

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

01325042-6

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
DO AÇUDE PÚBLICO MACACOS

TOMO I - EIA

GOVERNO DO ESTADO



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
DO AÇUDE PÚBLICO MACACOS**

TOMO I - EIA

INDICE

	PÁGINAS
ÍNDICE	2
APRESENTAÇÃO.....	8
1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 - Identificação do Empreendedor.....	11
1.2 - Atividades Exercidas.....	12
2 - ESTUDOS BÁSICOS.....	13
2.1 - Introdução.....	14
2.2 - Localização e Acesso do Empreendimento.....	14
2.3 - Estudos Topográficos	14
2.3.1 - Levantamento da Poligonal Envolvente	17
2.3.2 - Levantamento da Propriedade	17
2.3.3 - Levantamento do Eixo Barrável e Sangradouro	17
2.3.4 - Levantamento Planialtimétrico da Área da Bacia Hidráulica.....	17
2.3.4.1 - Metodologia.....	17
2.3.5 - Estudo dos Materiais de Construção.....	18
2.3.5.1 - Jazida Terrosa	18
2.3.5.2 - Dados Gerais das Jazidas.....	18
2.3.5.3 - Comentários Gerais sobre as Investigações	20
2.3.6 - Recursos Minerais	22
2.4 - Estudos Geotécnicos	22
2.4.1 - Sondagens e Ensaio no Sítio Barrável	23
2.5 - Aspectos Hidrológicos.....	26
2.6 - Alternativas Locacionais.....	26
2.7 - Alternativas Tecnológicas.....	26
3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO/DADOS TÉCNICOS DO EMPREENDIMENTO....	28
3.1 - Ficha Técnica do Açude Público Macacos	29
3.1.1 - Características Gerais.....	29
3.1.2 - Barragem Principal.....	29
3.1.3 - Diques.....	29
3.1.4 - Sangradouro	30
3.1.5 - Tomada D'água.....	30
3.2 - Captação e Adução.....	30
3.3 - Relação Cota x Área x Volume.....	31
3.4 - Plano de Utilização Múltipla do Reservatório	33
3.5 - Custo da Obra.....	33
3.6 - Cronograma Geral	34
4 - JUSTIFICATIVA ECONÔMICA E SOCIAL DO EMPREENDIMENTO	35
4.1 - Conclusão	37
5 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA	38
5.1 - Áreas de Influência do Empreendimento.....	39
5.1.1 - Considerações Gerais.....	39
5.1.2 - Área de Influência Indireta do Empreendimento.....	40

5.1.3 - Área de Influência Direta	40
5.2 - Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Indireta	41
5.2.1 - Meio Abiótico	41
5.2.1.1 - <i>Geologia Regional</i>	41
5.2.1.2 - <i>Arcabouço Estrutural</i>	48
5.2.1.3 - <i>Geomorfologia</i>	50
5.2.1.4 - <i>Solos</i>	52
5.2.1.5 - <i>Recursos Hídricos</i>	54
5.2.1.6 - <i>Aspectos Climatológicos</i>	54
5.2.2 - Meio Abiótico	58
5.2.2.1 - <i>Cobertura Vegetal</i>	58
5.2.2.2 - <i>Considerações Gerais da Fauna</i>	58
5.2.2.3 - <i>Limnologia</i>	60
5.2.3 - Meio Sócio-Econômico	73
5.2.4 - Aspectos Econômicos	81
5.2.5 - Energia	85
5.2.6 - Comunicação	85
5.3 - Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Direta	85
5.3.1 - Meio Físico	85
5.3.1.1 - <i>Geologia Local/Geotecnia</i>	85
5.3.1.2 - <i>Aspectos Geotécnicos</i>	86
5.3.1.3 - <i>Geomorfologia Local</i>	88
5.3.1.4 - <i>Solos</i>	88
5.3.1.5 - <i>Relação entre Uso Potencial e Ocupação do Solo</i>	89
5.3.1.6 - <i>Sismicidade da Região</i>	90
5.4 - Meio Biótico	93
5.4.1 - Considerações Gerais	93
5.4.2 - Zona Ribeirinha	95
5.4.3 - Campos Antrópicos	96
5.5 - Meio Sócio-Econômico	109
5.5.1 - Características da População	109
6 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	115
6.1 - Considerações Gerais	116
6.2 - Métodos e Resultados	116
6.2.1 - Identificação das Ações do Empreendimento e dos Componentes do Sistema Ambiental	116
6.3 - Método Matricial	119
6.3.1 - Descrição dos Impactos Ambientais na Área de Influência Funcional do Projeto	123
6.4 - Avaliação dos Impactos Ambientais	148
6.4.1 - Fases de Estudos e Projetos x Meio Físico	149
6.4.2 - Fases de Estudos e Projetos x Meio Biológico	149
6.4.3 - Fases de Estudos e Projetos x Meio Sócio-Econômico	149
6.4.4 - Fase de Implantação x Meio Físico	149
6.4.5 - Fase de Pré-Implantação x Meio Biológico	149
6.4.7 - Fase de Implantação x Meio Físico	150
6.4.8 - Fase de Implantação x Meio Biológico	150

6.4.9 - Fase de Implantação x Meio Sócio-Econômico	150
6.4.10 - Fase de Pré-Operação x Meio Físico	150
6.4.11 - Fase de Pré-Operação x Meio Biológico	151
6.4.12 - Fase de Pré-Operação x Meio Sócio-Econômico	151
6.4.13 - Fase de Operação x Meio Físico	151
6.4.14 - Fase de Operação x Meio Biológico	151
6.4.15 - Fase de Operação x Meio Sócio-Econômico	151
6.4.16 - Fase de Monitoramento e Controle Ambiental x Meio Físico	152
6.4.17 - Fase de Monitoramento e Controle Ambiental x Meio Biológico	152
6.4.18 - Fase de Monitoramento e Controle Ambiental x Meio Sócio-Econômico	152
6.5 - Correlações e Processos Interativos entre os Componentes Ambientais	152
6.6. - Sugestões de Atividades Sócio-Econômicas	153
7 - PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS	156
7.1 - Identificação de Medidas Mitigadoras	157
7.1.1 - Considerações Gerais	157
7.1.2 - Identificação de Medidas Mitigadoras e de Controle Ambiental	157
7.1.2.1 - Canteiro de Obras	157
7.1.2.2 - Limpeza da Área	158
7.1.2.3 - Terraplenagem	159
7.1.2.4 - Controle de Ruídos	159
7.1.2.5 - Destino dos Resíduos Sólidos (Líquidos e Gasosos)	159
7.2 - Uso e Manuseio de Explosivos	162
7.3 - Segurança	164
7.3.1 - Meio Biótico	166
7.3.1.1 - Manejo do Solo e Revegetação	166
7.3.1.2 - Recuperação e Uso Futuro da Área	167
7.3.2 - Meio Sócio-Econômico e Social	167
7.4 - Plano de Desmatamento	169
7.4.1 - Introdução	169
7.4.2 - Diagnóstico Faunístico e Florístico	171
7.4.3 - Organização do Herbário	172
7.4.4 - Recursos Florestais Aproveitáveis	173
7.4.5 - Seleção dos Corredores de Escape da Fauna	174
7.4.6 - Proteção Contra Acidentes	174
7.5 - Plano de Proteção e Preservação da Fauna	176
7.5.1 - Introdução	176
7.5.2 - Manejo da Fauna	177
7.6 - Plano de Controle e Recuperação das Áreas Degradadas	178
7.7 - Plano de Manejo Sustentado dos Recursos Hídricos	179
7.8 - Plano de Combate a Eutrofização, Assoreamento e Salinização	180
7.8.1 - Características Indicadoras do Processo e Eutrofização	180
7.8.2 - Problemas Devido a Eutrofização	182
7.8.3 - Plano de Combate a Eutrofização	183
7.8.4 - Monitoramento da Qualidade da Água	184
7.8.5 - Assoreamento do Reservatório	185
7.8.6 - Salinização do Reservatório	186
7.9 - Plano de Peixamento e Psicultura	188

7.9.1 - Produção de Alevinos e Apoio Técnico	189
7.9.2 - Escolha das Espécies para Peixamento.....	190
7.9.3 - Programa de Povoamento para o Reservatório.....	191
7.9.4 - Controle Ambiental das Atividades de Piscicultura	193
7.10 - Identificação e Avaliação dos Impactos A Montante e a Jusante do Açude	193
7.10.1 - Impactos a Montante.....	194
7.10.1.1 - Meio físico.....	194
7.10.1.2 - Meio Biótico.....	194
7.10.1.3 - Meio Antrópico	195
7.10.2 - Impactos a Jusante	195
7.10.2.1 - Meio Físico.....	195
7.10.2.2 - Meio Biótico.....	196
7.10.2.3 - Meio Antrópico	196
7.11 - Delimitação das Áreas de Preservação Ambiental (APA)	196
7.12 - Plano de Reassentamento	197
7.12.1 - Introdução	197
7.12.2 - Caracterização da População	199
7.12.3 - Responsabilidades Organizacionais.....	200
7.12.4 - Participação da Comunidade	200
7.12.5 - Indicações e Encaminhamento dos Beneficiários do Plano de Reassentamento.....	201
7.12.6 - Sítio de Reassentamento.....	201
7.12.7 - Avaliação e Compensação dos Bens Perdidos	201
7.12.8 - Estrutura de Produção, Posse da Terra, Moradia e Serviços Sociais.....	202
7.12.9 - Plano de Remoção e Relocação de Infra-Estrutura.....	203
8 - PROGRAMAS AMBIENTAIS.....	204
8.1 - Plano de Educação Ambiental.....	205
8.1.1 - Introdução	205
8.1.2 - Linha de Ação do Programa de Educação Ambiental.....	205
8.1.2.1 - Conscientização da População sobre a Importância do Empreendimento	205
8.1.2.2 - Promoção de Campanhas de Prevenção e Controle de Doenças	206
9 - CONSCIENTIZAR A POPULAÇÃO DA NECESSIDADE DO CONHECIMENTO DE ECONOMIA.....	207
10 - LIMPEZA DAS ÁREAS DE LAZER	209
11 - TREINAMENTO DE PESSOAL PARA ATIVIDADE TURÍSTICA.....	211
12 - CONTROLE DE ZONOSE E INCENTIVAR A CRIAÇÃO DE ANIMAIS CONFINADOS	213
13 - ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	215
13.1 - Plano de Drenagem das Águas Pluviais	216
13.2 - Plano de Monitoramento dos Recursos Hídricos	216
13.2.1 - Plano de Monitoramento das reservas hídricas.....	216
13.2.2 - Monitoramento da Qualidade das Águas.....	217
13.2.3 - Plano de Controle Cartográfico da Região	217
13.2.4 - Monitoramento do Meio Biótico	217
13.2.5 - Monitoramento do Meio Antrópico.....	217

13.2.6 - Plano de Monitoramento dos Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos.....	218
13.2.6.1 - Abastecimento Público	218
13.2.6.2 - Abastecimento da Indústria.....	218
13.2.6.3 - Irrigação	218
13.2.6.4 - Lazer e Turismo	219
14 - PLANOS E PROJETOS CO-LOCALIZADOS	220
15 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE	222
15.1 - Considerações Gerais	223
15.2 - Constituição Federal.....	223
15.3 - Legislação Federal.....	226
15.4 - Legislação Estadual.....	231
15.5 - Legislação Municipal	240
15.5.1 - Lei Orgânica do Município de Ibareta	240
16 - GERENCIAMENTO AMBIENTAL	242
16.1 - Considerações Gerais	243
16.2 - Situação Atual	243
16.3 - Perspectivas Futuras	244
17 - CONCLUSÕES	245
18 - BIBLIOGRAFIA.....	247
19 - EQUIPE TÉCNICA	250
ANEXOS	252

- Sondagens a Pá e Picareta
- Sondagens a Percussão
- Sondagens Mistas
- Sondagens Rotativas
- Ensaios de Permeabilidade "in situ" Carga Constante (Le Franc)
- Ensaios de Perda D'água Específica
- Desenho 1/19 (01/02) Maciço - Bacia Hidráulica - Bacia Hidrográfica
- Desenho 2/19 (02/02) Maciço - Bacia Hidráulica
- Desenho 3/19 (01/03) Planta de Localização das Sondagens e Mapa Geológico
- Desenho 4/19 (02/03) Barragem - Perfil Geológico / Geotécnico
- Desenho 5/19 (03/03) Sangradouro - Seções Geológica / Geotécnicas
- Prancha 01/01 Matriz de Avaliação de Impactos Ambientais

APRESENTAÇÃO

100 300 400 500 600 700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2400 2500 2600 2700 2800 2900 3000 3100 3200 3300 3400 3500 3600 3700 3800 3900 4000 4100 4200 4300 4400 4500 4600 4700 4800 4900 5000 5100 5200 5300 5400 5500 5600 5700 5800 5900 6000 6100 6200 6300 6400 6500 6600 6700 6800 6900 7000 7100 7200 7300 7400 7500 7600 7700 7800 7900 8000 8100 8200 8300 8400 8500 8600 8700 8800 8900 9000 9100 9200 9300 9400 9500 9600 9700 9800 9900 10000

APRESENTAÇÃO

A TSA – PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA., empresa responsável pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental-EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental-RIMA do Projeto de construção do Açude Público Macacos, no Município de Ibaretama, Estado do Ceará, apresenta neste documento os estudos ambientais referentes ao projeto.

Este trabalho foi elaborado de acordo com Termo de Referência de N° 036/98, elaborado pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMACE observando-se as exigências contidas na Lei Federal N° 6.902, de 27 de abril de 1981, e seu regulamento – Decreto Federal N° 99.274, de 06 de junho de 1980; a Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986; e, os demais instrumentos legais em vigor sobre o assunto.

A realização do empreendimento é apoiada no Decreto Estadual de N°25673, de 10 de novembro de 1999, considerando a necessidade de dar cumprimento à política de recursos hídricos estabelecida na atual Administração Pública Estadual, como também relevando os benefícios que trará à população com a construção da barragem Macacos.

Os estudos ambientais do Projeto de construção do Açude Público Macacos são apresentados em dois volumes: o volume I correspondendo ao Estudo de Impacto Ambiental-EIA e Anexos, o volume II compreendendo o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Para proporcionar a compreensão por parte dos diferentes segmentos da sociedade sobre o empreendimento proposto e seus efeitos no meio ambiente, este trabalho, por exigência legal, é apresentado em linguagem acessível.

1 - INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO

O Estudo de Impacto Ambiental -EIA e o Relatório de Impacto Ambiental –RIMA é resultante do contrato n º- 024/98 firmado entre a T.S.A. – Projetos de Engenharia Ltda. e a SRH -Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

Ele foi realizado por uma equipe multidisciplinar, e compreendeu várias pesquisas e serviços técnicos, no intuito de se conhecer os impactos positivos e negativos, que possam apoiar a decisão de realizar ou não o projeto de construção do açude Macacos.

Compreenderam neste estudo a descrição das ações e dos elementos do projeto e suas alternativas; delimitação da área de influência dos impactos ambientais; medição e valoração destes impactos; definição das medidas destinadas a mitigar os impactos adversos; programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos; comparação das alternativas; e, prognóstico da qualidade ambiental nas diversas fases de implantação do projeto.

Para atender os objetivos do estudo foram discutidas as características técnicas do projeto; metodologia do estudo; conteúdo do estudo (estudos básicos); diagnóstico ambiental, identificação e avaliação dos impactos ambientais; planos de medidas mitigadoras e desmatamento racional da bacia hidráulica; programas ambientais; planos e projetos co-localizados; legislação ambiental pertinente, gerenciamento ambiental e consulta às comunidades afetadas, antes de se chegar às conclusões e recomendações.

1.1 - Identificação do Empreendedor

INTERESSADO:

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS
HÍDRICOS - SRH

ENDEREÇO

RUA GENERAL AFONSO
ALBUQUERQUE LIMA S/N – EDIFÍCIO
SEDUC – BLOCO C CENTRO ADM.
VIRGÍLIO TÁVORA – CAMBEBA –
FORTALEZA - CE

CGC N°	11.821.523/0001-42
PROCESSO:	LICENÇA PRÉVIA N° 291/98
ELABORAÇÃO	TSA – PROJETOS DE ENGENHARIA LTDA CGC N° 73.720.876/0001-33

1.2 - Atividades Exercidas

Aproveitamento racional e integração dos recursos hídricos do Estado; coordenação, gerenciamento e operacionalização dos estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços no setor de Recursos Hídricos, promovendo a articulação dos órgãos e entidades estaduais do setor com os federais e municipais.

2 - ESTUDOS BÁSICOS

2 - ESTUDOS BÁSICOS

2.1 - Introdução

As investigações preliminares desenvolvidas pela SOHIDRA mostraram que a futura construção do açude Macacos, com capacidade projetada de 12.370.000 m³, área da bacia hidrográfica de 6.760 hectares e área da bacia hidráulica com cerca de 249,56 hectares, deverá suprir o sistema de abastecimento da cidade de Ibaretama e alguns distritos, servindo também a outros requisitos, tais como a irrigação, piscicultura e lazer.

2.2 - Localização e Acesso do Empreendimento

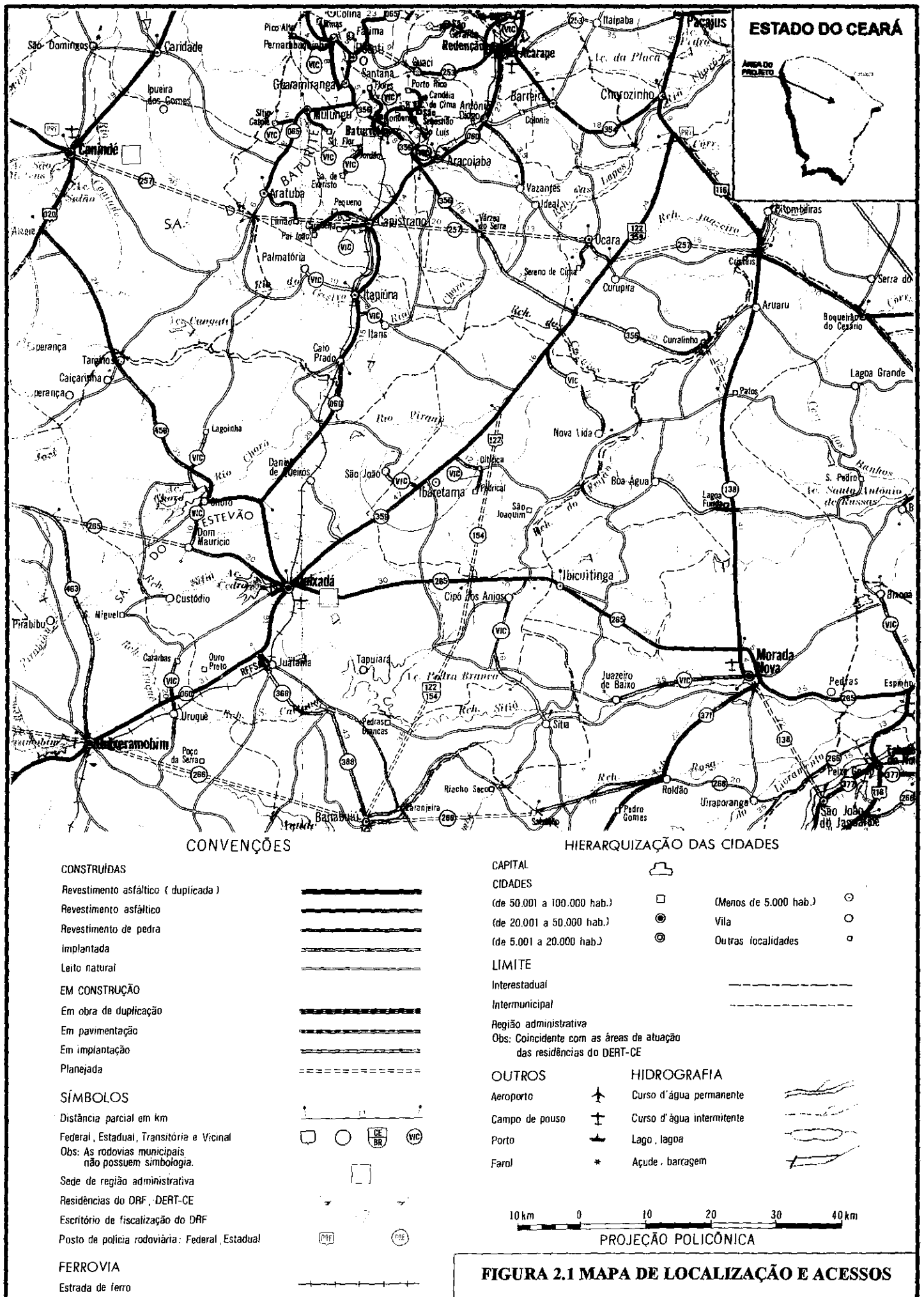
O açude público Macacos localiza-se quase na confluência dos riachos Macacos e Grande, 15 quilômetros a leste da sede do município de Ibaretama, na localidade de Barreiros. Está situada na região central do Estado do Ceará.

O acesso à área pode ser feito através da BR-116 até a localidade chamada "Triângulo de Quixadá" (77 km), no município de Chorozinho, quando se toma a estrada CE-122 (Estrada do Algodão) até Ibaretama (62 km). A partir daí segue-se por uma estrada carroçável que passa pelo distrito de Oiticica, num percurso de 15 quilômetros, até chegar à localidade de Barreiros onde será construída a barragem, no Riacho dos Macacos.

