



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**

Procuradoria Geral do Estado

**BANCO INTERNACIONAL PARA RECONSTRUÇÃO
E DESENVOLVIMENTO - BIRD (BANCO MUNDIAL)**

**Ministério da Integração Nacional - MI
Programa Nacional de Desenvolvimento
dos Recursos Hídricos - PROÁGUA NACIONAL -
Acordo de Empréstimo N.º.: 7420-BR - BID**

**Governo do Estado do Ceará
Projeto de Gestão Integrada dos
Recursos Hídricos PROGERIRH II
Acordo de Empréstimo N.: 7630-BR**

**ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO
DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS
BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA
PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH.**

FASE B - PROJETO EXECUTIVO

Etapa B1 - Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA

**Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA
do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba**



Integração
Ministério da Integração Nacional



**SECRETARIA DOS
RECURSOS HÍDRICOS**
Governo do Estado do Ceará



**PROÁGUA
NACIONAL**



**BANCO
MUNDIAL**

EngeSoft
Engenharia e Consultoria Ltda.

yibi
ENGENHARIA
CONSULTIVA S/S.

consórcio

Dezembro/2011



**GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ**

Secretaria dos Recursos Hídricos

Elaboração do Estudo de Viabilidade e do Projeto Executivo do Eixo de Integração da Ibiapaba/Ce (Para Construção das Barragens Lontras e Inhuçu, do Canal/Túnel e da Penstock/Pequena Central Hidrelétrica - PCH)

FASE B: PROJETO EXECUTIVO

Etapa B1 - Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA

**Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA
do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba**

Dezembro de 2011

ÍNDICE

ÍNDICE GERAL

	Páginas
1. O PROJETO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA.....	17
1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	17
1.2. HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO	17
1.3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	20
1.4. OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO	23
1.5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS	23
1.5.1. <i>Alternativas para Barragem Inhuçu.....</i>	<i>23</i>
1.5.2. <i>Alternativas Locacionais e Técnicas da Barragem Lontras</i>	<i>32</i>
1.5.3. <i>Alternativas Locacionais do Sistema de Adução/Penstock/PCH.....</i>	<i>39</i>
1.6. ESTUDOS BÁSICOS	47
1.6.1. <i>Estudos Cartográficos.....</i>	<i>47</i>
1.6.2. <i>Estudos Hidrológicos</i>	<i>53</i>
1.6.3. <i>Estudos Pedológicos</i>	<i>55</i>
1.6.4. <i>Estudos Geotécnicos</i>	<i>60</i>
1.7. CONCEPÇÃO DO PROJETO	66
2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	70
2.1. ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	70
2.1.1. <i>Área de Influência Direta.....</i>	<i>70</i>
2.1.2. <i>Área de Influência Indireta</i>	<i>70</i>
2.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO	71
2.2.1. <i>Aspectos Geológicos</i>	<i>71</i>
2.2.2. <i>Aspectos Geomorfológicos.....</i>	<i>78</i>
2.2.3. <i>Interferências com Áreas de Relevô Carstico</i>	<i>79</i>
2.2.4. <i>Interferências com Patrimônio Paleontológico</i>	<i>80</i>
2.2.5. <i>Solos.....</i>	<i>81</i>
2.2.6. <i>Clima.....</i>	<i>84</i>
2.2.7. <i>Recursos Hídricos Superficiais</i>	<i>87</i>
2.2.7.1. <i>Hidrografia</i>	<i>87</i>
2.2.7.2. <i>Riscos de Poluição das Águas Represadas e Aduzidas.....</i>	<i>91</i>
2.2.8. <i>Recursos Hídricos Subterrâneos.....</i>	<i>91</i>
2.3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO.....	92
2.3.1. <i>Flora</i>	<i>92</i>

2.3.2.	<i>Fauna</i>	93
2.3.3.	<i>Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente</i>	94
2.3.4.	<i>Ocorrências de Espécies da Flora e da Fauna Endêmicas ou Ameaçadas de Extinção</i>	95
2.4.	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO	101
2.4.1.	<i>Área de Influência Indireta</i>	101
2.4.1.1.	Aspectos Demográficos.....	101
2.4.1.2.	Qualidade de Vida da População.....	102
2.4.1.3.	Terras Indígenas e Quilombolas	109
2.4.1.4.	Infraestrutura Física e Social	109
2.4.1.5.	Patrimônio Arqueológico	121
2.4.2.	<i>Área de Influência Direta</i>	122
2.4.2.1.	Aspectos Demográficos: População Desalojada e Submersão de Núcleos Urbanos.....	122
2.4.2.2.	Interferências com Infraestruturas de Uso Público	123
2.4.2.3.	Atividades Econômicas Paralisadas	123
3.	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE	126
4.	IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	136
4.1.	MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO	136
4.2.	AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	138
4.2.1.	<i>Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais</i>	138
4.2.2.	<i>Avaliações Setoriais</i>	138
4.2.3.	<i>Avaliação Global</i>	143
4.3.	DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	146
4.3.1.	<i>Impactos sobre o Meio Abiótico</i>	146
4.3.2.	<i>Impactos sobre o Meio Biótico</i>	151
4.3.3.	<i>Impactos sobre o Meio Antrópico</i>	154
5.	PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E DE CONTROLE AMBIENTAL	163
5.1.	GENERALIDADES	163
5.2.	ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO	163
5.2.1.	<i>Objetivos</i>	163
5.2.2.	<i>Estratégia de Ação</i>	165
5.2.2.1.	Regras Gerais	165
5.2.2.2.	Fase de Implantação das Obras.....	166
5.3.	PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS	169
5.3.1.	<i>Generalidades</i>	169
5.3.2.	<i>Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos</i>	170
5.3.3.	<i>Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico</i>	171

5.3.4. <i>Guarda do Material Coletado</i>	172
5.4. PLANO DE RECONSTITUIÇÃO PAISAGÍSTICA DAS ÁREAS DOS CANTEIROS DE OBRAS E DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO	173
5.4.1. <i>Generalidades</i>	173
5.4.2. <i>Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos</i>	174
5.4.2.1. Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Jazidas de Empréstimo.....	174
5.4.2.2. Controle Ambiental na Atividade Mineral	174
5.4.3. <i>Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição das Áreas dos Canteiros de Obras</i>	178
5.4.4. <i>Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas de Jazidas e dos Canteiros de Obras</i>	179
5.5. PLANO DE REMOÇÃO / RELOCAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DAS ÁREAS DAS BACIAS HIDRÁULICAS DOS RESERVATÓRIOS	179
5.5.1. <i>Generalidades</i>	179
5.5.2. <i>Remoção da Infra-estrutura Existente</i>	181
5.5.3. <i>Relocação da Infra-estrutura de Uso Público</i>	181
5.6. DELIMITAÇÃO, REFLORESTAMENTO E MONITORAMENTO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RESERVATÓRIOS	182
5.6.1. <i>Delimitação e Fiscalização das Faixas de Proteção dos Reservatórios</i>	182
5.6.2. <i>Reflorestamento das Áreas de Preservação Permanente</i>	183
5.6.2.1. Objetivos	183
5.6.2.2. Área a ser Reflorestada.....	184
5.6.2.3. Técnicas de Reflorestamento.....	184
5.6.2.4. Seleção das Espécies Florísticas.....	185
5.6.2.5. Produção e Aquisição de Mudas.....	189
5.6.2.6. Preparo do Solo	191
5.6.2.7. Plantio e Replante das Mudas	192
5.6.2.8. Tratos Culturais	193
5.7. ZONEAMENTO DE USOS NO ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS	194
5.8. PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA	195
5.8.1. <i>Generalidades</i>	195
5.8.2. <i>Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento Rural</i>	196
5.8.2.1. Compilação e Análise dos Dados Existentes	196
5.8.2.2. Participação da Comunidade e Integração com as Populações Hospedeiras	196
5.8.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica.....	198
5.8.2.4. Avaliação Socioeconômica.....	200
5.8.2.5. Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento.....	201
5.8.2.6. Alternativas de Reassentamento	202
5.8.2.7. Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento.....	203

5.8.2.8.	Arcabouço Legal	203
5.8.2.9.	Elaboração de Programas Sócio-Econômicos	204
5.8.2.10.	Estudos e Projetos Complementares.....	205
5.8.2.11.	Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento.....	205
5.8.2.12.	Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento Rural.....	206
5.9.	PLANO DE PEIXAMENTO DOS RESERVATÓRIOS.....	207
5.10.	PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANITÁRIA	211
5.10.1.	<i>Generalidades</i>	211
5.10.2.	<i>Referencial Teórico do Programa de Educação Ambiental e Sanitária</i>	211
5.10.3.	<i>Objetivos</i>	213
5.10.3.1.	Objetivo Geral.....	213
5.10.3.2.	Objetivos Específicos	213
5.10.4.	<i>Área de Abrangência do Estudo</i>	214
5.10.5.	<i>Definição do Público-Alvo</i>	215
5.10.6.	<i>Diretrizes Programáticas</i>	215
5.10.7.	<i>Princípios Norteadores</i>	216
5.10.8.	<i>Diagnóstico das Condições Socioeconômicas e Ambientais das Bacias Hidrográficas Contribuintes</i>	216
5.10.9.	<i>Estabelecimento de Parcerias</i>	217
5.10.10.	<i>O Papel da Escola no âmbito do Programa</i>	217
5.10.11.	<i>Elaboração de Material Didático</i>	218
5.10.12.	<i>Mobilização Social e Sistema de Informação, Comunicação e Mídia</i>	219
5.10.13.	<i>Execução de Seminários, Palestras e Reuniões com Grupos Formais e Informais</i>	220
5.10.14.	<i>Capacitação de Professores e Multiplicadores</i>	221
5.10.15.	<i>Avaliação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária</i>	222
5.11.	PLANO DE DESMATAMENTO DAS ÁREAS DAS BACIAS HIDRÁULICAS E DA FAIXA DE DOMÍNIO DO SISTEMA ADUTOR	223
5.11.1.	<i>Generalidades</i>	223
5.11.2.	<i>Diagnóstico Florístico e Faunístico</i>	223
5.11.3.	<i>Implantação de Herbário</i>	224
5.11.4.	<i>Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas</i>	225
5.11.5.	<i>Técnicas de Desmatamento</i>	225
5.11.6.	<i>Corredores de Escape da Fauna</i>	226
5.11.7.	<i>Inventário Florestal /Recursos Florestais Aproveitáveis</i>	227
5.12.	PLANO DE MANEJO DA FAUNA.....	228
5.12.1.	<i>Generalidades</i>	228
5.12.2.	<i>Manejo da Fauna</i>	229
5.12.3.	<i>Proteção dos Trabalhadores e da População Circunvizinha</i>	237

5.13.	MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA IMPLANTADA.....	238
6.	GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTOS.....	246
6.1.	GENERALIDADES.....	246
6.2.	GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS	247
6.3.	PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA E ADUZIDA	250
6.3.1.	Generalidades	250
6.3.2.	Cuidados Necessários para a Coleta de Amostras	251
6.3.3.	Tomada de Amostras.....	252
6.3.4.	Preservação, Armazenamento e Transporte de Amostras.....	253
6.4.	PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DO LENÇOL FREÁTICO E DO NÍVEL D'ÁGUA NOS RESERVATÓRIOS.....	254
6.4.1.	Monitoramento do Nível do Lençol Freático.....	254
6.4.2.	Monitoramento dos Níveis d'Água nos Reservatórios	256
6.5.	PLANO DE MONITORAMENTO DAS TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NOS RESERVATÓRIOS.....	256
6.6.	CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE INSETOS E MOLUSCOS NOCIVOS A SAÚDE.....	258
6.6.1.	Generalidades	258
6.6.2.	Formas de Proliferação e Transmissão das Principais Endemias Rurais.....	259
6.6.2.1.	Dengue e Filariose	259
6.6.2.2.	Malária	259
6.6.2.3.	Esquistossomose.....	260
6.6.2.4.	Leishmaniose Visceral.....	260
6.6.2.5.	Doença de Chagas	261
6.6.2.6.	Outras Endemias.....	262
6.6.3.	Estratégia de Ação	262
7.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	265
8.	ENCARTE	270

ÍNDICE DAS FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1.1: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS DA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO	22
FIGURA 1.2: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS ALTERNATIVOS PARA A BARRAGEM INHUÇU	25
FIGURA 1.3: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS ALTERNATIVOS PARA A BARRAGEM LONTRAS	33
FIGURA 1.4: ESQUEMA DAS HIPÓTESES ALTERNATIVAS (CANAL/CONDUTA OU COM BOMBEAMENTO) AO TÚNEL PARA O CIRCUITO HIDRÁULICO CAPTAÇÃO-TÚNEL-PENSTOCK E HIDRELÉTRICA.....	41
FIGURA 1.5: ALTERNATIVAS DE TRAÇADO DO CIRCUITO HIDRÁULICO CANAL/TÚNEL E PENSTOCK/PCH	43
FIGURA 1.6: BARRAGEM INHUÇU - BACIA HIDRÁULICA DO EIXO BARRÁVEL INHUÇU SOTERO.....	51
FIGURA 1.7: BARRAGEM LONTRAS - BACIA HIDRÁULICA DO EIXO BARRÁVEL LONTRAS B.....	52
FIGURA 1.8: BARRAGEM INHUÇU – LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO.....	64
FIGURA 1.9: BARRAGEM LONTRAS – LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO	65
FIGURA 1.10 : ARRANJO GERAL DO SISTEMA DE ADUÇÃO PARA IRRIGAÇÃO	68
FIGURA 2.1: MAPA GEOLÓGICO.....	72
FIGURA 2.2: UMA EXTENSA FOSSA TECTÔNICA AFETOU O EMBASAMENTO CRISTALINO E SE REFLETIU TAMBÉM NOS SEDIMENTOS DEVONIANOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL. A ÁREA DE INTERESSE AOS EMPREENDIMENTOS, ASSINALADA PELA ELIPSE, FOI AFETADA PELO REFERIDO TECTONISMO (MAPA GEOLÓGICO DO CPRM - 2003)..	74
FIGURA 2.3: CONFIGURAÇÃO DO TERRENO NA REGIÃO DE INTERESSE AOS EMPREENDIMENTOS, ONDE SE NOTAM OS REFLEXOS DO TECTONISMO NAS ATUAIS FORMAS DE RELEVO, MESMO NA ÁREA COM COBERTURA SEDIMENTAR DA FORMAÇÃO SERRA GERAL (MAPAS GOOGLE).	75
FIGURA 2.4: ASSINALAM-SE EM AZUL ALGUNS LINEAMENTOS IMPORTANTES, QUE COINCIDEM PROVAVELMENTE COM EXTENSOS PLANOS DE FALHAMENTO. AS SUCESSIVAS ETAPAS DE TECTONISMO REGIONAL ACARRETARAM DESLOCAMENTOS RELATIVOS ENTRE BLOCOS, TANTO VERTICAIS, QUANTO HORIZONTAIS, ALÉM DE BASCULAMENTOS (MAPA EMBRAPA).	76
FIGURA 2.5: MAPA DA DISTRIBUIÇÃO DE EVENTOS SÍSMICOS NO NORDESTE DO BRASIL (FONTE: OLIVEIRA, P.H.S. – 2010).	77
FIGURA 2.6: MAPA DE SOLOS.....	83

FIGURA 2.7: MAPA BACIA HIDROGRÁFICA	88
FIGURA 5.1: CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE.	230
FIGURA 5.2: CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE MÉDIO PORTE.....	231
FIGURA 5.3: LAÇO DE LUTZ, PARA CAPTURA DE SERPENTES	233
FIGURA 5.4 : GANCHO MODELO BUTANTÃ, TIPO CURVO PARA CAPTURA DE SERPENTES.	234
FIGURA 5.5: CAIXA PARA TRANSPORTE DE OFÍDIOS, MODELO BUTANTÃ.	235
FIGURA 5.6: SACO DE ALGODÃO PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE.....	236

ÍNDICE DOS QUADROS

	Páginas
QUADRO 1.1: BARRAGEM INHUÇU - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS BOQUEIRÕES BARRÁVEIS.....	27
QUADRO 1.2: BARRAGEM INHUÇU: MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	30
QUADRO 1.3: BARRAGEM INHUÇU - EIXO INHUÇU/SOTERO - COMPARATIVO DE CUSTOS RELATIVOS DAS ALTERNATIVAS DE SEÇÃO TIPO.....	31
QUADRO 1.4: BARRAGEM LONTRAS – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS BOQUEIRÕES BARRÁVEIS	34
QUADRO 1.5: BARRAGEM LONTRAS: MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	37
QUADRO 1.6: BARRAGEM LONTRAS- EIXO LONTRAS - COMPARATIVO DE CUSTOS RELATIVOS DAS ALTERNATIVAS DE SEÇÃO TIPO.....	39
QUADRO 1.7: CIRCUITO HIDRÁULICO CANAL/TÚNEL E PENSTOCK/PCH: MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	46
QUADRO 1.8: DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE SOLOS DA MANCHA LONTRAS	57
QUADRO 1.9: MANCHA LONTRAS: CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS PARA IRRIGAÇÃO	58
QUADRO 1.10: DISTRIBUIÇÃO DAS UNIDADES DE SOLOS DA ÁREA INHUÇU	59
QUADRO 1.11: ÁREA INHUÇU: CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS PARA IRRIGAÇÃO.....	59
QUADRO 1.10: QUANTITATIVOS DOS SERVIÇOS GEOTÉCNICOS EXECUTADOS	61
QUADRO 2.1: PRINCIPAIS SISMOS DE MAGNITUDE $\geq 3,0 M_B$ OCORRIDOS NO NORDESTE DO CEARÁ	78
QUADRO 2.2 : PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS DA ÁREA DO PROJETO.....	86
QUADRO 2.3: PRINCIPAIS AÇUDES DA BACIA DO PARNAÍBA/ POTI NO ESTADO DO CEARÁ.....	90
QUADRO 2.4: PRINCIPAIS ESPÉCIES DA FLORA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO CEARÁ.....	96
QUADRO 2.5: PRINCIPAIS ESPÉCIES DA FAUNA AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO CEARÁ.....	97
QUADRO 2.6: ESPÉCIES DA FAUNA RARAS E AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NO TERRITÓRIO DA APA DA SERRA DA IBIAPABA	100
QUADRO 2.7: EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA – 2010.....	101
QUADRO 2.8: ANALFABETISMO DA POPULAÇÃO MAIOR DE 10 ANOS – 1991 E 2000.....	103
QUADRO 2.9: ESCOLARIDADE DA POPULAÇÃO MAIOR DE 10 ANOS – 1991 E 2000	104

QUADRO 2.10: INDICADORES DE RENDA - 1991 E 2000.....	105
QUADRO 2.11: POPULAÇÃO MAIOR DE 10 ANOS POR RENDIMENTO NOMINAL MENSAL 2010	106
QUADRO 2.12: INDICADORES MÉDICO-SANITÁRIOS	107
QUADRO 2.13: ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO - MUNICIPAL, 1991 E 2000	108
QUADRO 2.14: ESTABELECIMENTOS DE ENSINO, CORPO DOCENTE E MATRÍCULA INICIAL – 2009	112
QUADRO 2.15: ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE 2009.....	113
QUADRO 2.16: EQUIPE MÉDICA 2009	114
QUADRO 2.17: CASOS DE DOENÇAS TRANSMISSÍVEIS DE NOTIFICAÇÃO COMPULSÓRIA CONFIRMADOS 2008/2009.	115
QUADRO 2.18: NÚMERO DE CONSUMIDORES E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA 2009 (1/1).....	118
QUADRO 2.19: CARACTERÍSTICA DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA 2009.....	119
QUADRO 2.20: DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – 2000	121
QUADRO 4.1: ANÁLISE SETORIAL DO PROJETO ORIGINAL	140
QUADRO 4.2: ANÁLISE SETORIAL DO PROJETO CONSIDERANDO A ADOÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	141
QUADRO 4.3: ANÁLISE GLOBAL DO PROJETO.....	145
QUADRO 5.1: CLASSIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	164
QUADRO 5.2: NÚMERO DE ALEVINOS UTILIZADOS BO PEIXAMENTO	209

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O objetivo geral da Política Estadual dos Recursos Hídricos do Ceará é promover o uso racional dos recursos hídricos e gerenciar os mesmos de uma maneira integrada e descentralizada. Neste contexto se insere o Eixo de Integração da Ibiapaba, o qual se constitui em um dos projetos empreendidos pelo Governo do Estado do Ceará para alcançar as metas de aproveitamento integrado dos recursos hídricos.

