar o cálculo do Índice de Gini para os dados dos Censos Agropecuários de 1995 e 2005. Esse índice assume valores entre zero (ausência de concentração na qual a igualdade é absoluta) e um (a concentração é absoluta e a desigualdade é total). Os graus de concentração da terra, em relação aos valores desse índice, foram propostos por CÂMARA (1949), sendo assim definidos:

0,000 a 0,100 – nula.

0,101 a 0,200 – de nula a fraca.

0,201 a 0,500 – de fraca a média.

0,501 a 0,700 – de média a forte.

0,701 a 0,900 – de forte a muito forte.

0,901 a 1,000 – de muito forte a absoluta.

Analisando-se os cálculos feitos para os municípios de Estância, Itaporanga D`Ajuda e Salgado, e para a sub-bacia, verifica-se a grande concentração da terra com valores superiores a 0,701 em todos os municípios nos dois censos analisados. Por isso eles podem ser classificados de forte a muito forte, sendo que Itaporanga D`Ajuda, em 1995, possuía índice de 0,907, classificada de muito forte a absoluta. Este índice caiu para 0,884 no censo seguinte, porém ainda muito elevado e continuando a ser o mais alto dos três municípios (Tabela 10).

Tabela 10 - Índice de Gini dos municípios e da sub-bacia do rio Fundo: 1995 e 2005.

Municípios	Índice de Gini	
	1995	2005
Estância	0,813	0,831
Itaporanga D`Ajuda	0,907	0,884
Salgado	0,763	0,799
Municípios da sub-bacia do rio Fundo	0,839	0,844

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários, 1995 e 2005.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Quanto à evolução percentual do número e da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área nos municípios da sub-bacia do rio Fundo, no período de análise (1995/2005) houve redução em todos os grupos de áreas, tanto no número de estabelecimentos quanto na área em hectares. O soma do número total de estabelecimentos que era de 6.186 em 1995 nos três municípios da sub-bacia, passou para 5.596 em 2005, ou seja, houve uma redução de 9,54%. Enquanto isso a soma das áreas totais dos estabelecimentos que era de 86.389 hectares em 1995, passou para 72.376 hectares no Censo seguinte, portanto, menos 16,22% (tabela 11)

Tabela 11 - Evolução percentual do número e da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área nos municípios da sub-bacia do rio Fundo (1995-2005).

Grupos de Área (ha)	Estabelecimentos (%)				Taxa de Crescimento 1995 - 2005 (%)	
	1995		2005		Nº	Área
	Nº	Área	Nº	Área		
0 – 1	34,04	1,36	37,29	1,53	-0,90	-5,46
1 – 2	16,28	1,71	16,37	1,81	-9,03	-11,06
2 – 5	19,12	4,54	18,50	4,70	-12,51	-13,28
5 – 10	14,37	7,03	12,96	7,13	-18,45	-15,10
10 – 20	6,84	6,63	5,84	6,25	-22,69	-21,07
20 – 50	4,56	10,61	4,31	10,16	-14,53	-19,82
50 – 100	2,31	11,76	2,39	12,89	-6,29	-8,14
100 – 200	1,35	13,59	1,39	14,75	-7,14	-9,37
200 – 500	0,85	18,73	0,70	16,18	-25,00	-27,87
500 – a mais	0,28	24,04	0,25	24,60	-17,65	-34,48

Fonte: IBGE. Censos Agropecuários, 1995 e 2005.

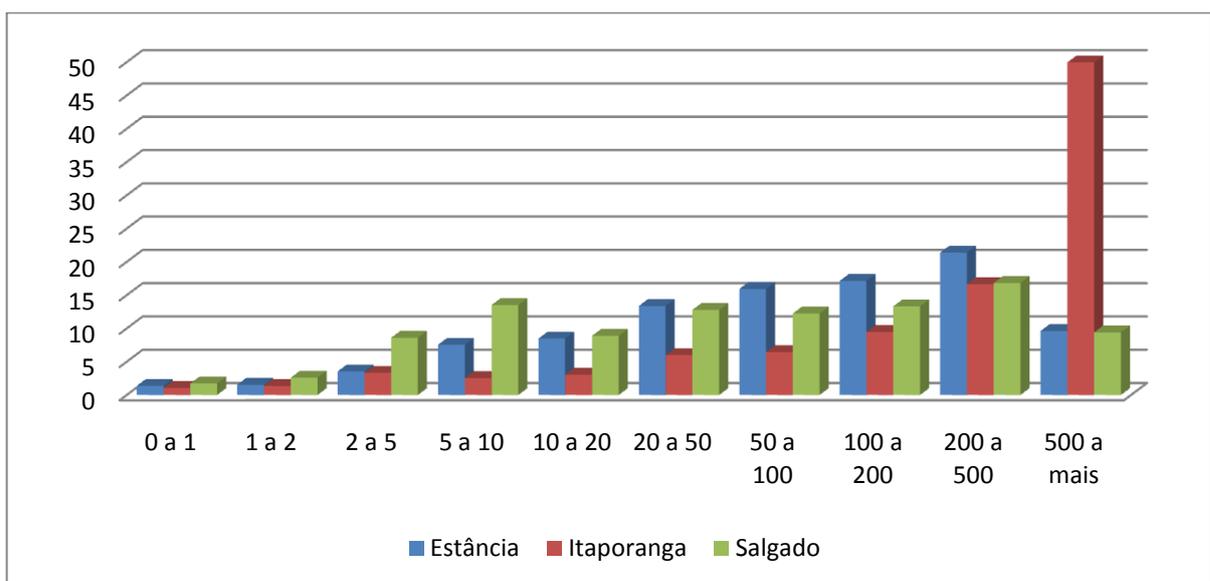
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

As maiores reduções ficam por conta dos estabelecimentos com 200 hectares em diante. O caso mais extremado foi a redução do grupo com 500 hectares a mais que chegou a menos 34,48%. As maiores reduções, portanto, ocorreram nas classes dos grandes estabelecimentos dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo. Isso pode ser explicado pela repartição da terra por herança ou por loteamentos.

Por outro lado, a menor redução está no número de estabelecimentos do grupo de 0-1 (ha), puxado, principalmente, por Estância que de 945 estabelecimentos reduziu para 538; uma variação negativa de 43,07 indicando maior concentração da terra no período. Enquanto isso, Salgado saltou de 579 para 730 (26,08% positivo) e Itaporanga D`Ajuda, de 582 pulou para 819; um aumento de 40,72%. O aumento do número de estabelecimentos nessa classe, porém, não indica necessariamente a democratização do acesso à mesma, pois isso pode ser interpretado pelo seu esfacelamento.

A estrutura fundiária segue o padrão histórico de concentração da terra imposto pelo colonizador, perpetuando-se pela concentração da renda. Analisando-se a participação percentual da área (ha) dos estabelecimentos, por grupo de área dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo no censo de 1995, percebe-se que Itaporanga D`Ajuda apresentava as maiores concentrações na classe de 500 hectares a mais, chegando a quase 50% da área do município, confirmando, assim, o seu índice de Gini (0,907) naquele ano (Figura 35).

Figura 35 - Participação percentual da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área dos municípios – 1995.



Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 1995.

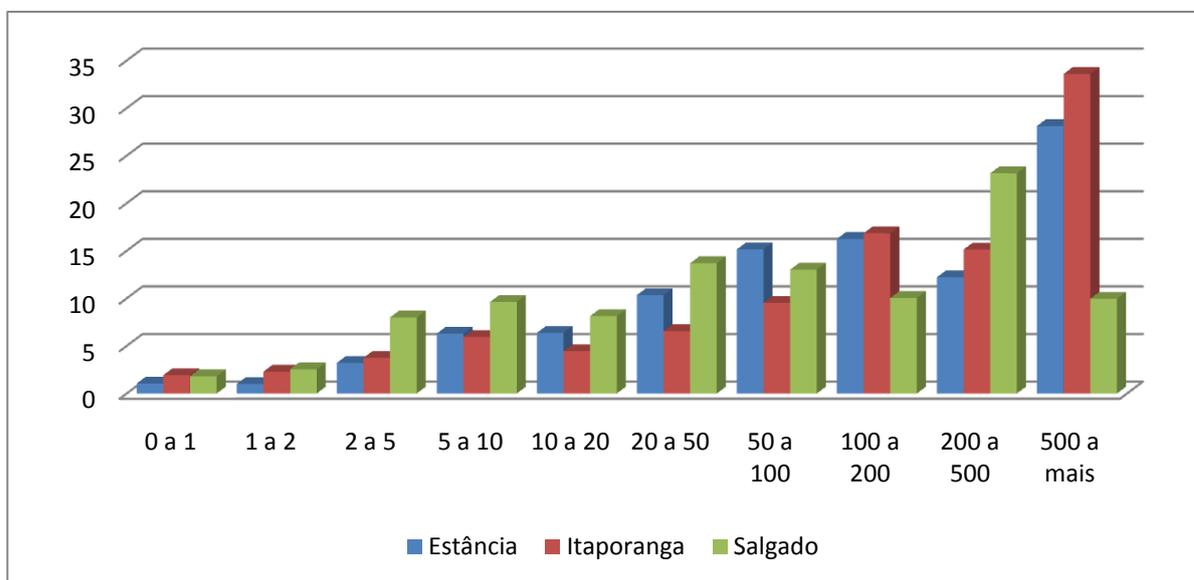
Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Na análise do gráfico sobre a participação percentual da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo no censo de 2005 verifica-se pequenas mudanças estruturais. A concentração da terra em Itaporanga D`Ajuda sofreu uma pequena variação negativa, porém continua sendo altamente concentradora com mais de 33% das terras na classe de 500 a mais.

Estância aparece com rápido crescimento na concentração da terra chegando a 28,12% contra 9,62% do censo anterior e isso se reflete na redução do número de estabelecimentos entre 0 a 20 hectares que caiu de 22,49% para 17,92% entre os dois períodos analisados.

Salgado é o município com a melhor distribuição das terras entre os municípios analisados. Apesar disso, assim como os demais, apresenta grande concentração de terras nos dois censos observados, sendo notória a variação na classe de 200 a 500 hectares saltando de 16,83% para 23,15%. Por outro lado é o que apresenta maiores percentuais entre as classes de 0 a 50 (ha). As grandes propriedades superiores a 500 hectares, permaneceram com índices inferiores a 10% (Figura 36).

Figura 36 - Participação percentual da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área dos municípios – 2005.



Fonte: IBGE. Censo Agropecuário, 2005.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

A tabela 12, referente à participação percentual acumulada da área dos estabelecimentos por grupo de área da sub-bacia do rio Fundo entre os censos de 1995 e 2005 e que foi utilizada para os cálculos do índice de Gini, demonstra que os percentuais de

distribuição das terras não sofreram grandes alterações, ou seja, mantiveram a estrutura altamente concentradora.

Tabela 12 – Participação percentual acumulado da área (ha) dos estabelecimentos por grupo de área da sub-bacia do rio Fundo 1995 e 2005.

Grupos de Área (ha)	Estabelecimentos (%)			
	1995	Acumulado	2005	Acumulado
0 – 1	1,35	1,35	1,52	1,52
1 – 2	1,70	3,05	1,81	3,33
2 – 5	4,54	7,59	4,70	8,03
5 – 10	7,03	14,62	7,12	15,15
10 – 20	6,67	21,29	6,42	21,57
20 – 50	10,61	31,90	10,15	31,72
50 – 100	11,75	43,65	12,88	44,60
100 – 200	13,59	57,24	14,70	59,30
200 – 500	18,73	75,97	16,12	75,42
500 – a mais	24,03	100,00	24,58	100,00

Fonte: IBGE, Censos Agropecuários, 1995 - 2005.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

6.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A ocupação das terras sergipanas é antiga, o que contribuiu para o avançado processo de degradação ambiental hoje verificado. Sua ocupação econômica nem sempre se deu de forma racional. O processo de colonização introduzido pelos ibéricos foi o de exploração em que a terra era concentrada. A monocultura e o trabalho escravo implantados visavam atender às necessidades do mercado externo. O objetivo inicial do colonizador, em grande parte, era o de enriquecer e, quando possível, retornar para a Europa; assim, não dava importância à conservação dos elementos naturais.

A forma como o homem se comporta diante daquilo que a natureza lhe oferece, é contraditória, pois o jeito predatório com que se utiliza de tais recursos, milita contra ele próprio tornando-o o maior predador do meio ambiente.