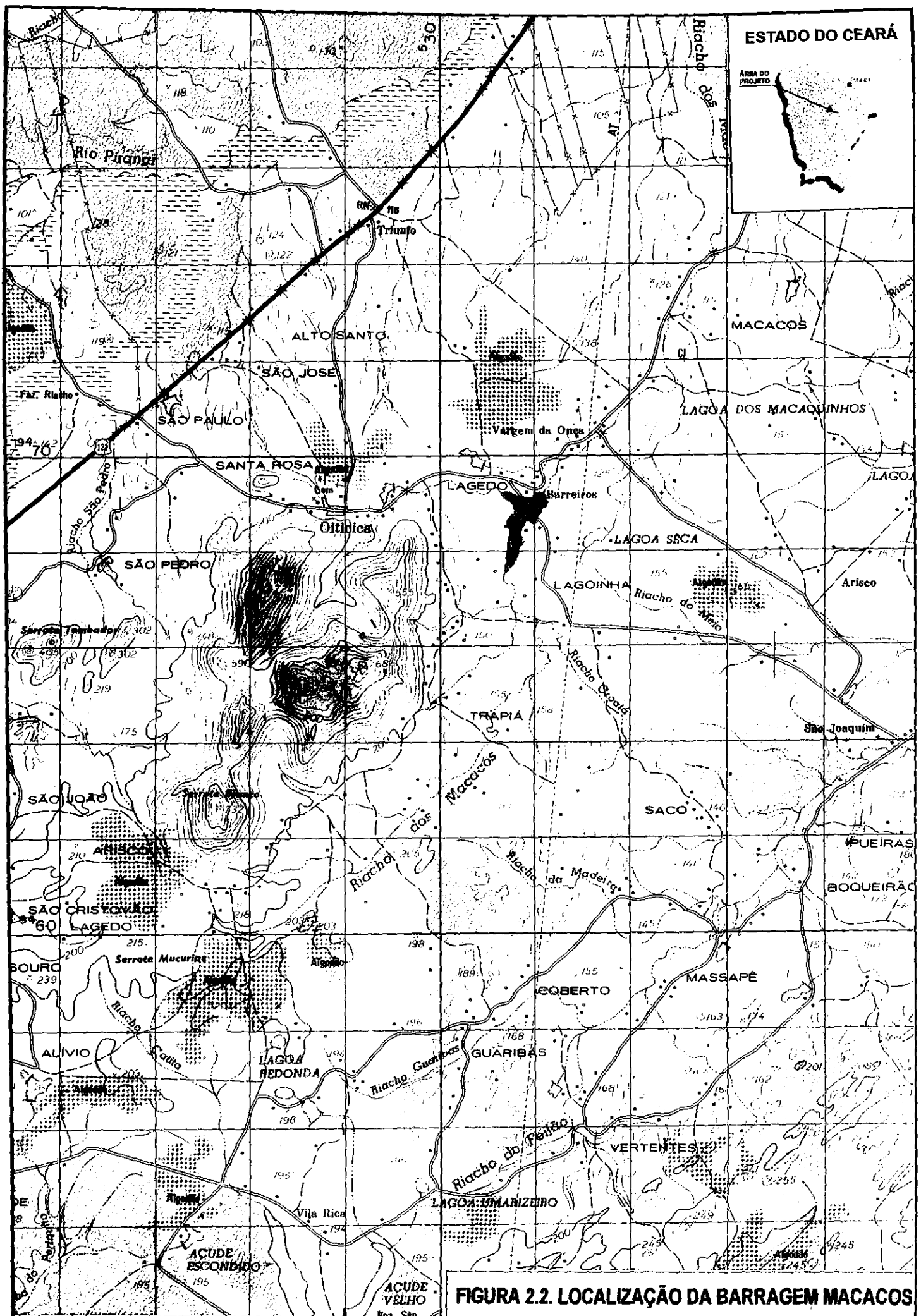
Outro acesso, a partir de Fortaleza, pode ser feito até Itapiúna (114 km), pela estrada asfaltada, CE-021. De lá, toma-se a estrada carroçável (31 km), até atingir a CE-122, na localidade de Pirangi. Na CE-122, em direção ao sul (Ibaretama), percorre-se mais 14,5 km, e entra-se a direita, para Oiticica que fica mais 5 km à frente. Percorrendo-se cerca de 4 km chega-se à sede de Barreiros, local da barragem. Vide mapa de situação, figura 2.1. e figura 2.2.

2.3 - Estudos Topográficos

As informações aqui apresentadas foram extraídas do Relatório dos Estudos Básicos do Projeto Executivo da barragem Macacos, Ibaretama-Ce, executadas pela empresa TSA - Projetos de Engenharia Ltda.



FONTE: MAPA RODOVIÁRIO DO ESTADO DO CEARÁ (1992)



2.3.1 - Levantamento da Poligonal Envolvente

Obedecendo ao Decreto Estadual de Nº25.673, de 10 de novembro de 1999, o levantamento da poligonal envolvente tem como limites as seguintes coordenadas U.T.M : 9.470.000/9.462.000 N e 528.000/536.000 E.

2.3.2 - Levantamento da Propriedade

O levantamento planimétrico da área em epígrafe permitiu a individualização de 66 propriedades. Esta tarefa foi executada com ajuda dos proprietários confinantes que ajudaram a dirimir as dúvidas existentes com relação aos limites entre os diversos terrenos.

2.3.3 - Levantamento do Eixo Barrável e Sangradouro

O levantamento do eixo barrável demarcou uma superfície com dimensões de 160m a montante e 160m a jusante do referido eixo. Foram executadas seções transversais ao eixo e cotados os pontos sistematicamente a cada 20 metros, abrangendo toda a faixa de domínio estabelecida. Estes pontos foram estaqueados e numerados obedecendo a sistemática de 20 metros, ou quando necessário, foram implantadas estacas intermediárias identificando elementos importantes para o levantamento.

A calha do rio, à jusante, foi levantada, a partir do eixo barrável até o ponto em que o canal de sangria poderá cruzar o rio. As seções foram executadas a cada 20 metros, com uma largura de 40 metros para cada lado do eixo.

2.3.4 - Levantamento Planialtimétrico da Área da Bacia Hidráulica

2.3.4.1 - Metodologia

A metodologia adotada consistiu na implantação de uma linha base, piquetada a cada 50 metros, com estacas intermediárias representando acidentes importantes. A seção transversal foi piquetada e levantada a cada 50 metros, estabelecendo-se assim uma malha planialimétrica de 100 m x 50 metros, que permitiu a intercalação de curvas de níveis de metro em metro. A escala utilizada para o desenho foi de 1:5.000, e para uma melhor visualização da bacia hidráulica, esta foi apresentada na mesma escala. (Desenhos 1/19 (01/02) e 2/19 (02/02)).

2.3.5 - Estudo dos Materiais de Construção

O estudo dos materiais de construção teve início com um reconhecimento de toda a área em volta do barramento, de modo a se localizar possíveis ocorrências de materiais, examinando a qualidade e estimando os volumes disponíveis. Devido a pequena espessura dos capeamentos, os materiais tornaram-se escassos na região.

2.3.5.1 - Jazida Terrosa

Foi pesquisada e delimitada uma jazida de material terroso, denominada JT.01, em uma distância economicamente viável, próxima à área do boqueirão. As áreas escolhidas foram sondadas com poços de inspeção (sondagem a pá e picareta) totalizando 53 furos, formando malhas constituídas por quadrados de 100 metros de lado. Em campo foi feita uma caracterização táctil-visual do material coletado, e, em seguida encaminhado para análise em laboratório.

2.3.5.2 - Dados Gerais das Jazidas

DISCRIMINAÇÃO	Jt.01
Área Total Estudada	320.000 m ²
Número de Furos Realizados	53
Profundidade Média dos Furos	1,80 m
Volume Total de Material	376.000 m ³
Camada Média de Expurgo	0,26 m
Espessura Média Útil	1,54
Área Utilizável	320.000 m ²
Volume de Material Utilizável	492.000 m ³
Distância ao Eixo Barrável	1080 m da E-20
Distância Média de Transporte ao Maciço	1.800 m

Das sondagens executadas na jazida, foram coletadas amostras para classificação táctil-visual e para serem submetidas aos seguintes ensaios geotécnicos de laboratório:

Granulometria por Sedimentação (DNER – ME 80-64);

Granulometria por Peneiramento (DNER – ME 51-64);

Límite de Liquidez (DNER – ME 44-71);

Limite de Plasticidade (DNER – ME 82-63);
 Compactação – Proctor Normal (DNER – ME 48-64);
 Peso Específico dos Grãos (DNER – ME 93-64).

Realizaram-se também, os seguintes ensaios especiais:

Permeabilidade com carga variável;
 Cisalhamento direto.

Areal

O areal foi estudado através de uma malha de sondagens e trado ao longo do depósito, com diâmetro de 4”.

Dados Gerais da Jazida JA.01

Comprimento do Trecho	1.800,00 m
Largura Média do Trecho	8,00 m
Número de Sondagens Realizadas	8
Espessura Média da Camada	1,70 m
Volume de Material Explorável	24.480,00 m ³
Distância Média do Areal ao Eixo Barrável	0,2 km
Distância Média de Transporte	0,70 km

Pedreira

Foi pesquisada e delimitada uma pedreira, denominada JP.01 e desta foram coletadas amostras para ensaios de Desgaste por Abrasão tipo “Los Angeles” (DNER - ME - 35-64). Os resultados encontram-se especificados abaixo:

Dados Gerais da Jazida JP.01

Extensão Média	150,00 m
Largura Média	70,00 m
Profundidade a Ser Explorada	4,00
Volume Explorável	42.000,00m ³
Distância ao Eixo Barrável	0,2 km
Classificação	Gnaisse

2.3.5.3 - Comentários Gerais sobre as Investigações

- Fundações

Através da análise dos resultados das sondagens pode-se traçar um provável perfil geotécnico da área do trecho barrável.

O material predominantemente encontrado nas fundações é constituído por depósitos aluvionares restritos ao fundo do vale, formados basicamente por siltes arenosos variegados com valores de SPT variando de 10 a 40 . Detectaram-se também camadas de areia fina a grossa siltosa cinza claro a escuro com valores de SPT entre 10 a 30 golpes. Encontrou-se também isoladamente camadas de argila siltosa cinza escuro com valores de SPT entre 19 e 22 golpes. O depósito aluvionar tem sua profundidade máxima detectada na região próxima à estaca 13, atingindo 7,00 m.

O nível d'água não foi detectado em nenhuma sondagem.

Além da aluvião encontra-se uma camada não espessa de solo residual. Este pacote é representado por uma areia grossa de cor cinza claro com pedregulhos grossos, com os valores de SPT variando entre 34 a 13/4 golpes em média, proveniente da decomposição e alteração da rocha de fundação (gnaisse). As sondagens a percussão tiveram suas profundidades limitadas portanto, pelo solo residual que se mostrou impenetrável à ferramenta de percussão.

A rocha de fundação se apresenta de modo alternado com gnaisse de coloração branca a cinza com variações de tonalidades (cinza claro a escuro) de muito a pouco fraturado, apresentando porcentagens de recuperação de 77% a 100%, e granito cinza claro a escuro de pouco a muito fraturado com recuperações em torno de 36% a 100%.

Na região das ombreiras encontra-se uma capa de solo residual delgada formada por silte arenoso com cascalho cinza escuro com espessura variando entre 1,37 m e 2,50 m, atingindo logo a seguir a rocha do tipo granito pouco a muito fraturado de cor cinza.

Os ensaios de permeabilidade "in situ" na aluvião apresentaram resultados variando entre $K =$ coeficiente de permeabilidade = $1,1 \times 10^{-4}$ cm/s a $K = 9,9 \times 10^{-5}$ cm/s.

Os ensaios de perda d'água específica nas rochas, tanto no leito como nas ombreiras, apresentaram valores de condutividade hidráulica do maciço variando entre P.E. = Perda D'Água Específica = 0 a 0,40 l/min/m/kg/cm².

As características da fundação da barragem podem ser visualizadas nos boletins de sondagens, nos ensaios de infiltração e perda d'água realizados, na planta de localização das sondagens e no desenho referente ao perfil geológico-geotécnico, apresentados em anexo.

Materiais de Construções

Materiais Terrosos

A jazida de empréstimo em questão é constituída essencialmente por uma camada de solo areno-argiloso.

Através da análise da curva granulométrica com sedimentação e dos dados resultantes dos ensaios dos limites de consistência conclui-se que há predominância de materiais classificados como SM (USC) ou seja, areia siltosa argilosa. Em alguns casos detectou-se solo tipo CL ou seja argila silto-arenosa de baixa compressibilidade.

Os valores obtidos dos ensaios de cisalhamento direto lento cujas amostras foram compactadas na densidade e umidade ótimas obtidas no ensaio de Proctor, receberam tratamento estatístico e indicaram os valores:

$$C' = 0,2 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\Phi = 27^\circ$$

Dos resultados obtidos nos ensaios de compactação, após receberem também tratamento estatístico apresentou:

$$Y_s \text{ max.} = 1,82 \text{ g/cm}^2$$

$$hótomax = 15,7\%$$

Materiais Arenosos

Através da análise dos resultados obtidos classifica-se o depósito com SP ou seja areia de granulação fina a média mal graduada.

Os ensaios de permeabilidade constante nas amostras apresentaram valores máximos de $K =$ coeficiente de permeabilidade $\cong 1,7 \times 10^{-2} \text{cm/s}$.

Pedreira

O material da pedreira foi classificado como gnaisse, com valor resultante do ensaio "Los Angeles" = $L^a = 32,60\%$, com graduação da amostra tipo "B", podendo-se portanto considerar o material da pedreira adequado ao fim que se destina.

2.3.6 - Recursos Minerais

Economicamente as áreas de influência indireta e direta não são beneficiadas com a presença de ocorrências minerais expressivas. Pode-se destacar apenas a grande reserva de material rochoso de utilização direta na construção civil, que poderá ser utilizado sob a forma de enrocamento e outras aplicações gerais, quando da realização dos trabalhos efetivos de construção da barragem.

Nos domínios das planícies aluviais pode-se constatar a presença de pequenos depósitos de material argiloso, que pelas suas características peculiares pode ser utilizado como matéria prima na confecção de material cerâmico (tijolo e telha).

A origem dos depósitos está relacionada à ação das águas em período de chuvas fortes, em que o material pelítico é transportado em suspensão e depositado nas planícies aluviais.

2.4 - Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos tiveram como objetivo a definição das características do subsolo local, através das sondagens e ensaios de campo, bem como dos materiais construtivos (terrosos, arenosos e pétreos) por meio de sondagens, coleta de amostras e realização de ensaios geotécnicos de laboratório.

2.4.1 - Sondagens e Ensaios no Sítio Barrável

- Sondagens a Pá e Picareta

Sondagem (Nº)	Localização Estaca	Profundidade (m)	Localização
SPP-01	E-3 ^A	0,70	Eixo do Sangradouro
SPP-02	E-2 ^A	0,59	Eixo do Sangradouro
SPP-03	E-1 ^A	0,55	Eixo Omb. Esquerda
SPP-04	E-0	0,70	Eixo Omb. Esquerda
SPP-05	E-2	0,72	Eixo Omb. Esquerda
SPP-06	E-3	0,60	Eixo Omb. Esquerda
SPP-07	E-5	2,20	Eixo Omb. Esquerda
SPP-08	E-6	1,18	Eixo Omb. Esquerda
SPP-09	E-7	1,15	Eixo Omb. Direita
SPP-10	E-8	1,40	Eixo Omb. Direita
SPP-11	E-9	0,90	Eixo Omb. Direita
SPP-12	E-17	1,05	Eixo Omb. Direita
SPP-13	E-19	0,90	Eixo Omb. Direita
SPP-14	E-21	1,26	Eixo Omb. Direita
SPP-15	E-22	0,45	Sangradouro
SPP-16	E-23	0,75	Sangradouro
SPP-17	E-24	0,90	Sangradouro
SPP-18	E-26	1,30	Sangradouro

Obs: Em anexo, são mostrados os Perfis Individuais de Sondagens a Pá e Picareta.

Sondagens a Percussão

As sondagens a percussão foram efetuadas com circulação d'água e cravação de tubo de revestimento de 2 ½ " de diâmetro interno, determinando-se a cada metro de profundidade a resistência à penetração das camadas de solos perfurados. Durante os serviços, a cada metro, de penetração, realizaram-se ensaios de infiltração "Lê Franc", cujos resultados, estão apresentados em planilha, com os coeficientes de permeabilidade encontrados. A sondagem prosseguiu até atingir o impenetrável.

Realizaram-se 11 sondagens a percussão com valores de SPT perfazendo um total de 75,30 metros. O quadro abaixo mostra os dados técnicos das sondagens realizadas.

Sondagem N°	Localização Estaca	Profundidade (m)	Diâmetro	Localização
SP-01	E-11	5,75	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-02	E-12 (20 m J)	7,62	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-03	E-12 (40 m J)	8,61	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-04	E-13	9,25	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-05	E-12 (20 m M)	7,15	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-06	E-12 (40 m M)	9,22	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-07	E-14 (40 m M)	5,10	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-08	E-14 (20 m M)	7,30	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-09	E-14 (20 m J)	7,30	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-10	E-14 (40 m J)	3,75	2 ½"	Eixo da Barragem
SP-11	E-15	4,25	2 ½"	Eixo da Barragem

Sondagens Mistas

Sondagem mista é aquela executada por sondagem a percussão em todos os tipos de terrenos penetráveis por esse processo e executada por meio de sondagem rotativa nos materiais impenetráveis a percussão.

Os furos tiveram início com sondagem percussiva no diâmetro 2 ½", definindo-se assim, a espessura do solo sobre o embasamento rochoso e as resistências das camadas através do "SPT". Prosseguiu-se com sonda rotativa, usando-se a MACH 920, de avanço manual, ou MACH 850, de avanço hidráulico, acoplada a um calibrador e a um barrilete NX-duplo-móvel, para recuperação de testemunho. Foram obtidas informações da alteração, do fraturamento e da estanqueidade da rocha.

Foram realizadas 04 sondagens mistas, num total de 62,20 m perfurados. No quadro a seguir apresentam-se os dados técnicos gerais das sondagens mistas realizadas.

Sondagem N°	Localização Estaca	Profundidade (m)	Diâmetro	Localização
SM-01	E-10	12,00	NX	Eixo da Barragem
SP-02	E-12	17,80	NX	Eixo da Barragem
SM-03	E-14	18,00	NX	Eixo da Barragem
SM-04	E-16	14,40	NX	Eixo da Barragem

Sondagens Rotativas

As sondagens rotativas foram executadas com diâmetro NX e tiveram como objetivo a obtenção de testemunhos que permitiram a identificação das discontinuidades do maciço rochoso. Foram realizados Ensaio de Perda d'água específica, para se conhecer a condutividade hidráulica da rocha ou a localização das fendas e falhas existentes.

A sonda utilizada foi a MACH 920 de avanço manual, ou a MACH 850 de avanço melhor para recuperação de testemunho. Para cada manobra foi registrada a porcentagem de recuperação e foi contado o número de peças recuperadas.

No quadro a seguir são apresentados os dados técnicos gerais das sondagens rotativas.

Sondagem N°	Localização Estaca	Profundidade (m)	Diâmetro	Localização
SR-01	E-01	5,52	NX	Eixo da Barragem
SR-02	E-04	8,17	NX	Eixo da Barragem
SR-03	E-18	9,00	NX	Eixo da Barragem
SR-04	E-20	8,00	NX	Eixo da Barragem
SR-04 ^A	E-20 (20 m J)	5,76	NX	Eixo da Barragem
SR-04B	E-20 (20 m M)	6,80	NX	Eixo da Barragem
SR-05	E-23 + 10	6,36	NX	Sangradouro
SR-06	E-25	7,66	NX	Sangradouro
SR-07	E-26 + 10	6,60	NX	Sangradouro
SR-08	E-25 (30mJ)	8,00	NX	Sangradouro
SR-09	E-25 (30mM)	7,00	NX	Sangradouro
SR-10	E-25 (50mJ)	5,90	NX	Sangradouro

2.5 - Aspectos Hidrológicos

A barragem a ser construída no riacho Macacos engloba também o riacho Grande, já que a confluência situa-se dentro da bacia hidráulica do açude. Estes dois riachos pertencem à bacia do Rio Pirangi, e o Riacho Macacos, como afluente da margem direita, tem sua confluência com o rio principal, bem próximo de Pirangi. Já o Rio Pirangi segue para leste até desembocar no mar, na localidade de Pariqueira. A drenagem se caracteriza por riachos de pequena extensão, disposição retangular com vales estreitos e rasos, normalmente encaixados nas estruturas das rochas cristalinas pré-cambrianas. O padrão dendrítico é mais evidente nas áreas dominadas por granitos e migmatitos homogêneos. Os talwegues têm perfis suaves pequenas declividades, e a maior parte de seus cursos esta condicionada a zonas de fraturas e falhas do embasamento, realçando os acidentes tectônicos da área.

2.6 - Alternativas Locacionais

Visando a identificação de um local adequado à construção de uma barragem, tendo como função primordial regularizar o abastecimento urbano da cidade de Ibaretama e os distritos de Oiticica, Triunfo e Pirangi, a SOHIDRA realizou estudos preliminares de reconhecimento dos cursos d'água da região, incluindo drenagens, riachos e rios.