O Eixo de Integração da Ibiapaba, então concebido pelo PROGERIRH – Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos está localizado na região noroeste semi-árida do Estado do Ceará. Neste sistema, estão compreendidas as Bacias dos Rios Acaraú, Coreaú e Poti, sendo que esta última se estende também ao Estado do Piauí, onde constitui uma parte da Bacia do Parnaíba. Diferencia-se por ser o primeiro sistema complexo deste tipo a ser estudado, sendo que nele se prevê a transferência de águas da Bacia do Rio Poti (Parnaíba) para as Bacias dos Rios Acaraú e Coreaú.

Os estudos aqui apresentados integram os serviços de consultoria para ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE (PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH) objeto do Contrato 02/PROGERIRH 2011 firmado entre o Consórcio ENGESOFT / IBI e a SRH/CE visando promover o controle dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Inhuçu. Conforme estabelece os Termos de Referência contratuais, a finalidade principal do desenvolvimento dos Projetos Executivos destas barragens é aprofundar mais detalhadamente o atendimento às demandas de água das regiões de influências; proporcionar um aproveitamento racional das águas acumuladas nos reservatórios para o abastecimento urbano e rural e para uso com o desenvolvimento da irrigação em áreas aptas a este tipo de atividade e para a geração de energia elétrica.

O estudo é composto pelas seguintes Fases e respectivos Volumes:

– **FASE A: ESTUDO DE VIABILIDADE**

- Etapa A1 - Relatório de Identificação de Obras - RIO
- Etapa A2 - Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA do Sistema (Barragens Lontras e Inhuçu, Canal/Túnel e Penstock / PCH)

- Etapa A3 - Estudos Básicos e Concepções Gerais dos Projetos das Barragens, Canal/Túnel e Penstock / PCH
 - Etapa A4 - Relatório Final de Viabilidade - RFV.
- **FASE B: PROJETO EXECUTIVO**
- Etapa B1 - Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA
 - Etapa B2 - Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento das Barragens Lontras e Inhuçu, Canal/Túnel e Penstock / PCH
 - Etapa B3 - Projeto Executivo das Barragens Lontras e Inhuçu, Canal/Túnel e Penstock / PCH
 - Etapa B4 - Manuais de Operação e Manutenção do Sistema
 - Etapa B5 - Avaliação Financeira e Econômica Final do Sistema - Barragens, Canal/Túnel e Penstock / PCH

O presente relatório versa sobre os **Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba**, que tem como objetivo contribuir para a tomada de decisão quanto a política a ser adotada, diante dos impactos ambientais causados pela implantação e operação dos barramentos dos rios Inhuçu e Macambira e de um sistema adutor, nos territórios dos municípios de Ipueiras, Croatá e Guaraciaba do Norte, no Estado do Ceará. Além disso, sugere medidas para restabelecer o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento regional a partir dos usos múltiplos propostos para o referido reservatório.

O desenvolvimento dos estudos foram pautados nos critérios e diretrizes preconizados pela Resolução CONAMA n.º 001, de 23 de janeiro de 1986 e nos Termos de Referência emitido pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) para este empreendimento. Assim sendo, foram executados levantamentos dos fatores bio-geofísicos e sócio-econômicos das áreas de influência direta e indireta do empreendimento, visando caracterizar a situação vigente antes da implantação dos dois reservatórios e do sistema adutor propostos.

Com base nas informações fornecidas pelo diagnóstico ambiental e pelo projeto básico elaborado pelo Consórcio Engesoft/IBI, foram estabelecidas relações entre os componentes ambientais

existentes e as ações programadas para o empreendimento. Foram, então identificados os impactos relevantes, os quais foram discriminados quanto ao caráter, magnitude, importância e duração. Por fim, foram definidas medidas visando a mitigação dos impactos adversos e a recuperação de áreas degradadas, além de programas de monitoramento e educação ambiental, para os quais foram estimados os custos a serem incorridos com suas implementações.

1. O PROJETO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA

1. O PROJETO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA

1.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O órgão empreendedor do Projeto do Eixo de Integração da Ibiapaba é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - SRH, órgão público, inscrito no CGC/MF sob o nº 11.821.253/0001-42, estabelecido a Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, S/N – Centro Administrativo Governador Virgílio Távora, Edifício SEINFRA/SRH - Bairro Cambéba, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 3101.3995 e (85)3101.3994 e FAX (85) 3101.4049. Tem como Secretário dos Recursos Hídricos o Sociólogo Cesar Augusto Pinheiro.

Os contatos relativos a questões pertinentes ao presente EIA/RIMA junto ao órgão empreendedor deverão ser estabelecidos através da Coordenadoria de Infra-estrutura de Recursos Hídricos/Célula de Controle Socioambiental/Núcleo de Controle Ambiental.

1.2. HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

Os primeiros estudos pertinentes ao Eixo de Integração da Ibiapaba foram desenvolvidos, em meados de 2000, pelo Consórcio MONTGOMERY WATSON AMERICAS Inc. e ENGESOFT - Engenharia e Consultoria S/C Ltda., através de contrato firmado com a SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Denominado “Elaboração do Diagnóstico, dos Estudos Básicos e dos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração da Ibiapaba” foi concebido no âmbito do PROGERIRH – Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Neste estudo as alternativas para o atendimento às demandas nas bacias dos rios Poti, Acaraú e Coreaú foram, para efeito de melhor discussão das mesmas, separadas em dois tipos:

- Alternativas do Eixo de Integração da Ibiapaba, nas quais constam as transposições interbacias e o atendimento às maiores demandas;
- Alternativas Localizadas de atendimento às demandas nas três bacias, compostas de soluções singulares de suprimento hídrico. Geralmente essas alternativas foram definidas por um barramento e sistema de adução, ou somente de um sistema de adução quando o barramento já é existente.

As alternativas de atendimento às demandas a partir do Eixo de Integração da Ibiapaba tiveram uma definição baseada na identificação das potencialidades e futuras disponibilidades nas três bacias hidrográficas. Dessa forma, foram identificados inicialmente quais possíveis novos reservatórios poderiam ser construídos nas bacias e que capacidade de regularização teriam essas obras.

Uma vez identificados os novos barramentos possíveis para as bacias do Acaraú, Coreaú e Poti, o estudo procedeu a composição das alternativas, selecionando os reservatórios e as opções de transporte da água regularizada por estes para os centros de demanda deficitários a serem contemplados pelo Eixo de Integração da Ibiapaba. São os seguintes os reservatórios selecionados para a composição das alternativas do Eixo de Integração da Ibiapaba: Fronteiras, Inhuçu e Lontras, na Bacia do Poti; Paula Pessoa e Frecheirinha, na Bacia do Coreaú e Taquara, na Bacia do Acaraú.

O açude Taquara foi considerado neste estudo como reservatório estratégico para o incremento da disponibilidade para irrigação no médio e baixo Acaraú, por isso foi tratado como reservatório a ser implantado qualquer que seja a alternativa para o Eixo de Integração.

Os estudos envolvendo os reservatórios e as opções de transporte de suas respectivas águas regularizadas resultou na composição de três alternativas para o Eixo de Integração da Ibiapaba, a saber:

- Alternativa 1: composta por cinco obras de reservação representadas pelo açude Fronteiras (950hm³), Lontras (142,0hm³), Inhuçu (325,0hm³), Frecheirinha (85,0 hm³) e Paula Pessoa (167,0 hm³) e pelas obras de adução Canal Norte (212,7 km) e Túnel/Hidrelétrica;
- Alternativa 2: apresenta a mesma composição de obras de reservação da Alternativa 1, contando entre as obras de adução com o Canal Norte(99,8 km), Canal Poti Sul (27,0 km), Túnel/Hidroelétrica, Adutora do aç. Jaburu I e Adutora de Nova Russas;
- Alternativa 3: apresenta a mesma composição de obras de reservação da Alternativa 1, contando entre as obras de adução com o Canal Poti Sul (107,7 km), Túnel/Hidrelétrica, Adutora do açude Jaburu I e Adutora Ararendá /Ipaporanga/Nova Russas.

A Alternativa 3 foi a que apresentou melhor viabilidade, tendo os critérios de avaliação adotados na análise comparativa efetuada levado em conta fatores técnicos, econômico-financeiros, institucionais, sociais e ambientais. A referida alternativa definiu três sistemas hídricos como parte do Eixo da Ibiapaba:

- O Sistema Sul, composto do Açude Fronteiras e Canal Poti Sul, cuja finalidade é o abastecimento rural e a irrigação das terras localizadas na região sudoeste da bacia do Poti;
- O Sistema Centro, composto pelos açudes Inhuçu e Lontras, o túnel e a hidrelétrica, liberando a vazão efluente da turbina para a Bacia do Acaraú, que após abastecer o município de Ipueiras, aumenta a área irrigada no médio e baixo vales da bacia; e
- O Sistema Norte, composto pela adutora do açude Jaburu I para atendimento das sedes municipais de Mucambo, Pacujá e Graça, pelo açude Paula Pessoa destinado à irrigação do baixo Coreaú e pelo açude Frecheirinha, destinado à irrigação do Projeto Frecheirinha e ao abastecimento do município homônimo.

Na hierarquização das obras integrantes do Eixo de Integração da Ibiapaba efetuada por este estudo, o sistema de reservação Inhuçu-Lontras associado às obras de adução, túnel, hidrelétrica e adutora Ararendá /Ipaporanga/Nova Russas representam o conjunto de obras prioritárias. Tal priorização deveu-se principalmente aos aspectos sociais e institucionais. Em segundo lugar tem-se o açude Paula Pessoa e, logo em seguida, o açude Frecheirinha. O açude Taquara e o Sistema Sul, este composto pelo açude Fronteiras e o Canal Poti Sul, são as obras que se apresentam menos prioritárias, o que é explicado devido aos seus benefícios estarem voltados mais para a irrigação, sendo os benefícios para abastecimento doméstico insignificantes comparativamente com as outras obras.

Atualmente encontra-se em execução o estudo de viabilidade e detalhamento do projeto executivo do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba, visando à construção das Barragens Lontras e Inhuçu, do canal/túnel e da penstock/pequena central hidrelétrica - PCH. No estudo de alternativas desenvolvidos no âmbito do estudo de viabilidade foi descartada a possibilidade de construção do canal/túnel e da penstock/pequena central hidrelétrica - PCH, tendo se optado pela implementação de sistema para adução de água para irrigação na própria Bacia do Inhuçu/Macambira.

Os estudos ora desenvolvidos versam sobre a execução do detalhamento do projeto executivo do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba, visando à construção das Barragens Lontras e Inhuçu e do sistema de adução para irrigação. Mais especificamente, envolve a elaboração da Etapa B1 - Estudos de Impactos no Meio Ambiente - EIA / RIMA.

1.3. LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Eixo de Integração da Ibiapaba será composto por dois reservatórios – as barragens Inhuçu e Lontras - e por um sistema adutor voltado para o desenvolvimento da irrigação na bacia do Inhuçu/Macambira. As obras integrantes do referido eixo de integração encontram-se integralmente inseridas no território da sub-bacia do Poti, afluente de primeira ordem do rio Parnaíba, mais especificamente na sua região de alto curso, no Estado do Ceará.

A Barragem Inhuçu será formada pelo barramento do rio homônimo, afluente do Poti, tendo sua bacia hidráulica abrangendo terras dos municípios de Croatá e Guaraciaba do Norte. A barragem fechará o boqueirão existente imediatamente a montante da localidade de Barra do Sotero, no município de Croatá, distando 11,7km da sede deste município.

A Barragem Lontras será formada pelo barramento do rio Macambira, tendo sua bacia hidráulica abrangendo terras dos municípios de Ipueiras e Croatá. A barragem fechará o boqueirão existente a 2,5 km a montante da localidade de São José de Lontras, no município de Ipueiras.

O ponto de captação d'água do sistema adutor para irrigação está localizado no lago da Barragem Lontras e o caminhamento do canal de adução se desenvolve nos tabuleiros da margem esquerda deste reservatório, na altura da cota 620, interceptando os territórios dos municípios de Ipueiras e Croatá, no sentido sul/norte.

Desde Fortaleza o acesso a área do empreendimento pode ser feito através da BR-222, percorrendo-se nesta cerca de 297,0 km até a cidade de Tianguá. A partir daí toma-se a CE-187, rodovia pavimentada que permite o acesso às sedes dos municípios de Guaraciaba do Norte e Ipueiras (104,0 km). O acesso a cidade de Croatá pode ser feito tomando-se a CE-327, no entroncamento desta com a CE-187, em Guaraciaba do Norte, percorrendo-se nesta 35,0 km.

Outra opção de percurso pode ser feita a partir de Fortaleza tomando-se a BR-020 até a cidade de Canindé (113,0 km). Toma-se, então, a rodovia CE-257 por cerca de 181,0 km até a bifurcação

com a CE-187, situada 17,0 km ao norte da cidade de Ipueiras e 26,0km ao sul da cidade de Guaraciaba do Norte e do entroncamento com a CE-327, que permite o acesso a Croatá.

O acesso aéreo a área do empreendimento pode ser feito através dos aeródromos de Ipueiras, Ipu, Tianguá e Hidrolândia. O mapa de localização e acessos da área de abrangência do estudo encontra-se apresentado na **Figura 1.1**.

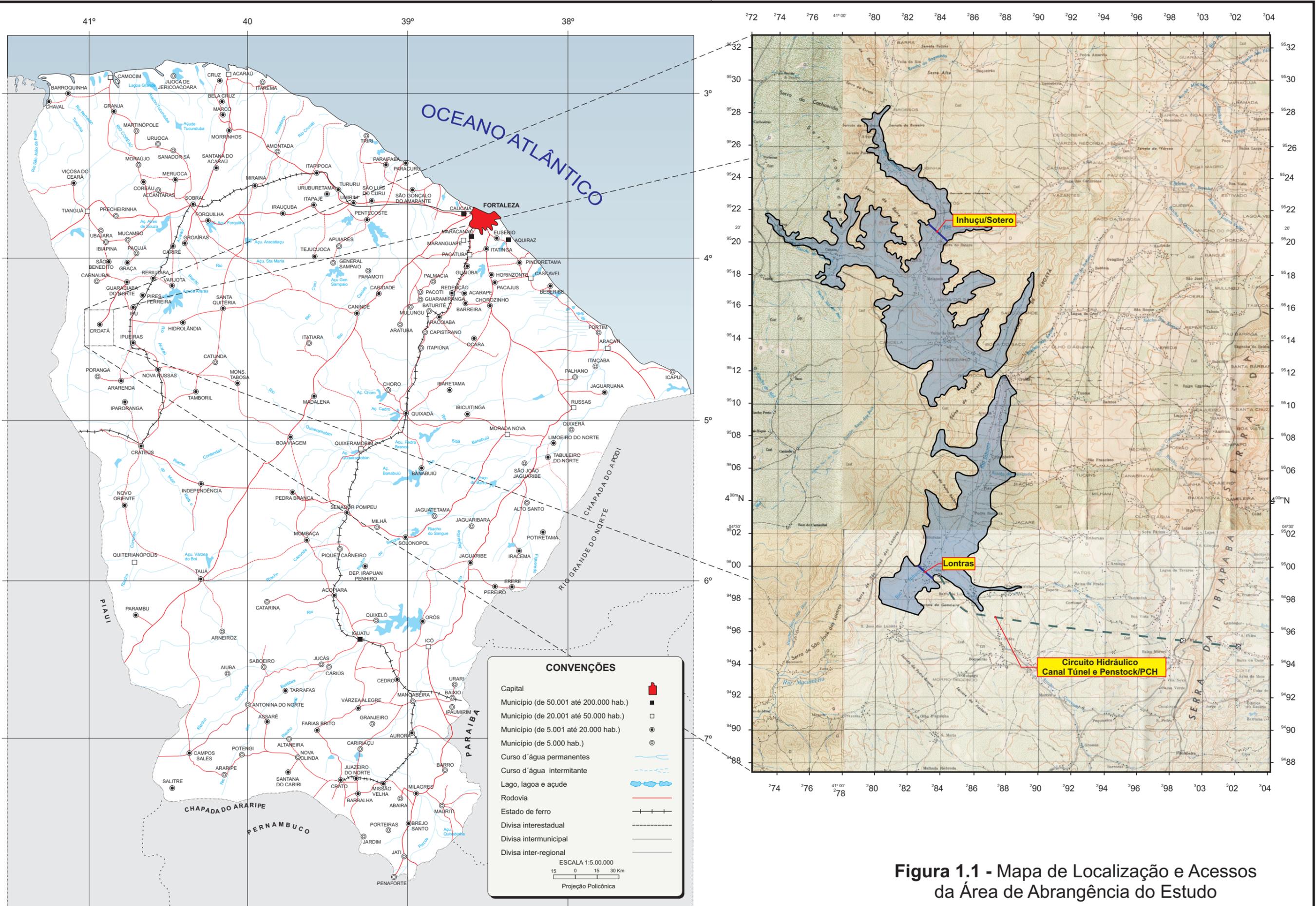


Figura 1.1 - Mapa de Localização e Acessos da Área de Abrangência do Estudo

Fonte: Atlas do Ceará - IPLANCE

1.4. OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO

A implantação do projeto do Sistema Hídrico formado pelas Barragens Inhuçu e Lontras e pelo sistema adutor tem como objetivo servir para múltiplos usos, trazendo benefícios a pelo menos dois diferentes setores. Em primeiro lugar garantirá o abastecimento d'água humano de três sedes municipais (Ararendá, Croatá e Ipaporanga na sub-bacia do Poti). Será garantido, ainda, o suprimento hídrico da população rural residente no entorno dos reservatórios implantados e ao longo dos cursos d'água perenizados.