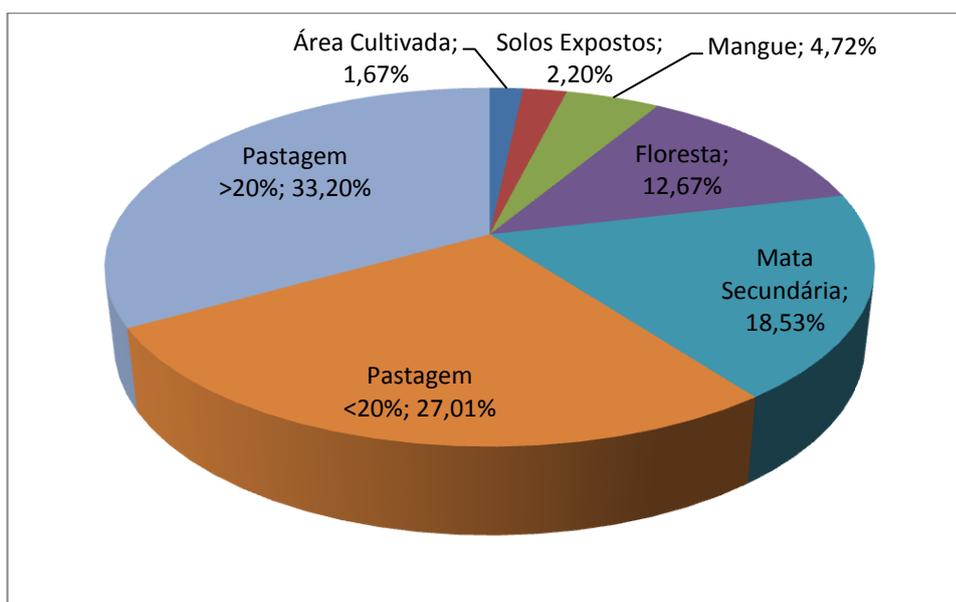
Segundo Hidalgo (1985, *apud* BELTRAME 1990, p. 4):

A colonização *ibérica* (portuguesa e espanhola) é caracterizada pela apropriação dos recursos naturais, em troca da devastação e destruição da natureza originalmente existente, desrespeitando princípios de conservação do solo, da água ou da vegetação.

O princípio de conservação aqui defendido não é o da natureza intocada, mas o de aproveitar, de forma racional, seus recursos disponíveis dentro dos limites impostos pelas suas potencialidades e pelo equilíbrio ambiental, garantindo o desenvolvimento sócio-econômico da geração presente e das futuras.

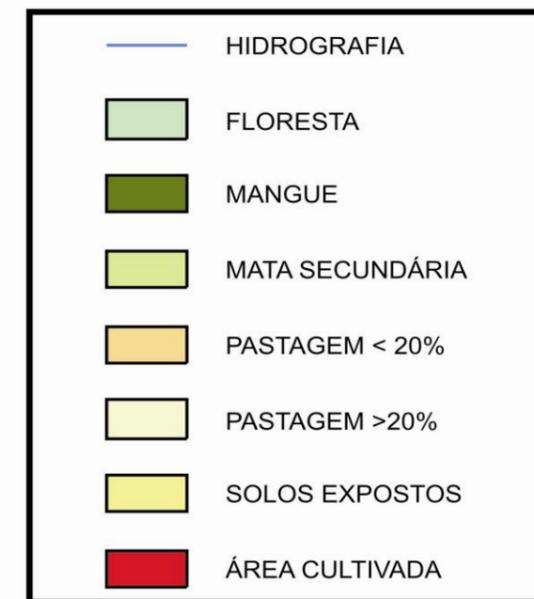
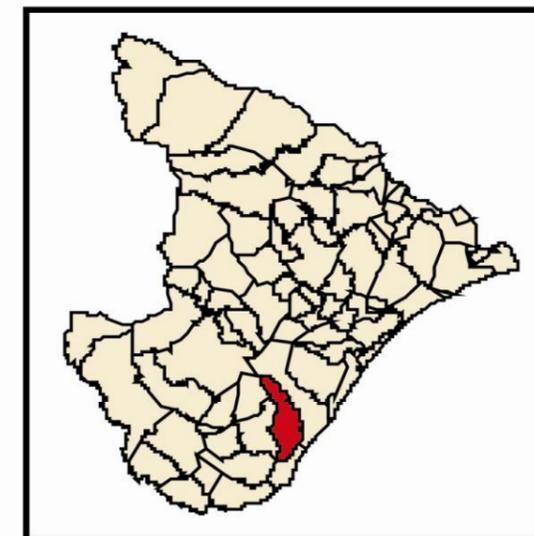
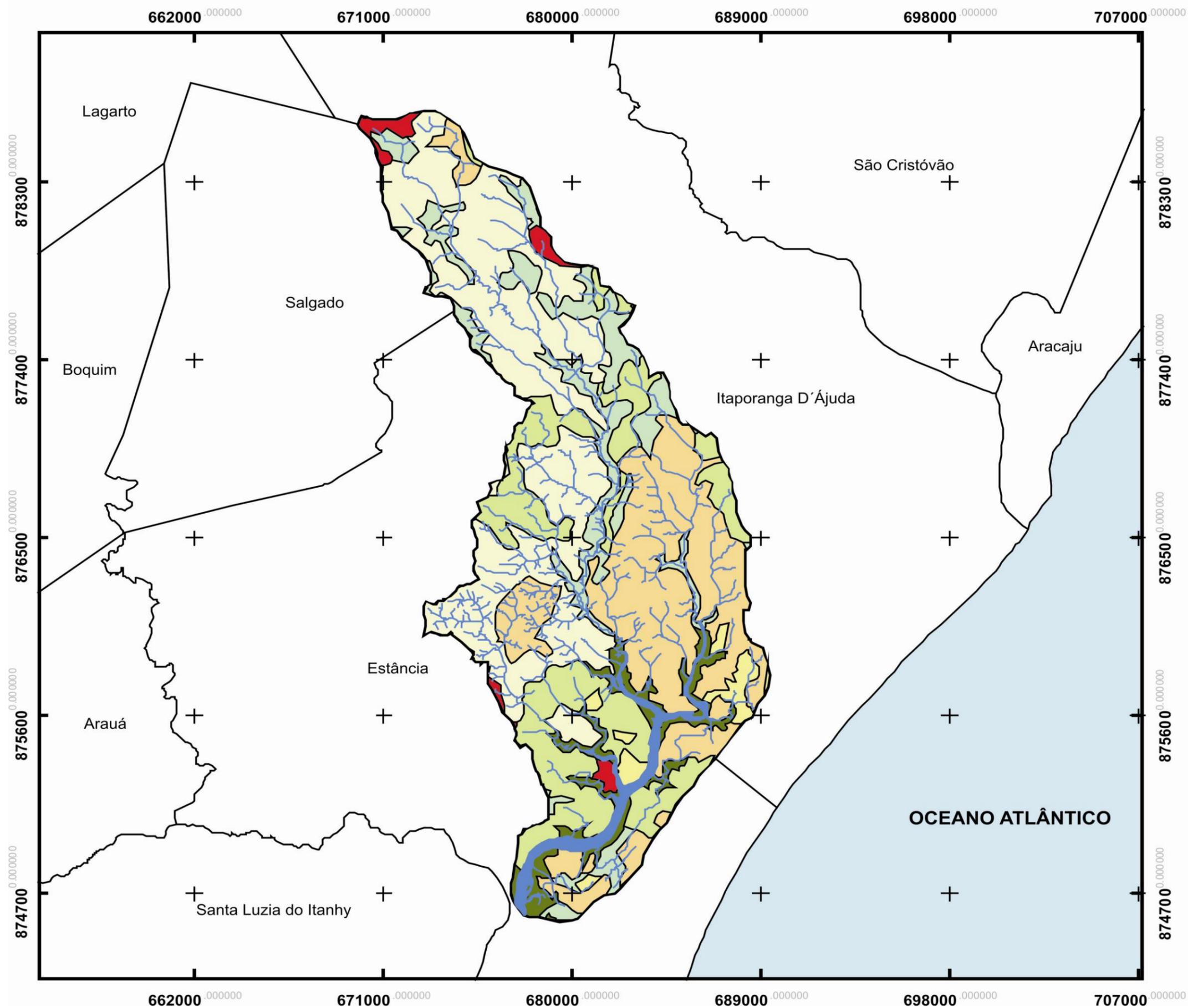
A importância da sub-bacia do rio Fundo no contexto regional é múltipla. Essa sub-bacia, de apenas 354,22 km², abastece a população da cidade de Itaporanga D`Ajuda e à demanda de muitos povoados e assentamentos/colônias instalados ao longo da sub-bacia, tanto para uso humano quanto para a dessedentação de animais, agricultura, silvicultura, lazer, carcinicultura e pesca. Além disso, atende a importantes fábricas do município de Estância como a cervejaria Águas Claras (AmBev) e a CROWN Embalagens S/A, fabricante de latinhas de alumínio. A grande importância da sub-bacia, portanto, dá-se pela intensidade do uso das águas e do solo (Figuras 37 e 38).

Figura 37 - Principais usos dos solos, em valores percentuais, na sub-bacia do rio Fundo.



Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

RIO FUNDO - USO DO SOLO



FONTE: Atlas Digital do Estado de Sergipe. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.
ELABORAÇÃO: Judson Augusto Oliveira Malta, 2009.

6.3 UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA

Em todo o planeta existe grande pressão socioeconômica sobre os solos, o que exige que qualquer planejamento de seu uso seja feito em função de suas qualidades e características para atender à demanda produtiva imposta e/ou a ocupação de qualquer espaço geográfico pela sociedade, e que isso não venha a comprometer as gerações atuais e futuras.

O uso incorreto dos solos pela prática agrícola pode expô-los aos processos erosivos, levando-os a uma perda substancial a partir da sua nudez. De acordo com Ross (2008, p. 228) pesquisas do Instituto Agronômico de Campinas (SP) indicam erosão do solo de até 21 t/ha/ano (10 mil m²) em solos arenosos e de até 16 t/ha/ano em solos argilosos; este último é dominante na sub-bacia do rio Fundo. Esse mesmo Instituto de Pesquisa verificou que a perda de solo por erosão para mata natural é de 0,04 t/ha/ano e de 0,4 t/ha/ano para a pastagem, que é de uso dominante na sub-bacia.

A EMBRAPA Meio Ambiente calcula a perda de solo por erosão, por hectare das principais atividades agrícolas que podem ser encontradas na sub-bacia do rio Fundo, como: feijão 38,1 t/ha/ano; laranja 0,9 t/ha/ano; mandioca 33,9 t/ha/ano; milho 12 t/ha/ano; pastagens 0,4 t/ha/ano; reflorestamento 0,9 t/ha/ano.

Como forma de mitigar o processo erosivo do solo, o Grupo Maratá desenvolve no alto curso do rio Fundo, em uma de suas propriedades, o cultivo de forrageiras entre as ruas de suas plantações de laranja. Esse mesmo cuidado, porém, não é uma prática percebida entre outros produtores na sub-bacia (Figura 39).

A observação das tabelas 13 e 14 referentes à utilização da terra nos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo, nos permitem fazer uma análise evolutiva em valores percentuais dos seus usos no período de 1995 e 2005, a partir dos Censos Agropecuários levantados pelo IBGE, no que se refere às lavouras permanentes, temporárias e temporárias em descanso; pastagens naturais e plantadas; matas e florestas naturais e plantadas; e terras não utilizadas.

A tabela 15 trata da variação, em valores percentuais, da utilização da terra na área de estudo, entre o período de 1995-2005. Apesar do pequeno crescimento em Salgado na análise desta tabela, verifica-se a redução média de 16,22% da área total nos três municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo, o que reflete nas áreas destinadas a todos os usos da terra.

Tabela 13 - Utilização da terra na sub-bacia do rio Fundo (1995)

Municípios e sub-bacia	Área total (ha)	Utilização da Terra (%)							Terras não utilizadas
		Lavouras			Pastagens		Matas e Florestas		
		Permanentes	Temporárias	Temporárias em descanso	Naturais	Plantadas	Naturais	Plantadas	
Estância	37.050	23,04	2,81	1,21	27,57	19,22	16,82	0,35	5,57
Itaporanga D`Ajuda	30.960	15,96	2,15	2,45	26,17	39,75	8,86	0,08	2,90
Salgado	18.379	30,86	4,66	2,17	26,69	12,40	9,68	1,43	7,82
Municípios da bacia	86.389	22,17	2,96	1,86	26,88	25,13	12,45	0,48	5,07

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 1995.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Tabela 14 - Utilização da terra na sub-bacia do rio Fundo (2005)

Municípios e sub-bacia	Área total (ha)	Utilização da Terra (%)							Terras não utilizadas
		Lavouras			Pastagens		Matas e Florestas		
		Permanentes	Temporárias	Temporárias em descanso	Naturais	Plantadas	Naturais	Plantadas	
Estância	30.731	22,87	3,33	1,93	22,33	30,84	5,95	2,96	4,75
Itaporanga D`Ajuda	21.547	13,83	6,85	1,74	40,78	17,52	11,31	2,59	5,36
Salgado	20.098	23,99	4,69	1,02	34,07	22,00	11,51	0,23	2,49
Municípios da bacia	72.376	22,61	4,76	1,62	31,08	24,42	9,09	2,10	4,08

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 2005.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Tabela 15 - Variação da utilização da terra na sub-bacia do rio Fundo (1995 - 2005)

Municípios e sub-bacia	Variação da área total (%)	Utilização da Terra (%)							Terras não utilizadas
		Lavouras			Pastagens		Matas e Florestas		
		Permanentes	Temporárias	Temporárias em descanso	Naturais	Plantadas	Naturais	Plantadas	
Estância	-17,06	0,34	-1,54	32,29	-32,79	33,08	-70,66	596,18	-28,61
Itaporanga D`Ajuda	-30,40	-39,72	121,62	-49,47	8,41	-69,31	-11,18	2.140,00	28,33
Salgado	9,35	-14,97	10,15	-49,12	39,56	93,99	30,05	-81,75	-65,11
Municípios da bacia	-16,22	-14,54	34,34	-26,55	-3,13	-18,57	-38,82	262,77	-28,90

Fonte: IBGE - Censo Agropecuário, 1995 e 2005.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

Figura 39 - Cultivo de laranja com uso de forrageira entre as ruas para proteção do solo.