O resultado destes estudos definiu como local viável tecnicamente para a construção de um açude, o sítio localizado a cerca de 15 km da sede do município de Ibaretama, barrando os riachos Macacos e Grande, no distrito de Barreiros.

De acordo com estes estudos incluindo o levantamento planimétrico da bacia hidráulica foi realizado um predimensionamento visando uma primeira aproximação do comportamento do açude, tendo como suporte as fórmulas do Engenheiro Aguiar, amplamente consagrada pelo DNOCS, cujos resultados mostraram-se satisfatórios para barragens deste porte e com as características do boqueirão em epígrafe.

2.7 - Alternativas Tecnológicas

Conforme Relatório de Concepção das Alternativas (TSA - Projetos de Engenharia Ltda - 1999), foram estudadas quatro alternativas para o maciço da barragem, cujas características são apresentadas no Quadro abaixo:

- Barragem de Terra Homofênea com 221.790,00m³ de volume do maciço
- Dique Auxiliar com 68.490,00m³ de volume do maciço
- Sangradouro tipo canal escavado - soleira espessa com 80 metros de largura
- Tomada D'água tipo galeria com diâmetro de 250mm

Tudo isso, ao custo de R\$ 1.560.452,32 (Hum milhão quinhentos e sessenta mil e quatrocentos e cinquenta dois reais e trinta e dois centavos).

Todas as alternativas se mostraram tecnicamente viáveis, entretanto, foi escolhida a de menor custo que além disto, é o melhor boqueirão do ponto de vista da topografia, geotecnia e da hidrologia.

Além de tudo, sua situação geográfica permite o abastecimento d'água imediato das comunidades de Barreiro, Lajedo, do distrito de Oiticica, São Paulo e da sede do município de Ibaretama, que hoje se abastece comprando a água de um açude particular.

O acesso, da barragem à sede municipal, é feito por uma estrada vicinal já existente, que interliga todas essas comunidades possibilitando o lançamento da adutora à margem da estrada, sem agredir o meio ambiente, bem como evitando a indesejada desapropriação de terras.

Outro aspecto positivo será o desenvolvimento das atividades recreativas dessas populações com a proximidade da barragem nesse local e o fácil acesso à mesma.

O mesmo vale para os distritos de Triunfo e Pirangi.

3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO/DADOS TÉCNICOS DO EMPREENDIMENTO

3 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO/DADOS TÉCNICOS DO EMPREENDIMENTO

3.1 - Ficha Técnica do Açude Público Macacos

3.1.1 - Características Gerais

Nome da Barragem/Açude	Barragem/Açude Público Macacos
Localização	Município de Ibareta
Sistema	Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi
Rio Barrado	Riacho Macacos
Área da Bacia Hidráulica	249,56 ha.
Área da Bacia Hidrográfica	6.760 ha.
Capacidade	12,37 hm ³
Cota do N.A. Máximo de Cheia	121,36 m
Cota do N.A. Mínimo Operacional	110,645 m
Vazão Regularizada (f=90%)	0,071M ³ /S
Precipitação Média Anual	800,0 mm

3.1.2 - Barragem Principal

Tipo	Homogênea de terra
Altura Máxima	16,00 m
Largura Máxima da Base	70,00 m
Extensão do Coroamento	870 m
Cota do Coroamento	122,50 m
Volume do Maciço	191.010,00 m ³
Taludes	1:2

3.1.3 - Diques

Tipo	Homogênea de terra
Altura Máxima	1,90 m
Extensão do Coroamento	434 m
Volume do Maciço	6.090,00 m ³
Taludes	1:2

3.1.4 - Sangradouro

Tipo	Cortado em rocha com cordão de fixação
Largura Máxima	80 m
Vazão Afluente de Projeto (TR=1.000 anos)	367,16 m ³
Vazão Afluente de Verificação (TR= 1.000 anos)	528,86 m ³
Lâmina Máxima à Montante (TR= 1.000 anos)	1,36 m
Cota da Soleira	120,00 m
Volume de Corte	52.210,00 m ³
Volume de Concreto	63,00 m

3.1.5 - Tomada D'água

Tipo	Galeria
Diâmetro	250 mm
Cota do Eixo da Galeria	110,00 m

3.2 - Captação e Adução

O açude Macacos visa sobretudo o abastecimento de água da sede municipal de Ibareta, incluindo principalmente, as comunidades de Oiticica, São Paulo, Triunfo e Pirangi, beneficiando uma população de 3.218 habitantes, com projeção de beneficiar 6.804 habitantes no horizonte do ano de 2024.

A adutora do Açude Macacos terá duas ramificações, sendo uma que beneficiará as comunidades de Oiticica, São Paulo e Ibareta, perfazendo uma travessia de 13,872 quilômetros. O outro trecho beneficiará as localidades de Triunfo e Pirangi, correspondendo a um percurso de 13,72 quilômetros.

A captação será realizada no local denominado Barreiro (estaca 41) com diâmetro de 150 mm, vazão de 17,71 l/s, atingindo a Estação de Tratamento de Água – ETA (estaca 47) que se encontra a 120 metros de distância do ponto de captação.

O esquema de distribuição da adutora obedecerá as especificações abaixo:

<u>Trecho I</u>	Trecho II
L= 13,872 km	L= 13,72 km
D= 150 mm	D= 150 mm
Q= 12,13 l/s	Q= 4,36 l/s
Tubo → PVC	Tubo → PVC

3.3 - Relação Cota x Área x Volume

De acordo com gráfico abaixo (Figura 3.1), elaborado a partir da integração de estudos básicos envolvendo variáveis, cota, área e volume, foi possível estabelecer projeções sobre a superfície a ser ocupada pelo empreendimento com o seu respectivo volume de água acumulado.

Estes dados permitiram a execução de uma análise mais consistente sobre a escolha mais adequada de cota máxima, principalmente, no que se refere à quantificação e tipificação de impactos ambientais gerados nos diferentes níveis.

BARRAGEM MACACOS

COTA X ÁREA X VOLUME

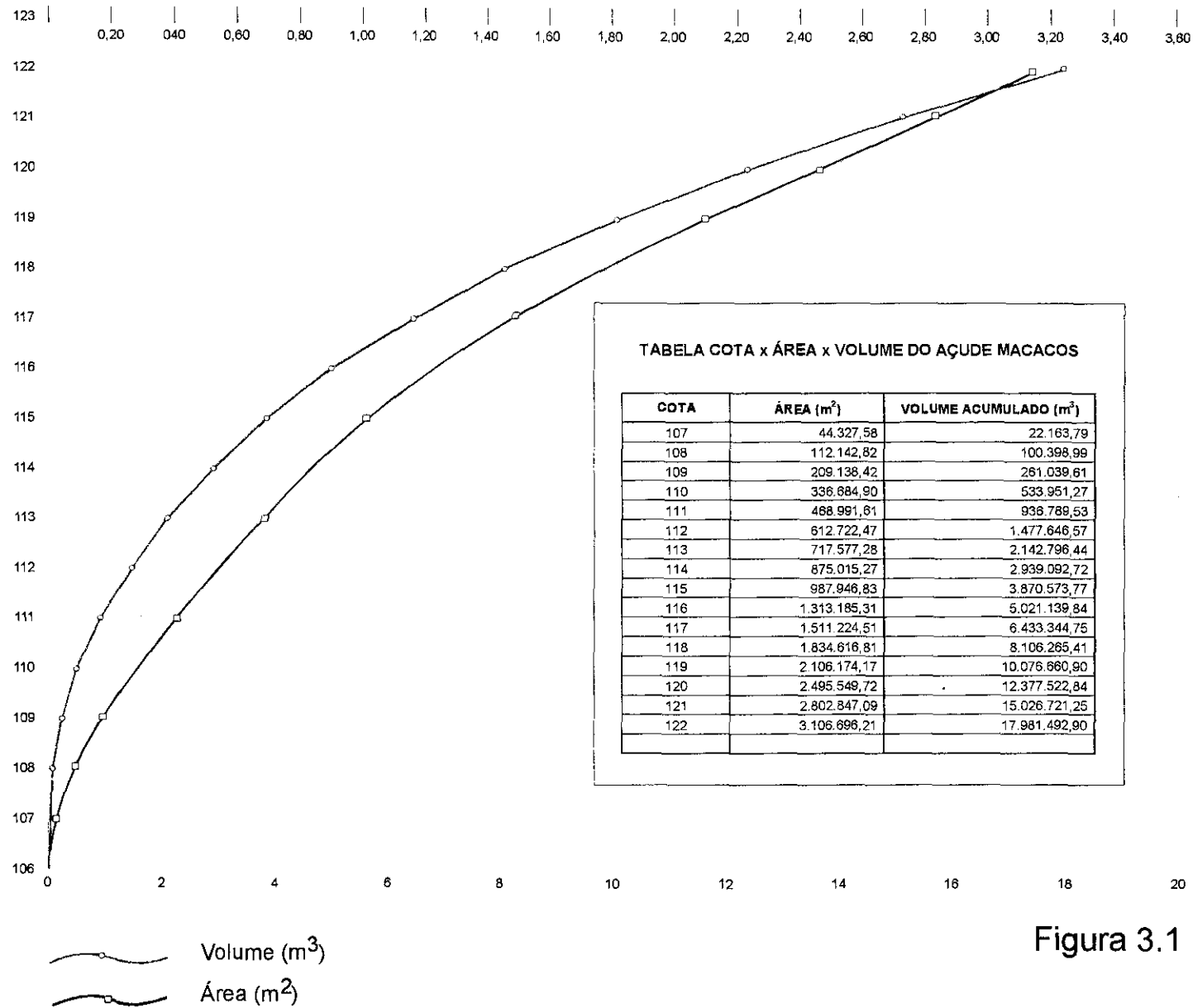


TABELA COTA x ÁREA x VOLUME DO AÇUDE MACACOS

COTA	ÁREA (m ²)	VOLUME ACUMULADO (m ³)
107	44.327,58	22.163,79
108	112.142,82	100.398,99
109	209.138,42	261.039,61
110	336.684,90	533.951,27
111	468.991,61	936.789,53
112	612.722,47	1.477.646,57
113	717.577,28	2.142.796,44
114	875.015,27	2.939.092,72
115	987.946,83	3.870.573,77
116	1.313.185,31	5.021.139,84
117	1.511.224,51	6.433.344,75
118	1.834.616,81	8.106.265,41
119	2.106.174,17	10.076.660,90
120	2.495.549,72	12.377.522,84
121	2.802.847,09	15.026.721,25
122	3.106.696,21	17.981.492,90

Figura 3.1

3.4 - Plano de Utilização Múltipla do Reservatório

A água é, sem sombra de dúvidas, vital para região, por ser escassa e se prestar a um grande número de atividades sócio-econômicas. Este empreendimento tende a mudar a feição regional, e a melhoria da qualidade de vida vai se basear na sua múltipla utilização, principalmente em:

Abastecimento de água para a sede do município e seus distritos mais importantes, para melhorar a qualidade de vida e saúde dos habitantes. Serão atendidas as seguintes comunidades: Ibareta, Oiticica, Pirangi, Triunfo, Posto São Paulo e Bananeiras.

Irrigação das áreas à jusante do barramento e no entorno da bacia hidráulica, gerando um aumento da produção agrícola e da pecuária;

Criação de peixe para suprir as necessidades mínimas de proteína da população local;

Desenvolvimento de lazer nas margens do lago formado e para incrementar o turismo;

O abastecimento vai ser feito através de adutora que beneficiará uma população de 3.812 habitantes cuja captação terá um diâmetro de 150 mm e uma vazão de 17,71 litros por segundo.

3.5 - Custo da Obra

O valor global da construção da barragem Macacos foi arcado em R\$ 1.560.452,36 (Hum milhão, quinhentos e sessenta mil, quatrocentos e cinqüenta e dois reais e trinta e seis centavos) tendo sido subdividido nos seguintes itens:

DISCRIMINAÇÃO	R\$
1- Administração e fiscalização	5.667,04
2- Serviços Preliminares	189.200,00
3- Barragem	1.082.258,59
4- Diques	64.034,75
5- Tratamento e Injeção da Fundação	65.811,16
6- Sangradouro	122.089,10
7- Tomada D'água	31.391,72

3.6 - Cronograma Geral

CRONOGRAMA GERAL DA CONSTRUÇÃO DA BARRAGEM MACACOS												
DISCRIMINAÇÃO	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 - MOBILIZAÇÃO DE PESSOAL E EQUIPAMENTO	// //	// //										
2 - DESMOBILIZAÇÃO												// //
3 - INSTALAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRAS	// //	//										
4 - DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO E LIMPEZA (Canteiro e Jazidas)	//	// //	// //									
5 - ESCAVAÇÃO DA TRINCHEIRA, DE VEDAÇÃO E FUNDAÇÃO DA BARRAGEM			//	// //	// //							
6 - ESCAVAÇÃO DA TOMADA D'ÁGUA						// //						
7 - ESCAVAÇÃO DO SANGRADOURO						// //	// //					
8 - CONCRETAGEM DA TOMADA D'ÁGUA						// //						
9 - EXPLORAÇÃO DAS ÁREAS DE EMPRÉSTIMOS, JAZIDAS E PEDREIRAS			// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //		
10 - EXECUÇÃO DA TRINCHEIRA DE VEDAÇÃO E TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO				// //	// //	// //						
11 - EXECUÇÃO DO MACIÇO CENTRAL E OMBREIRAS				// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //	//	
12 - INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS DA TOMADA D'ÁGUA											// //	
13 - ACABAMENTO E LIMPEZA											// //	
14 - MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL												
15 - REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO			// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //	// //

4 - JUSTIFICATIVA ECONÔMICA E SOCIAL DO EMPREENDIMENTO

4 - JUSTIFICATIVA ECONÔMICA E SOCIAL DO EMPREENDIMENTO

As projeções estabelecidas pelo IBGE indicam uma taxa de crescimento anual de 1,85%, este aspecto implicará num incremento no processo de urbanização exigindo um suporte para maior desenvolvimento das atividades produtivas de alimentos, aproveitando as terras mais adequadas, juntamente com o desenvolvimento dos recursos hídricos da região.

A barragem Macacos, é definida como geradora de benefícios econômicos e sociais, uma vez que permite a ampliação do abastecimento da população da cidade aos níveis máximos, viabiliza a agricultura irrigada e ainda permite o desenvolvimento da piscicultura. Como se trata de um projeto de usos múltiplos visando o desenvolvimento regional, sua realização representará um fato de grande projeção sócio-econômica na região.

No que se refere ao aproveitamento das águas armazenadas pelo açude Macacos poderão ser identificados os seguintes usos:

irrigação;

abastecimento para o consumo humano e animal

piscicultura.

O açude Macacos deverá abastecer a cidade de Ibaretama e os distritos de: Pirangi, Oiticica, Triunfo, Posto São Paulo e Bananeiras.

A vazão regularizada da barragem será de aproximadamente $0,071\text{m}^3/\text{s}$.

Os custos sociais diretos do Projeto são representados pelo impacto sobre a população afetada com a formação do lago ao nível de necessidade de mudança no local de moradia e/ou trabalho.

Com respeito à população residente nas 65 propriedades integrantes da bacia hidráulica, resumem-se as seguintes informações:

número de arrendatários:78

número de moradores: 35;

número de benfeitores: 86
número de homens residentes na propriedade: 149
número de mulheres residentes na propriedade: 156
número de meninos residentes na propriedade: 98
número de meninas residentes na propriedade: 78

Os benefícios sociais diretos do reservatório são decorrentes dos efeitos produzidos por seus usos múltiplos, ou sejam: o abastecimento d'água urbano, a irrigação e a pesca.

No que se refere ao abastecimento d'água, a vazão aduzida do açude Macacos será de 17,71 l/s e beneficiará diretamente 3.218 habitantes, com projeção de beneficiar 6.804 habitantes no horizonte do ano 2024.

A piscicultura propiciará aproximadamente 80 empregos diretos, estimando-se que a produção de pescado será cerca de 10 t/ano e que para cada tonelada de pescado são criados cerca de 5 empregos diretos, sendo 2 para pescador e 3 para ajudantes de pesca e pessoal ocupado no reparo de redes e demais artefatos pesqueiros.

4.1 - Conclusão

A análise dos efeitos sociais líquidos de um projeto do tipo do açude Macacos não pode ser interpretada somente em função de seus aspectos econômicos, pois, entre as diversas variáveis envolvidas os pesos podem ser interpretados com valores diferentes. Assim, os efeitos sociais se prestam melhor para uma tomada de decisão política do que para uma decisão técnica.

Entretanto, observou-se um maior contingente da população que a sofre benefícios sociais em relação à que sofre prejuízos. Deve-se levar em conta ainda, que estas perdas serão minimizadas com o Plano de Reassentamento a ser executado.

5 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIA

5.1 - Áreas de Influência do Empreendimento

A resolução CONAMA 001/86 estabelece em suas diretrizes a necessidade de fixar uma área de influência, quando da realização de estudos de impactos ambientais. Em seu artigo quinto, item III, está implícito: “definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos ambientais, denominada de área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”.

5.1.1 - Considerações Gerais

A área em epigrafe está localizada na microrregião definida como Sertões de Quixadá correspondendo ao médio curso dos riachos Macacos e Grande, em que os constituintes geológicos, morfológicos, condições climáticas e a cobertura vegetal, definem um geosistema complexo, com processos morfogenéticos superimpondo as transformações e a evolução natural da paisagem.

Como na grande maioria dos terrenos cearenses, ocorre um predomínio do intemperismo físico. O transporte de sedimentos, associado ao escoamento superficial, aos depósitos aluviais e coluviais derivados e a presença de rochas precambrianas cristalinas, exibindo uma pequena cobertura de material inconsolidado, favorecem a formação de solos que carecem de técnicas corretivas para serem utilizados na agricultura.

Foram levantados os aspectos sócio-econômicos visando a realização de um diagnóstico, destacando as relações antrópicas com os recursos naturais das áreas de influência do projeto.

Serão abordados os elementos abióticos, bióticos e sócio-econômicos, definidos para a região onde será construído o açude Macacos, relacionando-se os aspectos geomorfológicos, geológicos, pedológicos, biológicos e antrópicos, visando um entendimento das relações ambientais, para avaliação conjunta dos ecossistemas e a proposição de medidas de controle, mitigação dos impactos e planos de controle ambientais.

5.1.2 - Área de Influência Indireta do Empreendimento

Numa região pobre quase que totalmente destituída de recursos naturais, inclusive hídricos, um açude, mesmo de pequeno porte a médio porte, exerce, na região, uma influência indireta muito grande. A produção de pescado, o incremento da produção agrícola com a oferta de água para irrigação, e as obras de infra-estrutura como saneamento básico, ocasionará um fluxo migratório do pessoal em busca de melhores condições sócio-econômicas.

Considerou-se a bacia hidrográfica dos riachos Macacos e Grande como área de influência indireta em virtude dos aspectos ambientais e recursos naturais pertinentes a esta região constituírem as modificações geossistêmicas que possam gerar impactos ambientais.

5.1.3 - Área de Influência Direta

O açude Macacos, com 12,37 milhões de metros cúbicos e uma bacia hidráulica de 249,56 hectares, é considerado de pequeno a médio porte. Portanto sua área de influência direta resume-se, praticamente às localidades de Oiticica, Lagedo, Barreiros, Lagoinha, Lagoa Seca e Vargem da Onça. Esta última que ficará, totalmente à jusante da barragem, receberá quase todos os benefícios, sem sofrer grandes danos. As demais, em compensação à oferta permanente de água, perderão parte de suas terras férteis, dentro da bacia hidráulica.

Esta área corresponde à porção inundada, a faixa marginal, considerada a partir do nível máximo "maximorum", onde a influência do reservatório estará relacionada com assoreamento, processos erosivos, canteiro de obras, jazidas minerais (materiais de empréstimo), bota-fora e desmatamentos.

As características naturais verificadas na área de influência direta definiram os principais divisores d'água da bacia hidráulica, condicionantes geológicos/estruturais, pedologia, morfogênese, cobertura vegetal e uso/ocupação do solo.

A utilização sistemática do recurso hídrico foi estudada, levando-se em consideração os projetos agropecuários de abastecimento d'água da cidade de Ibaretama e os distritos anteriormente citados.

A análise dos processos naturais e antrópicos da área de influência direta permitiu a definição dos principais indicadores e medidas de controle e recuperação ambientais, assim como a execução dos planos e programas de recuperação de áreas degradadas pelas atividades desenvolvidas no projeto executivo.

5.2 - Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Indireta

5.2.1 - Meio Abiótico

Os elementos que compõem este meio estão relacionados diretamente com os principais componentes da paisagem, incluindo os depósitos geológicos, morfologias, condições atmosféricas e solos.

5.2.1.1 - Geologia Regional

A Bacia Hidrográfica do Riacho Macacos está restrita aos terrenos metamórficos do Proterozóico Inferior do Complexo Migmatítico-Gnáissico, que foram cortados pelas Rochas Plutônicas Magmáticas do Proterozóico Superior/Eopaleozóico. Os sedimentos estão representados, já à jusante do futuro açude, pelas coberturas Colúvio-Eluviais Indiferenciadas (Figura 5.1).