A segunda função do sistema hídrico é o desenvolvimento do setor primário com ênfase na região da Ibiapaba, permitindo o aumento da fronteira agrícola, visto que possibilita a irrigação intensiva de cerca de 4.000 ha potenciais, em áreas de tabuleiros. Será garantido, também, o suprimento hídrico para a exploração com irrigação difusa das áreas ribeirinhas ao longo dos cursos d'água perenizados.

Aparecem, ainda, como benefícios adicionais para a região a dessedentação animal, o desenvolvimento da piscicultura extensiva nos lagos formados pelos barramento e de atividades de recreação e lazer.

1.5. ESTUDO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

1.5.1. Alternativas para Barragem Inhuçu

Para eleição das alternativas locais de barramentos foram efetuadas pesquisas de campo englobando o rio Inhuçu do trecho a montante de Croatá até imediatamente a montante da localidade de Barra do Sotero, onde o referido curso d'água recebe um importante afluente denominado rio Piau (extensão de 33 km), que apresenta uma significativa vazão contribuinte ao futuro reservatório. Para não prescindir desta contribuição hídrica foi desconsiderada a busca de eixos alternativos no rio Inhuçu, a montante da confluência do rio Piau. Com base na pesquisa de campo efetuada foram selecionadas cinco alternativas de eixos barráveis, cujas localizações podem ser visualizadas na **Figura 1.2**, a saber:

- Alternativa Inhuçu 3 – boqueirão localizado no rio Inhuçu a 0,8 km a montante da cidade de Croatá. Conta com uma capacidade de acumulação de 176 hm³ e vazão regularizada de 1,08m³/s. A área da bacia hidráulica é de 1.765,49 ha. Nesta alternativa a localidade de Barra do Sotero será submersa;

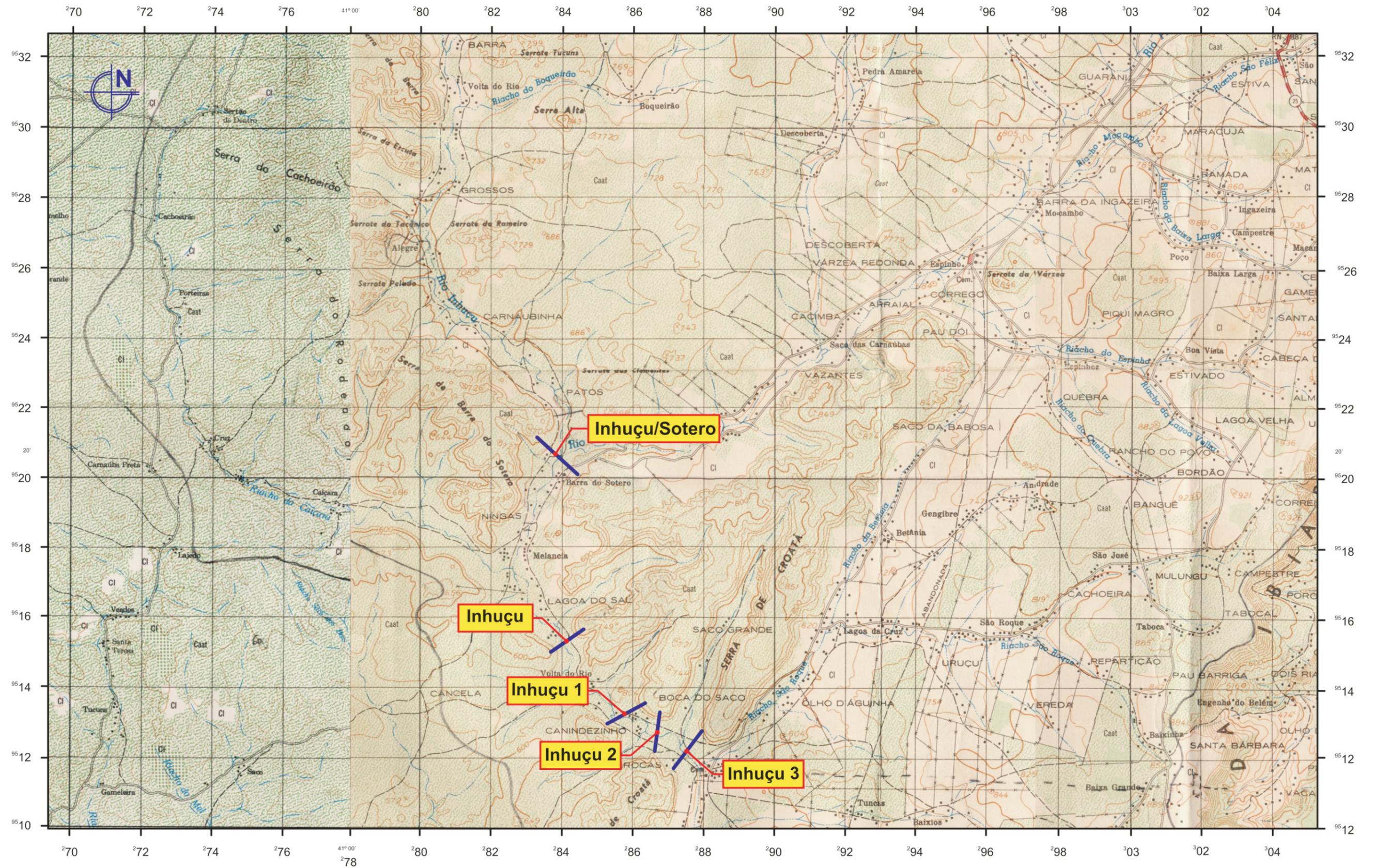


Figura 1.2 - Planta de Localização dos Eixos Alternativos para a Barragem Inhuçu (Sem Escala)

Alternativa Inhuçu 2 – boqueirão localizado no rio Inhuçu a 1,9 km a montante da cidade de Croatá. Conta com uma capacidade de acumulação de 176 hm³ e vazão regularizada de 1,07m³/s. A área da bacia hidráulica é de 1.752,49 ha. Nesta alternativa a localidade de Barra do Sotero será submersa;

- Alternativa Inhuçu 1 – boqueirão localizado no rio Inhuçu a 2,8 km a montante da cidade de Croatá. Conta com uma capacidade de acumulação de 184 h^{m3} e vazão regularizada de 1,06^{m3}/s. A área da bacia hidráulica é de 1.742,30 ha. Nesta alternativa a localidade de Barra do Sotero será submersa;
- Alternativa Inhuçu – boqueirão localizado no rio Inhuçu a 5,9 km a montante da cidade de Croatá. Refere-se ao eixo selecionado no Estudo de Viabilidade desenvolvido pela Montgomery Watson/Engesoft, em meados de 2000, enquanto que as demais alternativas foram identificadas no presente estudo. Conta com uma capacidade de acumulação de 184 hm³ e vazão regularizada de 1,09m³/s. A área da bacia hidráulica é de 1.434,33 ha. Nesta alternativa a localidade de Barra do Sotero será submersa;
- Alternativa Inhuçu Sotero – boqueirão localizado no rio Inhuçu a 11,7 km a montante da cidade de Croatá e imediatamente a montante da localidade de Barra do Sotero, não resultando na submersão deste núcleo urbano. Conta com uma capacidade de acumulação de 180 hm³ e vazão regularizada de 1,49m³/s. A área da bacia hidráulica é de 852,63 ha.

O **Quadro 1.1** apresenta as principais características das alternativas de barramentos estudadas.

Todos os eixos alternativos, com exceção do Inhuçu/Sotero, transcorrem por vales do tipo U alongado, ou seja, uma extensa planície aluvional ladeada de elevações montanhosas escarpadas. Esta configuração impossibilita a concepção de estruturas de sangria através de escavações nas ombreiras, principalmente pelas dimensões necessárias para escoar as vazões projetadas. No entanto, para as alternativas Inhuçu 3, 2 e 1 é possível localizar a estrutura de vertimento numa depressão situada no divisor de águas da bacia, aproximadamente nas coordenadas E 280.584 e N 9.514.430. O caudal vertido nesse local cairá no riacho Saco dos Bois, que segue na direção Sudoeste até desembocar no rio Poti, já em terras do estado do Piauí.

O eixo Inhuçu, original do Estudo de Viabilidade elaborado pela Montgomery Watson/Engesoft, apresenta na ombreira direita uma sela topográfica com possibilidades de receber uma estrutura de sangria. As vazões descarregadas nesse ponto voltariam ao rio Inhuçu, por meio de um riacho afluente, no local denominado Volta do Rio, situado a cerca de 2 km a jusante do eixo.

Quadro 1.1: Barragem Inhuçu - Principais Características dos Boqueirões Barráveis

Características Principais dos Boqueirões Barráveis	Inhuçu 3	Inhuçu 2	Inhuçu 1	Inhuçu	Inhuçu / Sotero
Coordenada UTM do Eixo (E)	287.997	286.794	286.195	284.391	284.682
Coordenada UTM do Eixo (N)	9.512.778	9.513.146	9.513.603	9.515.547	9.520.406
Rio barrado	Inhuçu	Inhuçu	Inhuçu	Inhuçu	Inhuçu
Localidade mais próxima	Croatá	Croatá	Croatá	Croatá	Barra do Sotero
Cota Máxima (m)	564,00	566,00	568,00	575,00	614
Capacidade (hm ³)	176	176	184	184	180
Extensão aprox. pelo coroamento (m)	1.220	860	980	650	1.540
Altura máxima aproximada (m)	24,00	26,00	25,00	30,00	54
Área da bacia hidráulica (ha)	1.765,49	1.752,49	1.742,30	1.434,33	852,63
Área da bacia hidrográfica (km ²)	894,48	877,12	865,45	848,10	693,56
Volume afluente anual (hm ³)	79,04	77,50	76,47	74,94	61,24
Descarga regularizada 90% (m ³ /s)	1,08	1,07	1,06	1,09	1,49
Volume Aprox. do Maciço de Terra (m ³)	1.200.000,00	1.000.000,00	1.000.000,00	1.300.000,00	5.800.000,00
Número de construções inundadas na bacia hidráulica (unidade)	537	493	464	417	310
Largura média do vale inundado (m)	1.600	1.400	1.300	1.000	1.400

Ressalta-se, no entanto, todas estas quatro alternativas aventadas acarretam na submersão da sede do distrito de Barra do Sotero (542 habitantes) e numa extensa faixa aluvional usada atualmente para agricultura de subsistência e com potencial para uma agricultura irrigada.

Considerando que as condições geológicas na região são relativamente homogêneas e visando contornar este dois impactos, foi estudado pela Projetista o eixo Inhuçu/Sotero, situado imediatamente a montante da zona urbana de Barra do Sotero e barrando, também, o riacho Piau, importante tributário pela margem esquerda do rio Inhuçu.

A alternativa Inhuçu/Sotero apresenta, na ombreira direita, um contraforte com uma região mais suave que pode comportar uma estrutura de sangria. O caudal vertido nesse local retorna ao rio Inhuçu, por meio de um talvegue. O eixo original implantado topograficamente apresenta uma deflexão voltada para montante, para evitar que o caudal de sangria atinja o maciço da barragem.

No entanto a equipe do Consórcio projetista implantou, no mesmo local, um eixo retilíneo, conservando o trecho do eixo Inhuçu/Sotero entre as estacas 49+19,55 até o final e alterando o trecho entre estacas zero e 49+19,55, numerando-o como Eixo A. Tal procedimento teve como finalidade estudar a viabilidade desta adequação em face a visível redução da extensão do eixo. Com base nos levantamentos topográficos do eixo original e do Eixo A foi efetuada uma confrontação técnica entre ambos, tendo-se chegado a seguinte conclusão:

- A ombreira direita do Eixo A, local escolhido para implantação do sistema de sangria, apresenta-se muito mais escarpada que a do eixo original. Isto representa, para a mesma largura de sangradouro, volumes de escavação de rocha significativamente superiores a do local do eixo original (2,2 milhões contra 1,2 milhões de m³), inclusive muito maiores que o necessário para uma barragem de enrocamento com núcleo argiloso (885.000 m³);
- A restituição do caudal de sangria do Eixo A tem tendência natural a se direcionar para o pé de jusante do maciço, necessitando obras de proteção ou reposicionamento com alongamento do canal de jusante;
- Embora o eixo A, para a mesma cota de coroamento, fique mais curto que o eixo original em 202 metros, o volume do aterro apresenta uma redução de apenas 2,8%, para uma mesma seção tipo de maciço.

Tendo em vista o pequeno ganho volumétrico para o maciço da barragem no eixo A e a majoração significativa das escavações obrigatórias do sistema de sangria nesse local, considerou-se mais viável em termos técnicos e econômico-financeiros a adoção do eixo original (Inhuçu/Sotero) para o projeto da Barragem Inhuçu.

Quanto aos resultados apresentados pela análise ambiental comparativa empreendida para as alternativas de barramento estudadas para a Barragem Inhuçu, o eixo Inhuçu Sotero foi o que apresentou melhor nível de pontuação atingindo 20,0 pontos. Apresenta como vantagem em detrimento das demais alternativas menores danos a flora e a fauna, decorrentes do desmatamento da bacia hidráulica; menor extensão de área agricultável submersa; menor contingente populacional a ser relocado, além de não resultar na submersão de núcleos urbanos. Além disso, a referida alternativa obteve conceito Baixo em todos os quesitos analisados, conforme pode ser visualizado na matriz apresentada no **Quadro 1.2**.

Por fim, foram estudadas quatro alternativas de seção tipo para o maciço, tendo em vista que as investigações geológicas e geotécnicas da região próxima da barragem indicaram a carência de solos argilosos, areias grossas e rocha com desgaste compatíveis a processos mecânicos de britagem, a saber:

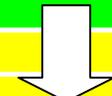
- Alternativa Inhuçu CCR - foi estabelecida uma seção tipo usual para barragens de CCR;
- Alternativa I-1 - seção tipo de enrocamento com núcleo central de solo areno-argiloso. Em ambos os contatos solo-enrocamento foram indicadas transições formadas de areia grossa, transição fina (brita) e transição grossa (blocos de arenito);
- Alternativa I-2 - seção tipo de enrocamento com núcleo central argiloso, espaldar de montante de enrocamento e espaldar de jusante de solo arenoso não plástico. A transição enrocamento-núcleo argiloso é semelhante a Alternativa I-1 e a jusante do núcleo foi previsto um dreno vertical de areia conectado a um tapete horizontal, que termina num enrocamento de pé. O talude de jusante é protegido por um sistema constituído de brita e transição grossa (arenito com $0,15 < D < 0,50$ m);

Quadro 1.2 - Barragem Inhuçu: Matriz de Comparação das Alternativas

Alternativas	Danos a Flora e a Fauna	Submersão de Solos Agricultáveis	Contingente Populacional Desalojado	Submersão de Núcleos Urbanos	Pontuação Final
Eixo Inhuçu 3	Alto (1.765,49 ha)	Médio (1.191,71 ha)	Médio (537 habitações)	Alto (Sim. Barra do Sotero)	10,0
Eixo Inhuçu 2	Alto (1.752,49 ha)	Médio (1.182,93 ha)	Médio (493 habitações)	Alto (Sim. Barra do Sotero)	10,0
Eixo Inhuçu 1	Alto (1.742,30 ha)	Médio (1.176,05 ha)	Médio (464 habitações)	Alto (Sim. Barra do Sotero)	10,0
Eixo Inhuçu	Médio (1.434,33 ha)	Médio (968,17 ha)	Médio (417 habitações)	Alto (Sim. Barra do Sotero)	11,0
Eixo Inhuçu Sotero	Baixo (852,63 ha)	Baixo (575,52 ha)	Baixo (310 habitações)	Baixo (Não)	20,0

Legenda de Cores:

<input type="checkbox"/> MAIS FAVORÁVEL
<input type="checkbox"/> BAIXO
<input type="checkbox"/> MÉDIO
<input type="checkbox"/> ALTO
<input type="checkbox"/> MUITO ALTO
MENOS FAVORÁVEL



Alternativa I-3 – Seção Tipo de terra zoneada, com espaldar de montante em solo arenoso argiloso e o de jusante em solo arenoso não plástico. Foi previsto um sistema de drenagem interna semelhante ao da Alternativa I-2. O talude de montante é protegido por um rip-rap sobre transições de areia e brita e o talude de jusante por um sistema constituído de brita e transição grossa (arenito com $0,15 < D < 0,50$ m).

Para cada alternativa de seção tipo estudada foram quantificados apenas os custos das obras e serviços mais relevantes, ficando de fora o tratamento das fundações, sistema de drenos, vedação das juntas, equipamentos hidromecânicos, instrumentação e demais itens financeiramente menos importantes. A escavação do sangradouro e o transporte de volumes aplicados e dos excedentes (bota-foras) foram considerados na confrontação financeira, pois são relevantes entre as alternativas no que diz ao aproveitamento dessas escavações obrigatórias. O **Quadro 1.3** apresenta os custos relativos das alternativas de seções tipo estudadas, merecendo ressalva o fato destes não representarem os custos totais de cada seção tipo, mas sim dos itens significativos que apresentam variações de uma alternativa para outra .

Quadro 1.3: Barragem Inhuçu - Eixo Inhuçu/Sotero - Comparativo de Custos Relativos das Alternativas de Seção Tipo

Seção Tipo	Valor Relativo (R\$)	Valor da Seção/ Menor Valor (%)
Tipo I-1	91.551.140,00	20,94
Tipo I-2	75.699.494,00	0,0
Tipo I-3	136.120.369,00	79,82
Tipo CCR	238.907.073,15	215,60

Os resultados obtidos na análise comparativa dos custos de cada alternativa indica que o menor uso de solo argiloso, que tem um transporte oneroso (16 km), aliado a utilização de solos arenosos não plásticos na zona de jusante, de transporte pequeno (3 km) e ao emprego de enrocamento de escavações obrigatórias apenas na zona de montante, que evita transições de areia e/ou brita (transporte de 80 e 100 km), exerce forte influencia na redução do custo final da seção do maciço da barragem. No entanto, para a escolha final da seção faz-se necessária a avaliação mais precisa das condições geológicas da região do sistema de sangria, que definirá a qualidade do material e volumes das escavações obrigatórias do sangradouro. Para isto encontra-se em curso uma campanha de investigações geotécnicas, constituída de sondagens mistas.