Foto: José Ailton Castro Fontes (8786,348 e 671,755 UTM).

As lavouras permanentes e temporárias correspondiam em 2005, no estado, a 17,93% da área total contrastando com os 26,99% da sub-bacia do rio Fundo. Nas lavouras permanentes se verificou redução média das áreas nos municípios em 14,54%. Em Salgado houve redução de 14,97% da área destinada a esse fim. Em 1995, 30,86% das terras desse município eram destinadas à prática das lavouras permanentes, índice que caiu para 23,99% em 2005. Itaporanga D`Ajuda teve maior queda: 39,72%, pois em 1995, 4.944ha eram destinados a esse fim, em 2005 a área foi reduzida para 2.980ha. Estância, entretanto, teve um pequeno crescimento de 0,34%.

Quanto às lavouras temporárias, percebeu-se pequena variação negativa para o município de Estância: -1,54%. Itaporanga D`Ajuda, porém teve um crescimento da ordem de 121,62% no mesmo período, enquanto que Salgado teve apenas 10,15%. As lavouras temporárias em descanso tiveram crescimento apenas em Estância (32,29%); Salgado e Itaporanga D`Ajuda tiveram suas áreas reduzidas em 49,12% e 49,47% respectivamente.

O maior percentual das terras da sub-bacia, assim como as de Sergipe, é ocupado pela pastagem. O estado tinha em 2005, 63,71% de suas terras ocupadas por pastagens naturais ou plantadas, contra 55,50% na área de estudo. Em todos os municípios os índices são superiores a 50%. Itaporanga D`Ajuda se destaca com 58,30% de sua área destinada a esta ocupação. Entretanto, Salgado teve, no período, o maior crescimento da área destinada a este fim com uma taxa superior a 143%.

As maiores mudanças em termos percentuais foram verificadas quanto às matas e florestas. Aquelas enquadradas como naturais tiveram uma redução de 64,63% no município de Estância, enquanto isso, as plantadas cresceram 846% no mesmo período. Em Salgado a taxa foi de 437,5%, enquanto que em Itaporanga D`Ajuda o crescimento das matas plantadas foi de 3.237,5%.

O crescimento das matas plantadas ocorreu em parte com a redução das florestas naturais (-38,82% em média). A silvicultura foi a grande responsável por esta substituição, a participação da sub-bacia nesse tipo de empreendimento corresponde a 11,23% do total estadual. A madeira extraída dessa atividade ora é exportada, ora é utilizada pela indústria de celulose no Distrito Industrial de Itaporanga D`Ajuda, ou então é simplesmente utilizada como lenha para fabricar carvão vegetal, para ser usada em cercas ou outros usos. A taxa média de crescimento das matas plantadas na sub-bacia foi de 262,77%. Estância cresceu 596,18% e Itaporanga D`Ajuda 2.140,00%, enquanto que a média estadual teve 1.556,43% de suas áreas ocupadas por esta atividade.

Salgado foi o único município que teve aumento das florestas naturais (30,05%) ao mesmo tempo em que teve redução das áreas plantadas. Um projeto desenvolvido pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de replantar árvores nas cabeceiras dos rios contribuiu para este resultado positivo.

As terras não utilizadas tiveram crescimento negativo médio, no período analisado, de 28,90%. Apenas em Itaporanga D`Ajuda registrou-se aumento de 28,33%. A redução de 65,11% em Salgado está relacionada aos projetos de assentamentos rurais, enquanto que em Estância, além de assentamentos a redução de 28,61% também está relacionada à ocupação de áreas tradicionalmente não aproveitadas, como as regiões de mangues para a carcinicultura.

A região em questão é de antiga ocupação e a utilização da terra nos estabelecimentos agrícolas, ao longo da sub-bacia, muitas vezes deu-se de forma inadequada. Parte das terras é utilizada com cultivos industriais como a citricultura (alto curso) e a

cocoicultura (médio e baixo cursos), dois dos principais produtos agrícolas em Sergipe, sendo comum a produção do coco-da-baía em consórcio com a pastagem. A silvicultura é praticada no baixo curso e a avicultura em vários pontos da sub-bacia. Além disso, ocorre ainda os cultivos de subsistência e o tradicional extrativismo da mangaba em Estância e em Itaporanga D`Ajuda. Entretanto, a ocorrência de pastagem é dominante por toda a sub-bacia, embora a presença de animais no pasto não seja algo tão facilmente perceptível (Figura 40).

Figura 40 - Utilização das terras no baixo curso da sub-bacia do rio Fundo.

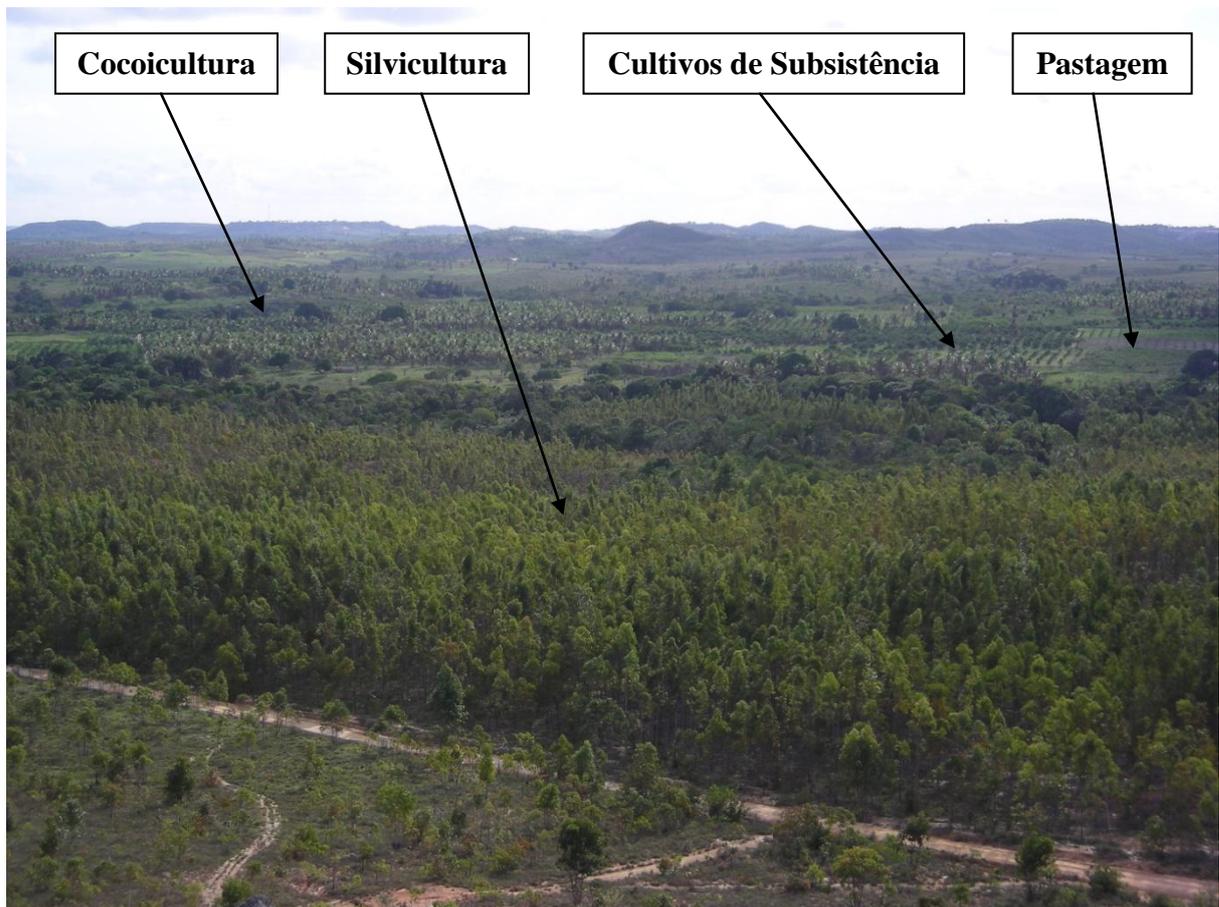


Foto: José Ailton Castro Fontes. (8763,572 e 681,254 UTM).

Entre as culturas permanentes da sub-bacia, o grande destaque em números percentuais é o **mamão** (*Carica papaya*) que corresponde a 25,76% da produção estadual, ocupando 28,57% da área e com produtividade de 32 t/ha. A **manga** (*Mangifera indica*) é outro produto de destaque, pois ocupa 12,45% da área da sub-bacia e produção correspondente a 13,53% da estadual com produtividade de 25,67 t/ha. A cultura da **banana** (*Musa spp.*) abrange 5,50% da área com produção equivalente a 4,19% da estadual e produtividade de 11,46 t/ha (Tabela 16).

Nesta pesquisa ganharam destaque o coco-da-baía, o maracujá e, principalmente, a laranja, pela sua importância socioeconômica e por serem cultivos tradicionais.

A **laranja** (*Citrus Aurantium*) é uma fruta rica em tiamina, riboflavina e ácido ascórbico, pertence a família das Rutáceas. De maneira geral, as plantas cítricas (notadamente a laranja), são pouco exigentes em relação aos solos, adaptando-se às condições quase extremas em relação às propriedades físico-químicas dos mesmos. Desenvolvem-se bem nos solos arenosos como nos sílico-argilosos, argilo-silicosos e até mesmo nos fracamente argilosos, porém progridem melhor nos solos sílicos-argilosos, profundos, de teor médio de matéria orgânica e dispendo de suficiente riqueza mineral.

Tabela 16 - Culturas permanentes em Sergipe e na sub-bacia do rio Fundo – 2007.

Culturas	SERGIPE		SUB-BACIA	
	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)
Coco-da-baía*	39.576	129.457*	8.430	20.501*
Laranja	54.697	764.110	8.514	102.687
Mamão	343	12.173	98	3.136
Manga	1.172	27.681	146	3.748
Banana	4.267	64.210	235	2.694
Maracujá	4.330	44.782	431	3.771
TOTAL**	64.809	912.956	9.424	116.036

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2007.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

* Produção em mil frutos.

** Total da área (ha) e total da produção (t), excetuando-se o coco-da-baía.

A cultura de citros é um alvo constante de inúmeras pragas e doenças, que encontrando condições favoráveis ao seu desenvolvimento são capazes de causar danos irreversíveis. A quantidade e a qualidade das frutas cítricas são frequentemente ameaçadas devido aos danos deixados na planta, que dependendo da intensidade do ataque, pode torná-la improdutiva ou levar à sua erradicação. Em Sergipe, as doenças mais comuns são a Gomose e a Ortézia.

- **Gomose** – é a mais importante doença fúngica do Brasil. Ocorre em sementes, sementeiras, folhas, brotos novos, frutos, tronco e raízes. Os fungos agentes causais dessa doença são *Phytophthora parasitica* e *Phytophthora citrophthora*. Das várias manifestações da doença a podridão do pé, na base do tronco, e as podridões de raízes e radículas são as mais

comuns. As lesões de tronco, ramos e raízes exsudam goma (gomose). Essas lesões afetam somente tecidos da parte externa (câmbio ou floema), interrompendo o fluxo descendente de seiva. O desenvolvimento da doença sem o seu devido controle pode levar a um definhamento progressivo da planta e sua eventual morte.

- **Ortézia** – doença provocada pela *Orthezia praelonga*, inseto que suga a seiva da planta ao tempo em que introduz toxinas, provocando a desfolha, enfraquecimento da árvore e queda dos frutos (mais de 50%). Os que sobram são comercialmente pouco valorizados. Também pode prejudicar a planta com uma camada de fungo preto (*Capnodium sp.*) que encobre suas partes verdes, dificultando a fotossíntese e enfraquecendo a árvore.

A história da citricultura em Sergipe começa na década de 1920 quando da chegada das primeiras mudas de laranja “baía”, no Centro-Sul do estado, principalmente em Boquim, cultivadas inicialmente em consórcio com o coco-da-baía. Naquela época as atividades agrícolas predominantes na região eram a pecuária e o algodão.

O cultivo desenvolve-se notadamente a partir da década de 1960 com um incremento de 300% da área cultivada e a sua disseminação para outros municípios do Centro-Sul do estado. Hoje, as principais espécies mais cultivadas na região são pêra e baía, com 75% e 20% do total, respectivamente.

A expansão da citricultura sergipana entre as décadas de 1970 e 1980 deveu-se, fundamentalmente, à introdução do suco de laranja brasileiro nos mercados dos Estados Unidos e Europa. Por conta disso, o preço da fruta no mercado interno aumentou, pois passou a ser cotado no mercado mundial como uma *commodity*.

Nas décadas seguintes Sergipe chegou a ser o segundo produtor brasileiro de laranja, superado apenas pelo estado de São Paulo. Hoje o estado da Bahia supera nossa produção, como resultado da expansão dos citricultores sergipanos para as terras mais baratas ao Norte daquele estado.

Apesar disso, a produção sergipana ainda é exportada para os estados de Pernambuco, Ceará, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte, principalmente. A produção é voltada, essencialmente, para o consumo *in natura*. Uma pequena parte é aproveitada pelas indústrias beneficiadoras instaladas na cidade de Estância: a TROP-FRUIT e a MARATÁ Sucos. Entretanto, nos últimos anos a atividade entrou em crise por diversos fatores: solos rasos e com baixa capacidade de retenção de água, limitando o sistema radicular da planta gerando plantas de baixa longevidade e produtividade; período pouco chuvoso de quatro a

cinco meses por ano; compactação do solo pela mecanização; falta de políticas públicas de incentivo à melhoria da produtividade.