Segundo Souza & Braga (1984), esta unidade é a porção da crosta mais antiga de toda a região. Trata-se de uma associação de rochas gnáissico migmatíticas de paleossoma básico e núcleos parcialmente homogeneizados, resultantes da fusão parcial, granitização e metamorfismo dos gnaisses mais antigos. Três unidades litológicas foram delimitadas neste complexo: as Rochas Plutônicas do embasamento, englobando os gnaisses de filiação magmática que sofreram processo posterior de granitização, biotita-granitos, e metaplutônicas gabro-ultrabásicas; os Migmatitos homogêneos e heterogêneos, formando núcleos de anatexia, em íntima associação com granito-gnaisses; e, gnaisses, englobando no interior, níveis de calcários cristalinos, rochas calciossilicáticas, anfibolitos e quartzitos. Morfologicamente, por suas distintas litologias, este complexo exhibe as mais diversas feições, porém, o setor peneplanizado com cotas de 200 metros, é a mais comum.

Rochas Plutônicas do Embasamento - Compreendem ortognaisses graníticos, ortognaisses básicos, biotita -granitos e metaplutônicas gabro-ultrabásica. Estas últimas que se distribuem em forma de serrotes alongados devido à foliação marcante, ou a falhamentos de pequena extensão. São comuns na área da bacia hidrográfica, com direção NE,

Biotita-Granitos - Ocorrem em duas áreas da Folha de Itapiúna, associados a falhamentos de gravidade, constituindo o serrote de Itapiúna e a serra da Tamanca. São leucogranitos de coloração cinza, granulação média, textura isotrópica com orientação incipiente, constituídos essencialmente de quartzo, feldspato e biotita subordinada em pequenos agregados lamelares. Por estarem associados a falhas, mostram efeitos de cataclase nos bordos com desenvolvimento de porfiroclastos facoidais de feldspato estiramento ou fraturamento dos grãos de quartzo e, recristalização de micas. Onde a movimentação é mais intensa, aumenta a frequência de veios pegmatitos, encaixados nas fraturas gerando o aparecimento de granada devido ao metamorfismo de contato, nas encaixantes.

Metaplutônicas Gabro-Ultrabásicas - Das duas áreas de ocorrência, a mais importante é a leste da Serra Azul, próxima à futura barragem. São três corpos em forma de lentes concordantes com a estruturação regional, de direção NE. As rochas têm coloração verde escura, granulação grosseira textura granular com tendência a granolepidoblástica, constituídas de piroxênio (clino e ortopiroxênio), anfibólio (tremolita-actinolita), plagioclásio, k-feldspato e quartzo. Têm, ao microscópio, textura nematoblástica, e mostra, uralitização e serpentização. Nos corpos próximos à falha de Senador Pompeu sofreram uma feldspatização mais intensa, com desenvolvimento de porfiroblastos facoidais de feldspatos. A outra ocorrência é observada nos arredores de Oriente, em que o corpo irregular tem orientação grosseiramente EW, formando uma pequena elevação. A rocha tem coloração verde, com tonalidades variando desde clara até muito escura, textura granular com orientação, constituída essencialmente de tremolita-actinolita (62%) e clinopiroxênios (35%), com raros cristais de quartzo. Quando intemperizadas têm coloração marrom e formam um solo tipo massapê. Em resumo pode-se dizer que as rochas mapeadas como metaplutônicas gabro-ultrabásicas são de composição gabróide ou piroxenítica, com fácies de metamorfismo xisto verde e que foram submetidas a cataclase e metassomatose.

Migmatitos - Corresponde, em área, mais de 50% das rochas da folha de Itapiúna, e suas variedades homogêneas e heterogêneas praticamente impossíveis de serem diferenciadas num mapeamento regional, embora seus domínios possam ser marcantes em determinados locais. O que se torna difícil é estabelecer os limites entre eles. Os migmatitos heterogêneos têm os traços da foliação, marcantes e retilíneos enquanto nos homogêneos esses traços são difusos e, muitas vezes, ausentes.

Migmatitos Homogêneos (Diatexitos) - São os diatexitos na classificação de Menhert (1971), onde o neossoma dominando amplamente o paleossoma, mascarou as estruturas originais, gerando estruturas nebulíticas e "schliren". Devido à ausência de litologias resistentes a

orientação, contendo intercalações, ora mais quartzosas, ora com dominância de tremolita, actinolita, hornblenda, diopsídio e epidoto. Alguns derivam do metamorfismo de margas, outros, como em Tesouro, são de origem metabásica. Na localidade de Serra Azul, a SW da barragem, existe uma ocorrência de scheelita, na calciossilicática.



se orientando EW, com a jusante da barragem programada. As estruturas mais comuns são do tipo domo e bacia e ovais, com suas terminações periclinais e núcleos anfibolíticos. Os dobramentos mais antigos são sempre isoclinais recumbentes e a variação da vergência ora para SE ora para NW foi superimposta pela fase seguinte que tem dobras tanto similares, com planos axiais de forte mergulho, quanto isoclinais, mas com caimento dos eixos, predominantemente, para nordeste. Toda a seqüência sofreu uma ondulação posterior por um dobramento de plano axial verticalizado.

Biotita Gnaisses e Gnaisses Facoidais - São as litologias mais importantes desta unidade, pela área que ocupam, principalmente nas bacias hidrográfica e hidráulica. Tem coloração clara, foliação conspícua com os "layerings" variando, em espessura, de alguns milímetros a centímetros. Os contatos entre os níveis, na maioria das vezes, são planares, embora localmente possam ser sinuosos, nas variedades facoidais e cataclásticas. A granulação varia de fina a grosseira, chegando a formar porfiroblastos e/ou porfiroclastos de feldspatos e, mais raramente, de granadas. A textura é quase sempre granolepidoblástica e os principais constituintes são microclina (30%), oligoclásio (25%), quartzo (35%) e biotita (7%). Como acessórios ocorrem sericita, opacos, zircão, allanita, muscovita e apatita. Estes gnaisses de composição granítica, foram originados à partir de paragneisses submetidos a metamorfismo da fácies anfibolítica de alto grau com metassomatose, cataclase e recristalização associadas.

Hornblenda Gnaisses e Hornblenda-Biotita Gnaisses - Ocorrem preferencialmente nas calhas sinclinais de contornos ovais a elípticos. Têm coloração creme-esverdeada, granulação fina a média e textura estromática com "layerings" milimétricos a centimétricos alternando-se nas colorações creme, parecendo metarcóseos e esverdeadas como anfíbios gnaisses. Ao microscópio, mostra uma textura granular hipidiomórfica, com 33% de oligoclásio, microclina e/ou ortoclásio (27%), 20% de hornblenda (com actinolita subordinada), 10% de quartzo e 5% de biotita. O restante é constituído pelos acessórios como zircão, clorita, titanita, apatita, opacos e epidoto. Estes gnaisses de composição quartzo dioríticas, mostram evidências da origem magmática, comprovando a idéia de que o embasamento transamazônico originou-se de rochas básicas mais antigas.

Gnaisses Granitizados - São rochas de coloração cinza clara, granulação fina a média, textura granoblástica e estrutura gnaissica, constituída de quartzo, feldspato e biotita, com muscovita, sillimanita e granada subordinadas. Bem laminados, mostram cataclase, com um fácil deslocamento, que permite seu uso, quase sem beneficiamento, na construção civil, como revestimento. Próximos a falhamentos podem apresentar foliação cataclástica típica,

Quartzitos - Estas rochas não têm nenhuma expressão na área da bacia hidrográfica do açude Macacos, são mais frequentes no Morro do Serrote e serrotes Retiro e João Bernardo. São quartzitos quase puros recristalizados, coloração creme, com espessos bancos fraturados. As variedades mais laminadas, podem conter lamelas de muscovitas nos planos de foliação e/ou cataclase.

Rochas Plutônicas Magmáticas - Os mapeamentos geológicos regionais no Caririano mostram que 90% dos corpos granitoides foram gerados na fase sinorogênica do Ciclo Brasileiro. São plútons de da ordem de 10 quilômetros de diâmetro, nos núcleos de Geoanticlínios e nos Maciços Medianos. Duas fácies são mais comuns, uma inferior, com associação máfica, constituída de diorito-granito porfiróide; e outra superior, móvel, intrusiva representada por tonalito-granito. O plutonismo tardi-tectônico é de origem mais profunda que o sinorogênico, tem, normalmente, pouca sílica, está relacionado a falhas e formam, bossas e "stocks". As rochas plutônicas pós-orogênicas estão restritas aos batólitos de Meruoca e Mocambo e outros corpos menores, todos no centro norte do Estado do Ceará. São corpos circulares, localizados nas zonas de falhas e/ou fraturas, durante a distensão pós-brasileira. Na área da bacia hidrográfica ocorre apenas a Associação Sin-tectônica Granítica de Serra Azul.

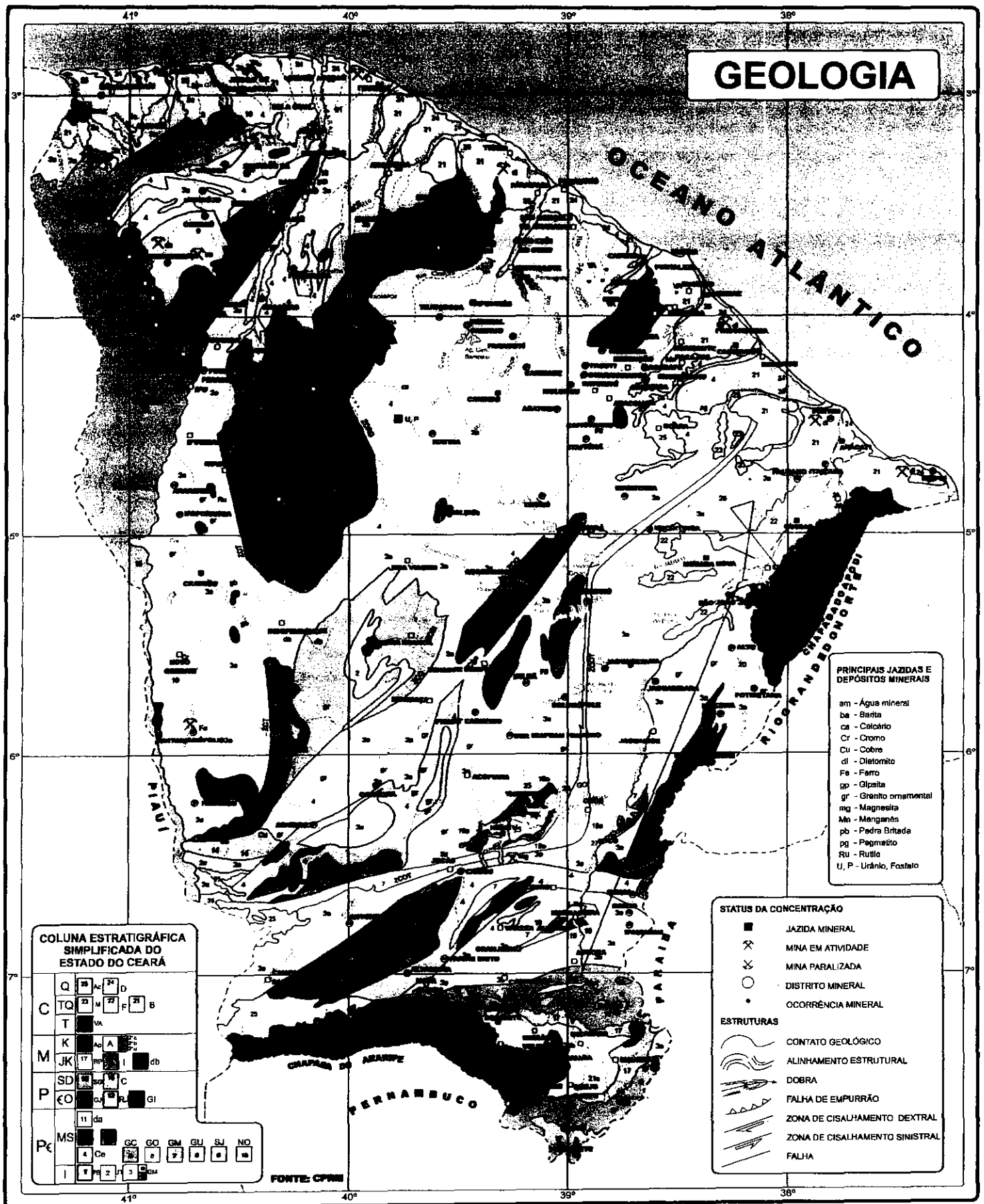
Associação Sin-tectônica Granítica de Serra Azul - A serra Azul é o ponto culminante da folha de Itapiruna, com 784 metros de altitude. O serrote Tombador, à oeste desta serra, com 405 metros de altitude, é uma apófise do granito serra Azul. Esta serra com forma elíptica alongada, de direção NE tem 9 (nove) quilômetros de comprimento. Embora concordantes com os gnaisses do embasamento transamazônico, seus contatos com as encaixantes são nítidos e contatos tectônicos são raros. A rocha é leucocrática com coloração variando de cinza a rósea, tem textura porfirítica média, formada essencialmente por quartzo (30%), microclina (27%), oligoclásio (23%) e biotita (15%). O anfibólio ocorre em pequena proporção, e os acessórios são: granada, clorita, titanita, zircão, muscovita-sericita e epidoto. Na textura porfiróide os fenocristais de feldspatos estão com uma orientação tênue segundo 20 ° Az. Quando o corpo está deformado tectonicamente, exibe uma estrutura "augen", com restitos máficos da encaixante, que não foram totalmente assimilados pelo magma granítico. Microscopicamente, domina a textura granular hipidiomórfica. As rochas desta unidade são de origem magmática, com composição variando de granítica a monzogranítica. Seu caráter sintectônico lhe dá uma orientação incipiente, e são comuns alterações deutéricas metassomáticas como mirmequitização, sericitização e cloritização. Quimicamente, são granitos sodi-potássicos. Segundo Souza &

Braga (opus cit.), "o granito Serra Azul pode ser enquadrado na suite magmática sintectônica, assemelhando-se às associações de Raiz ou Inferior de Santos e Melo (op. cit.), ou Autóctone-Parautóctone de Wernick (1979)."

Coberturas Colúvio-Eluviais Indiferenciadas - As Coberturas Colúvio-Eluviais, formam pequenos platôs de formas irregulares, nos topos das superfícies mais elevadas das rochas cristalinas, retrabalhados pelos agentes erosivos, testemunhando um aplainamento mais extenso. São sedimentos detríticos mal classificados, imaturos, pouco consolidados a inconsolidados, de matriz areno-síltica-argilosa exibindo zoneamento clástico. Na base dominam os clásticos grosseiros, mas, no topo, ocorrem areias inconsolidadas esbranquiçadas a creme e, mais raramente, avermelhadas.

5.2.1.2 - Arcabouço Estrutural

O arcabouço estrutural do Caririano se originou de uma deformação polifásica desde o Arqueano até o final do Ciclo Brasileiro quando o Escudo Nordestino se estabilizou. Na área da bacia hidrográfica o falhamento transcorrente dextro de Senador Pompeu além de ser o acidente mais importante, afetou, direta ou indiretamente, todas as estruturas da região. Os dobramentos com direções NE, exibem formas preferencialmente alongadas, elípticas ou com terminações periclinais, de planos axiais deitados a verticalizados. No embasamento transamazônico, as dobras têm pequenas aberturas interflancos (cerradas), com planos axiais subverticalizados. A transcorrência da falha de Senador Pompeu gerou, localmente, dobras com eixos verticalizados, e cataclase no restante das rochas próximas ao plano da falha. A cobertura dobrada se alonga, também, segundo NE. Exibe dobramentos holomórficos amplos, mas também isoclinais recumbentes, mergulhando para SE. Toda esta seqüência sofreu ondulações, num nível estrutural mais elevado, onde as rochas estavam menos plásticas e reagiram aos esforços com flexuras abertas, cisalhamento e cataclase. A falha de Senador Pompeu é o exemplo mais marcante desta tectônica cassante, com uma faixa cataclástica de sessenta quilômetros de extensão por cinco de largura. Ela gerou os gnaisses facoidais, cataclasitos e milonitos. Os reflexos desta falhas podem ser acompanhados lateralmente a 10 quilômetros do seu eixo. Falhamentos inversos estão ligados a esta fase compressiva. Porém as falhas de gravidade são reativações dos antigos planos de falhas transcorrentes e inversas quando da tectônica de distensão que se instalou depois do Ciclo Brasileiro, concomitante com a fossa Jaibaras e o "emplacement" dos granitos pós-orogênicos de Meruoca e Mocambo.



ESCALA: 1:2.500.000

FIGURA 5.1 - MAPA GEOLÓGICO

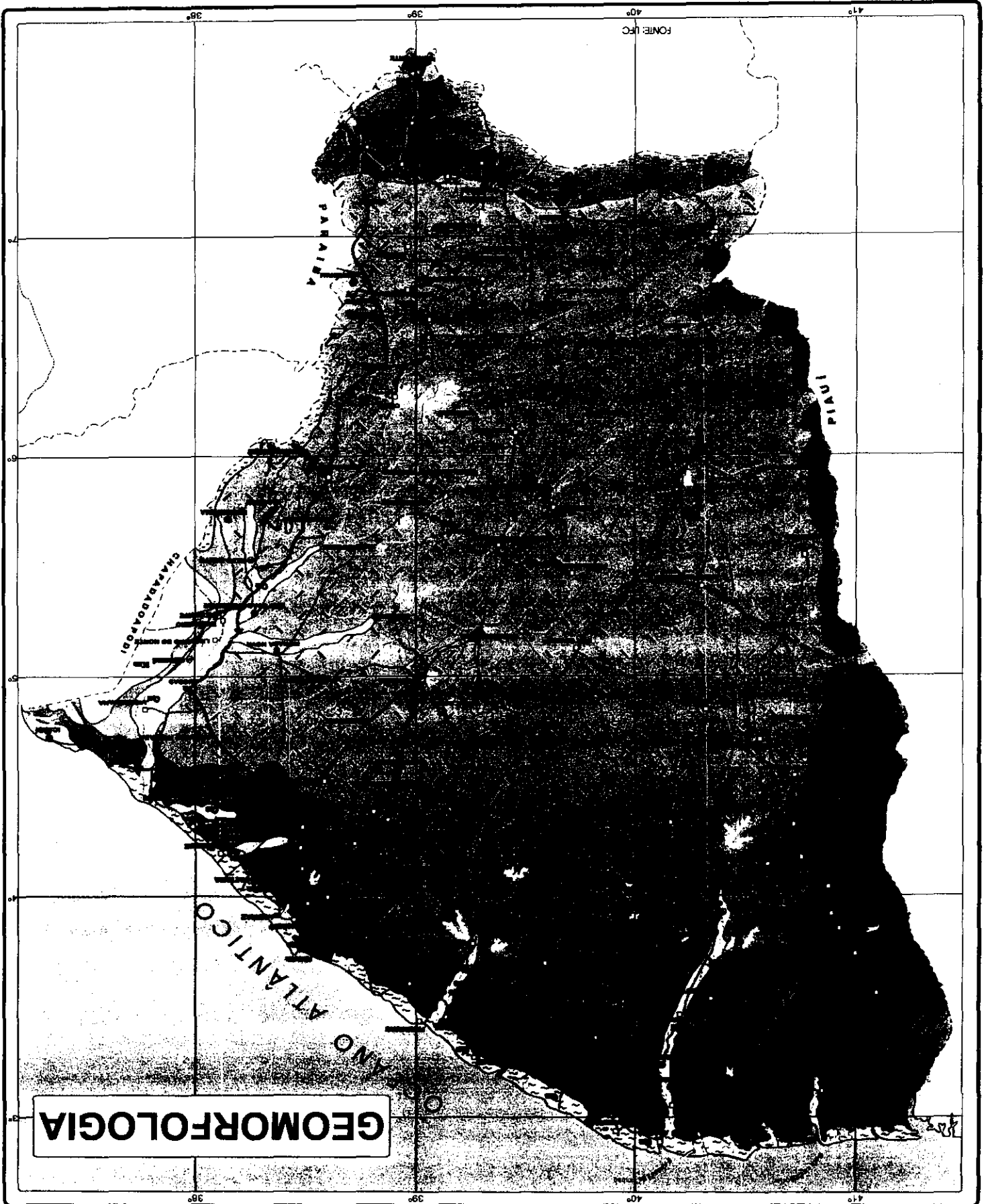
5.2.1.3 - Geomorfologia

Na folha de Itapiúna foi possível destacar quatro unidades morfológicas: superfície de base das rochas cristalinas; superfície aplainada das coberturas cenozóicas; maciços cristalinos residuais; e o maciço de Baturité. A superfície de base corresponde a " Superfície Velhas" de Lester King (1956) que é a mesma "Superfície Sertaneja" de Mabesoone & Castro (1975) é a superfície mais arrasada, mais plana e extensa de todas as unidades geomorfológicas (Figura 5.2).