1.5.2. Alternativas Locacionais e Técnicas da Barragem Lontras

Para a localização da Barragem Lontras foram identificadas mais duas alternativas posicionadas ao longo do rio Macambira, distintas da apresentada originalmente no Estudo de Viabilidade desenvolvido pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft, em meados de 2000.

Os novos locais alternativos foram identificados a jusante do eixo original devido a presença da cidade de Croatá, situada a montante, que limita fisicamente o tamanho do reservatório, ou seja, cada deslocamento do eixo para montante significa uma perda do volume de acumulação do lago.

Outros fatores restritivos para a escolha dos eixos foram: a) A calha do rio, a jusante do eixo original, apresentar-se encaixada num perfil semelhante a um “cânion”, com forte declividade longitudinal do leito (média de 8% em 10 km). Tal característica resulta em barragens com alturas máximas acrescidas de 80 metros a cada quilometro de deslocamento para jusante; b) A presença do distrito de São José das Lontras, na margem esquerda, situado a 3,7 km a jusante do eixo original e com uma população recenseada em 1.851 habitantes (ano 2000). As três alternativas de eixos barráveis identificadas ao longo do rio Macambira, cujas localizações podem ser visualizadas na **Figura 1.3**, são:

- Alternativa Lontras – boqueirão localizado no rio Macambira a 3,7 km a montante da localidade de São José dos Lontras. Refere-se ao eixo selecionado no Estudo de Viabilidade desenvolvido pela Montgomery Watson/Engesoft, em meados de 2000, enquanto que as demais alternativas foram identificadas no presente estudo. Conta com uma capacidade de acumulação de 352 hm³ e vazão regularizada de 2,05m³/s. A área da bacia hidráulica é de 2.011,15 ha;
- Alternativa Lontras 1 – boqueirão localizado no rio Macambira a 2,5 km a montante da localidade de São José dos Lontras. Conta com uma capacidade de acumulação de 345 hm³ e vazão regularizada de 2,20m³/s. A área da bacia hidráulica é de 1.992,48 ha;
- Alternativa Lontras 2 – boqueirão localizado no rio Macambira a 1,2 km a montante da localidade de São José dos Lontras. Conta com uma capacidade de acumulação de 352 hm³ e vazão regularizada de 2,40m³/s. A área da bacia hidráulica é de 2.042,00 ha.

O **Quadro 1.4** apresenta as principais características das alternativas de barramentos estudadas.

FIGURA 1.3: PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS ALTERNATIVOS PARA A BARRAGEM LONTRAS

Ex- figura 1.5 do EVA

ATENÇÃO: RENUMERAR

Quadro 1.4: Barragem Lontras – Principais Características dos Boqueirões Barráveis

Características Principais dos Boqueirões Barráveis	Lontras 2	Lontras 1	Lontras
Coordenada UTM do Eixo (E)	282.309	282.348	283.052
Coordenada UTM do Eixo (N)	9.496.575	9.497.800	9.498.414
Rio barrado	Macambira	Macambira	Macambira
Localidade mais próxima	São José das Lontras	São José das Lontras	São José das Lontras
Cota Máxima (m)	533,00	537,00	540,00
Capacidade (hm ³)	352	345	352
Extensão aprox. pelo coroamento (m)	1.900	1.800	1.400
Altura máxima aproximada (m)	59,00	52,00	46,00
Área da bacia hidráulica (ha)	2.042,02	1.992,48	2.011,15
Área da bacia hidrográfica (km ²)	522,89	516,04	509,94
Volume afluente anual (hm ³)	46,20	45,60	45,06
Descarga regularizada 90% (m ³ /s)	2,40	2,20	2,05
Volume Aprox. do Maciço de Terra (m ³)	2.400.000,00	4.400.000,00	1.800.000,00
Número de construções inundadas na bacia hidráulica (unidade)	271	270	265
Largura média do vale inundado (m)	2.500	2.000	1.800

Dentre as alternativas selecionadas para a localização do barramento a Alternativa Lontras apresentava-se como a mais atraente quer em termos de extensão, volume de maciço e de sistema de execução dos trabalhos. Ressalta-se, no entanto, a ocorrência de uma anomalia na ombreira esquerda, tendo as duas sondagens rotativas efetuadas apresentado perda do fluido de lavagem, fraturas abertas e preenchidas de várias espessuras, intercalações de solos, instabilidade do furo (tendo de ser permanentemente revestidos) e impossibilidade de realizar ensaios de perda d'água de cinco estágio por perda total da água injetada.

Tais resultados confirmam as adversas condições da fundação na ombreira esquerda deste eixo, que exigiriam escavações de grande profundidade para assegurar uma estanqueidade sob o maciço e uma estabilidade do conjunto maciço-fundação.

A Projetista procurou então um eixo posicionado 600 m a montante deste (pela estrada de terra), onde efetuou uma investigação de superfície para avaliar os aspectos geológicos. Observou que as condições geológicas da ombreira esquerda não se assemelham as observadas na Alternativa Lontras, sendo de um modo geral muito mais favoráveis. Com base nesta constatação implantou-se topograficamente um eixo no local, denominando-o Lontras B, tendo sido dado início a uma campanha de sondagens na ombreira esquerda para avaliação mais precisa das condições

geológicas do substrato rochoso. Na imagem da figura abaixo observa-se a posição do eixo Lontras e do Lontras B.



Quanto a avaliação ambiental empreendida para as três alternativas de barramento propostas para a Barragem Lontras observa-se que estas obtiveram pontuações semelhantes para os quatro critérios de análise avaliados, conforme pode ser visualizado na matriz apresentada no **Quadro 1.5**. Tal situação se deve ao fato das alternativas analisadas terem os eixos barráveis posicionados em série ao longo do rio Macambira, além destes estarem bastante próximos entre si, o que resulta em magnitudes dos impactos ambientais incidentes relativamente semelhantes, sendo as variações nas suas intensidades pouco significativas. Assim sendo, pode-se afirmar que o componente ambiental não se constitui em fator relevante na seleção da melhor alternativa de barramento para a Barragem Lontras, devendo os critérios técnicos e econômico-financeiros prevalecer neste processo seletivo.

Por fim, foram estudadas alternativas de seção tipo para o maciço, tendo a viabilidade de um maciço do tipo gravidade em CCR sido descartada com base nos estudos realizados para a

Barragem Inhuçu, tendo em vista que as distancias da Barragem Lontras para as fontes de agregados (areia grossa e brita) são muito semelhantes.

Um importante condicionante considerado na elaboração das alternativas de seção tipo foi o de que as jazidas de solos areno-argilosos estudadas apresentam um volume estimado em 40% de blocos de arenito de diâmetros variáveis. Foi considerado o peneiramento deste material, com a seleção de material inferior a $D= 15$ cm para uso na execução do aterro, e de blocos entre 15 e 50 cm de diâmetro para uso como transição grossa. Diante da escassez de solos argilosos e do grande volume de escavações rochosas obrigatórias foram propostas três alternativas de seção tipo, a saber:

Quadro 1.5 - Barragem Lontras: Matriz de Comparação das Alternativas

Alternativas	Danos a Flora e a Fauna	Submersão de Solos Agricultáveis	Contingente Populacional Desalojado	Submersão de Núcleos Urbanos	Pontuação Final
Eixo Lontras	Alto (2.011,15 ha)	Alto (1.357,53 ha)	Baixo (265 habitações)	Médio. Sim, Parcial (Barra do Lino)	12,0
Eixo Lontras 1	Alto (1.992,48 ha)	Alto (1.344,92 ha)	Baixo (270 habitações)	Médio. Sim, Parcial (Barra do Lino)	12,0
Eixo Lontras 2	Alto (2.042,00 ha)	Alto (1.378,36 ha)	Baixo (271 habitações)	Médio. Sim, Parcial (Barra do Lino)	12,0

Legenda de Cores:

<input type="checkbox"/>	BAIXO	
<input type="checkbox"/>	MÉDIO	
<input type="checkbox"/>	ALTO	
<input type="checkbox"/>	MUITO ALTO	
		MAIS FAVORÁVEL
		MENOS FAVORÁVEL

- Alternativa L-1 - seção tipo de enrocamento com núcleo central de solo areno-argiloso, Em ambos os contatos solo-enrocamento foram indicadas transições formadas de areia grossa, transição fina (brita) e transição grossa (selecionada por peneiramento);
- Alternativa L-2 - seção tipo de enrocamento com núcleo central argiloso, espaldar de montante de enrocamento e espaldar de jusante de solo arenoso não plástico, que ocorre em profusão a pequena distancia do eixo. A transição enrocamento-núcleo argiloso é semelhante a alternativa L-1 e a jusante do núcleo foi previsto um dreno vertical de areia conectado a um tapete horizontal, que termina num enrocamento de pé. O talude de jusante é protegido por um sistema constituído de brita e transição grossa ($0,15 < D < 0,50$ m);
- Alternativa L-3 – seção tipo de terra zoneada, com espaldar de montante em solo areno-argiloso e o de jusante em solo arenoso não plástico. Foi considerado um sistema de drenagem interna semelhante a da seção L-2. O talude de montante é protegido por um rip-rap sobre transições de areia e brita e o talude de jusante por um sistema constituído de brita e transição grossa ($0,15 < D < 0,50$ m).

Para uma comparação financeira preliminar entre as seções tipo idealizadas, quantificou-se osserviços de custos mais relevantes e que variam entre as seções. Adotou-se os mesmos critérios relatados para a Barragem Inhuçu na seleção dos itens a serem avaliados, incluindo-se o item peneiramento do solo das jazidas areno-argilosas. O **Quadro 1.6** apresenta os custos relativos das alternativas de seções tipo estudadas, merecendo ressalva o fato destes não representarem os custos totais de cada seção tipo, mas sim dos itens significativos que apresentam variações de uma alternativa para outra.

Quadro 1.6: Barragem Lontras- Eixo Lontras - Comparativo de Custos Relativos das Alternativas de Seção Tipo

Seção Tipo	Valor Relativo(R\$)	Valor da Seçã / Menor Valor (%)
Tipo L-1	114.457.938,61	0,0
Tipo L-2	123.812.099,85	8,17
Tipo L-3	160.476.463,93	40,21

Os resultados obtidos revelam que quanto maior a demanda de volume de solo areno-argiloso na seção tipo, maior é o custo total da alternativa, haja vista a forte influência do custo de peneiramento do material argiloso para separação dos blocos de rocha.

A Projetista esta estudando a possibilidade de selecionar zonas das jazidas onde o percentual de blocos seja menor e que tal operação seja prescindível para obtenção do material do núcleo argiloso. Outra tarefa em curso é a análise da composição de custo do DNIT para a operação de peneiramento, diante da das reais necessidades do projeto.

No entanto, é interessante salientar que a escolha da seção mais adequada a obra é influenciada diretamente pela qualidade geológica/geotécnica e pelo volume do material das escavações obrigatórias do sangradouro. Apenas após a realização da campanha de investigação planejada para o local, será possível avaliar estes parâmetros com maior precisão e escolher o emprego dos materiais na seção tipo, de forma mais adequada.

1.5.3. Alternativas Locacionais do Sistema de Adução/Penstock/PCH

Dada a complexidade da execução, dúvidas quanto à geotecnia e morosidade construtivas associadas ao túnel de adução, a Projetista procurou estudar novas alternativas que permitissem diminuir a extensão desta estrutura linear, melhorando os indicadores das avaliações econômicas e financeiras para o projeto.

Inicialmente foram estudadas três alternativas para a concretização da integração das águas represadas nas barragens Inhuçu e Lontras com os sistemas hídricos da Bacia do Acaraú, sendo uma o túnel preconizado no anteprojeto desenvolvido pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft, em meados de 2000. As outras duas alternativas tiveram como objetivo apontar

soluções técnicas alternativas ao túnel, sendo uma a hipótese de implantação de um canal/conduto em substituição ao túnel e a outra uma solução mista de bombeamento/adutora elevatória e túnel, conforme pode ser visualizado no esquema apresentado na **Figura 1.4**. Posteriormente foi estudada uma solução alternativa beneficiando prioritariamente a bacia doadora (Região da Ibiapaba) por intermédio de bombeamento, adutora e canal. Em todas as alternativas foi considerada a utilização total racional de toda a vazão produzida pelos dois reservatórios atuando em conjunto.

Na solução mista de adução por intermédio de canal/conduto será necessário contornar a Serra do Ibiapaba, com o traçado deste canal/conduto tendo uma extensão de cerca de 150 km. Devido a falta de uma cartografia com melhor escala a solução de adução por canal/conduto não teve seu traçado detalhado, o que dificulta a sua comparação com outras alternativas.

Na solução com bombeamento até cota adequada do circuito hidráulico, verifica-se que será necessária uma altura de elevação da ordem dos 143 m.c.a., de modo a ser possível transpor o patamar altimétrico dos 600m. Transposto este patamar, as cotas dos terrenos diminuem ligeiramente para depois aumentarem progressivamente até 850 m. A adutora elevatória permitiria atravessar os primeiros 10 km e teria um diâmetro de 2,5 m de forma a limitar a perda de carga (total de aproximadamente 8 m.c.a.) e conseqüentemente a altura de elevação. A transposição das cotas mais elevadas da Serra do Ibiapaba teria de ser sempre feita através de um túnel, que nesta solução, teria uma extensão da ordem dos 8 km.

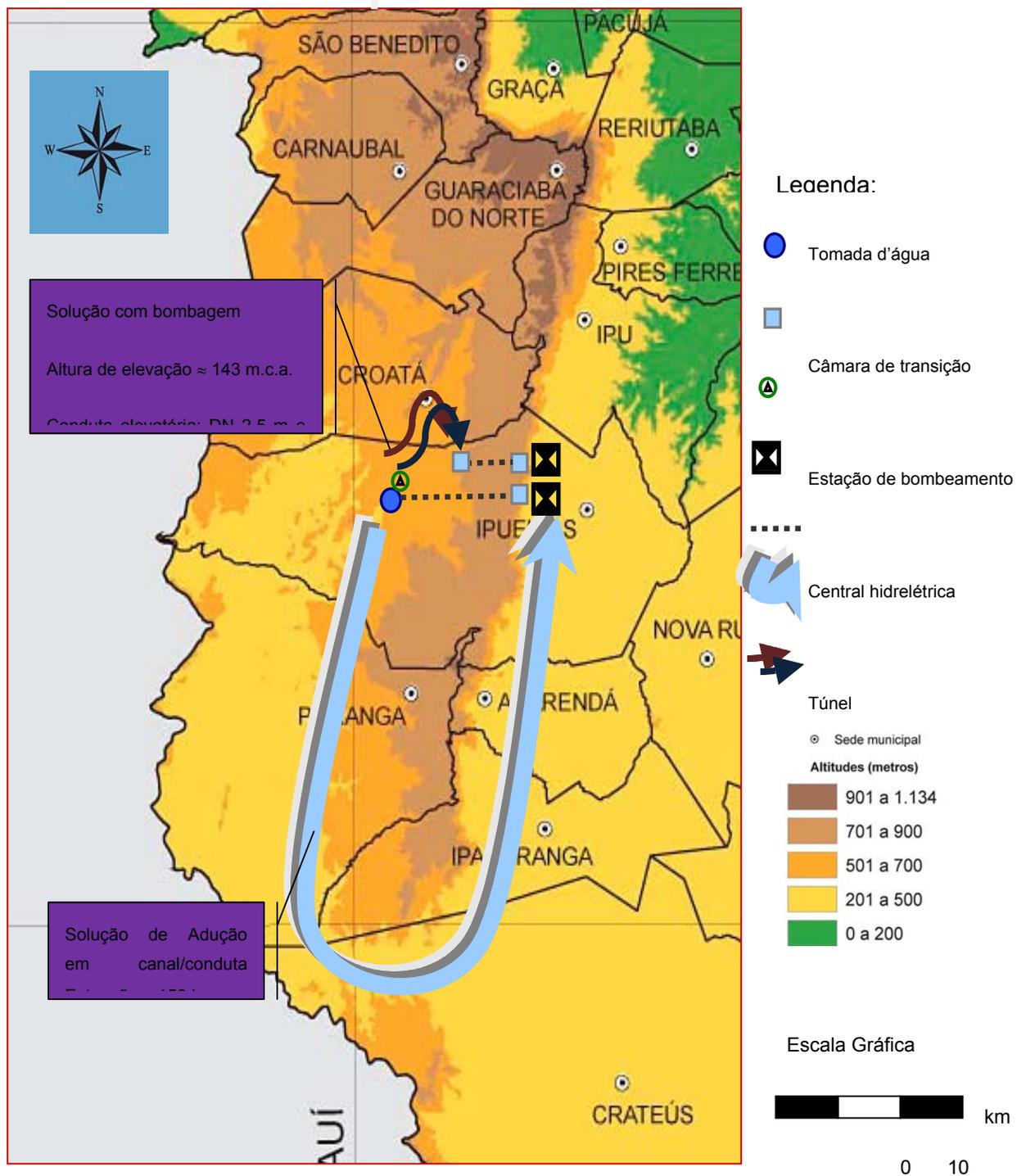


FIGURA 1.4: ESQUEMA DAS HIPÓTESES ALTERNATIVAS (CANAL/CONDUTA OU COM BOMBEAMENTO) AO TÚNEL PARA O CIRCUITO HIDRÁULICO CAPTAÇÃO-TÚNEL-PENSTOCK E HIDRELÉTRICA

Após a primeira análise de soluções alternativas globais para implantação do circuito hidráulico da transposição, e por não se dispor de base cartográfica com melhor nível de escala, a Projetista optou por estudar novas alternativas baseadas na solução base de anteprojeto, que permitissem diminuir a extensão do circuito hidráulico, designadamente o trecho em túnel.