A zona citrícola de Sergipe compreende, principalmente, os municípios do Centro-Sul do estado. Somente os três municípios integrantes da sub-bacia do rio Fundo concentram 13,43% da produção de laranja, em uma área de 15,56% das suas terras destinadas a este fim. A produtividade média dos municípios da sub-bacia (12,06 t/ha) é inferior à média do estado que é de 13,96 t/ha.

Entre os municípios citricultores do Centro-Sul do estado existe uma grande cadeia produtiva de grande importância para a economia de Sergipe pela área ocupada, pela geração de emprego e divisas.

Inicialmente o plantio da laranja dava-se de forma consorciada com o fumo, pois este fixa o nitrogênio ao solo; além disso, a adubação feita para o plantio do fumo também servia para o cultivo da laranja. Hoje se verifica o seu plantio em consórcio com leguminosas para melhorar a manutenção e conservação do solo.

Por se tratar de uma área de intensa utilização agrícola, o uso de herbicidas é necessário, porém está proibido o sulfato de amônia por se entender que seu uso prolongado é prejudicial ao meio ambiente. A utilização do sulfato de potássio hoje é mais comum e indicada para a região. A pulverização, por sua vez, libera mão-de-obra na medida em que os tratamentos agrícolas com essa aplicação não requerem tanta gente, o que reduz os custos de operacionalização.

O uso de irrigação não é comum. Os poucos usuários de irrigação o fazem por conta própria, em pequena escala, com poços artesianos e pequenos barramentos próximos às nascentes de riachos, o que é proibido.

O maracujá (*Passiflora edulis Sims*): existem de 300 a 580 espécies, segundo diversos autores, distribuídas pelas regiões tropicais da Terra. No Brasil existem 150 espécies nativas, a maioria para fins ornamentais, e cerca de 60 produzindo frutos comestíveis. Porém a mais cultivada em todo o mundo e em Sergipe é o maracujá amarelo.

Devido às suas propriedades terapêuticas tem valor medicinal: as folhas e o suco contêm passiflorina, um sedativo natural; o chá preparado com as folhas tem efeito diurético, além de possuir elementos anti-inflamatórios. Possui valor ornamental devido às suas belas flores. Seu principal uso, no entanto, está para alimentação humana, pois é rico em vitamina C, cálcio e fósforo. Também possui carboidratos, vitaminas A, vitaminas do complexo B, além de ferro em excelentes percentuais.

O cultivo do maracujá desenvolve-se bem em regiões com temperatura média mensal de 20° C a 32° C e pluviosidade entre 800 a 1.700 mm/ano, bem distribuídas. Os solos areno-argilosos, profundos e bem drenados são priorizados nesse cultivo. Locais com muita chuva dificultam a polinização e o solo muito úmido pode causar doenças radiculares. Locais com secas prolongadas provocam a queda do fruto, daí sua concentração nos municípios do Centro-Sul sergipano onde as condições edafoclimáticas são mais favoráveis. Entre os municípios da sub-bacia ocupa área de 9,95% com produtividade de 8,74 t/ha e produção de 3.771 toneladas, correspondente a 8,42% da estadual.

O coco-da-baía (*Cocos nucifera*) é outro produto importante para a região. É cultivado, essencialmente, na fachada litorânea dos municípios litorâneos de Estância e Itaporanga D`Ajuda, representado 15,83% da produção estadual e ocupando 21,30% da área da sub-bacia com produtividade de 2,43 t/ha. Entretanto, nos últimos anos tem havido redução da sua área de cultivo, em função de atividades como a silvicultura, o turismo e a especulação imobiliária, com a construção de loteamentos para chácaras e sítios para veraneio, destruindo grandes extensões de plantio. Os agricultores que continuaram com a atividade tiveram redução do lucro, pela concorrência devido à importação de derivados da fruta vindos da Ásia, sendo obrigados, por isso, a diversificarem e modernizarem suas atividades.

A diversificação ocorreu com a introdução de novos produtos, na forma de consórcio, que lhes garantissem retorno econômico mais rápido, como a mandioca, o milho e o feijão dentro de uma agricultura de subsistência, embora nem sempre mais lucrativa que a pecuária.

A modernização deu-se com a introdução de novas espécies que produzissem mais rápido, auferindo ao produtor ganhos em um período mais curto. O coqueiro anão, pesquisado pela EMBRAPA por muito tempo, foi mais difundido pela sua capacidade de produzir frutos mais rapidamente que o coqueiro gigante. Vale a pena ressaltar que a EMBRAPA/SE é centro nacional de referência da pesquisa do coco-da-baía; hoje é o centro nacional de pesquisa em tabuleiros costeiros, mas que ainda prioriza a pesquisa sobre a palmácea.

Quanto às culturas temporárias o **abacaxi** (*Ananas comosus L. Merril*), produzido na região, ocupa 22,96% da área, com produtividade média de 24,22 t/ha e respondendo por 16,36% da produção do estado. Verifica-se, assim, a grande importância que vem assumindo, tornando-se uma opção viável para pequenos e médios produtores e para as indústrias de beneficiamento de frutas que tem no produto uma alternativa para o período de entressafra da

laranja. O município de Estância responde sozinho por 96,71% do total produzido na sub-bacia, enquanto que Salgado não registrou produção da planta (Tabela 17).

Outros dois produtos que ganharam nossa atenção foram o **amendoim** (*Arachis hypogaea L.*) e a **fava** (*Phaseolus lunatus L.*). O primeiro que tem seu nome derivado do tupi mandu'wi, "enterrado"; ocupa 8,76% da área da sub-bacia e produz o equivalente a 6,93% da produção estadual com produtividade média de 1,2 t/ha. A segunda ocupa área equivalente a 7,39% e produção de 8,86% do total de Sergipe que é de 0,49 t/ha. Apesar da baixíssima produtividade, tornou-se uma opção para os pequenos produtores rurais, pois é um cultivo rústico que dispensa grandes tratamentos culturais.

Tabela 17 - Culturas temporárias em Sergipe e na sub-bacia do rio Fundo – 2007.

Culturas	SERGIPE		SUB-BACIA	
	Área (ha)	Produção (t)	Área (ha)	Produção (t)
Abacaxi*	405	13.768*	93	2.253*
Mandioca	32.184	498.233	2.453	33.922
Amendoim	1.175	1.789	103	124
Fava	1.149	474	85	42
Fumo	2.133	2.731	151	193
Feijão	56.855	22.374	426	230
Milho	126.551	237.129	850	702
TOTAL**	220.047	762.730	4.068	35.213

Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2007.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

* Produção em mil frutos.

** Total da área (ha) e total da produção (t), excetuando-se o abacaxi.

O **milho** (*Zea mays L.*) e o **feijão** (*Phaseolus vulgaris, L.*), fazem parte de tradicionais cultivos de subsistência, básicos na alimentação humana da região Nordeste do Brasil, porém tem participação insignificante no conjunto das culturas temporárias. A grande concentração da terra e a priorização dada aos cultivos de produtos mais rentáveis voltados para a indústria, explicam a baixa participação deles, pois enquanto o feijão produzia o equivalente a 1,02% do total estadual, ocupando 0,74% da área da sub-bacia e com produtividade média de 0,53 t/ha, o milho ocupava 0,76% da área com produtividade média de 0,82 t/ha, representando 0,29% da produção de Sergipe. Vale ressaltar que esta região é grande produtora de aves que tem no milho um dos principais componentes da ração animal e

que devido a esse baixo percentual os produtores são obrigados a importar a ração de outros estados e até de outros países.

A mandioca (*manihot esculenta crantz*): planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das *Euforbiáceas* é bem tolerante e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo. A parte comercial mais importante da planta são as raízes tuberosas, ricas em fécula, utilizadas na alimentação humana e animal ou como matéria-prima para diversas indústrias.

Desde o período colonial com as casas de farinha, o trato com o meio ambiente sempre foi degradante. A manipueira, subproduto altamente venenoso resultante do processo de beneficiamento da mandioca, na maioria esmagadora dessas unidades produtivas, são lançadas *in natura* em rios próximos, envenenando-os, matando peixes e comprometendo a qualidade da água para uso doméstico ou industrial.

A mandioca na sub-bacia ocupa área de 7,62%, com produtividade de 13,82 t/ha e produção correspondente a 6,80% da estadual, sendo um importante cultivo de subsistência cultivado, principalmente, em pequenas e médias propriedades rurais. A farinha, a tapioca, a puba e o beiju são os produtos mais comuns advindos dessas indústrias rurais. As doenças mais comuns a essa cultura, são a mandruvá e a bacteriose.

O fumo (*nicotiata tabacum L.*): planta pertencente à família Solanaceae é cultivado, principalmente, no município de Salgado. Na sub-bacia ocupa 7,07% da área com produtividade de 1,27 t/ha e produção que corresponde a 7,06% da estadual. As principais doenças que atingem essa lavoura são: lagarta-rosca; percevejo; pulga-do-fumo e vaquinha. Em Sergipe é utilizado para fabricação de fumo de estufa e de galpão, como também o fumo de corda, assim definidos:

- **Fumo de estufa ou de galpão:** são as folhas de fumo que colhidas no ponto de maturação adequado, sofrem secagem artificial controlado em alvenaria. Este tipo de fumo é utilizado na fabricação de cigarros.
- **Fumo de corda:** obtido por processo artesanal de cura de folhas maduras de algumas variedades de fumo, realizada em pequena escala, é utilizado na fabricação de cigarros de palha: os “pacaiois”.

O contínuo crescimento demográfico exige, cada vez mais, o aumento da produção agrícola, a fim de atender às necessidades da indústria e do consumo direto da população. As terras agricultáveis com grande fertilização natural estão se tornando cada vez mais raras, pois ao longo dos séculos tem sido utilizadas para as práticas agrícolas, além do

que não se distribuïrem de forma equitativa pelo mundo. Da mesma forma, aquelas que há muito tem sido utilizadas estão se esgotando exigindo, tanto em um caso como no outro, maximizar a produção através do aumento da produtividade, com a mecanização, a introdução de técnicas mais modernas de produção e a utilização de adubos orgânicos e/ou inorgânicos, além de praguicidas (pesticidas, herbicidas, fungicidas) para proteger a lavoura.

A utilização de fertilizantes, dependendo da forma como é aplicado, contribui para a eutrofização das águas, na medida em que os nitratos e fosfatos utilizados podem ser carregados aos rios e assim promoverem um aumento exagerado de certas algas e plantas aquáticas que, no seu metabolismo de procriação, consomem muito oxigênio reduzindo o Oxigênio Dissolvido.

Para evitar a poluição da água por componentes provenientes dos fertilizantes, a adubação com fertilizantes minerais deve ser feita, observando-se uma série de medidas norteadoras, como observa Fellenberg (1980, p. 81):

- 1. é preferível uma aplicação de menores quantidades de fertilizantes, mas com maior frequência;*
- 2. enquanto as raízes das plantas não estiverem suficientemente desenvolvidas, deve-se evitar a aplicação de fertilizantes;*
- 3. a quantidade de fertilizantes deve ser sempre adequada ao tipo de solo e à quantidade de chuva; não se deve proceder simplesmente a uma aplicação seguindo esquemas pré-fixados;*
- 4. a capacidade de retenção de água e força de absorção do solo devem ser mantidas constantes, com a aplicação de materiais adequados (húmus) e, se necessário, melhoradas;*
- 5. locais muito inclinados e facilmente afetados pela erosão não deveriam ser utilizados para fins agrícolas;*
- 6. deve ser sempre evitado o excesso de aplicação de fertilizantes.*

À medida que os cultivos agrícolas se expandem, transformando a área produtora em monocultura, torna-a sujeita às pragas e doenças das mais diversas. Para controlá-las e garantir a produção, aplica-se, em todo o mundo, o uso de compostos químicos (praguicidas) protegendo as plantas contra insetos, fungos e ervas daninhas.

A aplicação desses compostos é bastante controversa, pois sob o pretexto de proteger as culturas contra as pragas, alguns agricultores tem se utilizado desse recurso.

Muitas vezes, porém, a quantidade aplicada não é a ideal, quando aplicada aquém da adequada pode provocar uma resistência maior das pragas a tais venenos exigindo, futuramente, quantidades cada vez maiores do praguicida. Entretanto, a aplicação pode ser bem acima do necessário, contaminando, assim, os alimentos que serão consumidos pela população além do solo e mananciais. Além disso, muitos trabalhadores rurais aplicam esses praguicidas sem o devido uso dos Equipamentos de Proteção Individual (E.P.I.), o que os expõem aos riscos de envenenamento (Figura 41).

Figura 41 - Pequeno proprietário aplicando inseticida em cultivo de subsistência sem a devida utilização de Equipamento de Proteção Individual – E.P.I.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8782,376 e 671,100 UTM).

A contaminação do solo pode contribuir para a contaminação do lençol freático e das plantas em cultivos futuros. As possibilidades de contaminação das águas, por sua vez, podem ocorrer de várias maneiras (FELLENBERG 1980, p. 82):

1. *os praguicidas empregados na forma de aerossóis ou hidrossóis são propagados por ação dos ventos;*

2. despejo de restos de soluções de praguicidas;
3. limpeza dos recipientes e utensílios utilizados na aplicação;
4. contaminação do solo com o material aplicado nas plantas;
5. remoção dos praguicidas do solo por ação das chuvas (contaminação superficial);
6. arraste a rios e lagos pelas águas pluviais (existe a contaminação das águas das chuvas com praguicidas).