As cotas variam de 90 metros a, no máximo, 200 metros, correspondendo a granitos residuais ou cristas quartzíticas. É nela que fica a maior parte da bacia hidrográfica e toda a bacia hidráulica do açude. Os terrenos aplainados das coberturas cenozóicas, que abrange parte da bacia hidrográfica do Açude Macacos, desta superfície denominada "Superfície dos Tabuleiros" tem cota variando entre 100 e 130 metros e é constituída de sedimentos arenosilto-argilosos das Coberturas Colúvio-eluviais Indiferenciadas. Correspondem aos depósitos gerados através do aplainamento a que foram submetidas as rochas cristalinas durante o Pleistoceno. Os limites com a Superfície Sertaneja são sinuosos, porque esta superfície representa uma área contínua que muito mais extensa, anteriormente, e que foi recortada pela erosão fluvial, ao mudar o perfil de equilíbrio da drenagem devido a movimentos isostáticos do continente. Os maciços residuais das rochas cristalinas são feições marcantes na paisagem por suas formas de monólitos isolados, em forma de mamilos, tendo por núcleos granitos ou migmatitos, com cotas entre 300 e 400 metros. Na área do açude eles não são muito freqüentes, com destaque apenas para o Serrote Tombador a SW de Oiticica. Uma outra paisagem comum na área da bacia hidrográfica são os "monadnocks" formados pelos granitos e migmatitos alongados, cuja a expressão mais proeminente é a Serra Azul, com cota, de seu ponto mais alto, de 784 metros. Outras elevações alongadas são devido a quartzito e milonitos muito silicificados que constituem autênticos "hogbacks" com direção NE e se constituem nos contrafortes da bacia hidrográfica, atingindo cotas entre 300 e 400 metros como nos serrotes do Palhano e das Três Irmãs. Os maciços montanhosos cristalinos, com cotas entre 500-600 metros e que constituem a vizinha Serra se Baturité não tem expressão na área do açude.

FIGURA 5.2 - MAPA GEOMORFOLÓGICO

ESCALA: 1:2.500.000



5.2.1.4 - Solos

Segundo dados do IPLANCE os solos mais comuns da região de Ibaretamã são: Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico e Distrófico; Regossolos Eutróficos Distróficos; e Planossolo Solosódico (Figura 5.3).

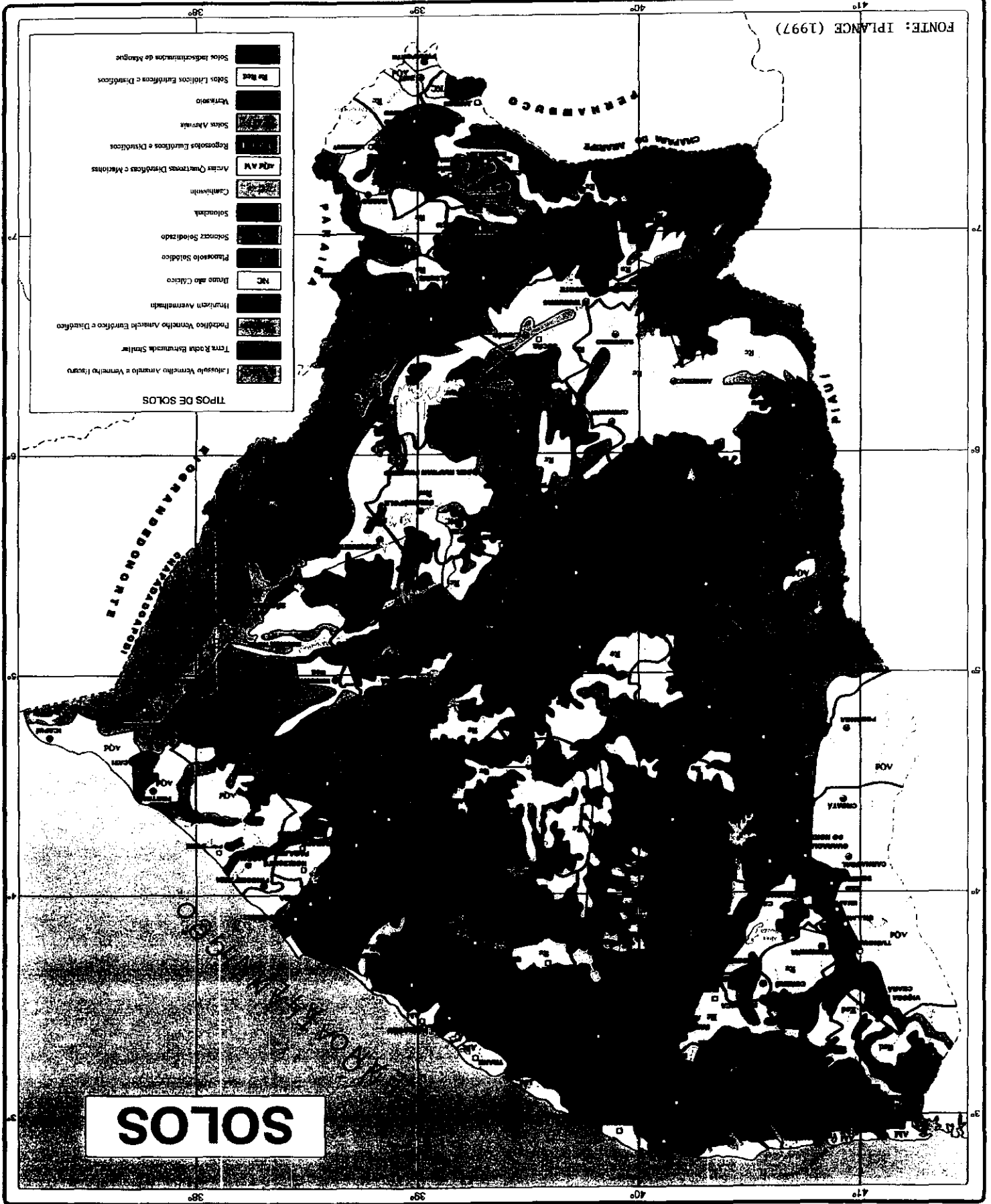
Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico e Distrófico - Este solo, segundo o “Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará”, realizado pela SUDENE em 1973, são “não hidromórficos e com argila de atividade baixa, ou seja, capacidade de troca de cátions para 100 g de argila (após correção para carbono) menor que 24 mE. Diferem da classe Podzólico Amarelo, essencialmente por apresentar, além de média a alta saturação de bases (V%) baixa saturação com alumínio, menor acidez, bem como conteúdo mineralógico, que encerra comumente quantidade significativa de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas. São, por conseguinte, solos de média a alta fertilidade natural.” Com um teor alto em microclina e plagioclásio sódico esse solo é formado principalmente de saprólito de gnaisses, migmatitos, xistos, granitos e anortositos. O solo Distrófico se diferencia deste por ter uma saturação em bases inferior a 50%. As medidas deste valor são feitas nos horizontes B e/ou C.

Regossolos Eutróficos e Distróficos - Compostos principalmente dos horizontes A e C, são pouco desenvolvidos, arenosos, alguns com níveis de cascalho, porosos e profundos contendo fragmentos dos constituintes minerais como feldspatos que são facilmente decomponíveis. No Ceará, quando são Eutróficos, o valor de saturação das bases (V%) situa-se entre 55 e 70%, com reação moderadamente ácida (pH 6). Nos Distróficos esta saturação situa-se entre 18 e 31%, podendo chegar até 50%. Com pH 5, sua reação é nitidamente ácida. Neste horizonte pode aparecer fragipan.

Planossolo Solossódico - São solos com horizonte B bem desenvolvidos, contendo argilas de atividade alta, saturação em sódio entre 6 e 15% nos horizontes B e/ou C, mosqueados ou com cores de redução, devido a drenagem pouco desenvolvida que gera encharcamento na época das chuvas e marcas de ressecamento (mud crack) na seca. Nunca são profundos e, como são pouco permeáveis, são susceptíveis à erosão. Normalmente neutros a moderadamente ácidos, têm alta saturação em bases. Podem ter características semelhantes às do Vertisol, com muito “slikenside” devido a predominância de argilas. São originados de gnaisses, migmatitos e xistos ou de sedimentos siltsos do Holoceno, principalmente nas áreas de várzeas. Devido ao alto teor em sódio trocável, tem como vegetação mais freqüente, as carnaúbas da mata ciliar.

FIGURA 5.3 - MAPA DE SOLOS

ESCALA: 1:2.500.000



5.2.1.5 - Recursos Hídricos

De acordo com os dados fornecidos pela SRH/COGERH (1998), elaborou-se um quadro explicativo relacionado aos poços tubulares perfurados, conforme especificado na tabela 5.1 abaixo:

TABELA 5.1- POÇOS TUBULARES PERFURADOS PELA SOHIDRA		
CLASSES DE VAZÃO (l/h)	NÚMERO DE POÇOS	%
TOTAL	9	100,00
203 a 969	3	33,33
970 a 2.199	1	11,11
2.200 a 5.539	2	22,22
5.540 a 56.569	3	33,33

Fonte: SRH/SOHIDRA, Departamento de Águas Subterrâneas.

5.2.1.6 - Aspectos Climatológicos

No Estado do Ceará, predomina dois tipos de clima segundo a classificação de Köppen: o clima AW-AW' tropical quente e úmido, característico da região litorânea, apresenta uma estação chuvosa curta e outra seca, de longa duração, que constitui o clima típico do Sertão Nordestino, abrangendo mais de 80% do Ceará.

O mapa de isoietas do Estado mostra que as precipitações anuais médias, na maior parte da região semi-árida, variam entre 600 e 700 mm. Nas regiões serranas da Ibiapaba, Meruoca, Baturité, Machado e do Cariri Cearense dominam microclimas úmidos onde se registram precipitações pluviométricas mais acentuadas.

A região de Ibaretama está sob influência do clima semi-árido. O período chuvoso compreende os meses de janeiro a maio com precipitações esporádicas em junho e julho. A pluviosidade média anual oscila entre 750 e 850 mm. Nas áreas serranas, onde domina o micro-clima úmido as precipitações chegam a atingir em torno de 950 mm anuais (Figura 5.4 e 5.5).

As maiores médias mensais de temperaturas são registradas ao fim da estação seca, entre novembro e dezembro, com valores de 34°C a 36°C. As menores médias mensais (23-25°C) ocorrem no mês de junho, após a estação invernal.

O clima da área do projeto tem as seguintes características:

Pluviometria Média Anual	800mm
Semestre mais chuvoso	Jan/Jun
Trimestre mais úmido	Fev, Mar e Abr
Trimestre mais seco	Agt, Set e Out
Mês de maior pluviometria	Março
Temperatura média anual	27,1°C
Umidade relativa média anual	67,5
Período de maior umidade relativa	Janeiro/junho
Período de menor umidade relativa	Julho/agosto
Insolação anual média	2.982,8 h
Evaporação total média anual	2.235,2 mm
Período de maior evaporação total	Setembro/Janeiro

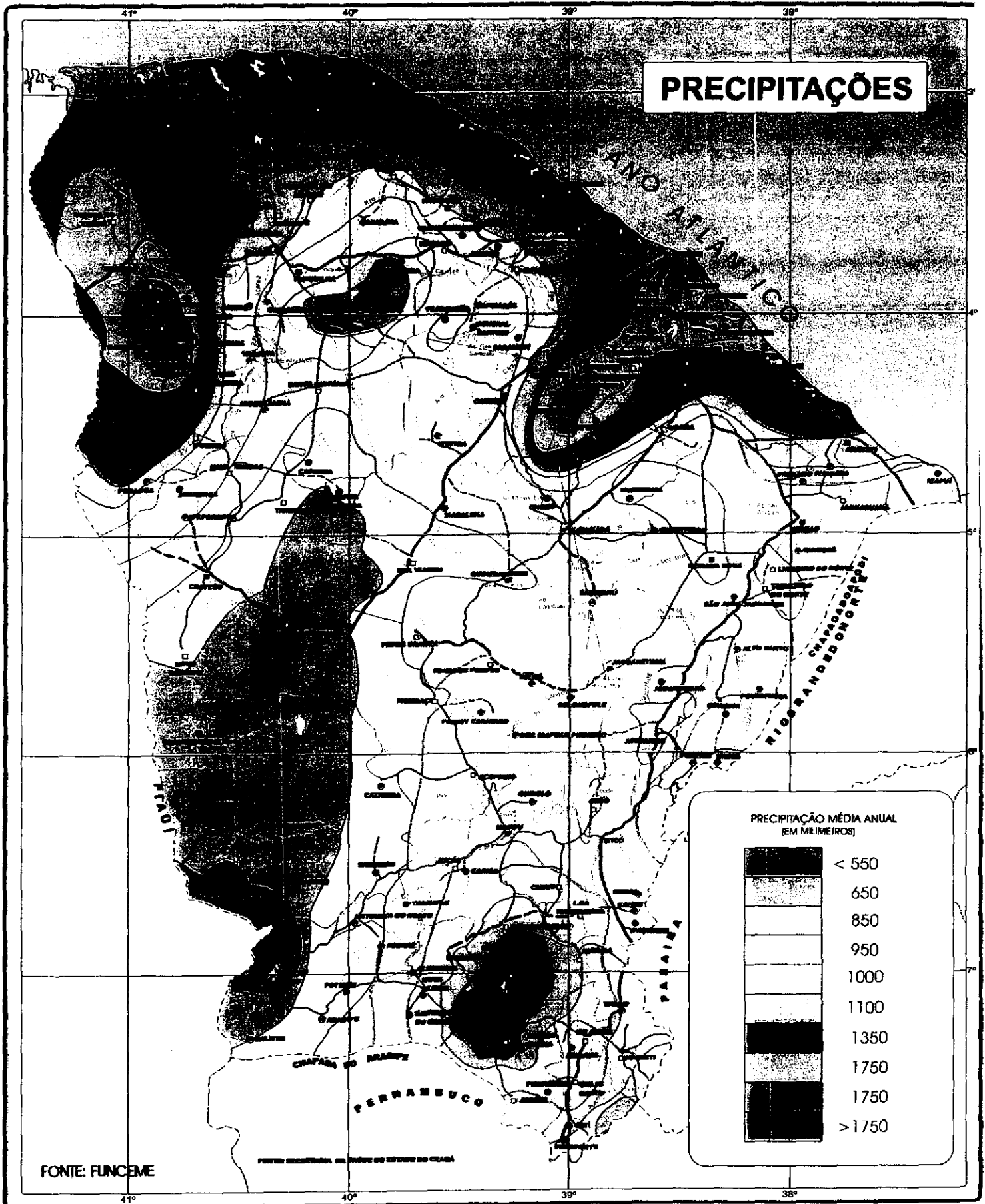


FIGURA 5.4 - MAPA DE PRECIPITAÇÕES

BALANÇO HÍDRICO

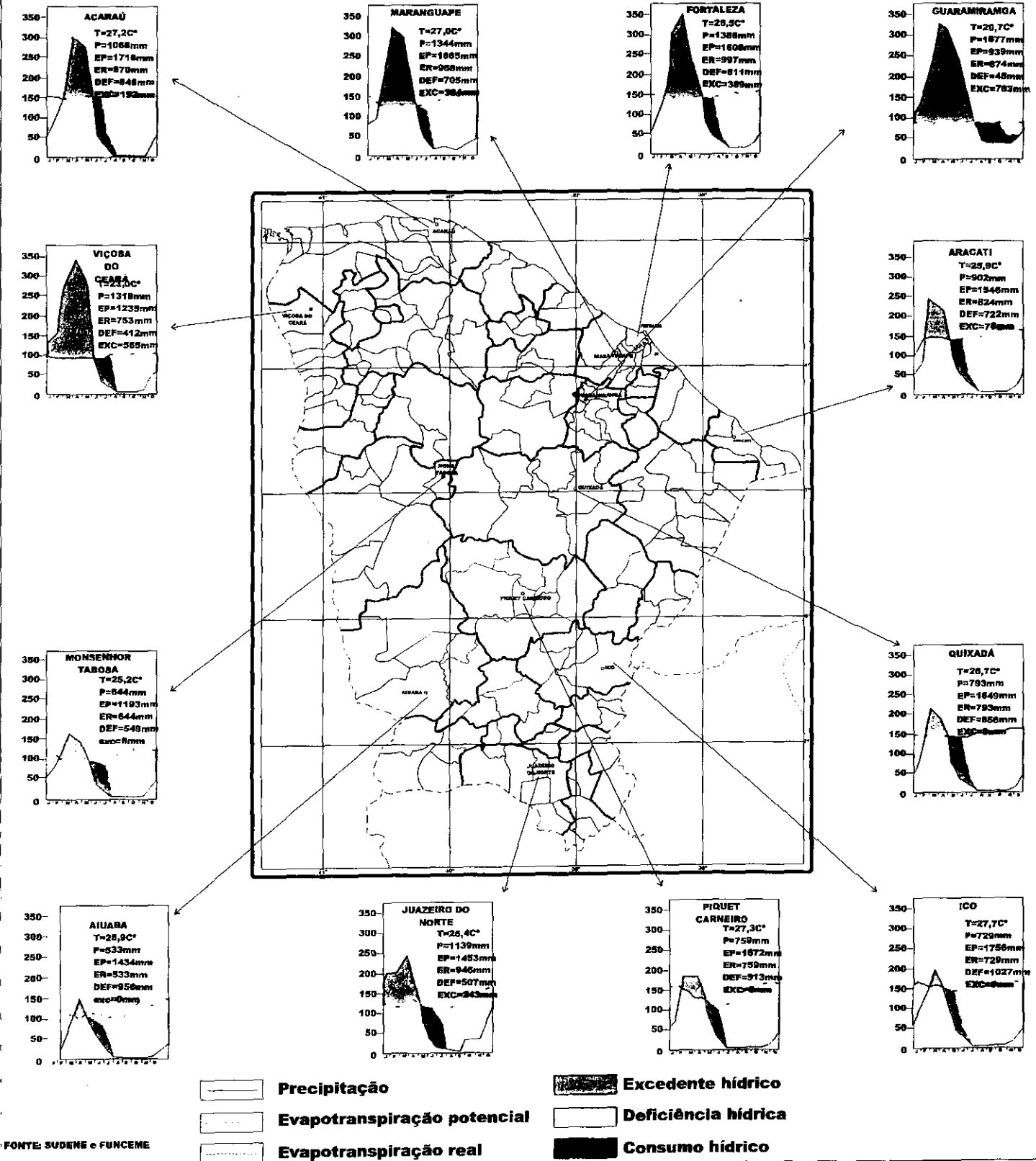


FIGURA 5.5 - MAPA DE BALANÇO HÍDRICO

5.2.2 - Meio Biótico

5.2.2.1 - Cobertura Vegetal

Domina, na região a caatinga xerofítica de pequeno a médio porte e do tipo arbustivo-arbóreo, típica do semi-árido nordestino. As condições de clima adverso restringem muito o número de espécies vegetais, pela dificuldade de adaptação. Por isso as espécies que resistem são: pau branco, pereiro, catingueira, marmeleiro, angico, aroeira, umburana, sabiá e cactáceas. As juremas são as árvores mais abundantes, mesmo nas condições mais adversas.

Os representantes da mata ciliar ocorrem nos locais mais úmidos como beira de rios, destacando-se as variedades mais hidrófilas: oiticica, carnaubeira e mufumbo. As variedades herbáceas somente no inverno é que chegam a se desenvolver, secando no verão. Devido o clima, a maior parte das espécies perde as folhas, no período de estio. São raras as perenefólias que, como a oiticica e o juazeiro que armazenam água nas raízes e a carnaubeira que tem indutos cerosos recobrando a folhagem, mantêm as folhas, mesmo nas condições adversas de clima (Figura 5.6).

5.2.2.2 - Considerações Gerais da Fauna

A vegetação funciona como uma condição natural à presença da fauna silvestre. Um aspecto importante neste contexto é a atividade da caça em período de reprodução, que embora sendo em alguns casos para subsistência, reflete na diminuição de algumas espécies.

De acordo com OLIVEIRA & SÁ (1996), a ornitofauna é representada localmente pela rolinha vermelha (*columbina talpacoti*), o tetéu (*Vanelus chilensis*) e o cibite (*Coereba flaveola*).

Entre os répteis presentes na região os mais significativos são o camaleão (*Iguana iguana*), Tejo (*Cnemidophorus occelifer*), cobra coral (*Micrurus ibiboboca*) cobra de cipó (*Oxibelis sp.*) e Tejo (*Tupinambis tequixin*).

Os representantes da entomofauna, embora de grande diversificação não foram identificados como espécies em função da falta de levantamento sistemático regional.

FIGURA 5.6 - MAPA DE VEGETAÇÃO

ESCALA: 1:2.500.000



5.2.2.3 - Limnologia

- Considerações Gerais

Aristóteles (384-322 a C), com seu livro "História dos Animais" foi um dos precursores do estudo sobre a fauna e flora dos lagos e rios. Ernst Haeckel, famoso autor da lei biogenética, "A Ontologênese é uma breve recapitulação da filogênese", mencionou pela primeira vez, em 1886, no seu livro Morfologia Geral dos Organismos, a palavra "Ecologia", definindo-a como "a ciência que estuda a economia da natureza". Onze anos antes, porém, um seu discípulo, Karl Möbius, estabeleceu, pela primeira vez, o conceito de "biocenose" que é base do conceito moderno de "ecossistema". Em 1887, Stephen Forbes, baseado nas teorias de Möbius, descreve um lago como microcosmo: O lago forma um pequeno mundo dentro de si mesmo, um microcosmo, no qual todas as forças elementares estão em ação e o jogo da vida ocorre na sua íntegra, porém numa escala tão reduzida que se torna compreensível para mente humana". No mesmo ano, Victor Hensen criava o termo "plâncton", para caracterizar os seres microscópicos que flutuam na água. Porém o primeiro grande instituto criado para estudar o plâncton lacustre foi a Estação Biológica de Plön (hoje Sociedade Max Planck), em 1891, onde Otto Zacharias, criou o Arquivo de Hidrobiologia e Ciência do Plâncton, para publicar os resultados de pesquisa sobre organismos plantônicos.