Com este objetivo, foram identificadas quatro localizações alternativas para a tomada de água e para a PCH. Para cada local alternativo da tomada de água corresponde um alinhamento alternativo para o túnel. Na ausência de limitações geológicas e geotécnicas, o alinhamento do túnel será fundamentalmente determinado pelo critério da menor extensão e adequadas condições de implantação e acesso aos emboquilhamentos de montante e jusante. Apresenta-se a seguir uma breve descrição das alternativas preconizadas, cujos traçados podem ser visualizados na **Figura 1.5**:

- Alternativa T1 - o traçado do sistema adutor proposto conta com uma extensão total de cerca de 20,0km, tendo início na captação no lago da Barragem Lontras, a ser construída. Apresenta 86,2% do seu traçado se desenvolvendo em túnel (17.241 m). Conta, ainda, com 2.760 m de conduto forçado (penstock) até interligar-se a PCH;
- Alternativa T2 - o traçado do sistema adutor proposto conta com uma extensão total de 19.586m, tendo início na captação no lago da Barragem Lontras, a ser construída. Apresenta 91,68% do seu traçado se desenvolvendo em túnel (17.956m). Conta, ainda, com 1.630m de conduto forçado (penstock) até interligar-se a PCH;
- Alternativa T3 - o traçado do sistema adutor proposto conta com uma extensão total de 19.282m, tendo início num canal de aproximação com 351m de extensão a ser escavado na área da bacia hidráulica da Barragem Lontras, a ser construída, e que é parte integrante do sistema de captação. Apresenta 88,11% do seu traçado se desenvolvendo em túnel (16.989m). Conta, ainda, com 1.942m de conduto forçado (penstock) até interligar-se a PCH;
- Alternativa T4 - o traçado do sistema adutor proposto conta com uma extensão total de 17.545m, tendo início num canal de aproximação com 1.290m de extensão a ser escavado na área da bacia hidráulica da Barragem Lontras, a ser construída, e que é parte integrante do sistema de captação. Apresenta 83,36% do seu traçado se desenvolvendo em túnel (14.625m). Conta, ainda, com 1.630m de conduto forçado (penstock) até interligar-se a PCH.

FIGURA 1.5: ALTERNATIVAS DE TRAÇADO DO CIRCUITO HIDRÁULICO CANAL/TÚNEL E PENSTOCK/PCH

Corresponde a Figura 1.8 do EVA

ATENÇÃO: Renumerar

Na análise ambiental das quatro alternativas estudadas para o circuito hidráulico canal/túnel e penstock-PCH a alternativa que apresentou menor nível de degradação do meio ambiente foi o Sistema T4, cujas extensões dos trechos em túnel e em penstock são menores em relação aos das demais alternativas. Como consequência esta é a alternativa que resulta em menores danos a áreas de preservação permanente e que irá gerar um menor volume de material de 3ª categoria, quando comparada com as demais alternativas, conforme pode ser visualizado na matriz de avaliação apresentada no **Quadro 1.7**.

Em segundo lugar aparece a alternativa representada pelo Sistema T2, que embora resulte na geração de um volume maior de resíduos quando comparada com a Alternativa T4, apresenta o mesmo nível de degradação obtido por esta nas obras de implantação do penstock.

Causa preocupação, todavia, o fato de apesar da Alternativa T4 ser a menos impactante, ainda assim resultar na geração de um volume bastante elevado de material de 3ª categoria (263.250 toneladas de rocha), cuja destinação final será um problema de difícil solução. Mesmo que parte deste material possa ser utilizado nas obras dos barramentos, será uma quantidade ínfima face o volume total gerado. A opção de doação deste material para ser utilizado para produção de brita por pedreiras da região, por sua vez, esbarra no elevado custo do frete para transporte deste material. Assim sendo, os riscos de degradação do meio ambiente pela deposição inadequada destes resíduos apresentam-se bastante elevados.

Outrossim, apesar de nesta alternativa a intersecção do traçado do penstock com a área de preservação ambiental, representada pelas encostas da Serra da Ibiapaba, ser a menos impactante, requerendo o desmatamento de apenas 6,5 ha, deve-se atentar para o impacto desta interferência sobre a bela paisagem formada pelo *front* da cuesta e suas encostas. Posicionada numa região que tem o turismo ecológico como uma atividade econômica de potencial relativamente elevado, a paisagem formada pelo *front* da cuesta e suas encostas se constitui num patrimônio de relevante importância para desenvolvimento local.

Além disso, as bordas de chapadas e as encostas com declividades superiores a 45° na sua linha de maior declive são consideradas áreas de fragilidade ambiental, razão pela qual se constituem em áreas de preservação permanente, sendo elevados os riscos de desencadeamento de processos erosivos no caso de erradicação da sua cobertura vegetal.

Deve-se atentar, também, para o fato da grande extensão apresentada pelo túnel a ser escavado em rocha arenítica (14,63km) exigir para que seja garantida a segurança do contingente obreiro o uso de técnicas de engenharia bastante arrojadas, além da instalação de sistemas de ventilação, encarecendo sobremaneira os custos de implantação deste empreendimento. Assim sendo, é bem provável que a relação custo/benefício desta obra se apresente desfavorável.

Quadro 1.7 - Circuito Hidráulico Canal/Túnel e Penstock/PCH: Matriz de Comparação das Alternativas

Alternativas	Danos a Áreas de Preservação Permanente	Riscos de Disposição Inadequada de Resíduos	Pontuação Final
Sistema T1	Alto (11,0ha)	Médio (310.338 t)	5,0
Sistema T2	Baixo (6,5ha)	Alto (323.208 t)	7,0
Sistema T3	Médio (7,8ha)	Médio (305.802 t)	6,0
Sistema T4	Baixo (6,5ha)	Baixo (263.250 t)	10,0

Legenda de Cores:

<input type="checkbox"/> BAIXO	MAIS FAVORÁVEL
<input type="checkbox"/> MÉDIO	↓
<input type="checkbox"/> ALTO	
<input type="checkbox"/> MUITO ALTO	MENOS FAVORÁVEL

Tendo em vista que o volume d'água a ser transposto para a Bacia do Acaraú, cerca de 4 m³/s, pode ser considerado relativamente pequeno quando se compara com o alto custo requerido para implantação do sistema túnel/PCH, a Projetista optou por descartar as quatro alternativas anteriormente estudadas para este sistema. Foi, então, dado prosseguimento a análise da alternativa de utilização de toda a água produzida, em decorrência dos açudes Inhuçu e Lontras, na região da Ibiapaba sem transposição para a Bacia do Acaraú.

Tal alternativa preconizada a utilização da água com irrigação de áreas na própria bacia onde é captada (Bacia do Inhuçu/Macambira), tendo sido efetuado levantamentos pedológicos das áreas circunvizinhas a bacia hidráulica da barragem Lontras que poderão ser beneficiadas com irrigação. Os estudos identificaram cerca de 4.000 ha de solos aptos para irrigação a uma distância de no máximo 3 km da bacia hidráulica deste reservatório. A captação d'água para irrigação será efetuada no lago da Barragem Lontras através de sistema de bombeamento flutuante em canal de aproximação, sendo recalçada através de uma adutora de aproximadamente 2 km de extensão, com bombeamento da ordem de 100 m. A distribuição da água captada por toda a mancha irrigável será efetuada por um canal gravitário.

1.6. ESTUDOS BÁSICOS

1.6.1. Estudos Cartográficos

Os serviços realizados até o presente momento na área de implantação do empreendimento constaram de levantamentos aerofotogramétricos e topográficos, visando à obtenção de plantas em escala compatível com o grau de detalhamento desejado, estando prevista, ainda, a execução de levantamentos planialtimétricos.

Para apoio ao mapeamento aerofotogramétrico da área do estudo e aos trabalhos topográficos nos eixos barráveis foram inicialmente efetuados pela empresa Topocart os serviços de apoio de campo – básico e suplementar, os quais constaram de transporte de coordenadas a partir de três vértices oficiais do SGB dentre estes dois da RBMC; transporte de cotas a partir de RN's Oficiais do IBGE; levantamento e implantação de dois pontos da rede de apoio básico e levantamento e pré-sinalização de pontos para o apoio suplementar.

No que se refere aos vértices oficiais utilizados no Apoio Básico, após o reconhecimento dos pontos existentes, optou-se pela utilização dos seguintes vértices planimétricos da Rede

Fundamental do IBGE pertencentes também à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC): SAT92449 (RNMO) e SAT93950 (SALU). O referencial altimétrico utilizado foi composto pela Referência de Nível: RN2596-X.

Em seguida foram efetuadas a monumentação e implantação dos vértices da rede de apoio básico e a pré-sinalização do apoio suplementar ou fotogramétrico, que serve para apoiar as fotografias aéreas métricas, a fim de proporcionar coordenadas num dado Sistema de Referência Terrestre. Foram pré-sinalizados 11 pontos em campo para serem posteriormente utilizados na aerotriangulação como pontos de apoio.

Foram determinadas as coordenadas dos pontos de apoio suplementar, bem como as altitudes ortométricas dos pontos de apoio básico e suplementar. Para o desenvolvimento da aerotriangulação, a TOPOCART adotou o método ISO – Integrated Sensor Orientation com a introdução das medições GPS/INS provenientes do receptor GPS e do IMU, somado aos dados dos pontos de apoio do terreno e dos pontos na imagem. A quantidade e a distribuição dos pontos foram planejados de modo a garantir as precisões esperadas no resultado da aerotriangulação para a elaboração dos produtos cartográficos na escala 1:5.000.

Os produtos gerados pelo levantamento aerofotogramétrico constam de uma coleção de aerofotos na escala do vôo; um foto índice na escala de 1:50.000; listagens de ajustamento do rastreamento por GPS e da Aerotriangulação; monografias dos vértices do apoio básico, uma coleção das plantas topográficas na escala 1:5.000, contendo a base vetorial e uma coleção de CD-ROM, contendo fotos aéreas em formato digital.

Os levantamentos topográficos do eixo barrável e do sangradouro foram executados através de locação de Estação Total pelo método de coordenadas com identificação dos eixos Este e Norte, elevação e descrição dos pontos identificados, constando dos seguintes serviços:

Locação e Nivelamento dos Eixos Barráveis e Sangradouros

- Barragem Lontras: O Eixo Lontras foi estaqueado a cada 20m, situando-se a estaca zero na ombreira direita e estaca final 69 na ombreira esquerda. Uma alternativa, neste mesmo sítio, foi estudada com uma inflexão para jusante (Eixo Lontras A), visando uma comparação de redução de volume de maciço. Os eixos Lontras e Lontras A totalizaram 2798 metros de locação e nivelamento de eixo. Com a confirmação das condições adversas da ombreira esquerda locou-se o Eixo Lontras B, também com estaca inicial na

ombreira direita e estaca final 60+19,00 na ombreira esquerda, totalizando uma extensão de 1219 metros;

- **Barragem Inhuçu:** O eixo Inhuçu/Sotero foi estaqueado a cada 20m, situando-se a estaca zero na ombreira direita e a estaca final 99+14,28 na ombreira esquerda. O eixo do sangradouro cruza ortogonalmente a estaca 7+10 do eixo e foi locado, para jusante, até a restituição com o leito do rio Inhuçu (1.433,56 m) e, para montante, numa extensão suficiente (709,18 m) para transpor a cota esperada para o canal de aproximação (595,000). Posteriormente foi implantado no Eixo Inhuçu/Sotero um novo eixo a partir do eixo originalmente materializado, com a finalidade de potência de elementos para o estudo de alternativa. Este eixo, dito Eixo Reto, partiu da estaca 49+19,55 e foi estaqueado a cada 20m até a estaca 9 na ombreira direita, totalizando 800,45 m de nova locação.

Locação e Nivelamento da Poligonal do Canal de Sangria e da Calha do Rio

- **Barragem Lontras:** no eixo Lontras b foi efetuada sobre a base cartográfica obtida pelo satélite geo-eyes, a escolha do eixo do canal de restituição do caudal de sangria até a calha do rio. A locação e estaqueamento deste eixo a cada 20m e o nivelamento e o levantamento de seções com 80m de largura para cada lado, encontra-se em fase de execução. Todos os pontos estão sendo nivelados a partir das mesmas bases usadas para o eixo da barragem;
- **Barragem Inhuçu:** A locação e nivelamento do canal de sangria do Eixo Inhuçu/Sotero até a restituição ao rio, partiu da estaca 7+10 e transcorreu por uma extensão de 1.433,56 m. Foi locado acompanhando a linha de um talvegue existente, estaqueando-se a cada 20m. Todos os pontos foram nivelados a partir das mesmas bases usadas para o eixo da barragem.

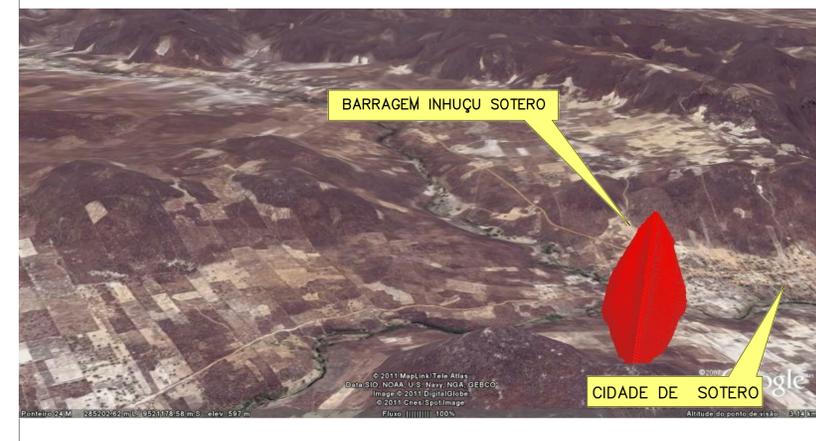
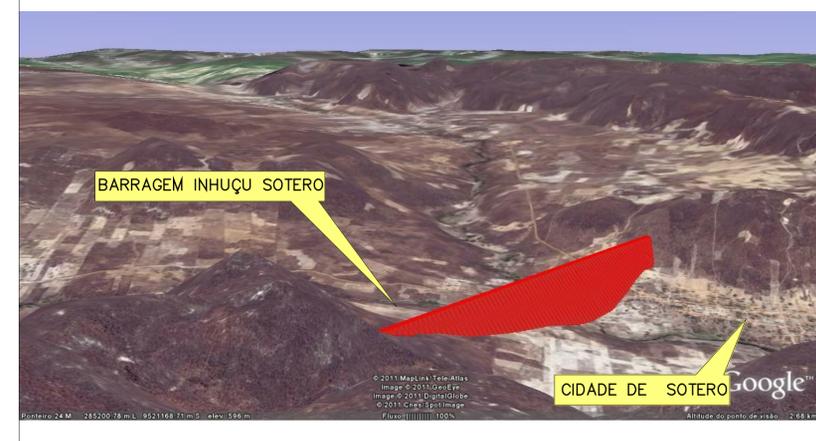
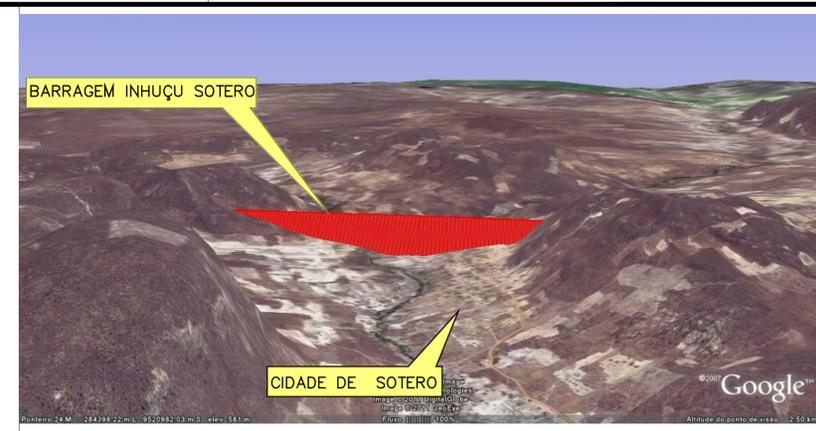
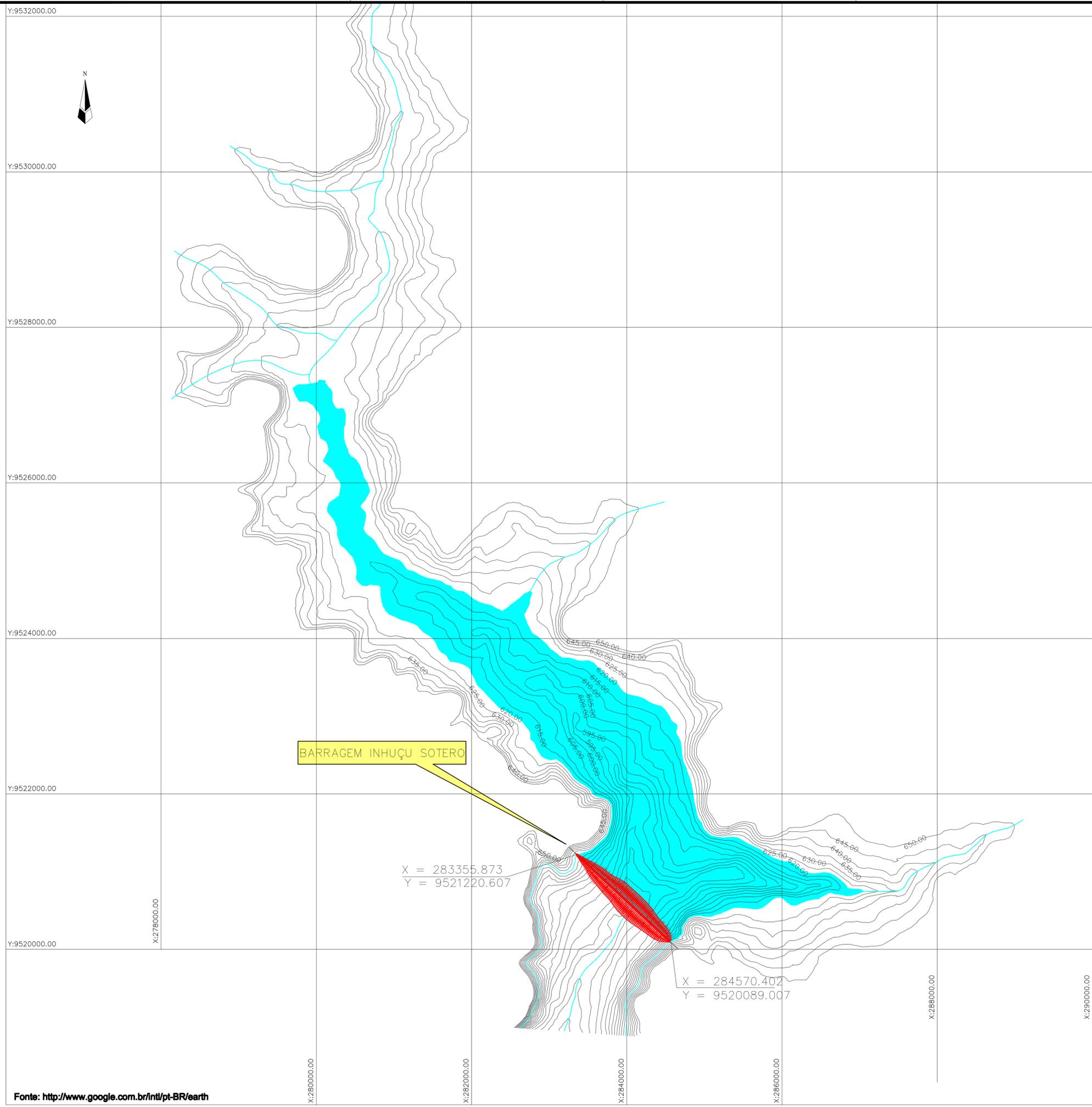
Levantamento de Jazidas (malha 100 x 100)

- Todas as cavas de sondagem realizadas nas jazidas de empréstimos estudadas até o presente momento tiveram suas coordenadas registradas através de estação total e com GPS de precisão, a partir do monumento Jacaré, materializado pela Topocart.