6.4 PECUÁRIA

“Antes do sergipano ser agricultor foi pastor.”
Felisbello Freire (1995)

A frase do grande historiador sergipano Felisbello Freire sintetiza boa parte da condição de uso da terra de Sergipe do período colonial aos dias de hoje. Em 1995 o total das terras destinadas à pastagens naturais e plantadas era de 67,76%, enquanto que para as lavouras (permanentes, temporárias e em descanso) era de 17,93%. Já em 2005 houve uma pequena redução da área destinada às pastagens para um total de 63,71% e um aumento das lavouras para 21,44%.

Nos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo essa realidade não é diferente, posto que em 1995 o percentual destinado para as pastagens era de 52,01% aumentando para 55,50% em 2005. As áreas destinadas para as lavouras reduziram de 26,99% para 19,47% no mesmo período. Ao mesmo tempo, as áreas destinadas para as matas e florestas naturais que eram de 12,45% em 1995 caíram para 9,09% em 2005, fato que coincide com o aumento das matas e florestas plantadas que subiu de 0,48% para 2,10% em 10 anos.

Apesar dessas variações, ainda é fato que em Sergipe predominam as pastagens em detrimento das lavouras, estas, quando suas áreas crescem, normalmente ocorrem via incentivo de políticas públicas para produtos voltados para exportação, a exemplo de projetos como o Platô de Neópolis, configurando Sergipe como importador de gêneros agrícolas.

Contudo, os resultados das viagens de campo realizadas na construção deste trabalho, bem como os dados censitários, demonstram que os municípios de Estância, Salgado e Itaporanga D`Ajuda possuem apenas 6,81% do tradicional rebanho bovino do estado. Nos 40.179 ha destinados às pastagens nos três municípios havia apenas 61.297 cabeças de gado

bovino, ou seja, baixa ocupação do pasto com apenas 1,52 cabeça/ha. Levando-se em conta todos os outros animais (exceto aves), tem-se então um total de 80.857 cabeças com densidade de 2,01 cabeças/ha, ainda assim uma baixa ocupação (Tabela 18).

O grande destaque, porém, em termos percentuais, fica por conta dos muares com 11,29% do rebanho estadual. Estes animais, normalmente híbridos, ainda são muito utilizados para o transporte de cargas entre os pequenos agricultores locais pela sua força e robustez. Os suínos também se destacam com 9,73% do plantel do estado. Por serem animais pouco exigentes quanto à disponibilidade de espaço e a variedade de comida, acabam por se tornar uma opção econômica viável para os pequenos proprietários.

As aves, principalmente galináceos para postura e corte, tornaram-se importantes com as crises econômicas que assolaram o país nas décadas de 1980 e 1990 e que hoje, não obstante à estabilidade econômica, configuram-se como importante fonte de proteína animal, principalmente, para as populações de baixa renda de Sergipe e de outros estados para onde são exportadas; daí o seu grande número absoluto, apesar dos constantes problemas dos avicultores na obtenção de ração à base de milho e soja, principais alimentos para as aves e que Sergipe não produz em quantidade suficiente para atender à demanda interna. Os municípios da sub-bacia respondem por 11,55% da produção estadual, sendo que o município de Itaporanga D`Ajuda é o grande destaque, respondendo por 61% desse total.

Tabela 18 - Efetivo do rebanho em Sergipe, nos municípios da sub-bacia e percentual correspondente – 2007.

Tipo de Rebanho	Efetivo do Rebanho (cabeças)		% Correspondente ao estado
	SERGIPE	SUB-BACIA	
Muar	10.942	1.236	11,29
Suíno	80.144	7.799	9,73
Bovino	899.298	61.297	6,81
Equino	54.789	3.173	5,79
Ovino	133.385	6.771	5,07
Caprino	15.250	416	2,72
Asinino	8.930	165	1,84
Aves*	5.417.880	625.939	11,55
TOTAL	6.620.618	706.796	10,67

Fonte: IBGE, Censo Agropecuário 2006.

Elaboração: José Ailton Castro Fontes.

*Galos, galinhas, frangos, frangas, pintos e codornas.

A pecuária sergipana como um todo tem sido melhorada com o emprego de vacinas, controle de doenças e pragas, seleção de animais e no trato da alimentação animal com rações mais balanceadas. Vale a pena ressaltar que a modernização da atividade pecuarista permite a diversificação dessa prática com a criação de outros animais para fins comerciais, como o exemplo mais recentemente da carcinicultura no baixo curso do rio Fundo.

A pecuária, de um modo geral, contribui com o despejo de uma grande quantidade de detritos orgânicos de origem animal no meio ambiente. Estes ultrapassam, frequentemente em quantidade, os detritos humanos. Em toda sub-bacia encontramos áreas com animais no pasto que contribuem também para a poluição das suas águas quando do arraste de detritos com as águas pluviais em terrenos com inclinação superior a 20°, ou muito próximas aos rios, ou ainda caso ocorra a infiltração no solo contaminando o lençol freático (Figuras 42 e 43).

Figura 42 - Pecuária extensiva, com terracetes ao fundo, às margens da BR-101, que corta a sub-bacia.

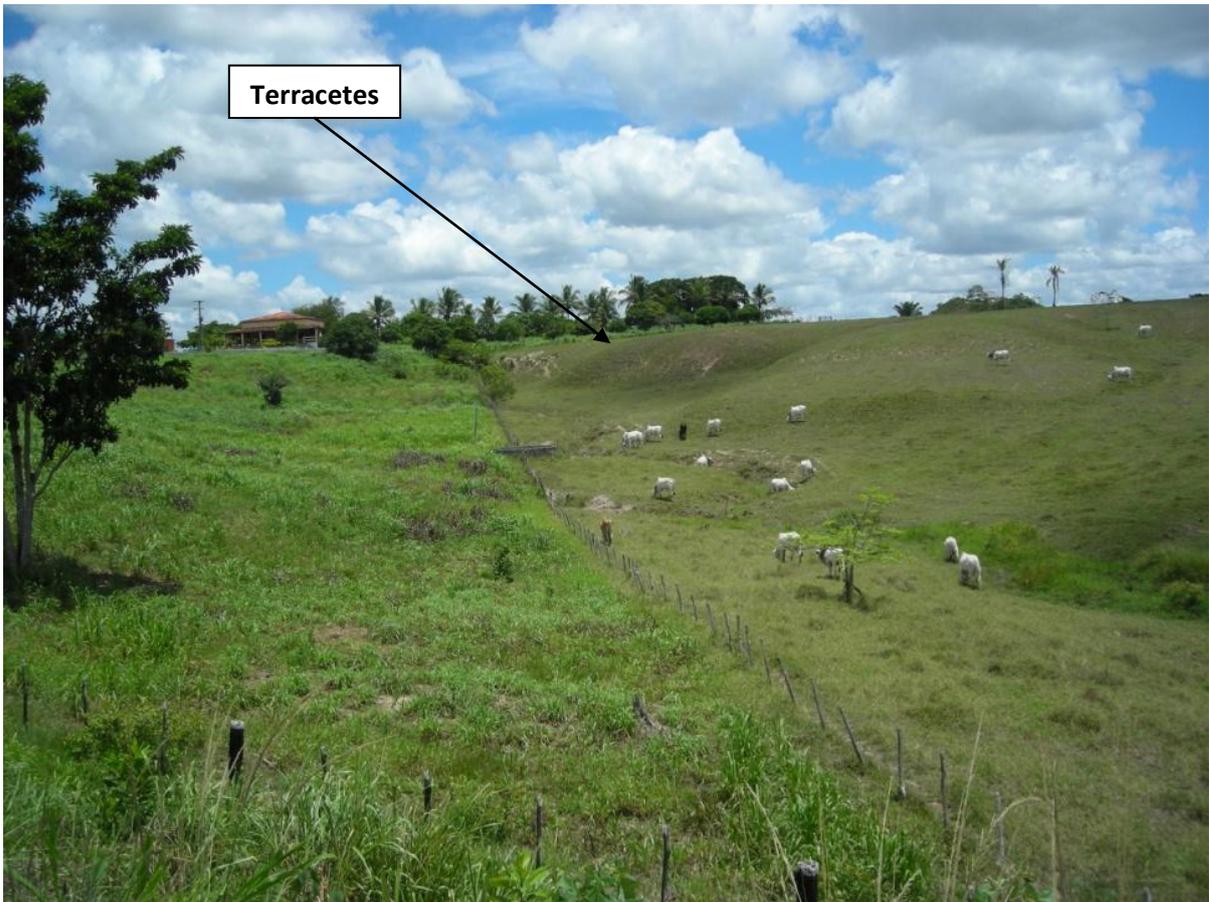


Foto: José Ailton Castro Fontes.

Figura 43 – Pocilga, com granja ao fundo, e extração de areia às margens do rio Fundo em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8749,444 e 683,827).

As substâncias nocivas introduzidas nas águas com esses dejetos são, sobretudo, gás sulfúrico (H_2S), amônia (NH_3) e substâncias orgânicas que podem causar a eutrofização. É evidente que tais materiais são altamente nocivos à vida aquática e ao próprio homem, principalmente às populações que se encontram à jusante do despejo.

6.4.1 CARCINICULTURA E A APA LITORAL SUL

A carcinicultura é uma atividade econômica em expansão e de destaque no estuário do rio Fundo, pois é uma alternativa à agricultura em zonas costeiras, afinal pode ser instalada em terras salinas, portanto improdutivas, além de não depender de irrigação ou períodos chuvosos e possuir rentabilidade superior a outros importantes produtos da pauta de exportação do país na medida em que 186 ha de bovinocultura, 37 ha de soja e 32 ha de cana-

de-açúcar se equivaleram a 1 ha do camarão marinho cultivado, segundo Oliveira *et al.* (2003).

Dados da Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC) indicam, ainda, que a carcinicultura gera, no Brasil, até 3,75 empregos diretos e indiretos por hectare, predominando em pequenos e médios empreendimentos sendo, aparentemente, uma atividade socialmente expressiva, com a presença de grandes companhias a exemplo da Selecta e Aquasesa na sub-bacia do rio Fundo. Sendo assim, os pescadores tornar-se-iam empregados e suas atividades tradicionais extintas, o que geraria um aumento da pobreza na área pelo aumento da pressão do capital nesse meio, desarticulando os processos produtivos locais.

O Nordeste é a região brasileira de maior produção de camarão com 93,1% do total, sendo que o Rio Grande do Norte é o maior produtor com 40,59% da produção nacional, seguido por Ceará (25,57%), Bahia (9,98%) e Pernambuco (5,97%). Sergipe, com apenas 3,35%, é o sétimo produtor com 69 fazendas ocupando área de 514 hectares, produção de 2.543 toneladas e produtividade de 4.947 kg/ha/ano, está acima da média nordestina de 4.701 kg/ha/ano e da nacional que era de 4.573 kg/ha/ano, segundo dados de 2004 disponibilizados pela ABCC em seu sítio na internet.

Entretanto, em 2007 a CODISE realizou o Censo Georreferenciado dos Empreendimentos de Carcinicultura no Estado de Sergipe através do qual:

cadastro 205 empreendimentos em operação, outros 82 foram identificados, mas não cadastrados por falta de acesso à gleba e ao proprietário, alguns em situação indefinida de funcionamento ou abandono e 19 estavam sendo implantados ou projetados (SANTOS, 2008, p. 62).

Dos 224 empreendimentos identificados (entre implantados e em implantação) pela CODISE em 2007, quase 25%, ou seja, 55 deles estavam localizados dentro da APA Litoral Sul (44 implantados e 11 em fase de implantação), entre as desembocaduras dos rios Vaza-Barris e Piauí/Real, áreas de grande influência das marés com muitos solos arenosos litorâneos do Quaternário e limitados usos agrícolas a exemplo do coco-da-baía, mas que hoje se caracteriza como uma das principais áreas produtoras de camarão em Sergipe.

A APA - Área de Proteção Ambiental Litoral Sul foi criada em 1993 pelo Decreto Estadual 13.468 e corresponde a uma área de aproximadamente 540 km² disposta em 55 km de linha de costa e largura variada de 10 a 12 km. Tem como objetivo assegurar a proteção dos ecossistemas e das paisagens costeiras e ordenar a ocupação do solo e do uso dos recursos naturais, em face do desenvolvimento socioeconômico a ser induzido por políticas públicas,

como por exemplo, o PRODETUR – Programa de Desenvolvimento Turístico do Nordeste (WANDERLEY, 2003).

Constitui-se numa área de uso sustentável que não requer a regularização fundiária ou a posse de suas terras pelo Estado, pois já possui algum tipo de ocupação humana e, portanto, de possíveis conflitos/concorrência entre usos e usuários a exemplo do turismo, das áreas de veraneio ou segunda residência, das atividades tradicionais das populações locais e mais recentemente da carcinicultura. Entretanto, atividades que gerem algum tipo de impacto, como a carcinicultura, requerem sua aprovação mediante Licença Ambiental.

De acordo com a resolução CONAMA 237/97, Licença Ambiental,

é o ato administrativo pelo qual o Órgão Ambiental estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadores dos recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

A região é dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos e culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações locais, sob controle de um instrumento legal que tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (MMA, 2007).