Francois Alphonse Forel, em seu trabalho, "O Léman, Monografia Limnológica (1892) utiliza, pela primeira vez o termo "Limnologia". A obra pioneira desta nova ciência, só foi aparecer, neste século (1901), quando este autor publicou o Manual de Ciências dos Lagos, Limnologia Geral, onde define Limnologia como "uma descrição de todas as observações, leis e teorias que se referem aos lagos em geral". Para ele, a Limnologia era uma ciência irmã da Oceanografia, cuja diferença era apenas a grandeza do objeto de estudo. Forel, chamado o "pai da Limnologia", o estudo do lago como uma unidade, era possível por ser um modelo manejável. "Limné" é uma palavra grega que significa lago, onde se concentraram as pesquisas iniciais, daí o nome e a definição de "Limnologia" como a ciência que estuda os lagos. Somente em 1922, durante o Primeiro Congresso Internacional de Limnologia, o campo de atuação desta ciência passou a abranger outros ecossistemas aquáticos continentais. Assim a Limnologia passou a ser definida: " como o estudo ecológico de todas as massas d'água continentais, independentemente de suas origens, dimensões e concentrações salinas". Ela é a integração, principalmente, da Botânica, Zoologia, Química, Física, Geologia e Meteorologia.

August Thienemann foi o precursor da classificação de lagos ao diferenciá- los em "Báltico", lago com ausência de oxigênio e em cuja fauna bentônica dominava o gênero Chironomus e "Alpino", nos quais o oxigênio era abundante o ano inteiro, com domínio do gênero Tanytarsus, na fauna bentônica. Ele também, descreveu, em 1935, os princípios básicos dos "biossistemas", em detalhe, que Tansley , posteriormente, em 1935, descreveu como "ecossistemas". Um discípulo de Thienemann, Waldemar Ohle, chamou pela primeira vez (1934) a atenção sobre o fenômeno de eutrofização de lagos e suas conseqüências. Einer Naumann, um dos fundadores da Limnologia, concentrou suas pesquisas na relação entre a composição química da água e produtividade e na utilização destas variáveis para tipificar os lagos. Graças a ele, que inicialmente que não tinha conhecimento dos estudos de Thienemann, os lagos foram, pela primeira vez, classificados pela sua produção primária: "lagos eutróficos " era aqueles com alta densidade de fitoplâncton, altos teores de fosfato e nitrogênio na água, com sedimentos ricos em matéria orgânica; lagos com baixa produtividade, baixos teores de fosfato e nitrogênio e com sedimentos pobres em matéria orgânica, foram classificados como "lagos oligotróficos" e, aqueles com alto teor em matéria húmica, mas pobres em fosfato e nitrogênio foram enquadrados entre os " lagos distróficos". Depois desta classificação, o próprio Thienemann abandonou a sua para adotar a de Naumann.

Fora da Europa, Edward Asahel Birge fundou o Centro de Limnologia em Wisconsin, USA, foi o pioneiro na ecologia do zooplâncton lacustre, à partir do início da penúltima década do século passado, onde o cientista tentou explicar a distribuição espacial e temporal dos organismos com relação aos fatores físicos, químicos e climatológicos. Foi ele quem reconheceu a importância dos fenômenos físicos naturais na determinação da estratificação química biológica e térmica dos lagos. Criou os termos "termoclima" (1904), "epilímnio" e "hipolímnio", estes dois últimos para caracterizar as diferentes camadas de um lago (1910). Seus estudos, com apoio de seu discípulo Chancey Juday, levaram a considerar como principal indicador do estado trófico, "o padrão da distribuição de oxigênio ao longo da coluna d'água. Paul Welch, em seu livro Métodos Limnológicos (1948), sumarizou todos os métodos até então utilizados em Limnologia, a maioria deles ainda hoje é utilizada nas pesquisas modernas sobre Limnologia por suas simplicidade e exatidão. O conceito multidimensional de nicho ecológico (1957) de George Evelyn Hutchinson, fez com que o estudo da Ecologia e Limnologia desse uma guinada. Sua maior contribuição à Limnologia foi o seu "Tratado de Limnologia em três volumes (1957, 1967 e 1975). No primeiro tratou da geografia, química e física dos lagos, no segundo abordou a biota, principalmente plâncton lacustre e, no último, as macrófitas aquáticas e o perifiton.

A partir da década de 1950 começou a surgir a fase moderna da Limnologia, com a universalização e o predomínio quase exclusivo de pesquisas com caráter experimental. Em 1952, Stiemann-Nielsen utilizou o carbono radioativo (C14), para avaliação da produção fitoplantônica. Este método, por permitir quantificar, com grande precisão, a principal variável indicadora do estado trófico dos lagos, tornou-se, até hoje, praticamente universal. Para padronizar a metodologia de quantificação dos processos envolvidos na interação entre as comunidades e o meio, foi criado o International Biological Program (IBP), com função, ainda, de direcionar as pesquisas para o conhecimento universal do maior número de ecossistemas lacustres em diferentes latitudes. Este programa que tinha como principais centros a Europa e a América do Norte, tendo no Brasil o Instituto de Pesquisas da Amazônia - INPA através do convênio com o Instituto Max Planck, tornou-se muito importante porque, através de publicação de uma série de manuais, permitiu a padronização de grande parte das metodologias e técnicas básicas, em Limnologia.

No Brasil as primeiras pesquisas limnológicas datam do início da década de 1930, realizadas no nordeste, através da Antiga Inspectoria de Obras Contra as Secas - IFOCS, depois transformada no atual Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS, sob a chefia de Rodolpho Von Ihering, com ao apoio do limnólogo Stilmann Wright. Foi Wright, através de pesquisas sistemáticas nos açudes do Nordeste, quem estabeleceu padrões de estratificação térmica e química da coluna d'água das barragens, baseado nos conceitos de Birge e Juday. Usando a classificação de Naumann, enquadrando os açudes do nordeste, por suas altas produtividades de fitoplâncton e matéria orgânica, como eutróficos. Como no Ceará não temos rios permanentes, as pesquisas limnológicas das regiões onde serão construídos os açudes, serão sempre de caráter comparativo, mas as pesquisas podem obedecer aos critérios de Esteves (1982), as quais ele divide em três etapas: análise, síntese e holística.

Na primeira etapa são coletados os dados físicos e químicos como potencial hidrogênio iônico, condutividade elétrica, teor de nutrientes, profundidade de penetração dos raios solares, densidade pluviométrica, evaporação levantamento quantitativo e qualitativo dos organismos vivos. Estes dados são sintetizados através da integração dos dados obtidos, para verificar as transformações em cada estrato do corpo d'água e as interações ocorridas face às variações de caráter, físico, químico e biológico, para estabelecimento de modelos que possam facilitar o manejo dos ecossistemas e otimização de sua produtividade.

A parte final do estudo vai levar em conta o meio circundante, que engloba o conhecimento do meio geológico, geomorfológico, climatologia, flora e fauna, para uma integração das atividades limnológicas com o meio ambiente.

Para o bom termo destes estudos tem-se de fazer, constantemente o monitoramento dos principais parâmetros para o controle limnológico.

Segundo Porto et al., a qualidade das águas superficiais é função do clima, das rochas regionais, vegetação do entorno, ecossistema aquático e da influência do homem. O clima é controlado, basicamente pela distribuição da chuva, variações de temperaturas e ventos, que por sua vez vão influenciar na decomposição e erosão das litologias e solos, da região. Por isso pode ser perfeitamente enquadrado na definição de Euclídes da Cunha: "Um clima é como que a tradução fisiológica de uma condição geográfica". Ele influencia o tipo de vegetação e a qualidade natural da água, através do material dissolvido ou em suspensão e da flutuação das concentrações ao longo do ano. Isso se reflete no desenvolvimento dos seres vivos, onde as algas, durante a fotossíntese, consomem o CO₂, liberando oxigênio. Isto faz variar o pH da água e as concentrações de carbonato e carbonato ácido de cálcio. Porém a ação antropogênica no meio aquático é responsável pelas principais transformações na composição das águas. Os principais parâmetros físicos, químicos e biológicos para avaliar a água para o abastecimento humano, segundo a CETESB, são: temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica do oxigênio, pH, Número mais provável de coliformes, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, resíduo (ou sólidos) total. Para determinação do Índice de Qualidade da Água, elaborado pela National Science Foundation, foram ouvidos 142 especialistas, segundo Porto.

Porto et al. Opus cit. separaram as características físicas das águas em cor, turbidez, odor, sólidos, temperatura, calor específico e densidade, condutividade. Quimicamente a água poderia ser caracterizada, segundo os autores, pelo seu conteúdo mineral medido através de seus íons; o grau de contaminação e a origem ou natureza dos principais poluentes ou seus efeitos; cargas ou picos de concentração de substâncias tóxicas e principais fontes e equilíbrio bioquímico e necessidades de nutrientes tais como nitrogênio, fósforo, sílica, ferro e co-fatores enzimáticos.

- Cor

A cor da água pode ser devido a processos de decomposição que ocorrem no meio ambiente, presença de íons metálicos (ferro e manganês), plâncton, macrófitas, despejos industriais. Se ela é devido a material em suspensão, é chamada coloração aparente. É de coloração verdadeira se o material é dissolvido ou em forma de colóides que com seu movimento "browniano" dão a sensação de homogeneidade. Por isso a diferença de cor verdadeira ou aparente é função exclusiva da granulometria das partículas no interior da água. Pode-se dizer então que estas partículas com granulometria superior a 1,2 milimicrom causam turbidez, daí para baixo, são responsáveis pela cor.

A cor verdadeira pode ser medida através da escala de platina-cobalto ou escala de Hazen, que varia de amarelo pálido a marrom escura ou por espectro fotometria, onde a cor é determinada pelo comprimento de onda e não depende do pH como o método anterior e sobre todo o espectro luminoso. Através deste método as águas naturais variam, em cor, entre 0 e 200 unidades. Acima disso seriam águas de brejos ou pântanos. As cores inferiores a 10 unidades são imperceptíveis. Pela resolução CONAMA n° 20 de 18/06/86, para águas antes de serem tratadas e distribuídas em sistemas urbanos o limite é de 75 unidades de cor. Para consumo humano não deve ter cor superior a 5 unidades e isso só é conseguido se a água bruta, a ser tratada, não ultrapassar o limite do CONAMA.

- Turbidez

As partículas que permanecem em suspensão absorvem ou difundem a luz do sol, causando alteração. Esta alteração da penetração da luz se dá devido ao plâncton, bactérias, argilas e mesmo, silte que permanecem na água. A turbidez é medida através do turbidímetro de vela de Jackson. A unidade Jackson de turbidez (UJT) é a produzida por 1 mg de sílica em suspensão num volume de um litro de água destilada. Pela resolução do CONAMA acima mencionada, águas naturais com até 100 UJT podem ser utilizadas para abastecimento humano, pois os valores de turbidez abaixo deste limite podem ser removidos por tratamento convencional da água. Mas a água tratada não pode ter turbidez superior a 5 UJT.

Do ponto de vista biológico quanto maior a turbidez, menor o desenvolvimento do ecossistema, pela diminuição da penetração da luz, que permite a fotossíntese. A transparência pode ser medida através do disco Secchi que ao ser mergulhado até não ser possível enxergá-lo, esta corresponde à profundidade na qual foi absorvida 95% da luz que

penetrou na água. A zona de luz onde é possível ocorrer a fotossíntese, que é chamada "Zona Eutrófica", corresponde, aproximadamente a três vezes a profundidade Secchi.

- Odor

Sabemos que a água no seu estado mais puro é insípida e inodora. O odor que é considerado uma característica estética prejudicial ao consumo, é causado, normalmente, pela decomposição da matéria orgânica, atividade biológica de microrganismos, ou dejetos industriais. O único meio de detectar o odor, no entanto é olfato humano, e esta sensibilidade varia com cada indivíduo, e tende a diminuir com a constância da exposição. Ou seja, ao poucos, nos acostumamos com o mau cheiro. Por isso a norma do CONAMA exige que as águas de abastecimento sejam "virtualmente livres de substâncias que causem odor ou sabor".

- Sólidos Totais

Os sólidos, devido ao seu tamanho, embora, teoricamente, possam ser classificados em sedimentáveis, em suspensão e dissolvidos, na prática são separados em apenas dois grupos: dissolvidos e em suspensão. Alguns sólidos em suspensão chegam a se sedimentarem, mas outros não. Dizemos que os sólidos são sedimentáveis quando se depositam ao se deixar a amostra de água em repouso durante uma hora. Já os sólidos considerados dissolvidos incluem aqueles efetivamente dissolvidos e os colóides que com suas dimensões inferiores a 1,2 milimicrom, permanecem na água com movimento "browniano". Para retirada dos sólidos em suspensão é utilizada uma membrana filtrante com coro de 1,2 milimicrons.

Quimicamente, os sólidos podem ser caracterizados como voláteis, quando se volatilizam à temperatura inferior a 65 °C, e fixos. Na realidade não podem ser classificados como orgânico pois alguns sais minerais se volatilizam a abaixo desta temperatura. Para águas de abastecimento, a Resolução CONAMA, permite um valor máximo de sólidos totais dissolvidos de 500 mg/l. este valor é mesmo para águas de irrigação, pois o excesso de sal pode inutilizar para agricultura, solos argilosos, pouco porosos. A limitação dos sólidos em suspensão é fornecida pelo índice de turbidez acima mencionado.

- Temperatura, Calor Específico e Densidade

A temperatura é um dos agentes físicos que mais influencia na solubilidade dos gases e sais, nos processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem na água. Quanto à solubilidade, a dos gases decresce e a dos sais cresce com o aumento da temperatura da água e, os organismos, na sua maioria têm uma faixa de temperatura ideal para a maior taxa de reprodução. Graças ao alto calor específico da água, os corpos de água, não sofrem as mesmas variações de temperatura diurna, que o ar, os solos e as rochas são submetidas. Isto faz com que os ecossistemas aquáticos, que são mais sensíveis a estas variações, possam usufruir desta qualidade da água de regulador térmico, que de outro modo, reduziria, sensivelmente, a capacidade reprodutiva.

A dilatação anômala da água também auxilia o ecossistema pelo fato do valor mais alto da densidade ser à temperatura de 4°C gerando uma estratificação e conseqüente circulação, e, nos climas frios, impedindo que o gelo afunde, esmagando ou congelando os organismos aquáticos do fundo dos lagos.

- Condutividade

São os cátions e ânions dissolvidos na água os responsáveis pela condutividade elétrica, já que a água pura possui condutividade muito baixa. Ela nada mais é que a capacidade da água transmitir corrente elétrica e varia com a temperatura, pois como já vimos, a solubilidade dos sais cresce com a temperatura. Por isso os valores da unidade utilizada, medidos em micromhos/cm são relacionados à temperatura em que foram medidos. A condutividade elétrica da água pura, à 25 °C, é de centésimos de mohos/cm, a água da chuva, de 12 a 30 micromhos/cm, enquanto que os valores mais baixos das águas subterrâneas e superficiais, são por volta de 50 micromhos/cm. A condutividade da água do mar chega a 50.000 micromhos/cm.

- Avaliação do Conteúdo Orgânico

São duas as origens da matéria orgânica existente na água: natural e antropogênica. Sabe-se também que a produtividade de seres orgânicos tem tendência ser mais elevada quando a zona eutrófica da água tiver maior profundidade e menor coeficiente de extinção de luz.

As substâncias orgânicas da água são ácidos húmicos, fúlvicos e toxinas de algas, que atuam como quelantes e mantêm os metais dissolvidos no meio aquoso. Grande parte dos ácidos se origina da decomposição dos vegetais, porém os quelantes são geosmin, glicina, citratos, oxalatos, EDTA, etc, segundo Hassler (1979).

O conteúdo de matéria orgânica de uma água, independente de sua origem, pode ser calculado por vários parâmetros, porém os principais são: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio; Carbono Orgânico Total (COT) e Sólidos Suspensos Voláteis (SSV).

Demanda Bioquímica de Oxigênio - É a quantidade de Oxigênio Dissolvido (OD) em mg O₂/l, que será consumida pelos seres aeróbicos, ao degradarem a matéria orgânica. Os ensaios têm duração de 5 dias, no escuro, sem aporte externo de OD, à temperatura de 20°C, com sementeira e diluições padrões. Os resultados são expressos em DBO₅, à 20°C, cujo índice indica o número de dias que demandaram para a realização da determinação. Após este tempo, segundo Porto et al. (Opus cit.), 67 a 75% da DBO última é satisfeita para maioria dos esgotos domésticos. A DBO remanescente será a diferença entre este valor e a DBO necessária depois de certo tempo.

A DBO pode ser tanto carbonácea quanto nitrogenada, pois, inicialmente o Oxigênio Dissolvido é utilizado pelos organismos para oxidação do carbono em CO₂ e depois para transformar o nitrogênio em nitrito (NO₂) e nitrato (NO₃). Esta última transformação só é medida após 10 dias de teste. É o DBO que dá uma informação sobre o conteúdo orgânico dos corpos d'água e efluentes e as demandas de aeração para degradá-lo no tratamento.

Demanda Química de Oxigênio (DQO) - Calcula, por modo indireto, a quantidade de Oxigênio Dissolvido em mg O₂/l. Utilizado, em meio ácido para decompor a matéria orgânica, seja ela biodegradável ou não. É bem mais rápido que o DBO, pois demanda apenas 2 ou 3 horas para realizá-lo, mas alguns compostos como nitratos, piridinas e Fe⁺², podem mascarar os ensaios em águas naturais. Porém, pelos bons resultados ele tem sido utilizado em controle de tratamento de esgotos e efluentes industriais.

Carbono Orgânico Total - Neste método o carbono orgânico é calculado seja ele biodegradável ou não, em apenas 2 minutos, ao se queimar, em presença do oxigênio puro, a matéria orgânica a 900°C e calcular, por espectrofotometria de raios infravermelhos, o peso do CO₂ produzido nesta reação. Os resultados são dados em mg/l. Para monitoras

águas superficiais e subterrâneas, tem-se utilizado outro método, no qual a matéria orgânica é oxidada à frio e as medidas feitas através de raios ultravioletas.

Sólidos Suspensos Voláteis (SSV) - Caracteriza a degradação anaeróbica dos sólidos em suspensão e as medidas podem ser feitas em amostras sólidas ou líquidas. Sua principal utilização é em lodos de estação de tratamento de esgoto, efluentes e para calcular o teor de matéria orgânica dos sedimentos de fundo de corpos d'água.

Características e Relação entre DBO/DQO/COT/SSV - Em ambientes lénicos (águas paradas), as águas naturais com DQO maior que 10 mg/l, não são propícias à vida aquática, porém se o ambiente é lótico (água corrente), o DQO pode chegar até 30 mg/l com biota aquática favorável.

Para as águas cristalinas o COT fica entre 1 e 3 mg/l, amostras filtradas de efluentes de lagoas de estabilização, de esgotos domésticos, 5 mg/l e águas de chuva, em zonas rurais, 4 a 7 mg/l. isto representa, para uma precipitação anual média de 1600 mm, de 60 a 100 quilos COT/ha/ano.

Para que um esgoto seja considerado biodegradável, ele tem de ter uma relação DQO/DBO inferior a 5. Já nas águas naturais este valor pode variar entre 7 e 20, dependendo do teor de óleos, graxas, detergentes, resíduos fenólicos, ácidos húmicos naturais etc.. Para águas com matéria orgânica pouco biodegradável, o quociente COT/DBO varia entre 3 e 10. Se a relação SSV/DBO ficar entre 10 e 30, indica que os sólidos orgânicos, para digestão anaeróbia, demandam um tempo muito grande de detenção.

- Oxigênio Dissolvido

Todos os organismos vivos dependem de oxigênio livre para o metabolismo e reprodução. Ele é um gás muito pouco solúvel na água (14,6 mg/l a 0°C a 7,6mg/l a 30°C) dependendo da altura, que condiciona a pressão atmosférica e os sais dissolvidos. Quanto mais poluída a água menor a quantidade de oxigênio dissolvida, porém na pior condição ambiental, ainda pode-se encontrar até 8 mg/l de oxigênio dissolvido. A razão de saturação de O₂ em água poluída e água limpa é de 0,80.

O Oxigênio Dissolvido é vital para degradar a matéria orgânica e manter o fósforo precipitado no fundo, e a manutenção dos níveis adequados de OD é fundamental para a

piscicultura e aquicultura em geral, pois a grande maioria de consumidores da cadeia ecológica é aeróbica.

- Avaliação do Conteúdo Iônico

Nas águas e efluentes os íons mais comuns são: cálcio, magnésio, sódio, potássio, sulfatos, silicatos, cloretos, carbonatos e carbonatos ácidos. Em volumes menores, também ocorrem, fluoretos, iodetos, boratos e íons orgânicos. Já os nitritos, nitratos e fosfatos são considerados nutrientes. Estes íons podem se combinar entre si ou com outros metais, se associarem a quelantes dependendo, principalmente, da temperatura e do pH.

O pH caracteriza o grau de acidez das águas e condiciona o pleno desenvolvimento de vida aquática, entre 6 e 9, embora muitos peixes ou animais aquáticos possam sobreviver em pH abaixo de 5. Porém nestas condições há uma solubilização muito grande dos metais tornando a água tóxica. O pH ideal para piscicultura e irrigação situa-se acima de 6.