Seccionamento dos Eixos e Sangradouros

- Barragem Lontras: visando englobar uma região suficiente para o estudo de diversas alternativas de seções do maciço e dispositivo de sangria da Barragem Lontras, no Eixo B, foram seccionadas todas as estacas do eixo de forma a abranger uma faixa de domínio de 150m para cada lado. A montante do elemento de sangria as seções estenderam-se além desse valor, chegando até a 300m, de forma a englobar todo um possível canal de aproximação. Na região do canal de restituição do caudal de sangria, as seções prolongaram-se até 150m para cada do eixo deste canal;
- Barragem Inhuçu: para englobar uma região suficiente para o estudo de diversas alternativas de seções do maciço e dispositivo de sangria da Barragem Inhuçu, no Eixo Inhuçu/Sotero, foram seccionadas todas as estacas do eixo de forma a abranger uma faixa de domínio de 200m para cada lado. A montante do elemento de sangria as seções estenderam-se além desse valor, chegando até a 400m, de forma a englobar todo um possível canal de aproximação na cota 595,00. Na região do canal de restituição do caudal de sangria, as seções prolongaram-se até 150m para cada do eixo deste canal.

Os estudos topográficos desenvolvidos permitiram a geração das plantas baixas dos boqueirões e dos sangradouros, bem como de seus perfis longitudinais e dos mapas planialtimétricos das bacias hidráulicas dos reservatórios, podendo estes últimos serem visualizados nas **Figuras 1.6 e 1.7**.

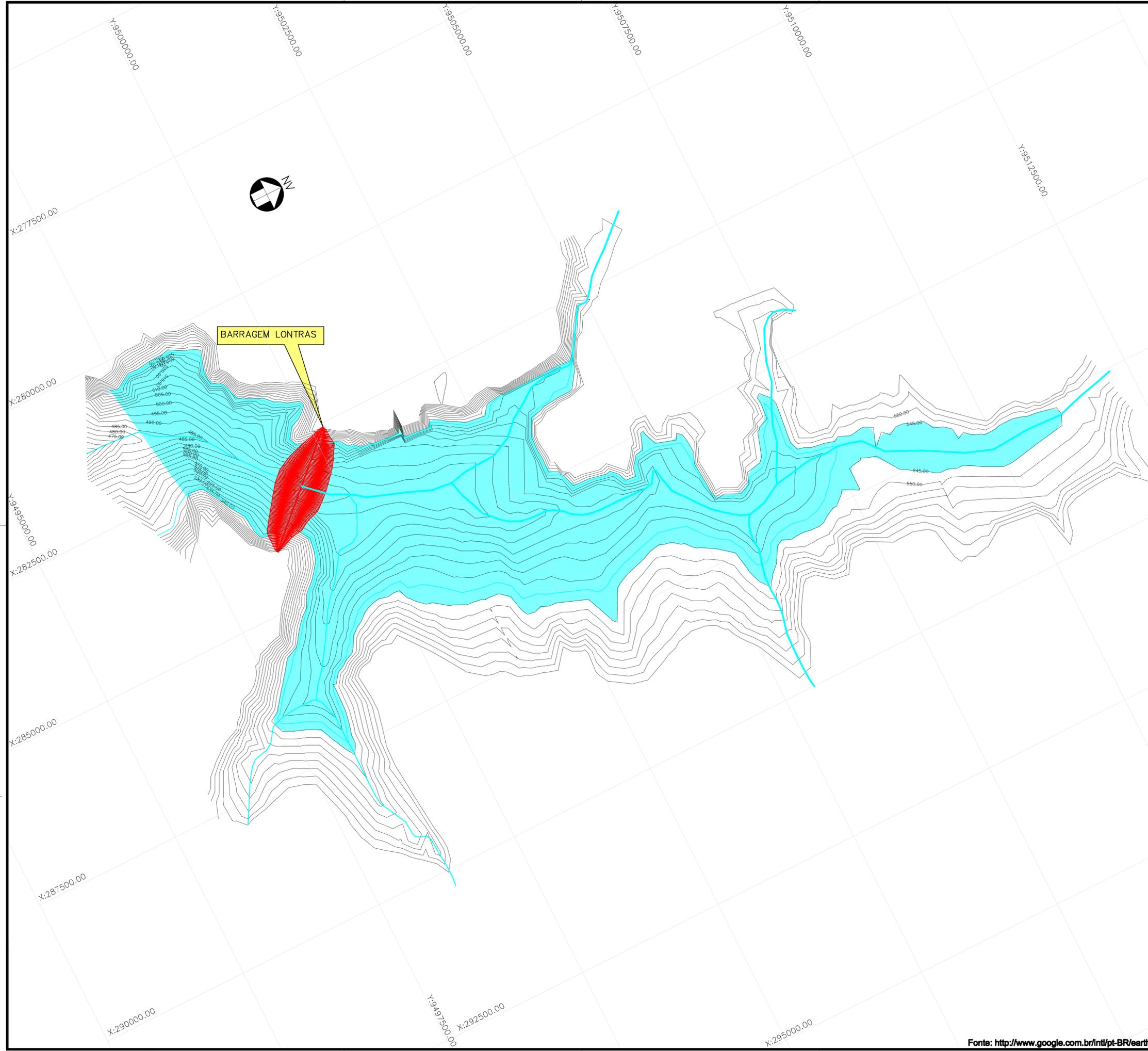


Ministério da Integração Nacional - MI
Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos
PROÁGUA NACIONAL

ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE
INTEGRAÇÃO DA BIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E
INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH

Figura 1.6: Barragem Inhuçu - Bacia Hidráulica do Eixo Barrável Inhuçu Sotero

CONSORCIO:	ESCALA: 1/60.000	DESENHISTA: AC
	DATA: DEZ./2011	-
	ARQUIVO: Fig_1.6-Bacia Hid. Barragem Sotero	-
	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	-



BARRAGEM LONTRAS				
Cota (m)	Área		Volume Fração (m³)	Volume Acumulado (m³)
	Km²	m²		
498,00	0,42	418.338,25	325.689	757.044
500,00	0,50	497.408,73	457.873	1.633.256
510,00	3,95	3.945.514,38	3.649.552	22.212.858
520,00	7,84	7.837.918,00	7.617.329	80.641.144
530,00	13,93	13.928.253,54	13.595.997	184.724.889
540,00	20,11	20.111.453,34	19.755.122	352.234.964

Ministério da Integração Nacional - MI
Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos
PROAGUA NACIONAL

ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE
 INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E
 INHUIÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH

FIGURA 1.7: BARRAGEM LONTRAS - BACIA HIDRÁULICA DO EIXO BARRÁVEL

CONSORCIO:		ESCALA: 1/60.000	DESENHISTA: AC
DATA:			--
ARQUIVO:			--
RESPONSÁVEL TÉCNICO:			

1.6.2. Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos realizados objetivaram fornecer informações e elementos relativos aos aspectos fisiográficos e hidroclimatológicos das bacias de contribuição das barragens Inhuçu e Lontras, necessários ao desenvolvimento do projeto de engenharia, com vistas ao dimensionamento dos reservatórios a serem implantados. Os estudos hidrológicos desenvolvidos tiveram um duplo objetivo:

- Estimar as cheias afluentes e efluentes as barragens Inhuçu e Lontras, com períodos de retorno iguais a 1.000 e 10.000 anos, caracterizadas por suas grandes magnitudes, sendo de especial importância a sua determinação para a segurança das obras.
- Estimar a capacidade de regularização das barragens Inhuçu e Lontras, de forma isolada e em conjunto, para uma garantia anual de 90%.

Foram simulados três cenários de topologia na Bacia do Inhuçu/Macambira, onde as barragens se localizam:

- Cenário A – Reservatório Lontras (Eixo Lontras) isolado;
- Cenário B – Reservatório Inhuçu (Eixo Inhuçu-Sotero) isolado;
- Cenário C – Reservatórios Lontras e Inhuçu em série (Reservatório Inhuçu a montante de Lontras)

Tendo em vista que o rio Inhuçu/Macambira é afluente do rio Poti, os estudos desenvolvidos levaram em conta às exigências da Resolução Conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI N° 547/2006 (Marco Regulatório da Bacia), a qual dispõe sobre a estratégia de gestão de recursos hídricos nas bacias dos rios Poti e Longá, estabelecendo procedimentos e condições para as outorgas preventiva e de direito de uso, considerando a regularização das intervenções e usos atuais, bem como as regras para as intervenções e usos futuros.

No que se refere especificamente às capacidades máximas de acumulação dos reservatórios projetados na Bacia do Inhuçu/Macambira, o Marco Regulatório estabelece no seu Art.14º que: “A capacidade máxima de acumulação para os novos açudes a serem construídos na bacia do rio Inhuçu, no Estado do Ceará, é de 420hm³”.

Considerando-se o Cenário A, no qual a Barragem Lontras é um barramento único, sua capacidade máxima será considerada 350 hm³, inferior à máxima permitida, em função de limitação imposta para que a área urbana da sede municipal de Croatá não seja inundada pela bacia hidráulica.

No Cenário B, a Barragem Inhuçu (barramento único) foi simulado com capacidade de acumulação igual a 100hm³. Finalmente no Cenário C, com os dois reservatórios em série, foram avaliados sete sub-cenários – C1 a C7, variando-se a capacidade da Barragem Inhuçu entre 40 e 100 hm³ e da Barragem Lontras entre 350 (limite máximo em função de Croatá) e 320 hm³, desde que o somatório das duas não excedesse a capacidade máxima conjunta de 420 hm³, estabelecida pelo Marco Regulatório (Resolução 547/2006 ANA/SRH-CE/SEMAR-PI).

Simulando-se os Cenários A, B e C para o Açude Lontras I, Inhuçu/Sotero e para o Sistema formado pelos dois reservatórios em série, observou-se que, para o Sistema, independentemente da topologia adotada para o Cenário C (sete alternativas), o mesmo se comporta hidrológicamente da mesma maneira, ou seja, regulariza algo em torno de 4,3 m³/s, devido à uma compensação entre os dois reservatórios, o que tornou possível a escolha da capacidade do Inhuçu-Sotero que melhor atendesse outros requisitos importantes, tais como manchas de solo. Sendo assim, o Cenário escolhido foi o C1, ou seja, aquele que considera o Açude Inhuçu com 40 hm³ a montante do Açude Lontras, com 350 hm³ de capacidade, regularizando 1,05 m³/s (Inhuçu-Sotero) e 3,2 m³/s (Lontras I).

Para dimensionamento dos vertedouros das duas barragens, utilizou-se o software HEC-HMS e considerou-se os dois reservatórios em série. Simulou-se o Açude Inhuçu com três larguras de vertedouro – 150, 170 e 200m. Observou-se que independentemente da largura escolhida, o amortecimento das cheias milenar e decamilenar é muito pequeno – abaixo de 6,2%, resultando em vazões efluentes muito próximas entre si. Isto já era evidenciado pela morfometria do lago, o qual apresenta um fator de forma (alfa) bem pequeno com aqueles normalmente encontrados nos reservatórios do Ceará. As lâminas da cheia milenar ficam em torno de 2m e as da decamilenar entre 3,1 e 3,7 metros.

Variou-se também a largura do vertedouro do Açude Lontras I, neste caso entre 80 metros e 200 metros. A capacidade de amortecimento do Açude Lontras I se mostrou bem significativa, oscilando entre 43 a 68%. As lâminas observadas foram - 2 metros (cheia milenar) e 2,4 m (L=200m) a 3,3 m (L=80m), para a cheia decamilenar.

A definição final da largura dos dois vertedouros ficará vinculada a considerações construtivas, mas observa-se que os valores de lâminas encontradas para as cheias decamilenares, em ambas as barragens, estão dentro de uma faixa valores considerados seguros.

1.6.3. Estudos Pedológicos

Considerando que as águas represadas nas barragens Inhuçu e Lontras deverão beneficiar prioritariamente a bacia onde estas obras hídricas vão ser implantadas (Bacia do Inhuçu/Macambira), a Projetista estudou os solos da região com vistas ao seu aproveitamento com irrigação, tendo priorizado duas manchas de solos:

- Área Inhuçu: situada á jusante da Barragem Inhuçu, se estende até a bacia hidráulica da futura Barragem Lontras acompanhando o curso de água do rio Inhuçu/Macambira. É atualmente bastante explorada pela iniciativa privada, tendo sua irrigação atendida com condução de água por gravidade desde o reservatório homônimo até os pontos de tomada de água de cada proprietário irrigante;
- Área Lontras: – posicionada a margem esquerda da Barragem Lontras, ocupando as terras mais altas localizadas entre 10 e 100 m acima das cotas médias da bacia hidráulica deste reservatório. Apresenta elevada potencialidade para irrigação, mas atualmente não conta com acesso à água.

Para a área Lontras, que não conta com estudo pedológico precedente, sendo praticamente inexplorada em termos hidroagrícolas e que conta com um elevado potencial de solos irrigáveis, apresentando condições favoráveis a implantação de um projeto de irrigação, foram efetuados estudos pedológicos a nível de semi detalhe. Já para a mancha Inhuçu, atualmente bastante explorada com agricultura e com estrutura fundiária bem definida foram desenvolvidos estudos pedológicos a nível de reconhecimento.

O levantamento pedológico, ao nível de semi-detalhe, da Mancha Lontras abrangeu uma superfície de 3.117,47 ha, da qual 91,44% dos solos são considerados irrigáveis (2.853,86 ha), devendo ser dado prioridade ao uso de métodos poupadores de água (gotejamento e micro-aspersão). O mapeamento das unidades de solo, na escala 1:40.000, foi elaborado segundo as normas do SNLS – Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos da EMBRAPA. Já a classificação das terras para a irrigação apoiou-se no uso dos critérios estabelecidos pelo Bureau of Reclamation.

Predominam na área estudada solos do tipo Neossolos Quartzarênicos e Latossolos Amarelos, os quais apresentam elevado potencial para exploração hidroagrícola. São solos profundos, de textura arenosa/média, baixa a média capacidade de retenção de umidade, baixa fertilidade natural, drenagem moderada a acentuada e relevo propício a mecanização. São, em geral, solos de reação ácida, podendo apresentar o caráter álico, exigindo correção com calcário dolomítico. A fertilidade baixa, por apresentar níveis limitados dos elementos minerais necessários às plantas, aliado a baixa capacidade de troca de cátions e saturação de bases também baixa, revela ser indispensável a aplicação de fertilizantes minerais e orgânicos. Apresentam baixa capacidade de água disponível e elevada permeabilidade principalmente para os Neossolos, sendo recomendável a adoção de métodos de irrigação localizada (gotejamento ou micro-aspersão), enquanto que a irrigação por gravidade não é indicada. Nos **Quadros 1.8 e 1.9** são apresentadas as unidades de solo e as classes de terra identificadas na área da mancha Lontras, segundo a sua aptidão para irrigação.

Quadro1.8: Distribuição das Unidades de Solos da Mancha Lontras

Unidades		Área (ha)	%
LAd1	- LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos álicos típicos, muito profundos, textura média, acentuadamente drenados, relevo plano.	425,40	13,64
LAd2	- LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos álicos típicos, muito profundos, textura média, acentuadamente drenados, relevo suave ondulado.	477,03	15,30
LAd3	- LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos psamíticos álicos, muito profundos, textura média, acentuadamente drenados, relevo plano.	211,05	6,78
LAd4	- LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos psamíticos álicos, muito profundos, textura média, acentuadamente drenados, relevo suave ondulado.	192,50	6,18
LAd5	- LATOSSOLOS AMARELOS Distróficos álicos típicos, profundos, textura média, acentuadamente drenados, relevo suave elevado.	96,09	3,08
RQo1	- NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos álicos, muito profundos, fortemente drenados, relevo plano.	804,16	25,80
RQo2	- NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos álicos típicos, muito profundos, fortemente drenados, relevo suave ondulado	606,17	19,45
RQo3	- NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos álicos típicos, fortemente drenados, relevo suave ondulado.	41,46	1,33
Af	- Afloramentos rochosos e/ou solos rasos (NEOSSOLOS LITÓLICOS)	263,61	8,46
TOTAIS		3.117,47	100,00

Quadro 1.9: Mancha Lontras: Classificação das Terras para Irrigação

Classes e Subclasses	Unidades de Solos Mapeadas	Aptidão	Área (ha)	%
$\frac{S2s}{B(L)23CX}^{yi}$	LAd1, LAd2, LAd3 e LAd5	Apta, apenas para irrigação por aspersão, gotejamento ou métodos similares, com limitações relativas à baixa fertilidade, baixa capacidade de água disponível e elevada permeabilidade.	1.209,57	38,80
$\frac{S3s}{B(L)23CX}^{yiq}$	LAd4, RQo1, RQo2 e RQo3	Apta, apenas para irrigação por aspersão, gotejamento ou métodos similares, com limitações moderadas relativas à textura arenosa, baixa fertilidade, baixa capacidade de água disponível e alta permeabilidade.	1.644,29	52,74
6s	Af	Não arável.	263,61	8,46
TOTAL			3.117,47	100,00

O levantamento pedológico, ao nível de reconhecimento, da Área Inhuçu abrangeu uma superfície de 1.993 ha, da qual 48,77% dos solos são considerados irrigáveis (972 ha), devendo ser dada prioridade ao uso de métodos de irrigação localizados. O mapeamento das unidades de solo foi elaborado segundo as normas da EMBRAPA, enquanto que a classificação das terras para a irrigação adotou os critérios estabelecidos pelo Bureau of Reclamation.