A carcinicultura, segundo Carvalho (1994, p. 47), “exige elevados investimentos em práticas de conservação e exploração, uma vez que a maior parte dos solos é formada por material inconsolidado de baixa fertilidade, imprópria para cultivos tradicionais”.

A implementação de um projeto que exija muita água para o seu funcionamento só pode ser efetivada com o aval dos órgãos governamentais competentes, para tanto se faz necessário o pedido de outorga do uso da água. Em janeiro de 2009 existiam 130 pedidos de outorga na SRH para toda a bacia do rio Piauí, entre liberadas e em análise nos seguintes usos: lançamento de efluentes; irrigação e uso agrícola; produção direta de alimentos (peixes e crustáceos), carcinicultura, piscicultura e aquicultura; uso industrial e agroindustrial; poços, abastecimento humano e dessedentação de animais; uso comercial, outros usos.

Das outorgas reservadas para a carcinicultura 17 estão localizadas ao longo do médio e baixo cursos da sub-bacia do rio Fundo, entre implantadas e em implantação. A empresa Aquicultura Sergipana S/A (AQUASESA), localizada no município de Estância,

vem renovando continuamente sua licença ambiental, entretanto, até janeiro de 2010 ainda não estava em funcionamento efetivo (Figura 44 e Quadro 04).

O estuário do rio Fundo constitui-se como o mais importante para a prática da carcinicultura da APA Litoral Sul. Essa concentração só é possível em função da qualidade das suas águas que não recebem efluentes urbanos.

As áreas identificadas pela Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais do Estado de Sergipe (CODISE) como potencialmente aptas para a atividade de carcinicultura estuarina no estado correspondem a aproximadamente treze mil hectares, grande parte delas na APA Litoral Sul.

Santos (2008, p. 67) discorrendo sobre a APA Litoral Sul, diz que

A disponibilidade de áreas atuais nesses estuários correspondem a solos sem vegetação protegida, sobre terraços marinhos e distanciados das planícies flúvio-marinhas onde vegetam os mangues, muito embora a captação de água para alimentação através de bombas requiera suficiente e necessária supressão de vegetação para a instalação desses equipamentos.

Em Sergipe o tamanho dos empreendimentos envolvidos com a carcinicultura é de pequeno porte com viveiros de até 10 ha, sendo que a maioria destes, entretanto, é caracterizada como de microporte, pois possui áreas em torno de 2 ha. No litoral Sul a média dos pequenos empreendimentos é de 4,6 ha; a média das outras fazendas é de 30,7 ha. Deste cálculo excluiu-se dois grandes empreendimentos com mais de 200 ha cada (SANTOS, 2008).

A espécie mais comum nos viveiros do estado é a *Litopenaeus vannamei*, conhecida como camarão-vanamei ou camarão-cinza que também é a espécie dominante no Brasil (95% do total nacional). Ele é nativo do Pacífico Leste e sua introdução em território brasileiro, a partir de 1981, para fins comerciais, ocorreu em substituição às espécies nativas (*L. subtilis*, *L. paulensis* e *L. schimitti*) que não deram o rendimento econômico esperado, com médias de apenas 400 a 600 kg/ha/ano. O fato da *Litopenaeus vannamei* já ser cultivada com êxito em outros países da América Latina como o Equador e o Panamá também foi decisivo para sua implantação no Brasil.

A *Litopenaeus vannamei*, por ser uma espécie exótica, pode ameaçar as nativas. O seu cultivo em viveiros também pode causar a destruição em regiões de mangues e estuários. É uma espécie sensível a doenças virais, o que pode contaminar espécies nativas caso escape para dentro dos cursos fluviais. É um possível transmissor da Síndrome da Necrose Idiopática Muscular (NIM) e é portador natural do vírus da Mancha Branca que pode trazer sérios riscos aos crustáceos nativos como a provável causa da mortandade de caranguejos em Sergipe, em passado recente.

A criação desses animais, ainda que traga aparentes benefícios para a população local com a geração de emprego e renda, também pode trazer o

(...) problema de degradação ambiental, a substituição dos manguezais por sistemas de cultivos e a deterioração da qualidade de água das regiões próximas aos cultivos (devido ao grande aporte de nutrientes), podem transformar este cenário positivo em um grande problema econômico uma vez que a recuperação destes ambientes é extremamente cara e de difícil recuperação. Outra possibilidade de impacto da introdução deste camarão, ainda não estudado, é a hipótese deste substituir os camarões nativos o que causaria um grande problema na pesca, principalmente para os pequenos pescadores e as comunidades estuarinas.

No cultivo de camarão, a construção dos viveiros revolve os sedimentos onde estão precipitados metais pesados, com isso eles são disponibilizados na cadeia alimentar. Um estudo mostra que os caranguejos do manguezal que recebem as águas dos tanques estão contaminados com os metais pesados e os pescadores se alimentam desses caranguejos (INSTITUTO HORUS, 2009).

Contrariamente ao Instituto Horus, Santos (2008, p. 23) diz que a abertura dos viveiros na despesca libera para o rio grande volume de matéria orgânica rica em diatomáceas, outras microalgas e zooplânctons, além de aumentar os níveis de nitrogênio e fósforo da água o que podem aumentar a produtividade natural dos entornos, uma vez que, segundo ela, comprovadamente os ambientes naturais costeiros são muito pobres em nutrientes.

Como a disposição de alimentos nos viveiros é maior que o consumo e isso associado às fezes dos animais que são depositadas no leito do tanque em decomposição, podem reduzir a DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio, a partir do aumento das algas eutróficas comprometendo, assim, a qualidade da água. Para minimizar os impactos ambientais, um dos cuidados no trato desse cultivo é a utilização de cal virgem (CaCO_3) ou cal hidratada (Ca(OH)_2) nos tanques esvaziados após a despesca, visando à assepsia, o equilíbrio do pH da água e o suprimento de cálcio para o fitoplâncton, componente natural da dieta alimentar que tem a função de fortalecer a carapaça do camarão (SANTOS, 2008, p. 38).

A atividade requer muitos cuidados em todas as fases de produção, para que não comprometa nem o desenvolvimento dos crustáceos e nem contamine o meio ambiente. Apesar dos riscos ambientais e às comunidades pesqueiras, a carcinicultura está em expansão apoiada em vultosos investimentos para atender à demanda por alimento, em especial desse crustáceo que começa a rarear em ambientes naturais por conta da poluição e da pesca predatória.

Wanderley (2004) realizou mapeamento do litoral Sul de Sergipe, através do tratamento computadorizado de imagens de satélite e de fotografias aéreas, estabelecendo classes de aptidão para a implantação de atividades relacionadas à carcinicultura em Sergipe. Sua proposta, que atende à necessidade de planejamento das atividades ligadas à ocupação e uso do solo, levou em consideração fatores ambientais e jurídicos além de fatores técnicos da atividade. Esse trabalho estabeleceu quatro classes: alta, média, baixa e nula e uma exclusiva para a instalação de laboratórios de pós-larvas; entretanto, quantificou apenas as áreas com alta, média e baixa aptidão.

Aqui descrevemos, na íntegra, as classes propostas por Wanderley:

- **Alta Aptidão** – Áreas não restringidas pela legislação. Altitude de até 15 metros. Ausência de mangue e apicum. Cobertura vegetal de coqueiros; associação de restinga e coqueiral; associação de restinga arbustiva e coqueiral; associação de coqueiral e frutíferas; associação de pastagem, coqueiral e frutíferas; áreas degradadas; depósitos arenosos aluvionais; distância máxima de 1000 metros do corpo hídrico, águas salinas e salobras influenciadas pelas marés e não sujeitas às atividades industriais poluidoras e aos esgotos domésticos.
- **Média Aptidão** – Áreas não restringidas pela legislação. Ausência de mangue e apicum. Altitude de até 15 metros. Restinga arbustiva. Distância entre 1000 metros e 2000 metros do corpo hídrico, águas salinas e salobras influenciadas pelas marés e não sujeitas às atividades industriais poluidoras e aos esgotos domésticos.
- **Baixa Aptidão** – Áreas não restringidas pela legislação. Ausência de mangue e apicum. Altitude de até 15 metros. Ocorrência ocasional de restinga arbórea degradada. Distância entre 2000 e 3000 metros do corpo hídrico. Água salobra influenciada ou não influenciada pelas marés.
- **Aptidão exclusiva para laboratório de pós-larva** – Áreas para instalação de equipamentos de captação de água de qualidade e salinidade adequadas, próximas do mar, aptas para laboratórios de pós-larva, inseridas na zona de nula aptidão localizada nas áreas de turismo e veraneio.

- **Nula Aptidão** – Áreas de Preservação Permanente. Elevado potencial turístico. Excessiva proximidade das Lagoas de Abaís e de núcleos urbanos turísticos e de veraneio. Presença de núcleos de comunidades locais. Solos estacionalmente alagados por brejos de cordões litorâneos. Áreas não influenciadas pelas marés.

6.5 USO INDUSTRIAL

O processo de industrialização da região iniciou-se ainda no século XIX, na cidade de Estância, através do acúmulo de capitais provenientes do comércio na região, principalmente pelos seus portos localizados no rio Piauí que exportavam açúcar do município e de Santa Luzia do Itanhy, da qual foi parte integrante até 1848.

A “vocação” da Estância para a industrialização data do início de sua colonização. Nascida no ciclo da cana-de-açúcar, dos antigos engenhos, firmou-se em 1891 com a implantação da primeira indústria da região e a segunda do estado, a Companhia Industrial de Estância, Fábrica de Tecidos Santa Cruz, com motores movidos a água (localizada às margens do rio Piauí), 250 operários e 160 teares, cuja parte da produção era consumida aqui em Sergipe e a restante era exportada para outros estados brasileiros.

Além da Fábrica Santa Cruz, outras indústrias se somaram: Fábrica de Tecidos Senhor do Bonfim (1912); Fábrica de Cerveja (1913); Fábrica de Charutos Walquíria (1916); Fábrica Luso-Brasileira, para o beneficiamento do coco-da-baía (1929); Fábrica de Tecidos Piauitinga (1930); além de duas fábricas de vidro, fábricas de óleo, de azeite e de mamona, de sabão, de sapatos, e, mais recentemente, outras indústrias. Com a construção de galpões de propriedade da CODISE, no Distrito Industrial de Estância (D.I.E.), veio a instalação de micros e pequenas indústrias e de outras indústrias, como as de beneficiamento de frutas tropicais para a produção de sucos, instalaram-se ao longo da BR - 101.

A presença das indústrias de sucos em Estância demonstra a existência de um Complexo Agroindustrial (C.A.I.) que pode ser entendida como “uma unidade de análise do processo sócio-econômico que envolve a geração de produtos agrícolas, o beneficiamento e sua transformação, a produção de bens industriais para a agricultura, os serviços financeiros, técnicos e comerciais correspondentes, e os grupos sociais” (MÜLLER, 1989, p. 46).

Assim, verifica-se que este C.A.I. não está compreendido apenas à jusante da fruticultura, em especial a citricultura, mas também à montante, na medida em que máquinas e equipamentos, fertilizantes e técnicas melhoradas são utilizados na prática agrícola. O estudo da C.A.I. deve ser feito levando em consideração o desmembramento das partes envolvidas nesse sistema interdependente:

- a) o setor industrial fornecedor de bens de produção e insumos para a agricultura;
- b) o setor agropecuário produtor de bens vegetais e animais;
- c) o setor processador e distribuidor envolvendo as atividades na indústria e serviços que transformam e comercializam os bens de consumo obtidos a partir daqueles oriundos da agropecuária.

Não é nosso objetivo estudar de forma aprofundada ou detalhada o C.A.I., mas apenas entender como este elemento dinamiza a economia da região e interfere nos elementos naturais.

No município de Itaporanga D`Ajuda se instalaram três grandes indústrias: a CIPA Nordeste Industrial de Produtos Alimentares S/A (Mabel), Indústrias Alimentícias Maratá Ltda. e a Companhia Industrial de Celulose e Papel, todas no Distrito Industrial Manoel Conde Sobral entre os quilômetros 114 e 118 da BR-101.

Apesar da importância e dos impactos que as atividades industriais causam onde se instalam, convém salientar, porém, que os dois Distritos Industriais descritos anteriormente estão fora da sub-bacia do rio Fundo, nossa área de estudo.

Dentro da sub-bacia, porém fora da sede municipal, encontram-se as atividades de duas grandes empresas: a Cervejaria Águas Claras (AmBev) e a Arumã (CROWN Embalagens S/A), fabricante de latinhas para bebidas, ambas no município de Estância e atendidas por águas da sub-bacia do rio Fundo (Figuras 45 e 46).

Localizada à altura do quilômetro 133 da BR-101, em uma área de 18.200 m², a Arumã (Crown Cork Embalagens S/A), fabricante de latinhas de alumínio, é uma joint-venture formada pela transnacional norte-americana Crown Holdings e a brasileira Petropar S.A.. A instalação dessa fábrica no município de Estância visa atender às necessidades de indústrias de bebidas presentes no Nordeste em especial a Schincariol (BA), a Coca-cola (AL) e a AmBev (SE), esta, sua principal consumidora e disposta em frente à fábrica da Crown. Apesar de localizar-se dentro da sub-bacia do rio Piauitinga, a fábrica se utiliza das águas do rio Fundo em seu processo industrial.