Os ácidos são capazes de neutralizar as bases, e vice versa, gerando sempre sal e água. A acidez ou alcalinidade na água natural é função do maior ou menor teor de CO₂ dissolvido. Quando as chuvas são alcalinas os valores de CaCO₃/l variam de 20 a 25 mg, enquanto que nas ácidas ficam entre 0 e 20 mg.

Os íons em forma de sais dissolvidos podem ser calculados através de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) que pode ser relacionado com a condutividade por ser mais fácil de ser medida e a relação entre elas ser linear. Porém o equilíbrio e a condutividade mantêm a relação dentro de cada bacia. Mudando de corpo d'água mudam os parâmetros de correlação.

A Demanda Química de Oxigênio (QDO) tem uma relação estreita com o SDT : $DQO \text{ (mg/l)} = 3,29 + 0,275 \text{ SDT (mg/l)}$.

Numa tabela apresentada por Porto et al. (Opus cit.) as águas que contêm apenas carbonatos e carbonatos ácidos de magnésio e cálcio, são consideradas ótimas, com Índice de Qualidade (IQ) igual a 1,0. Quando os cátions são mantidos mas os ânions são de sulfato e cloreto, são regulares e o IQ baixa para 0,6. Se a manutenção for dos ânions e os cátions forem Na e K, a qualidade continua regular e o IQ se mantêm igual. Porém se os cátions

Sawyer & Mc Carty (1987) consideram que, se forem tomadas as devidas precauções, a utilização de material radioativo poderia ser benéfico ao ser humano.

- Aspectos Biológicos

Para haver desenvolvimento da vida autrótofa é necessário a presença de luz, que é principal responsável pela fotossíntese, a existência de carbono sob forma de CO_2 , e a disponibilidade de, pelo menos, 20 outros elementos responsáveis pela estrutura celular dos organismos. Além disso, a presença de nitrogênio e fósforo



mesmo o zooplâncton, o que permite um aumento e equilíbrio das diversas espécies. Se houver, numa cadeia trófica com excesso de esgotos as bactérias heterotróficas podem ter seu desenvolvimento limitado, pela ausência de carbono.

Um dos melhores parâmetros para se calcular a produtividade das algas é a clorofila, pois para concentrações de fosfato maiores que 5 mg/l, o quociente clorofila/fosfato total, maior que 10, mostra a grande contaminação de nutrientes.

A correlação entre o índice de diversidade fito plantônica (I.M.), vazão e constituintes: sólidos em suspensão (SS), condutividade (COND), DBO, nitritos mais nitratos (NOX) e fosfatos (PO_4) pode ser obtida pela equação de Margalef.

$$\text{I.M.} = 0,95 - 0,1134\text{SS} + 0,0687\text{COND} - 0,2684\text{DBO} + 0,0678\text{DQO} + 8,96\text{PO}_4 - 0,064\text{Q(m}^3/\text{s)} \quad R = 0,8882 \quad \text{e} \quad n = 12 \text{ dados}$$

Este índice varia de 0 a 10 um valor teórico

- Avaliação dos Níveis de Metais Pesados

O grande problema da poluição de metais pesados é que eles, mesmo em baixos teores, causam efeitos fisiológicos nocivos à saúde e estes efeitos são difíceis de serem detectados, de início, pois os metais se bioacumulam no corpo, e podem passar de um estado crônico a um agudo, sem se perceber.

Os principais metais nocivos são: selênio, mercúrio, berílio, cádmio, cobre, chumbo, cromo, zinco, alumínio e manganês. E o limites ambientais destes metais em sedimentos, dados em mg/kg ou ppm, são: Zn (70), Cr (20), Pb (20), Cu (10) e Hg (0,1).

Avaliação dos Compostos Orgânicos Sintéticos

Segundo a UNESCO (1978) os principais compostos orgânicos sintéticos que se destacam por sua utilização e também por danos causados à saúde e ao meio ambiente, são os defensivos agrícolas, solventes orgânicos, aromáticos e linfáticos, aromáticos polinucleados e modificadores da tensão superficial. Muitos destes compostos são resistentes à biodegradação ou levam muito tempo para se dissociarem (os herbicidas mais comuns {2,4,D e 2,4,5-T} de 20 a 300 anos para se biodegradarem na água), outros são

são normalmente ricas em seres aquáticos. Estas águas que contêm altos teores de N e P têm uma grande atividade que lhe dá uma alta produção primária são chamadas “eutróficas” e contrapartidas às “oligotróficas” que são pobres em nutrientes e por isso com baixa produção orgânica. É a produção primária a responsável pela cadeia de alimentação ou “cadeias tróficas”. São as algas, produtores primários, a fonte de alimentação dos microcrustáceos, seres unicelulares e até algumas espécies de peixe, que são os consumidores secundários, terciários, etc. Por sua vez, quando os organismos morrem, são consumidos por microorganismos chamados “decompositores”, que são fungos e bactérias. Eles têm grande importância no ciclo biológico da água, porque impede o acúmulo de corpos mortos no ecossistema, além de devolver os elementos constituintes ao meio aquático. Quando são anaeróbicos, os decompositores chegam a digerir as partículas sólidas e as transformam em compostos solúveis.

Em estado de equilíbrio ecológico, a vida na água tem como característica, uma grande variedade de espécies, cada qual com um número restrito de indivíduos. Ao contrário, quando a água está muito eutrofizada, há uma especialização ou concentração de indivíduos de poucas espécies, que podem ser nocivas ao abastecimento doméstico.

5.2.3 - Meio Sócio-Econômico

O município de Ibareta foi criado em 1988 de acordo com a Lei 11.431. Apresenta limites, ao norte, com os municípios de Itapiúna e Aracoiaba; ao sul, com o município de Quixadá; a leste com o município de Morada Nova e a oeste com o município de Quixadá. Ao longo das últimas duas décadas, o município vem perdendo o contingente populacional para núcleos urbanos de maior porte, na região, fenômeno que pode ser ilustrado pelo decréscimo da densidade demográfica desde a década de 70.

A população economicamente ativa do município cresceu nos últimos 20 anos, sendo que o setor a crescer mais foi o terciário, seguido do secundário. O setor primário vem apresentando um crescimento relativamente baixo, provavelmente pela ausência de incentivos oficiais para a agricultura. As tabelas 5.2 a 5.22 apresentadas abaixo mostram os números pertinentes aos parâmetros sócio-culturais e demográficos.

TABELA 5.2- DEMOGRAFIA – POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DE IBARETAMA				
DISCRIMINAÇÃO	1991	1996	1997	1998
	Número	Número	Número	Número
População Total	11.253	10.857	10.775	10.691
Urbana	2.004	2.564	2.681	2.799
Rural	9.249	8.293	8.094	7.892

TABELA 5.3- DEMOGRAFIA – POPULAÇÃO RESIDENTE NOS DISTRITOS			
DISCRIMINAÇÃO	HOMENS	MULHERES	TOTAL
Ibaretama	1.342	1.307	2.649
Urbana	673	644	1.317
Rural	669	663	1.332
Nova Vida	748	746	1.494
Urbana	94	99	193
Rural	654	647	1.301
Oiticia	2.167	2.046	4.213
Urbana	205	213	418
Rural	1.962	1.833	3.795
Pirangi	1.281	1.220	2.501
Urbana	299	337	636
Rural	982	883	1.865

TABELA 5.4- DEMOGRAFIA – POPULAÇÃO RESIDENTE POR GRUPO DE IDADE		
GRUPO DE IDADE	NÚMERO	%
TOTAL	10.857	100
0 a 1 ano	333	3,07
1 a 4 anos	1.204	11,09
5 a 9 anos	1.420	13,08
10 a 14 anos	1.368	12,60
15 a 19 anos	1.050	9,67
20 a 24 anos	818	7,53
25 a 29 anos	714	6,58
30 a 34 anos	675	6,22
35 a 39 anos	495	4,56

40 a 44 anos	484	4,46
45 a 49 anos	412	3,79
50 a 54 anos	392	3,61
55 a 59 anos	358	3,30
60 a 64 anos	301	2,77
65 a 69 anos	254	2,34
70 a 74 anos	234	2,16
75 a 79 anos	113	1,04
80 anos e mais	149	1,37
Idade Ignorada	83	0,76

Fonte: IBGE/IPLANCE

TABELA 5.5- ORIGEM DE PESSOAS NÃO NATURAIS DO MUNICÍPIO DE IBARETAMA		
DISCRIMINAÇÃO	NÚMERO	%
TOTAL	451	100
Outro Município	420	93,13
Outro Estado	24	5,32
Outro País	-	-
Ignorado	07	1,55

Fonte IBGE (1996)

TABELA 5.6- INDICADORES DEMOGRÁFICOS		
DISCRIMINAÇÃO	1991	1996
Densidade demográfica (hab/km ²)	13,68	13,20
Taxa Geométrica de Crescimento Anual (%)		
TOTAL	-2,64	-0,71
Urbana	-4,03	5,05
Rural	-2,64	-2,16
Taxa de Urbanização (%)	17,81	23,62
Razão de Sexo – Homem/Mulher		
TOTAL	103,93	104,12
Urbana	-	98,30
Rural	-	105,99
Participação nos Grandes Grupos		

Populacionais		
0-14 anos	40,87	38,84
15 a 64 anos	52,73	52,49
65 anos e mais	6,40	6,91
Razão de Dependência	89,64	89,05

Fonte: IBGE (1996)

TABELA 5.7- DOMICÍLIOS – NÚMERO DE DOMICÍLIOS, MÉDIA DE MORADORES/DOMICÍLIOS			
SITUAÇÃO DO DOMICÍLIO	NÚMERO DE DOMICÍLIOS	MÉDIA DE MORAD/DOMIC.	
		MUNICÍPIO	ESTADO
TOTAL	2.342	4,62	4,41
Urbana	594	4,26	4,29
Rural	1.748	4,74	4,71

TABELA 5.8- EDUCAÇÃO – DOCENTES, MATRÍCULA INICIAL E SALAS DE AULA						
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	DOCENTES		MATRÍCULA INICIAL		SALAS DE AULA	
	Número	%	Número	%	Número	%
TOTAL	192	100	3.732	100	104	100
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	11	5,73	380	10,18	6	5,77
Municipal	181	94,27	3.352	89,82	98	94,23
Particular	-	-	-	-	-	-

Fonte :SEDUC/Diretoria de Estatística – SIE

TABELA 5.9- EDUCAÇÃO – ESTABELECIMENTOS DE ENSINO, F. DOCENTES E MATRÍCULA INICIAL						
NÍVEIS DE ENSINO/ DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	ESTABELECIMENTO		FUNÇÕES DOCENTES		MATRÍCULA INICIAL	
	Número	%	Número	%	Número	%
EDUCAÇÃO INFANTIL	47	100	55	100	783	100
Federal	--	-	-	-	-	-
Estadual	11-	-	-	-	-	-
Municipal	18147	100	55	100	783	100
Particular	--	-	--	-	-	-
ENSINO FUNDAMENT	48	100	137	100	2.751	100
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	2	4,17	11	8,03	302	10,98
Municipal	46	95,83	126	91,97	2.449	89,02
Particular	-	-	-	-	-	-
ENSINO MÉDIO	1	100	8	100	120	100
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	-	-	-	-
Municipal	1	100	8	100	120	100
Particular	-	-	-	-	-	-

Fonte :SEDUC/Diretoria de Estatística – SIE

TABELA 5.10- ESTABELECIMENTOS E MATRÍCULAS NO SUPLETIVO E EDUCAÇÃO ESPECIAL						
DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA	ESTABELECIMENTOS		MATRÍCULA INICIAL			
	Ensino Supletivo	Educação Especial	Ensino Supletivo		Educação Especial	
			Número	%	Número	%
TOTAL	1	-	78	100	-	-
Federal	-	-	-	-	-	-
Estadual	-	-	78	100	-	-
Municipal	-	-	-	-	-	-
Particular	-	-	-	-	-	-

Fonte :SEDUC/Diretoria de Estatística – SIE

TABELA 5.11- PESSOAS QUE FREQUENTAM ENSINO SUPERIOR		
DISCRIMINAÇÃO	PESSOAS DE 15 ANOS OU MAIS DE IDADE	
	Número	%
TOTAL	8	100
Superior	8	100
Mestrado ou Doutorado	-	-

Fonte: IBGE

TABELA 5.12- PRINCIPAIS INDICADORES EDUCACIONAIS		
DISCRIMINAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO
Relação aluno/docente	19,44	26,36
Relação aluno/sala de aula	35,88	44,74
Taxa de escolaridade bruta no ensino fundamental (%)	104,81	
Taxa de escolaridade real no ensino fundamental (%)	83,44	
Taxa de analfabetismo de 11 a 17 anos (%)	34,96	
Taxa de aprovação no ensino fundamental (%)	48,49	
Taxa de evasão no ensino fundamental (%)	15,34	
Taxa de repetência no ensino fundamental (%)	13,01	
Taxa de aprovação no ensino médio (%)	50,83	
Taxa de evasão no ensino médio (%)	21,67	
Taxa de repetência no ensino médio (%)	-	

TABELA 5.13- SAÚDE – UNIDADES LIGADAS AO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE		
TIPO DE PRESTADOR	NÚMERO	%
TOTAL	6	100
Pública	-	-
Federal	-	-
Estadual	-	-
Municipal	6	100
Privada		
Contratada	-	-
Filantrópica	-	-
Sindical	-	-

Fonte: SESA- Sistema de Informações Ambulatoriais

TABELA 5.22- GESTÃO DE SAÚDE PÚBLICA	
NÍVEL	DATA DA APROVAÇÃO
Plena de Atenção Básica	27/02/98

Fonte: SESA- Assessoria de Planejamento e Coordenação

5.2.4 - Aspectos Econômicos

a) Agropecuária

Os principais produtos agrícolas do município são: feijão, milho, algodão, herbáceo e castanha de caju, que exploravam 4.500 ha, 4.500 ha, 4.000 ha e 800 ha respectivamente. As demais culturas exploradas - banana, mandioca, arroz e outras - são inexpressivas do ponto de vista econômico.

A situação da pecuária e do extrativismo vegetal de Ibaretama pode ser observada nas Tabelas 5.23; 5.24 e 5.25.

TABELA 5.23 – AGRICULTURA			
PRODUTOS	ÁREA (ha)	PRODUÇÃO (T)	RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha)
Algodão arbóreo	80	24	300
Algodão herbáceo	4.000	2.000	500
Arroz	20	32	1.600
Banana (1.000 cachos)	5	4	800
Batata-doce	1	13	13.000
Castanha de caju	800	144	180
Coco da Baía (1.000f) fr	5	20	4.000
Feijão	4.500	1.125	250
Laranja (1.000 frutos)	1	20	20.000
Mamão (1.000 frutos)	1	5	5.000
Mandioca	120	1.200	10.000
Manga (1.000 frutos)	3	48	16.000
Milho	4.500	2.250	500

Fonte: IBGE, 1991

TABELA 5.24 – PECUÁRIA	
DISCRIMINAÇÃO	EFETIVO (Cabeças)
Bovinos	11.237
Suínos	3.237
Ovinos	9.373
Caprinos	2.303
Eqüinos	1.559
Assininos	810
Muares	559
Aves	25.411
Produção de leite em 1.000 litros	1.076
Produção de ovos em 1.000 dúzias	28

Fonte: IBGE, 1991

TABELA 5.25 – EXTRATIVISMO VEGETAL/SILVICULTURA	
PRODUTOS	PRODUÇÃO (T)
Carnaúba (cera)	-
Carnaúba (pó)	3
Lenha (m ³)	10.800
Madeira em (m ³)	25
Oiticica	-

Fonte: IBGE, 1991

b) Estrutura Fundiária

De acordo com as informações do INCRA 1991, o município de Ibareta contava, com 471 minifúndios rurais que ocupavam uma área correspondente a 10.398 há, enquanto havia 383 latifúndios ocupando uma área de 70.560 ha. Com relação ao aproveitamento das áreas, 919 imóveis exploravam 96.223 ha e 804 tinham 39.106 ha de terras não exploradas.

c) Indústria

Os dados gerais da indústria de Ibareta, de acordo com o CEPRO (1997), apresentam uma limitação muito pronunciada, expressa por um total de 07 (sete)

estabelecimentos, sendo 01 (um) de produtos de minerais não metálicos, e 01 (um) de perfumarias, sabões e velas e 05 (cinco) de produtos alimentares (Tabela 5.26).

TABELA 5.26- DADOS GERAIS DA INDÚSTRIA			
DISCRIMINAÇÃO	ESTABELECEMENTOS		
	NÚMERO	% DO MUNICÍPIO	% DO ESTADO
Total	7	100	0,06
Extrativa Mineral	-	-	-
Construção Civil	-	-	-
Utilidade Pública	-	-	-
Transformação	7	100	0,06

Fonte: SEFAZ, Célula de Produção (CEPRO)

d) Comércio

No que diz respeito ao comércio, a mesma fonte (CEPRO, 1997), indicava uma ligeira ampliação do número de estabelecimentos. Em 1991, havia 35 estabelecimentos comerciais que ocupavam 70 pessoas, enquanto que em 1997 esse número aumentou para 53 estabelecimentos, sendo 01 (um) de gêneros alimentícios; 39 (trinta e nove) Cooperativas e lojas de departamento; 03 (três) de bebidas em geral e artigos de tabacaria; 05 (cinco) de vestuários, artefatos de tecidos, calçados e miudezas em geral; 01 (um) máquinas e produtos agropecuários e 02 (dois) de combustíveis e lubrificantes (Tabelas 5.27 e 5.28).

TABELA 5.27 – DADOS GERAIS DOS ESTABELECEMENTOS COMERCIAIS			
SEGMENTOS	ESTABELECEMENTOS		
	NÚMERO	% DO MUNICÍPIO	% DO ESTADO
Total	53	100	0,06
Atacadista	-	-	-
Varejista	53	100	0,06

Fonte: SEFAZ, Célula de Produção (CEPRO)

TABELA 5.28- COMÉRCIO VAREJISTA, POR GÊNERO DE ATIVIDADES			
DISCRIMINAÇÃO	ESTABELECIMENTOS		
	Número	% total do Munic.	% total do Estado
TOTAL	53	100,00	0,06
Pescados, Animais, Carnes e Derivados	1	1,89	0,06
Produtos de Gêneros Alimentícios	39	73,58	0,08
Cooperativas e Lojas de Departamento	-	-	-
Bebidas em Geral	3	5,66	0,20
Fumos, Cigarros e Artigos de Tabacaria	-	-	-
Livraria, Papelaria e Artigos para Escritório	-	-	-
Brinquedos, Artigos Desportivos Recreativos e Bijouterias	-	-	-
Discos, Fitas e Instrumentos Musicais	-	-	-
Artesanatos e Artigos de Couro, Cerâmica, Palha, etc.	-	-	-
Joalherias, Óticas e Material Fotográfico	-	-	-
Vestuário, Artefatos de Tecidos, Calçados e Miudezas	5	9,43	0,03
Artigos de Decoração e Utilidades Domésticas	-	-	-
Perfumaria e Produtos Químicos Farmacêuticos	2	3,77	0,08
Máquinas e Equipamentos Médicos e Hospitalares	-	-	-
Material para Construção em Geral	-	-	-
Veículos, Peças e Acessórios	-	-	-
Máquinas e Produtos Agropecuários	1	1,89	0,14
Combustíveis e Lubrificantes	2	3,77	0,16
Máquinas e Aparelhos Eletro-eletrônicos, Eletromecânicos	-	-	-
Comércio Ambulante	-	-	-
Outros	-	-	-

Fonte: SEFAZ. Célula e Produção (CEPRO).

5.2.5 - Energia

A energia elétrica tem sua distribuição efetuada pela Companhia Energética do Ceará - COELCE, que possui um escritório na sede municipal. A tabela 5.29 abaixo mostra alguns dados fornecidos pela COELCE (1994).

TABELA 5.29- CONSUMO E CONSUMIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA				
CLASSES DE CONSUMO	CONSUMO			NÚMERO DE COMUNIDADES
	Mwh	% Total do Município	% Total do Estado	
TOTAL	1.683	100,00	0,04	1.065
Residencial	661	39,28	0,04	851
Industrial	52	3,09	-	2
Comercial	117	6,95	0,01	48
Rural	617	36,66	0,21	122
Público	236	14,02	0,04	42
Próprio	-	-	-	-

Fonte: COELCE – Boletim Estatístico

5.2.6 - Comunicação

O município de Ibaretama conta com 01 agência de Correio, uma caixa de coleta e 02 terminais telefônicos em serviço (celulares).

5.3 - Diagnóstico Ambiental da Área de Influência Direta

5.3.1 - Meio Físico

5.3.1.1 - Geologia Local/Geotecnia

A partir da carta topográfica confeccionada em escala 1:100.000, foi realizado um mapeamento geológico de superfície ao longo do sítio barrável. No mapa geológico anexo desenho (3/19 (01/03)), são apresentados os detalhes do mapeamento realizado, onde são mostradas as litologias existentes ao longo do eixo, seus contatos e os aspectos estruturais superficiais da área em epígrafe.

Litologia

Na região ao longo do eixo do sítio barrável, destaca-se um solo residual de alteração proveniente da decomposição da rocha de fundação, existente notadamente nas partes elevadas das ombreiras. Este solo residual encontra-se na parte central do eixo, encoberto parcialmente por depósitos recentes aluviais.

O maciço rochoso é composto por gnaiss de coloração cinza, bandado, destacando-se ainda, a presença de veios pegmatóides cortando a seqüência gnáissica.