Predominam nesta área os solos do tipo Neossolos Quartzarênicos, que se caracterizam, em geral, por apresentar bom potencial para irrigação. São solos muito profundos, de textura arenosa, forte a excessivamente drenados, com moderadas limitações decorrentes da baixa fertilidade natural, da baixa capacidade de retenção de umidade e da alta velocidade de infiltração. São solos que não apresentam limitações intrínsecas quanto ao tipo de cultura a implantar, desde que sejam corrigidas as suas deficiências, principalmente de fertilidade natural. Assim sendo, é recomendável a aplicação de calagens para correção do pH, o uso de adubações químicas e orgânicas, e da adubação verde.

As características dos solos excluem a possibilidade de aplicar sistemas de irrigação por superfície em decorrência das altas taxas de infiltração e baixa capacidade de retenção de água dos solos. Dentre os métodos de irrigação por aspersão, o convencional pode ser indicado para a

área, permitindo a exploração de uma ampla faixa de cultivos. Dentre os métodos de irrigação localizada, podem ser utilizados a microaspersão e o gotejamento. Nos **Quadros 1.10 e 1.11** são apresentadas as unidades de solo e as classes de terra identificadas na Área Inhuçu, segundo a sua aptidão para irrigação.

Quadro 1.10: Distribuição das Unidades de Solos da Área Inhuçu

Símbolo	Unidade de Mapeamento
RQ0o1	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos muito profundos excessivamente drenados relevo plano.
RQo2	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos muito profundos fortemente drenados relevo plano e suave ondulado.
RQo3	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos típicos pouco profundos fortemente drenados relevo plano e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
RRq	NEOSSOLOS REGOLÍTICOS Psamíticos fragipânicos pouco profundos fortemente a imperfeitamente drenados relevo plano e suave ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.
RU	NEOSSOLOS FLÚVICOS INDISCRIMINADOS floresta de várzea relevo plano.

Quadro 1.11: Área Inhuçu: Classificação das Terras para Irrigação

Unidade de Solo	Unidades de Solos Mapeadas	Aptidão para Irrigação	Área (ha)	%
S3s yqi B31CX	RQo1 e RQo2.	Terras aptas para irrigação, com moderadas limitações de baixo nível de fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de umidade e alta velocidade de infiltração.	972,00	48,77
6s	RQo3.	Terras inaptas para irrigação, por fortes limitações de solos.	362,43	18,19
6sd	RRq e RU	Terras inaptas para irrigação, por fortes limitações de solos e de drenagem.	658,50	33,04
TOTAL			1.992,93	100,00

1.6.4. Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos previstos no âmbito dos estudos básicos consistem basicamente da caracterização do subsolo nos locais dos eixos dos barramentos, sangradouros, tomadas d'água e traçado do sistema adutor, além da locação e investigação das ocorrências dos materiais naturais a serem empregados na construção das barragens e das obras de adução, através da execução de prospecções diretas nos locais das obras e das ocorrências e da realização de ensaios de laboratório. Até a presente momento foram realizados os quantitativos de serviços pertinentes aos estudos geotécnicos registrados no **Quadro 1.12**.

O plano de sondagem para a Barragem Inhuçu prevê a execução de 13 sondagens mistas. Ressalta-se que este plano poderá ser readequado de acordo com os resultados das sondagens, para investigar possíveis anomalias da fundação ou para comportar alguma estrutura específica desenvolvida no arranjo das obras. Desta programação inicial foram realizados os furos SM-11 e SM-12, ambos situados no lado esquerdo da calha dos rios Inhuçu e Piaus.

Já o plano de sondagem proposto para a Barragem Lontras previu a execução de 16 sondagens mistas e 8 sondagens a percussão, tendo sido priorizado inicialmente a investigação da possível anomalia da ombreira esquerda, onde foram realizadas duas sondagens. Com os resultados destas investigações partiu-se para a investigação do eixo alternativo (Eixo B).

Posteriormente foram realizados estudos dos materiais de empréstimos terrosos, os quais constaram inicialmente do reconhecimento quantitativo e qualitativo dos materiais existentes nas proximidades dos eixos dos barramentos. As áreas identificadas como possíveis de investigação foram repassadas a uma equipe de geotecnia que procedeu as sondagens exploratórias, ensaios de caracterização e permeabilidade. Foi constatada a escassez na região de solos argilosos, areias médias e grossas e rochas de dureza satisfatória e de elevada resistência ao desgaste. Em contrapartida existe em abundância de areias finas siltosas e rochas areníticas pouco consolidadas.

Quadro 1.10: Quantitativos dos Serviços Geotécnicos Executados

GEOTECNIA	UNIDADE	QUANTIDADE
1 Sondagem a pá e picareta	m	-
2 Sondagem a percussão	m	7,35
3 Sondagem rotativa em rocha D= NX	m	87,75
4 Sondagem rotativa em rocha D= HX	m	155,55
5 Ensaio de perda d'água, com 5 estagios de pressão	unid.	107
6 Ensaio de infiltração in situ	unid.	5
7 Sondagem a pá e picareta- argila	m	884,09
8 Sondagens a trado- areia	m	40
9 Ensaio de granulometria sem sedimentação	unid.	53
11 Ensaio de granulometria com sedimentação	unid.	-
12 Limite de liquidez	unid.	46
13 Limite de plasticidade	unid.	46
14 Peso específico	unid.	46
15 Umidade natural	unid.	53
16 Proctor normal	unid.	46
17 Permeabilidade (Carga variável)	unid.	2
18 Cisalhamento direto lento	unid.	-
19 Los Angeles	unid.	2
20 Granulometria areais	unid.	-
21 Permeabilidade (carga constante)	unid.	5

Foram localizadas três jazidas de solos arenoargilosos, envolvidos em grande percentual de fragmentos de rochas areníticas de dimensões variadas. (JL-01 a JL-03), a montante do eixo da Barragem Lontras. Na ombreira esquerda foram demarcadas as jazidas JL-01, com 90 furos de sondagem manual e a JL- 02, com 117 furos, enquanto que na ombreira direita foi estudada a jazida JL-03, com 85 furos.

A jusante da Barragem Inhuçu, mais precisamente nas margens da rodovia que liga Croatá a Santa Helena, foram identificadas três ocorrências de materiais arenoargilosos, com pouco ou sem fragmentos rochosos. Na ocorrência JI-01, distante 17 km do eixo da barragem, foram realizados 126 furos de sondagem a pá e picareta, com profundidade média de 1,50 m,

demarcando um volume estimado de 990.000 m³. Na ocorrência JI-02, distante cerca de 16 km do eixo da barragem, foram realizados 166 furos de sondagem a pá e picareta, com profundidade média de 1,40 m, demarcando um volume estimado de 1.480.000 m³.

Na jazida JI-03, próxima a localidade de Xique-Xique e distante 19,7 km do eixo da barragem, foram locados 180 locais para serem investigados, que estão em execução. O material constituiu-se de um solo arenoargiloso, com IP entre 11 e 12% e permeabilidade entre 10E-6 e 5x10E-7 cm/s.

Para fonte de material pétreo destinado aos enrocamentos encontra-se em estudo a identificação de horizontes bem consolidados de um afloramento arenítico que ocorre na ombreira direita, a montante do local de sangria.

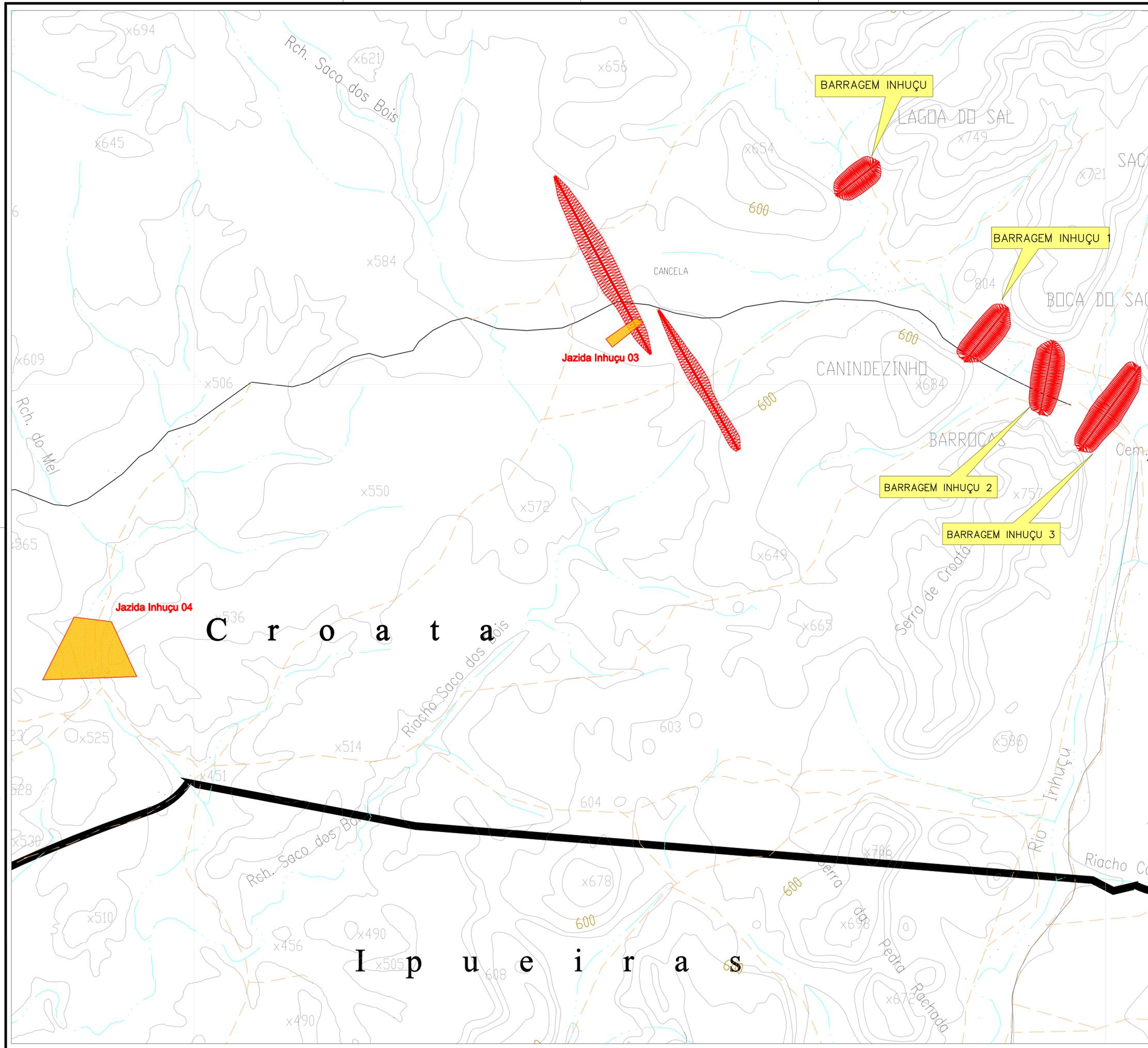
Os bancos de areia que ocorrem no rio Macambira, a jusante do eixo Inhuçu, apresentam granulometria fina a média, no entanto a avaliação do potencial volumétrico não estimula o uso destes, nem como fonte auxiliar de suprimento. Por este motivo foram estudados os bancos de areia do riacho Juré, nas proximidades da cidade de Manaiara, e do rio Acarau a jusante da zona urbana de Macaraú. Ambos os areais apresentam volumes suficientes para suprir as necessidades da Barragem Inhuçu, no entanto distam cerca de 80 km do local das obras. No riacho Juré foram realizados 24 poços com trado e retiradas amostras para ensaios, enquanto no rio Acaraú estas investigações estão em 16 furos.

Para suprir os volumes de areia previstos para a Barragem Lontras, uma pequena parte pode ser extraída do rio Macambira, na bacia hidráulica da própria barragem. Porém, como fonte principal de suprimento esta sendo investigado o rio Jatobá a jusante do perímetro urbano de Ipueiras. O transporte de areia do rio Jatobá para a barragem, utilizando-se a estrada Croatá-Ipueiras, que encontra-se em fase de construção, atinge cerca 80 km.

As **Figuras 1.8 e 1.9** apresentam as localizações das áreas de empréstimos estudadas até o presente momento para as duas barragens. Não foram desenvolvidos, ainda, estudos para seleção dos materiais a serem utilizados nas obras do sistema adutor.

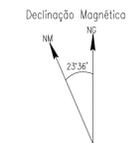
As amostras coletadas em furos representativos das jazidas de material terroso estão sendo submetidas a ensaios de caracterização constando de limites de Atterberg (liquidez e plasticidade), umidade natural, granulometria por peneiramento e com sedimentação, peso

específico natural, compactação Pronctor Normal, permeabilidade com carga variável, cisalhamento direto saturado lento e ensaio de adensamento. As amostras coletadas nos areais, por sua vez, estão sendo submetidas a ensaios de umidade natural, peso específico natural, peso específico máximo e mínimo, granulometria por peneiramento e permeabilidade com carga constante. O material pétreo necessário para as proteções dos taludes do maciço, transições e enrocamentos, por sua vez, terão as amostras coletadas submetidas a ensaios de abrasão Los Angeles.



SINAIS CONVENCIONAIS

- Área Urbana
- Revestimento solto
- Caminho, Trilha
- Limite Municipal
- Igreja, Escola, Casa, Cemitério
- Ponto Cotado
- Curso d'água Intermitente
- Lagoa Intermitente
- Açudes
- Curva de Nível
- BARRAGENS



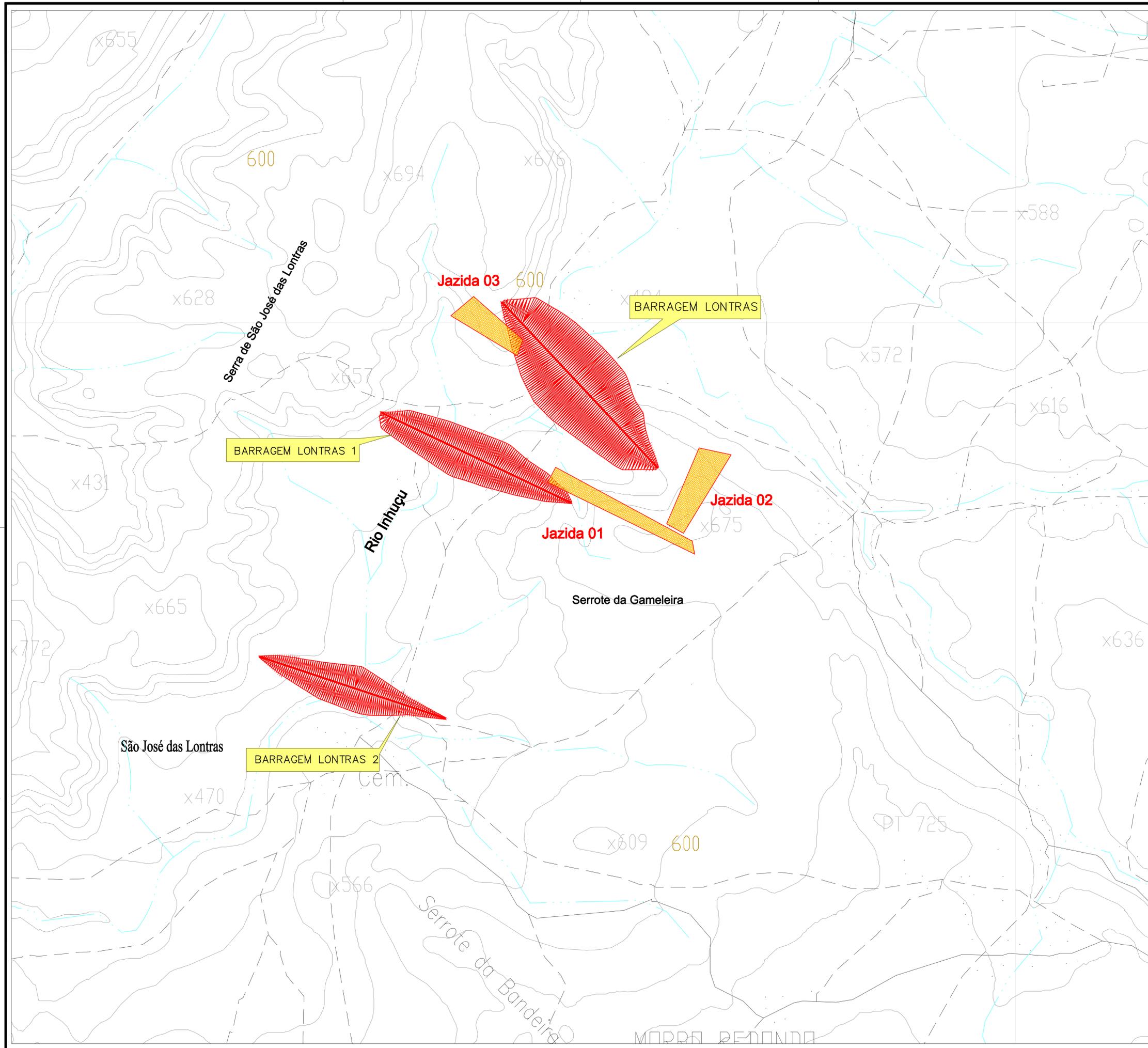
DATUM: SAD- 69
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: "EQUADOR E MERIDIANO 39°W.GR."
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES: 10.000 KM E 500 KM, RESPECTIVAMENTE.
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA DO CENTRO DA FOLHA EM 2000: 23°36'W.
 CRESCE 5' ANUALMENTE.

Ministério da Integração Nacional - MI Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA NACIONAL
 Projeto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos PROGERIRH II
 GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH

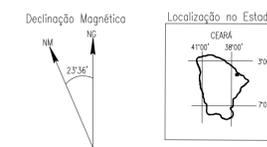
FIGURA 1.8: BARRAGEM INHUÇU LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO

CONSORCIO:		ESCALA: 1:50.000	DESENHISTA: AC
DATA:	DEZ/2011		
ARQUIVO:	Planta de Localização Jazidas.dwg		
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:			



SINAIS CONVENCIONAIS

- Área Urbana 
- Revestimento solto 
- Limite Municipal 
- Igreja. Escola. Casa. Cemitério 
- Ponto Cotado  x792
- Curso d'água Intermitente 
- Lagoa Intermitente 
- Açudes 
- Curva de Nível 
- BARRAGENS 



DATUM: SAD- 69
 PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: "EQUADOR E MERIDIANO 39°W.GR."
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES: 10.000 KM E 500 KM, RESPECTIVAMENTE.
 DECLINAÇÃO MAGNÉTICA DO CENTRO DA FOLHA EM 2000: 23°36'W.
 CRESCER 5' ANUALMENTE.