O processo de tratamento da água bruta para a AmBev é o tradicional a partir da floculação, decantação e filtração. O cloro para pré-cloração e os reagentes para coagulação (cal e sulfato de alumínio) são adicionados no processo de captação da água na “calha Parshall”, aproveitando-se da turbulência criada com a chegada da água. O floculante (polieletrólito) é aplicado no canal de distribuição de água coagulada. A água filtrada recebe adição de cloro para desinfecção.

Figura 45 - Vista da Cervejaria AmBev em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes.

Apesar dos estímulos governamentais como a isenção de ICMS (92% de desconto sobre o imposto) e da infra-estrutura oferecida (terraplanagem, pavimentação, rede pluvial), a geração de empregos é de apenas 90 pessoas aproximadamente, entre diretos e indiretos. Parte dessa mão-de-obra, a melhor remunerada é originária de outros estados e de outras cidades como Aracaju. Sob a alegação de falta de gente qualificada, a empresa emprega poucas pessoas de localidades próximas e da sede municipal e isso com baixa remuneração para

trabalhos essencialmente braçais, reproduzindo dessa forma, a pobreza existente na região em que se instalou.

Figura 46 - Fachada da Crown Embalagens em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes.

Instalada em 1997, a AmBev (Cervejaria Águas Claras do Norte) se utiliza diretamente das águas da sub-bacia do rio Fundo, através do riacho Águas Claras, rico que é em magnésio. Afluente pela margem esquerda do Fundo, é de classe 2, segundo resolução CONAMA N° 457, o que permite o seu uso ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional que pode ser observado na planta de tratamento de água elaborada para produção de água de processo com qualidade superior à da água potável, a partir de água bruta de origem superficial.

7 DERIVAÇÕES ANTROPOGÊNICAS

As derivações antropogênicas estão diretamente ligadas à exploração dos recursos naturais pelos interesses socioeconômicos, muitas vezes danosos ao meio ambiente. Entretanto, a intervenção humana também pode ocasionar alterações que beneficiem a sociedade ou que reparem erros do passado sobre o meio. De qualquer forma, nas derivações antropogênicas existe uma relação e interação entre a sociedade e a natureza (LIMA, 2008).

Entendendo-se que as derivações antropogênicas traduzem-se muitas vezes em degradação ambiental e que o desmatamento na sub-bacia não é algo novo, mas uma herança histórica e cultural, então a alteração da paisagem natural revela-se em ações provocadas pelos interesses do homem sobre a região, através da construção de rodovias e estrada de ferro, no turismo, na agropecuária, linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão e tubovias (gasoduto e etenoduto).

A sub-bacia é atravessada, no alto curso, pela translitorânea, a BR-101. É uma Rodovia Federal que interliga as regiões Nordeste e Sul, atravessando também o Sudeste brasileiro em seus mais de 4.125 km de extensão. Em Sergipe é importante para o fluxo de pessoas e cargas, como via de escoamento da produção agrícola e industrial possuindo, assim, um grande trânsito de veículos automotores. Apesar da curta extensão da rodovia dentro da sub-bacia, com aproximadamente 12 km, a contínua passagem desses veículos contribui para a existência de postos de gasolina, borracharias e oficinas, como também a ocorrência de acidentes de trânsito, contribuindo com o derrame de óleo e outros materiais nas pistas de rolamento e/ou acostamento, que são levados pelas águas das chuvas para dentro da sub-bacia que ocasionalmente atinge os canais fluviais poluindo suas águas.

Além da BR-101, constata-se a existência de Rodovias Estaduais pavimentadas, a exemplo da SE-265, ligando a sede do município de Salgado à sede municipal de Itaporanga D`Ajuda, passando pelo Povoado Sapé, pertencente a este último e próximo às cabeceiras do rio Fundo. Ainda no alto curso, a partir do conhecido entroncamento de Lagarto, em Itaporanga D`Ajuda, encontra-se a SE-270, ligando a BR-101 ao município de Simão Dias. No baixo curso encontra-se a rodovia SE-470 interligando a BR-101 à SE-100 na Praia do Abaís, em Estância. Apesar de não existirem postos de gasolina, borracharias ou oficinas ao longo dessas rodovias, dentro da sub-bacia, o grande trânsito de veículos automotores também contribui para o derrame de óleo e outros materiais nas pistas. Ainda no baixo curso, de

acordo com o mapa rodoviário do DER-SE, existe uma rodovia estadual não pavimentada interligando a cidade de Estância à SE-100, é a SE-476, onde está prevista a construção de uma ponte sobre o rio Muculanduba, no trecho de entrada da SE-100.

Devido à existência de diversos povoados e assentamentos/colônias por toda a sub-bacia é comum a presença de diversas outras estradas não pavimentadas que servem às populações locais. O fato de não serem pavimentadas, por sua vez, contribui para o escoamento superficial em suas margens, podendo formar ravinas e o assoreamento dos rios a partir da lixiviação provocada pelas águas pluviais. Esse carreamento provoca a redução da lâmina d'água comprometendo o seu uso (Figuras 47 e 48).

Figura 47 - Ravina em margem de estrada não pavimentada em Estância.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8781,420 e 675,530 UTM).

Figura 48 - Leito de riacho assoreado no município de Estância, às margens de rodovia não pavimentada.



Foto: José Ailton Castro Fontes. (8781,420 e 675,530 UTM).

No alto curso, os municípios de Salgado e Itaporanga D`Ajuda são atravessados pela Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), antiga Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) privatizada em 1996. Apesar de hoje estar desativada, durante o seu período de funcionamento transportava produtos que poderiam, em caso de descarrilamento, despejar nas cabeceiras do rio Fundo produtos como amônia, uréia, combustíveis e cimentos.

Com um traçado retilíneo por quase 8 km de extensão dentro do alto curso da sub-bacia, atravessando os municípios de Estância e Itaporanga D`Ajuda, as linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão requereram em sua construção e sua manutenção ainda requerem a existência de vias de acesso a essas torres. Esse aspecto não permite o desenvolvimento de uma vegetação densa sob as linhas de transmissão, o que poderia provocar acidentes e o corte de fornecimento de energia. A exposição do solo às intempéries do clima é causada por essa alteração do uso da terra e pela mudança substancial da cobertura vegetal primitiva.

Outra atividade econômica importante da sub-bacia é o turismo. O turismo, por ser uma das atividades que mais cresce no mundo, gera impacto no ambiente da área receptora bem como na vida social, econômica e cultural de suas populações.

Com uma área de 90 hectares a instalação do Parque Aquático do Timbó, no município de Salgado, é classificada pelo próprio empreendimento como “Turismo Ecológico e Rural”. Sendo ele usuário das águas do rio Fundo, a partir do represamento do mesmo, tem um interesse intrínseco na manutenção da qualidade e quantidade das águas do referido rio, para que assim garanta a permanência do empreendimento. Para tanto, funciona com dias e horários reduzidos. O Parque também não funciona nos meses de julho e agosto por conta do período chuvoso e para manutenção de seus equipamentos. Entretanto, para o tipo de atividade proposta, o empreendimento promove o barramento das águas do canal principal (Figura 49), além disso, o grande número de visitantes gera dejetos que são eliminados através de fossas.

Figura 49 - Represamento de águas do rio Fundo em Salgado para fins de recreação: “Turismo Ecológico e Rural”.



Fonte: <http://www.parquetimbo.com.br/fotos.asp>

No médio curso da sub-bacia, os municípios de Estância e Itaporanga D`Ajuda são atravessados por um gasoduto e um etenoduto, essas tubovias são responsáveis pelo transporte de gás natural e etileno entre os estados da Bahia e Alagoas. No caso do etenoduto, o objetivo da TRANSPETRO é o transporte de etileno do Pólo Petroquímico de Camaçari (BA) até Maceió (AL) (Figura 50).

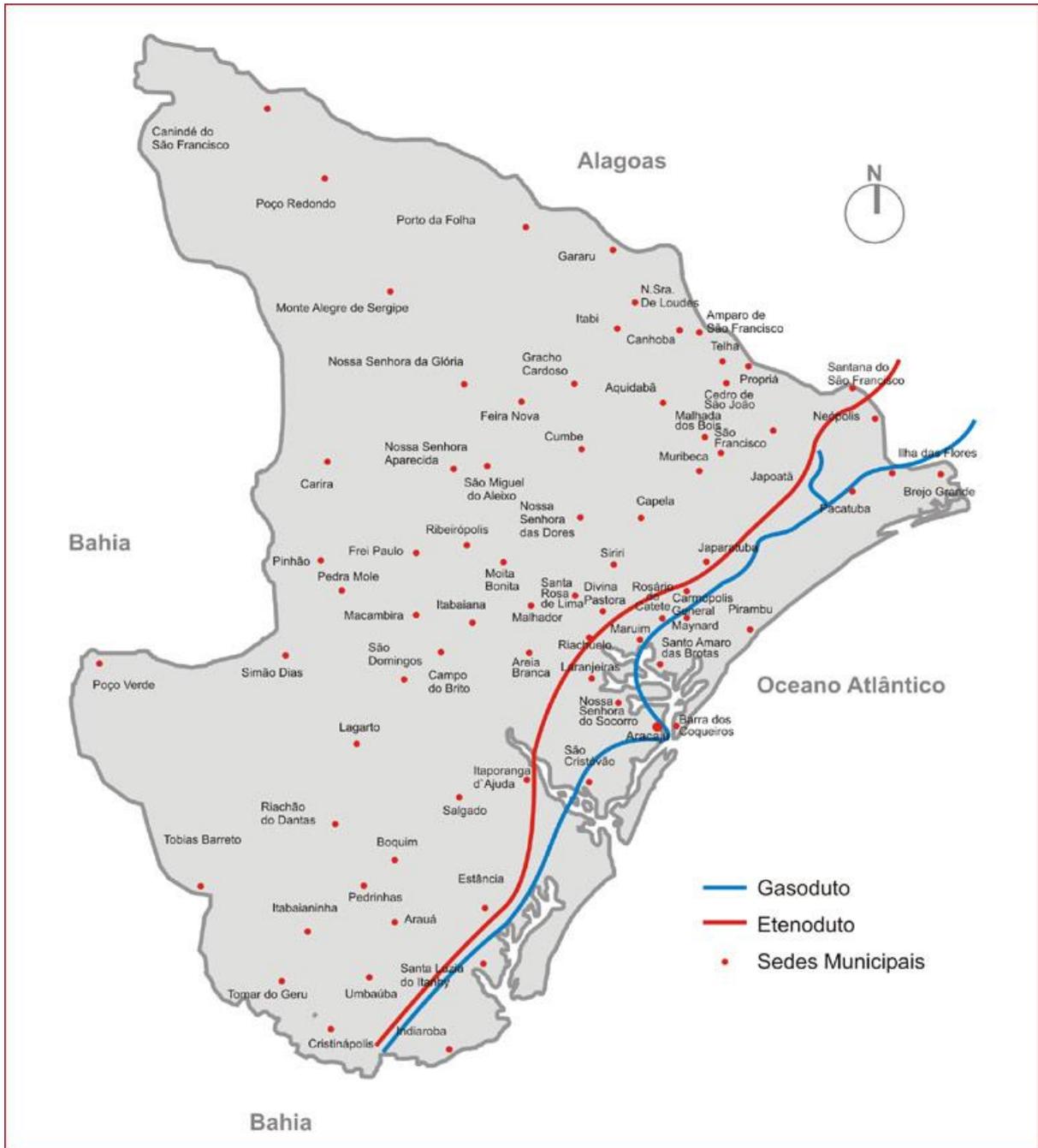
Figura 50 - Tubovia em Itaporanga D`Ajuda com corte na vegetação.



Foto: José Ailton Castro Fontes.

O gasoduto, porém, faz parte do Projeto Malhas Nordeste da Petrobrás, ligando os estados da Bahia e Alagoas, chegando ao Porto de Pecém no estado do Ceará. Em ambos os casos, as tubovias passam por vários municípios do estado de Sergipe atendendo, inclusive, às necessidades de indústrias locais. Entretanto, a instalação dessas vias requer que, por toda sua extensão a área por onde passam seja descampada, expondo o solo aos processos erosivos (Figura 51).

Figura 51 - Extensão do Gasoduto e do Etenoduto em Sergipe.



Fonte: www.bnb.gov.br/content/aplicacao/Perfil_Estado-Sergipe/Infra-Estrutura/gerados/se_oferta_energia

Em todas as atividades econômicas: turismo, agropecuária, rodovias, estrada de ferro, linhas de transmissão de energia elétrica de alta tensão, gasoduto e etenoduto, ainda se pode analisar a possibilidade de impactos ambientais relacionados à erosão do solo e à movimentação de massa ocasionada pelo desmatamento no processo de instalação e manutenção de tais atividades, o que compromete o volume e a qualidade das águas disponíveis que não se limitam, portanto, ao “regime climático das áreas abastecedoras, mas

também das características pedológicas, hidrológicas e geomorfológicas das bacias hidrográficas, onde os recursos hídricos estão disponíveis” e que são continuamente alteradas de acordo com as necessidades humanas, muitas vezes sem respeitar as limitações e potencialidades do meio físico (GUERRA, 2006, p. 85).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

O uso do referencial teórico-metodológico abalizado pelo modelo de Geossistema de Bertrand permitiu a análise, de forma holística, da sub-bacia do rio Fundo, corroborando com o princípio de bacia hidrográfica como unidade ótima de planejamento e manejo atendendo, assim, ao objetivo geral deste trabalho na caracterização geoambiental da referida sub-bacia.