Ao longo do riacho Macacos, os depósitos aluviais apresentam uma composição granulométrica alternada cujas camadas exibem uma variação com tipos arenosos grosseiros na base e frações siltico-argilosas no topo.

Estruturas

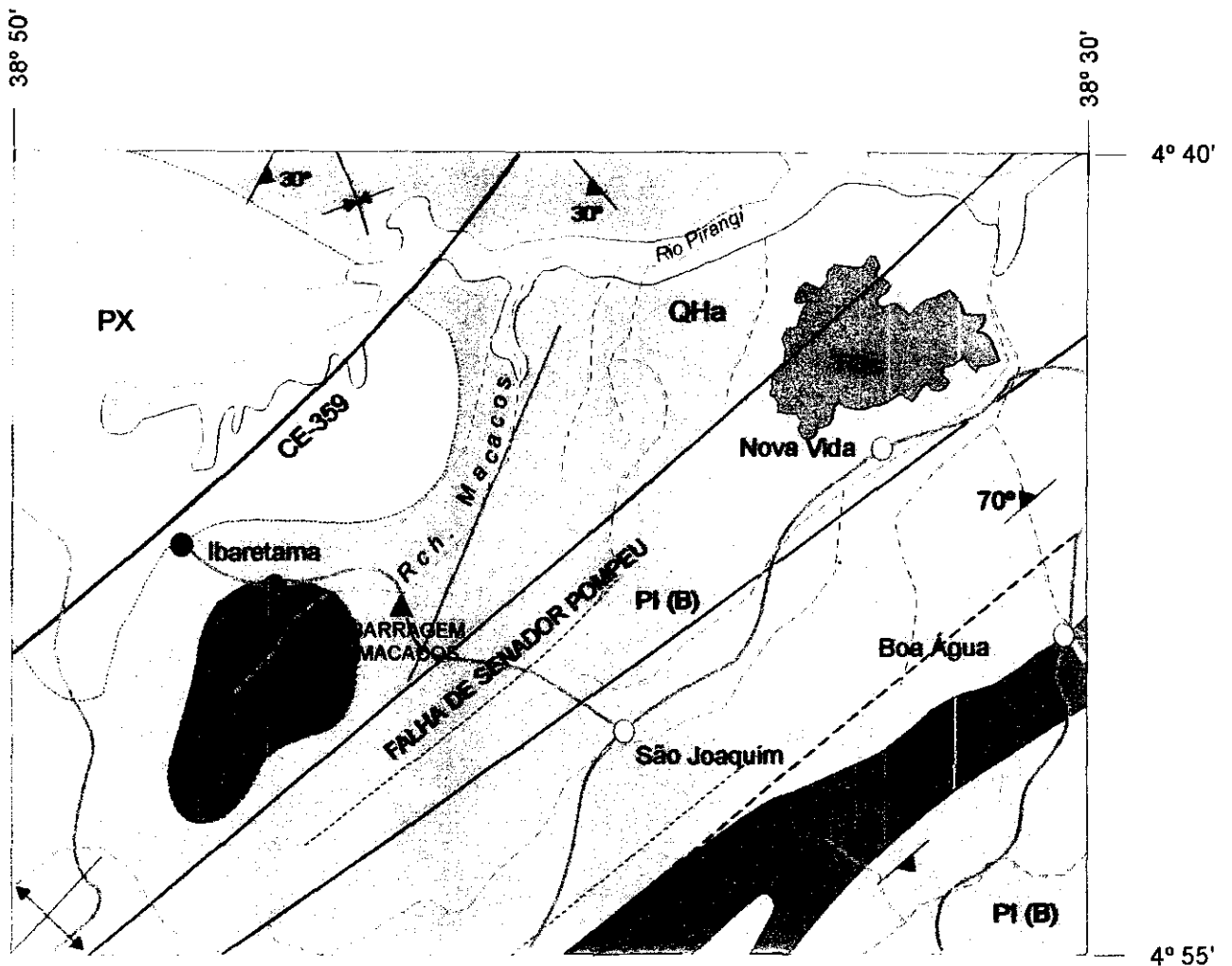
As estruturas locais são pouco perceptíveis devido à cobertura existente sobrejacente ao solo residual, mas de um modo geral, a área mapeada possui um sistema de fraturamento com direção geral compatível com o "trend" regional.

Nenhum evento estrutural de relevância foi observado na região do empreendimento, principalmente nas áreas da bacia hidráulica e no sítio barrável, apenas o sistema de falhas e fraturas, já ressaltado no parágrafo anterior.

5.3.1.2 - Aspectos Geotécnicos

Apesar do sistema de fraturamento existente no local, não foram observadas implicações negativas de estanqueidade relacionadas à fundação do maciço.

Os materiais a serem utilizados na construção do maciço e obras complementares, são qualitativamente e quantitativamente suficientes e localizadas a distâncias economicamente viáveis.



ESCALA 1:250.000

CONVENÇÕES	
	SEDE
	ANTIFORMA
	ANTIFORMA COM FLANCO INVERTIDO
	SINFORMA COM FLANCO INVERTIDO
	SINFORMA
	FOLIAÇÃO INCLINADA COM E SEM INDICAÇÃO DO VALOR DO MERGULHO
	FOLIAÇÃO E LINEAÇÃO, COM INDICAÇÕES DOS VALORES DOS MERGULHOS
	CONTATO DEFINIDO
	CONTATO APROXIMADO
	CONTATO PROVÁVEL
	FALHA DEFINIDA, APROXIMADA ONDE INTERROMPIDA
	LEITO NATURAL
	REVESTIMENTO ASFÁLTICO
	CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
	LOCALIDADES

LEGENDA	
	SEDIMENTOS ALUVIAIS / LOCALMENTE COLUVIAIS
	COBERTURAS SEDIMENTARES
	GRANITÓIDES SERRA AZUL
	COMPLEXO ARACOIABA - FILITOS
	UNIDADE SEM DENOMINAÇÃO - MIGMATITOS
	UNIDADE SEM DENOMINAÇÃO - GNAISSES

FONTE: MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO CEARÁ ESCALA 1 500 000 - CEMINAIS 1983

FIGURA 5.7 - GEOLÓGICO REGIONAL

5.3.1.3 - Geomorfologia Local

De acordo com as observações de campo foi possível definir e estruturar os processos dinâmicos que deram origem a morfogênese da área de influência direta do empreendimento e compará-la com o escoamento superficial e a composição das formas que interferem na área de formação do lago.

A bacia hidráulica está projetada em uma área relativamente plana e por vezes fracamente onduladas, representantes da depressão sertaneja, a qual registra-se uma altitude média em torno de 140 a 150 metros, nos níveis mais elevados, superiores a 170 metros, onde a dissecação atuou de forma mais efetiva.

Observa-se ainda que, esta morfologia compreende grande parte do relevo da região, promovendo a configuração da rede de drenagem, que por sua vez está diretamente relacionada aos diversos tipos litológicos e processos estruturais com rochas de natureza impermeável o que caracteriza um padrão de drenagem dendrítico. Este escoamento é o principal agente modelador da região, originando feições como pediplanos e pedimentos associados, seguido de vales com terraços pluviais, presentes em vertentes medianamente dissecadas.

A morfologia do leito fluvial é constituída por rios anostomosados, que caracteriza-se pela presença de bancos de areias sendo contornados por pequenos fluxos de drenagem. Outra característica marcante é o grande volume de carga de fundo que, associado às variações das descargas, originam sucessivas ramificações, ou um grande número de pequenos canais que se subdividem e se reencontram, separados por bancos e barras de areia de formas irregulares, que ficam submersos no período das chuvas.

No que diz respeito às características do material de fundo de canal, observa-se um domínio de areia muito grossa e cascalho, material este indicado para a construção civil, conforme pode ser visto na foto 02.

5.3.1.4 - Solos

Com base nos estudos pedológicos realizados na área do empreendimento, observou-se a ocorrência dos solos: Podzólico vermelho amarelo eutrófico e distrófico e solos aluviais.

De acordo com os trabalhos realizados pela SUDENE (1973), o primeiro tipo caracteriza-se como solos não hidromórficos, argila de atividade baixa, média a alta saturação de bases, baixa saturação com alumínio, baixa acidez e um conteúdo mineralógico onde se observa quantidade significativa de minerais primários que constituem fontes de nutrientes para as plantas.

Os solos aluviais, são pouco desenvolvidos, caracterizam-se por apresentar camadas estratificadas, as quais, em geral, não apresentam relações pedogenéticas entre si. Apresentam-se moderadamente profundos a profundos, de textura as mais diversas, drenagem boa a imperfeitamente drenado. Normalmente, são solos de grande potencial agrícola, conforme pode ser observado na foto 03. As características morfológicas são bastante variáveis, sendo função, principalmente, da natureza do material originário proveniente de deposições recentes.

5.3.1.5 - Relação entre Uso Potencial e Ocupação do Solo

A associação Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico e Distrófico constitui uma pequena parcela da superfície de inundação, sendo responsável pela atividade agrícola de maior destaque com aproveitamento de diversas culturas, destacando-se entre elas o feijão, pastagens artificiais, milho, algodão e extrativismo vegetal através da exploração da oiticica e dos carnaubais nativos da região.

A associação Regosolos Eutróficos e Distróficos, em sua maioria, são aproveitados com pecuária que é realizada de modo extensivo em meio à vegetação natural de caatinga. São terrenos pouco cultivados, pela sua baixa fertilidade, constatando-se a presença de pequenos plantios de algodão e culturas de subsistência, como as de milho e feijão.

Dados do levantamento semicadastral permite uma melhor visualização do uso atual dos solos na bacia hidráulica do reservatório. A tabela 5.30 mostra os vários tipos de exploração, bem como a área por eles ocupada e o percentual em relação área total da bacia. As áreas ocupadas com vegetação nativa são predominantes com relação à área total, perfazendo um total de cerca de 75%, enquanto as áreas ocupadas com culturas correspondem apenas a 25%.

Tabela 5.2 - Uso Atual dos Solos		
Tipo de Exploração	Área Ocupada (ha)	% da Área
Cultivo de Sequeiro	94,90	20
Cultivo com Irrigação	-	-
Cultivo na Vazante do Rio	23,72	5
Vegetação Nativa	355,88	75

5.3.1.6 - Sismicidade da Região

Nas tabelas abaixo estão relacionados os casos históricos dos abalos sísmicos sumarizados pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, em 1990 e Resumo das análises de estabilidade efetuadas.

TABELA 5.31 - RESUMO DOS CASOS HISTÓRICOS DE ABALOS SÍSMICOS NO NORDESTE DO BRASIL - MODIFICADA DE DNOCS (1990)

ANO	D M	COORD Lat S	Lat N	LOCALIDADE	ESCALA MERCALLI MODIFICADA	MAGNITUDE RICHTER (mb)	COMENTÁRIOS
1808	0808	05.70	37.70	Açu, RN	VI	4.8	
1811	1028	08.08	34.87	Recife, PE	V		
1824		08.00	39.00		VIII	6.3 MI**	
1854	0110	05.20	35.46	Touros, RN	V-VI		
1879	0724	05.77	35.21	Natal, RN	V	3.3	
1903	02	04.38	38.97	Baturité, CE	VI		5 eventos em uma semana
1905	0718	10.20	40.40	S. do Bonfim, BA	V	4.8	
1905		11.20	42.30	Xique-Xique, BA	IV	4.7	
1919	1124	03.87	38.92	Maranguape, CE	IV	4.5	
1928	0414	04.56	37.76	Aracati, CE	VI	4.0	
1949	1231	05.69	36.24	Lajes, RN	VI		
1963	0827	05.69	36.24	Lajes, RN	V-VI		
	2	05.69	36.24	Lajes, RN	VI		
1964	9	08.28	35.96	Caruaru, PE	V		
	6	08.28	35.96	Caruaru, PE	V		
1967	1	08.20	35.98	Caruaru, PE	V	3.9	
1968		06.09	38.44	Pereiro, CE	V-VII	3.9-4.5	5 eventos-Jan-Mar
1970		07.96	36.21	S.C. Capibari, PE	VI		3 eventos
		06.93	35.53	Alagoinha, PB	VI		
1971	0804	08.04	34.90	Recife, PE	V	3.0	5 eventos
1972	0304	09.93	36.49	Junqueiro, AL	V	3.3	
1973	07	05.28	35.82	Parazinho, RN	VI-VII	4.0-4.4	2 eventos
1974	03	04.18	38.13	Beberibe, CE	V		muitos eventos
	1020	07.99	36.06	Toritama, PE	V	3.7	
	1215	03.67	39.24	S.L. do Curu, CE	VI	3.4	
1976	0729	04.83	38.80	Ibaretama, CE	V		outros eventos
1977	0225	05.71	35.75	Riachuelo, RN	VI-VII	3.5	mais de 3 eventos
1978	0214	06.28	36.03	Santa Cruz, RN	V	3.7	Mais eventos
1980	1120	04.30	38.40	Pacajus, CE	VII	5.2	
1987		05.50	33.70	João Câmara, RN		5.1	muitos eventos (1986-1988)

NOTAS: Eventos de 1908-1980 sumarizados por Berrocal e outros (1993)
 Evento de 1824 registrado por EPRI (1987) e Branner (1912, 1920)
 Evento de 1987 em João Câmara registrado por Ferreira e outros (1987)
 * Modified Mercalli Intensity
 **Intensity magnitude (EPRI, 1987)

TABELA 5.32 - RESUMO DAS ANÁLISES DE ESTABILIDADE EFETUADAS

CASO	TALUDE	FS MÍN OBTIDO		FS MÍN RECOMENDÁVEL	OBSERVAÇÕES
		Método de Bishop Simplificado	Método de Jambu s f ₀		
Reservatório Cheio	Jusante	1,51	1,41	1,45	Superfície de deslizamento composta e não circular
Abalo Sísmico (Reservatório Cheio)	Jusante	1,14	1,06	1,00	Coef. de Abalo Sísmico Horizontal = 0,10
Rebaixamento Rápido	Montante	1,10	1,00	1,00	Rebaixamento até cota 278,0
Final de Construção	Jusante	1,55	1,42	1,30	Núcleo B=0,15 (Cruz,1995)
	Montante	1,51	1,42	1,30	

Pela Tabela 5.32, observa-se que os fatores de segurança obtidos são superiores aos usualmente admissíveis (Cruz, 1995) para obras de barragens. Os taludes adotados estão compatíveis com os de obras construídas com tipos similares de materiais (DNOCS, 1990).

5.4 - Meio Biótico

5.4.1 - Considerações Gerais

O estudo bio-ecológico da área do Açude Público Macacos abrange uma superfície de 69,50 km² que corresponde à bacia hidrográfica, mas com mais detalhe na bacia hidráulica que cobre 213,13 hectares. A análise ambiental ora evidenciada será orientada tanto para os setores específicos do empreendimento como também para as áreas limítrofes circunvizinhas.

Até a década de 30, as terras do semi-árido nordestino apresentavam uma cobertura vegetal completa, onde os componentes faunísticos eram abundantes. Com o incremento populacional e falta de uma política ambiental disciplinadora, surgiram os graves problemas de devastação como derrubada de árvores, plantação de roçados, venda de madeira, confecção de cercas, casas, lenha para consumo doméstico e industrial, etc. Nos setores pediplanizados o processo de devastação foi incrementado a partir da década de 1970, onde os grandes proprietários ampliaram seus campos agrícolas com auxílio de maquinário pesado, efetuando destocamento, erradicando localmente, todas as espécies vegetais que foram substituídas por variedades gramíneas.

A configuração atual mostra uma paisagem descaracterizada e pobre, juntamente com uma fauna mais pobre e tendo alguns representantes em fase de extinção. A cobertura vegetal mais representativa encontra-se intimamente associada aos locais de difícil acesso, como zona de cumeada e meia encosta dos serrotes.

Os elementos da fauna e flora da região foram identificados através da execução de perfis pré-determinados e com auxílio de um guia local que mora na área pesquisada. Assim, foi possível efetuar a distinção entre três ecossistemas, definidos como Caatinga (CAT), Zona Ribeirinha (ZR) e Campos Antrópicos (CAN).

Região de Caatinga (Arbórea e Arbustiva) - Ocupando os níveis inferiores dos destaques topográficos da área, esta unidade de vegetação recobre os terrenos cristalinos de

superfície arrasada, com altitudes de até cerca de 230 metros, correspondendo a setores menos favorecidos pelas chuvas.

Nas áreas pediplanadas e de solos menos profundos, a Região de Caatinga Arbórea e Arbustiva caracteriza-se pelo porte baixo, mais ou menos densa e de altura heterogênea. Esta fisionomia em regeneração decorre dos cortes sistemáticos da vegetação, visando a prática agrícola, e um posterior abandono. Em sua florística destacam-se as espécies de primeira ocupação, tais como: mofumbo (*Combretum leprosum*), marmeleiro (*Croton* sp.), jurema-preta (*Mimosa* sp.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), umburana-de cambão (*Bursera leptophloeos*), cumaru (*Torresia cearensis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), pinhão (*Jatropha* sp.) e as Cactaceas facheiro (*Pilosocereus* sp.), e mandacaru (*Cereus Jamacaru*). Observaram-se grandes extensões pediplanadas recobertas por esta vegetação em que o pau-branco (*Auxemma oncocalyx*), domina completamente a paisagem, destacando-se pelo seu elevado porte e grande poder de regeneração (Foto 01).

Em áreas dissecadas de solos Litólicos e clima adverso, a Estepe assume um porte raquítico (scrub), com amplo espaçamento e uma composição florística peculiar, com muitas Cactaceae e Bromeliaceae. Das espécies mais freqüentes destacam-se: o pereiro, jurema-preta, catingueira, sabiá, umari-bravo (*Calliandra* sp.), facheiro, xique-xique (*Pilosocereus gounellei*) e macambira-de-lajedo (*Encholirium spectabile*).

Os representantes da fauna tetrápode em sua maioria são as aves, enquanto que os insetos e vermes constituem os invertebrados. Este conjunto associado a outras espécies, constituem uma verdadeira relação trófica.



Foto 1 - Exposição representativa dos terrenos de altitudes mais baixas onde predomina Caatinga Arbórea.

5.4.2 - Zona Ribeirinha

O ecossistema da Zona Ribeirinha é representado na área pelos corpos d'água existentes na região, seja através de acumulação em pequenos açudes, seja escoando através de drenagens e riachos.(Foto 2)

Os principais cursos d'água da área estão representados pelo Riacho dos Macacos e seus afluentes Croatá e Riacho do Meio (Foto 2), na bacia do qual será feita a barragem. Em geral, ao longo dos cursos d'água, observam-se exposições bastante arrasadas, evidenciando-se exposição de corpos rochosos ao longo dos canais principais e adjacências.

Os principais representantes da flora são a oiticica, o mofumbo, o mussambê, a água-pé, etc. Os tetrápodes deste ambiente também são praticamente os mesmos anteriormente descritos, acrescidos de espécies como pedreiro, sibite, canário rasteiro, gibóia, coral, e gavião vermelho.



Foto 2 - Riacho dos Macacos.

5.4.3 - Campos Antrópicos

Os Campos Antrópicos são distribuídos em função da vocação exploratória. Geralmente, correspondem a setores penneplanizados onde são implantados os cercados para pastagens de gado; setores de planície aluvial e de inundação, utilizados para plantio de leguminosas, algodão e ainda setores pediplanizados indicados para culturas diversas, incluindo cana e capim (Foto 3).

As terras agricultáveis são preparadas de forma bastante agressiva ao meio ambiente onde ocorrem desmatamentos, destocamentos e queimadas. Estas ações contribuem de forma efetiva para a esterilidade do solo e instalação de processos erosivos, provocando ainda o aparecimento de espécies invasoras como a jurema preta, pinhão bravo, malícia, bamburral, melosa, etc. Os representantes da fauna são essencialmente terrícolas (aves e répteis), incluindo os artrópodes e outros invertebrados. Os tetrápodes são constituídos pela rolinha, sanhaçu, gola, papa-arroz, bem-te-vi, siriri, andorinha, nambu, anu-preto, rato, gambá, lagartixa, tejubina, jararaquinha, etc.

O setor a ser atingido diretamente pela bacia hidráulica e áreas de empréstimo, para barragem, está inserido no contexto da Caatinga Arbórea sendo constituída pela presença

de jurema-preta, jurema-branca, sabiá, umburana, pau-branco, angico, aroeira, abrigando vários tipos de aves, roedores, répteis e artrópodes.

O conjunto de animais e plantas de influência funcional de interesse ambiental e de grande importância para o homem, que se encontra em via de extinção são:

Espécies Florísticas para Farmacologia: aroeira, ipê-roxo (Foto 4), angico, caatingueira, marmeleiro;

Espécies Florísticas com Frutos e Sementes: mandacaru, juazeiro e marmeleiro;

Espécies Florísticas para Construção Civil e Lenha: mororó, sabiá, pau branco, ipê - roxo, cumaru, jurema-preta (Foto 5).

Espécies Florísticas em Fase de Extinção: aroeira, angico, ipê-roxo, cedro;

Espécies Faunísticas Ameaçadas de Extinção: marreco, nambu, paturi, avoante, papagaio, seriema, pica-pau, asa branca, raposa, tatu, gato-maracajá.



Foto 3 - Vista parcial dos Campos Antrópicos



Foto 4 - Espécies Florísticas



Foto 5 - Jurema-Preta, espécie florística muito abundante e de fácil regeneração. Muito utilizada na confecção de carvão vegetal.

Foto 6 - Mata Ciliar do riacho Macacos.