As visitas de campo foram importantes para a comprovação/refutação das informações obtidas nos levantamentos bibliográficos, cartográficos e documentais, permitindo uma visão mais concreta da área estudada.

A análise dos condicionantes geoambientais foi de fundamental importância para melhor compreensão dos diferentes elementos constituintes da sub-bacia hidrográfica do rio Fundo, pois tais elementos contribuem, de forma direta, para o sucesso dos empreendimentos econômicos e fornecimento de subsídios para um futuro planejamento e gestão ambiental da área.

Na adoção de bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e manejo, não se pode desassociar os elementos geobiofísicos dos antrópicos, assim, estudar a dinâmica demográfica dos municípios constituintes da sub-bacia do rio Fundo representa estudar a pressão sobre os recursos naturais e os conflitos entre usos e usuários, pois o crescimento da população local implica em maior desgaste dos elementos: solo, subsolo, água e vegetação, uma vez que a maioria dos problemas ambientais presentes hoje na sub-bacia é resultado direto da ação antrópica. Os indicadores socioeconômicos (IDH-M, Índice de Gini, renda per capita) demonstram a má distribuição da renda entre os municípios da região.

O aumento da população contribui para maior exploração dos recursos naturais, notadamente o solo e a água. Esta, para atender à demanda dos moradores da sub-bacia, é explorada principalmente através de poços tubulares. Como não existe sistema de coleta e tratamento de esgotos na região, o descarte desses elementos é feito através de fossas que podem contaminar e comprometer a qualidade das águas subterrâneas utilizadas pela própria população.

As atividades agropecuárias realizadas, em grande parte sem preocupações relativas à conservação dos recursos, promovem problemas socioambientais com a concentração da terra, classificada de forte a muito forte, e a superexploração das terras pelos pequenos produtores como forma de sobrevivência no campo.

A prática da pecuária extensiva promoveu a substituição da vegetação nativa pela pastagem, que ajuda a preservar parcialmente o solo. Entretanto, verificou-se uma baixa ocupação de animais no pasto, reflexo da grande concentração de terra verificada nos índices de Gini calculados para os municípios constituintes da sub-bacia hidrográfica do rio Fundo.

A carcinicultura, além de promover o desmatamento do manguezal aumenta o volume de matéria orgânica nos rios, reduz o Oxigênio Dissolvido, compromete a vida aquática onde está instalada, assim como reduz as chances dos atores locais de sobreviverem com suas antigas técnicas de pesca.

A presença de indústrias em zonas rurais, como é o caso da AmBev e CROWN, retiram grandes volumes de água de superfície em seu processo de produção, o que compromete em parte o volume dos rios e a qualidade de suas águas, através do descarte de efluentes. Tal fato pode ser verificado na análise físico-química do riacho Águas Claras, que apresentou em seu resultado a presença de elementos nocivos ao meio ambiente como Óleos e Graxas, Amônia e Fosfatos, por exemplo.

Os resultados obtidos na pesquisa fortaleceram as hipóteses levantadas sobre a intensidade das derivações antropogênicas sobre a dinâmica natural da sub-bacia do rio Fundo. A ocupação histórica, feita muitas vezes de forma predatória, contribuiu para a degradação dos recursos naturais. O desmatamento, para os mais diversos fins (agricultura, tubovias, linhas de alta tensão, extração de areia e piçarra, construção de estradas, entre outros), expôs os solos provocando alteração das condições geomorfológicas, o assoreamento dos rios através da lixiviação e a ocorrência de ravinas.

Assim, a paisagem da sub-bacia do rio Fundo é, portanto, essencialmente antropizada, pois o seu funcionamento se dá básica e fundamentalmente em torno do subsistema socioeconômico, devido à antiguidade e o tipo de ocupação de suas terras centradas na agropecuária. Assim, algumas sugestões são apresentadas para que, desenvolvidas entre todos os atores sociais e políticos da sub-bacia, possa melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, através:

1. Do desenvolvimento de projetos de educação ambiental entre os moradores e usuários da sub-bacia do rio Fundo, estimulando o replantio de árvores nativas para diminuir o assoreamento dos rios e aumentar a infiltração das águas pluviais no solo;

2. Do fornecimento de água tratada aos moradores, bem como a coleta frequente e seletiva do lixo pelo poder público municipal, além da coleta e do tratamento dos esgotos domésticos, amenizando os impactos sobre o meio ambiente;
3. Da intensificação da fiscalização das áreas de carcinicultura, evitando o despejo de dejetos nos rios que venha a diminuir o DBO de suas águas comprometendo, assim, a vida aquática e o modo de vida das populações locais;
4. Do uso de técnicas alternativas, menos impactante, de controle de pragas sobre as plantações evitando o uso de pesticidas que podem contaminar o solo, a água além do próprio homem;
5. Da fiscalização mais rigorosa sobre as atividades econômicas identificadas na sub-bacia, a exemplo da extração mineral (areia e piçarra); do turismo; das atividades industriais, buscando controlar a emissão de efluentes nos cursos de água;
6. Do levantamento detalhado dos tipos de solos para o cultivo de produtos mais adequados à dinâmica natural da sub-bacia.

9 REFERÊNCIAS

ABCC – Associação Brasileira de Criadores de Camarão. Acesso em 29 de janeiro de 2010. Disponível em: <http://www.abccam.com.br/>

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, SPR, 2005.

BELTRAME, A. da V. **Proposta metodológica para o diagnóstico do meio físico com fins conservacionistas, de pequenas bacias hidrográficas - um estudo da bacia do Rio do Cedro (Brusque - SC)**. Dissertação (Mestrado em Geografia). UFSC, 1990.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA`E GA**, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico**. Cadernos de Ciências da Terra. V.13, p 1-27. São Paulo: IGUSP, 1971.

BITTENCOURT, A. C. S. P.; MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L.; FERREIRA, Y. de A. Evolução Paleogeográfica Quaternária da Costa do Estado de Sergipe e da Costa Sul do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, SP, v. 13, nº 2, p.93-97, junho de 1983.

BOMFIM, L. F. C.; COSTA, I. V. G. da; BENVENUTI, S. M. P. (Orgs.) **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe**. Diagnóstico do Município de Estância. – Aracaju: CPRM, 2002

_____ **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe**. Diagnóstico do Município de Itaporanga D`Ajuda. – Aracaju: CPRM, 2002.

_____ **Projeto Cadastro da Infra-estrutura Hídrica do Nordeste: Estado de Sergipe**. Diagnóstico do Município de Salgado. – Aracaju: CPRM, 2002

CAICEDO, N.L. Água Subterrânea. In: TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997.

CÂMARA, L. A. A concentração da propriedade agrária no Brasil. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, V. 7, n. 77, p. 516-528, 1949.

CAPRA, F. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Tradução de Newton Roberval Echemberg. São Paulo: Cultrix, 2004

CARVALHO, V. C.; RIZZO H. G. **A zona costeira brasileira: subsídio para uma avaliação ambiental.** MMA/SMA, Brasília, 1994.

CAVALCANTI, Lana de S. **Geografia, escola e construção de conhecimentos.** Campinas: Papirus, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgar Blücher, 2ª edição, 1980.

CODISE – Companhia de Desenvolvimento do Estado de Sergipe. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Sergipe.** Brasília: CPRM: CODISE, 1997.

CONAMA- Conselho Nacional do Meio ambiente. **Resoluções CONAMA – 1986/2005.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 27 de setembro de 2009.

DREW, David. **Processos interativos homem-meio ambiente.** Tradução de João Alves dos Santos: revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antônio Christofolletti. – 3. Ed – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 1994.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento Exploratório e Reconhecimento dos Solos do Estado de Sergipe.** Recife: SUDENE, 1975.

_____. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Editores técnicos, Humberto Gonçalves dos Santos... et al. 2.ed. – Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE. Acessado em 28 de setembro de 2009. Disponível em http://www.cnpma.embrapa.br/analise_econ/

FELLENBERG, Günter. **Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental.** São Paulo: EPU: Springer: Editora da USP, 1980.

FONTES, A. L. **Geografia Regional.** Aracaju: UNIT, 2009.

_____. **Hidrogeografia.** Aracaju: UNIT, 2008.

_____. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japarutuba - SE.** Rio Claro - SP, 1997. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP.

FRANÇA, V. L. A.; CRUZ, M. T. S. (Coord.). **Atlas Escolar Sergipe: espaço geo-histórico e cultural.** João Pessoa, PB: Editora Grafset, 2007.

FREIRE, Felisbela (1858-1916). **História Territorial de Sergipe.** Aracaju, Sociedade Editorial de Sergipe / Secretaria de Estado da Cultura / FUNDEPAH, 1995.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. dos S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. da. (Orgs.) **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5ª Ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

GUERRA, A. T.; GUERRA, J. A. T. **Novo Dicionário grológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Geologie Society American Bulletin**, v.56, n° 3, PP.275-370, 1945.

IBGE. **Censo Agropecuário**. Sergipe - 1995/1996.

_____ **Censo Demográfico de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.

_____ **Censo Demográfico de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

_____ **Censo Agropecuário de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

_____ **Contagem Populacional de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.

_____ **Censo Demográfico de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

_____ **Censo Agropecuário de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

_____ **Contagem Populacional de Sergipe**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

_____ Acessado em 27 de novembro de 2009. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007>

INSTITUTO HORUS. Acessado em 18 de abril de 2009. Disponível em (http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Litopenaeus_vannamei.htm)

LIMA, Alex de Souza. **Zoneamento Geoambiental da Sub-bacia do Rio Jacarecica (SE)**. (Mestrado em Geografia). UFSE – São Cristóvão, 2008.

MAIA, M. R. **Zoneamento geoambiental do município de Vitória da Conquista – BA: um subsídio ao planejamento**. (Mestrado em Geografia). UFBA – Salvador, 2005.

MENEZES, L. A. de. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Joanes – BA** (Dissertação de Mestrado). UFS/NPGEO, 2006.

MDA - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO. Acessado em 27 de outubro de 2009. Disponível em: www.mda.gov.br/sdt/index.php?scid=476

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**. Atualização-Portaria MMM nº 09, jan/2007. 299p.

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2000. 250p.

MOREIRA, F. D. **A sub-bacia hidrográfica do Rio Piauitinga: a complexidade e os desafios de seu uso**. Dissertação de Mestrado, UFS/NPGEO. Aracaju, 2008.

MÜLLER, Geraldo. **Complexo Agroindustrial e Modernização Agrária**. São Paulo: HUCITEC/EDUC, 1989.

NUNES, Maria Thetis. **Sergipe Colonial I**. Universidade Federal de Sergipe; Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989.

_____. **Sergipe Colonial II**. Universidade Federal de Sergipe; Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1996.

OLIVEIRA, A *et al.* **Considerações sobre o Cultivo do camarões no Brasil e no mundo**. UFSC. 2003. Disponível em : <http://www.ufsc.gov.br>. Acesso em 18 de outubro de 2009.

PCN's – **Parâmetros Curriculares Nacionais: história e geografia**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 166p.

PINTO, J. E. S. de S.; NETTO, A. de O. A. **Clima, geografia e agrometeorologia: uma abordagem interdisciplinar**. São Cristóvão: Editora UFS; Aracaju: Fundação Oviêdo Teixeira, 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M. (Org.). **Geocologia das Paisagens: uma visão geossitêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora da UFC, 2004.

ROSS, J. L. S. (Org.) **Geografia do Brasil**. 5 ed. rev e ampl., 1 reimpr. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. – (Didática; 3)

_____. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 5.ed. – São Paulo: Contexto, 2000.

_____. **Análises e Síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n. 9, p. 65-75, 1995.

SANTOS, Marly Menezes. **A produção do espaço pela carcinicultura no litoral Sul de Sergipe: Potencialidades, Restrições e Impactos Ambientais.** Tese Doutorado. São Cristóvão. UFS/NPGEO, 2008.

SANTOS, M. **Metamorfose do Espaço Habitado.** São Paulo: Hucitec, 1988.

SERGIPE EM DADOS – v.8 (2007 -). Aracaju: SEPLAN / SUPES, 2008 – v.9 il.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Planejamento e da Ciência e Tecnologia – Superintendência de Recursos Hídricos. **Sergipe: Atlas digital sobre recursos hídricos.** CD-ROM, 2004.

_____. Secretaria de Estado da Indústria e do Comércio. Companhia de Desenvolvimento Industrial e de Recursos Minerais de Sergipe. Secretaria de Estado da Agricultura, do Abastecimento e da Irrigação. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe. **Estudo de áreas potenciais para o cultivo do camarão marinho em Sergipe.** Aracaju: CODISE. 2004.

SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas.** Métodos em questão, 16. São Paulo: IGUSP, 1977.

STRAHLER, A. N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geologie Society American Bulletin**, v. 63, n^o 10, p. 1117-1142, 1952.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, C. **An approach toward a national classification of climate.** GEOGRAPHICAL REVIEW, 38 (1) 55-94, 1956.

WANDERLEY, L. de L.; MAGALHÃES, M. J. M. de. **Mapeamento digital da aptidão da carcinicultura no litoral Sul de Sergipe com uso de Fotografias aéreas e imagens de satélite.** Anais do II Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Aracaju de 10 a 12 de novembro de 2004.

WANDERLEY, L. L. **A cartografia ambiental das potencialidades e restrições à ocupação turística e de veraneio da APA Litoral Sul.** In: Menezes, Ana Virgínia *et al.* Organização do espaço agrário e regional. Editora UFS, p. 493-509. São Cristóvão, 2003.