Ministério da Integração Nacional - MI Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA NACIONAL
 Projeto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos PROGERIRH II
 GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH

FIGURA 1.9 – BARRAGEM LONTRAS LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO

CONSORCIO:		ESCALA: 1:35000	DESENHISTA: AC
DATA:	Dec./2011		
ARQUIVO:	Planta de Localização Jazidas.dwg		
RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:			

1.7. CONCEPÇÃO DO PROJETO

O Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba é composto pelas barragens Inhuçu e Lontras e por um sistema de adução para irrigação. Na definição do arranjo geral das obras dos dois barramentos foram considerados os condicionamentos topográficos, geológicos e geotécnicos dos locais de implantação. Os eixos das duas barragens foram posicionados nos locais que apresentam melhores condições topográficas, sendo composto pelos barramentos propriamente ditos, pelos sangradouros e pelas tomadas d'água. Os sangradouros e as tomadas d'água, por sua vez, tiveram seus posicionamentos definidos com base nas características geotécnicas dos terrenos, tendo em ambas as barragens os vertedouros sido locados nas ombreiras direitas dos maciços. Desta forma, os conjuntos das obras, cujas configurações podem ser visualizadas nos **Desenho 01 e 02** no Encarte, constam basicamente de:

Barragem Inhuçu

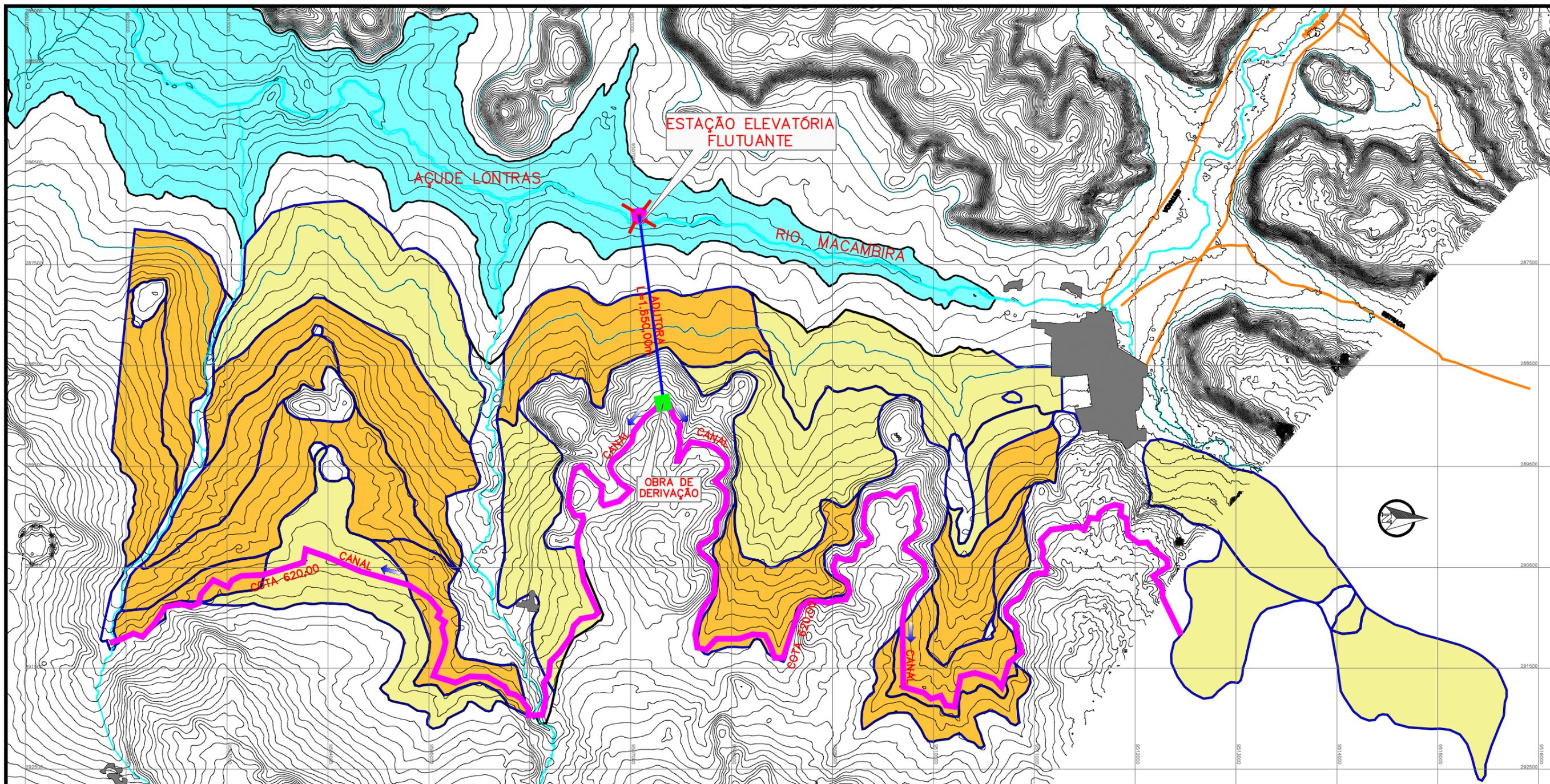
- Características Gerais: Sistema – Bacia do Poti; Curso d'água barrado – Rio Inhuçu; Área bacia hidrográfica contribuinte – 693,56km² e Área bacia hidráulica – 852,63ha;
- Barragem de terra zoneada, com altura máxima de 54,0m acima das fundações e extensão pelo coroamento de 1.513,0m na cota 590,0m;
- Sangradouro do tipo Perfil Creager com soleira na cota 584,0m e largura de 150,0m, situado na ombreira direita do maciço;
- Tomada d'água composta por uma tubulação de aço envolto em concreto estrutural, cujo eixo cruza o barramento na altura da estaca 65. A regulação do fluxo será com registro de gaveta e válvula borboleta. Contará, ainda, com um dissipador de energia cinética e com um tanque tranquilizador;
- Capacidade de acumulação de 180hm³ e descarga regularizada com 90,0% de garantia de 1,49m³/s.

Barragem Lontras

- Características Gerais: Sistema – Bacia do Poti; Curso d'água barrado – Rio Macambira; Área bacia hidrográfica contribuinte – 509,94km² e Área bacia hidráulica – 2.011,15ha;
- Barragem de terra zoneada, com altura máxima de 46,0m acima das fundações e extensão pelo coroamento de 1.400,0m na cota 522,0m;
- Sangradouro do tipo Perfil Creager com soleira na cota 516,0m e largura de 80,0m, situado na ombreira direita do maciço;
- Tomada d'água composta por uma tubulação de aço envolto em concreto estrutural, cujo eixo cruza o barramento na altura da estaca 29. A regulagem do fluxo será com registro de gaveta e válvula borboleta. Conterá, ainda, com um dissipador de energia cinética e com um tanque tranquilizador.
- Capacidade de acumulação de 352hm³ e descarga regularizada com 90,0% de garantia de 2,05m³/s.

Sistema de Adução para Irrigação

A captação d'água para suprimento hídrico da mancha de solos localizada na margem esquerda da Barragem Lontras é efetuada no lago deste reservatório através de uma estação de bombeamento flutuante e de um canal de aproximação. Tubulação de recalque (adutora) com 1.650m de extensão conduz a água bombeada até uma estrutura de derivação. A partir daí a água é distribuída por toda a mancha irrigável através de um canal gravitatório posicionado na cota de 620m. A **Figura 1.10** mostra a localização da mancha irrigável e o arranjo geral das obras do sistema de adução proposto.



LEGENDA:

- LATOSSOLOS AMARELOS
- NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS

Ministério da Integração Nacional - MI Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA NACIONAL
Projeto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos PROGERIRH II
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH

FIGURA 1.10: ALTERNATIVA DE ADUÇÃO PARA UTILIZAÇÃO NA BACIA DO MACAMBIRA/INHUÇU (SEM TRANSPOSIÇÃO)

CONSÓRCIO:



ESCALA: 1/40.000

DESENHISTA: AC

DATA: DEZ./2011

FIGURA: 1.10

ARQUIVO: Fig_1.10_Alternativa_Aducao.dwg

PRANCHA: 01/01

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

2.1. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

2.1.1. Área de Influência Direta

A área de influência direta do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba está representada pelas bacias hidráulicas dos dois reservatórios e por suas faixas de proteção periférica, totalmente inclusas na zona rural dos municípios de Ipueiras, Croatá e Guaraciaba do Norte. Abrange, ainda, a área da faixa de domínio do sistema adutor para irrigação, que intercepta os territórios dos municípios de Ipueiras e Croatá.

Engloba, também, as áreas das jazidas de empréstimos a serem exploradas durante a execução das obras, além das áreas dos canteiros de obras e dos bota-foras.

2.1.2. Área de Influência Indireta

A área de influência indireta do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba abrange as áreas que independente do recorte geográfico serão influenciadas pela operação dos reservatórios e do sistema adutor para irrigação ou exercerão influência sobre estes, envolvendo:

- As sedes dos municípios de Ararendá, Croatá e Ipaporanga, que serão contempladas com reforço nos seus suprimentos hídricos;
- Áreas lindeiras ao espelho d'água do reservatório que se beneficiarão com o desenvolvimento da pesca;
- Áreas de tabuleiros circunvizinhas a Barragem Lontras que serão beneficiadas com o desenvolvimento da irrigação intensiva (4.000ha);
- Áreas ribeirinhas de jusante que serão beneficiadas com a regularização da vazão do rio Inhuçu/Macambira, proporcionando o abastecimento da população ribeirinha, bem como o desenvolvimento da irrigação difusa e da dessedentação animal.

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO

2.2.1. Aspectos Geológicos

O território da área do estudo encontra-se quase integralmente assente sobre os sedimentos da Formação Serra Grande, aparecendo com menor representatividade as Aluviões do rio Inhuçu/Macambira, afluente do rio Poti (**Figura 2.1**).

A Formação Serra Grande tem ocorrência restrita à área do Planalto da Ibiapaba. Integra a seqüência de unidades sedimentares da Bacia do Parnaíba (ou Bacia do Maranhão-Piauí) e compreende um pacote de arenitos finos a grosseiros e conglomeráticos, com intercalações siltosas e argilosas, bem definidas, cuja presença pode ser observada nos afloramentos das escarpas da Serra da Ibiapaba. Sua posição é basal, em relação à estratigrafia da bacia, apoiando-se diretamente sobre o substrato cristalino. Quando não perturbado por tectonismo, o acamamento mergulha alguns graus para oeste, isto é, para o interior da bacia sedimentar.

O contato dos arenitos com o embasamento cristalino exhibe a presença de conglomerados heterogêneos, silicificados ou cauliniticos, consolidados, constituídos por rochas do próprio embasamento.

O arenito é geralmente fino e se apresenta associado a estratos sub-horizontais de siltitos e folhelhos intercalados, sendo finamente estratificado, friável e freqüentemente pouco consistente, de cor cinza claro amarelado e, às vezes, vermelho ferruginoso, ou cinza escuro, formando paredões verticais, freqüentemente de grande altura.

Ao longo dos paredões, as variações de resistência e consistência das diversas camadas se refletem na forma de patamares escalonados, que também podem coincidir com juntas de alívio sub-horizontais, ao longo dos quais costumam se instalar os caminhos preferenciais de percolação. Tais fraturas e descontinuidades se apresentam freqüentemente abertas, lisas, com oxidação das paredes e vestígios de circulação d'água.

4°

41°



Unidade litoestratigráfica / litologia / ambiente (s) sedimentar (es)

LEGENDA

- Depósitos Aluviais (Q2a)
- Coberturas sedimentares (NQc)
- Grupo Serra Grande (Ssg)
- Grupo Jaibaras
 - Formação Aprazível (Oja)
 - Formação Parapuí (Ojpa)
 - Formação Pacujá (Ojp)
- Suíte Granitóide Meruoca (4m)
- Supersuíte Granitóide Indiferenciada (Np3 3i)
- Ortognaisses facoidais (Np o)
- Dioritos associados a fácies gabróicas (NP)
- Granitóides diversos (Np)
- Grupo Ubajara
 - Termometamorfitos (Nputm)
 - Formação Trapiá (Nput)
- Complexo Ceará
 - Unidade Independência (Ppci)
 - Unidade Canindé (Ppcc)
 - Unidade Canindé, tratos onde são comuns os jazimentos granitóides (PP(NP)cc)
 - Complexo Tamboril-Santa Quitéria (NP(PP)ts)
 - granitóides dominantes (ts), vinculados ao Complexo Tamboril-Santa Quitéria

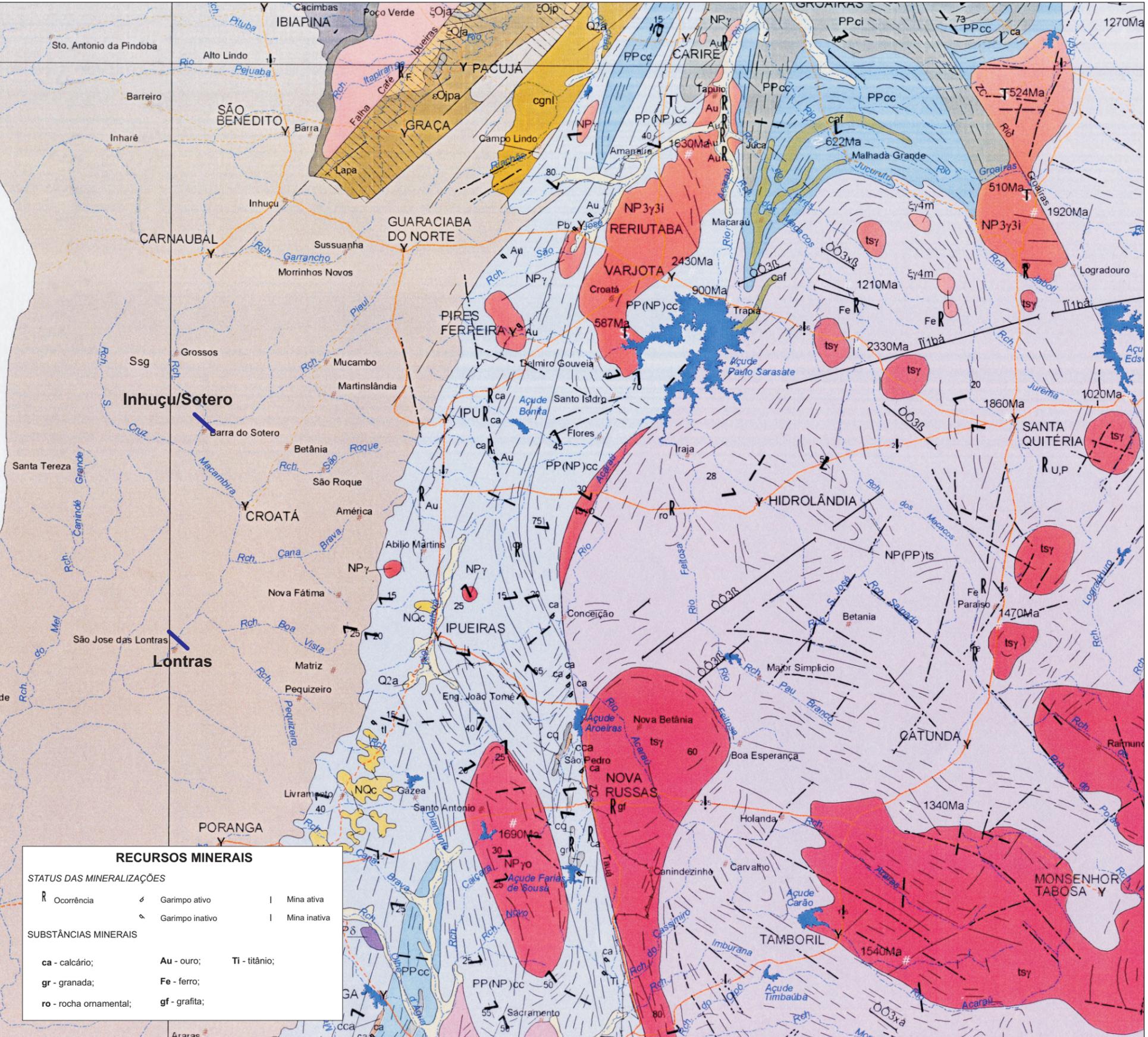
RECURSOS MINERAIS

STATUS DAS MINERALIZAÇÕES

R Ocorrência / Garimpo ativo | Mina ativa
 / Garimpo inativo | Mina inativa

SUBSTÂNCIAS MINERAIS

ca - calcário; Au - ouro; Ti - titânio;
 gr - granada; Fe - ferro;
 ro - rocha ornamental; gf - grafita;



Fonte: CPRM, Mapa Geológico do Estado do Ceará - 2003

Figura 2.1
Mapa Geológico

Nesta unidade geológica deve-se atentar, no contexto de projetos de barramento, para os riscos de ocorrência de arraste de partículas (*piping*) nos arenitos pouco coerentes, com conseqüente surgimento de cavidades e dutos de dimensões e continuidade relevantes e de aparecimento de juntas de alívio, que passam a exercer a função de coletores de água e caminhos preferenciais de percolação, após o enchimento do reservatório, entre outros. Assim sendo, faz-se necessário que os projetos de barramentos se cerquem de todos os possíveis cuidados e dispositivos, para evitar processos de arraste de partículas, com conseqüente aparecimento de cavidades e surgências descontroladas de água do lado jusante do barramento.

Além disso, embora, de um modo geral, os arenitos sejam adequados para o assentamento de estruturas de concreto, podem ocorrer variações bruscas e localizadas de coerência do material, capazes de acarretar sobre-escavações significativas, de difícil previsão e antecipação.

As Aluviões, por sua vez, apresentam-se mais representativas apenas na planície fluvial do rio Inhuçu/Macambira, estando litologicamente representadas por areias finas a grosseiras, de cores esbranquiçadas. Os afloramentos rochosos são abundantes nas margens do rio. Nesta unidade geológica deve-se atentar para os riscos de problemas de colapsividade dos solos, em geral, associados aos depósitos arenosos aluvionares.

Em termos estruturais merece destaque a presença na região de dois importantes lineamentos, Sobral-Pedro II, que passa pela cidade de Guaraciaba do Norte e a Falha Café-Ipueiras, que passa próximo à localidade de Inhuçu, estando posicionada paralela ao outro lineamento. Observa-se que na área do estudo a reativação de lineamentos tectônicos, orientados segundo NE-SW, resultou na formação de uma extensa fossa, marcada pelo abatimento e basculamento de blocos, com possíveis reflexos nos projetos (**Figuras 2.2 e 2.3**).

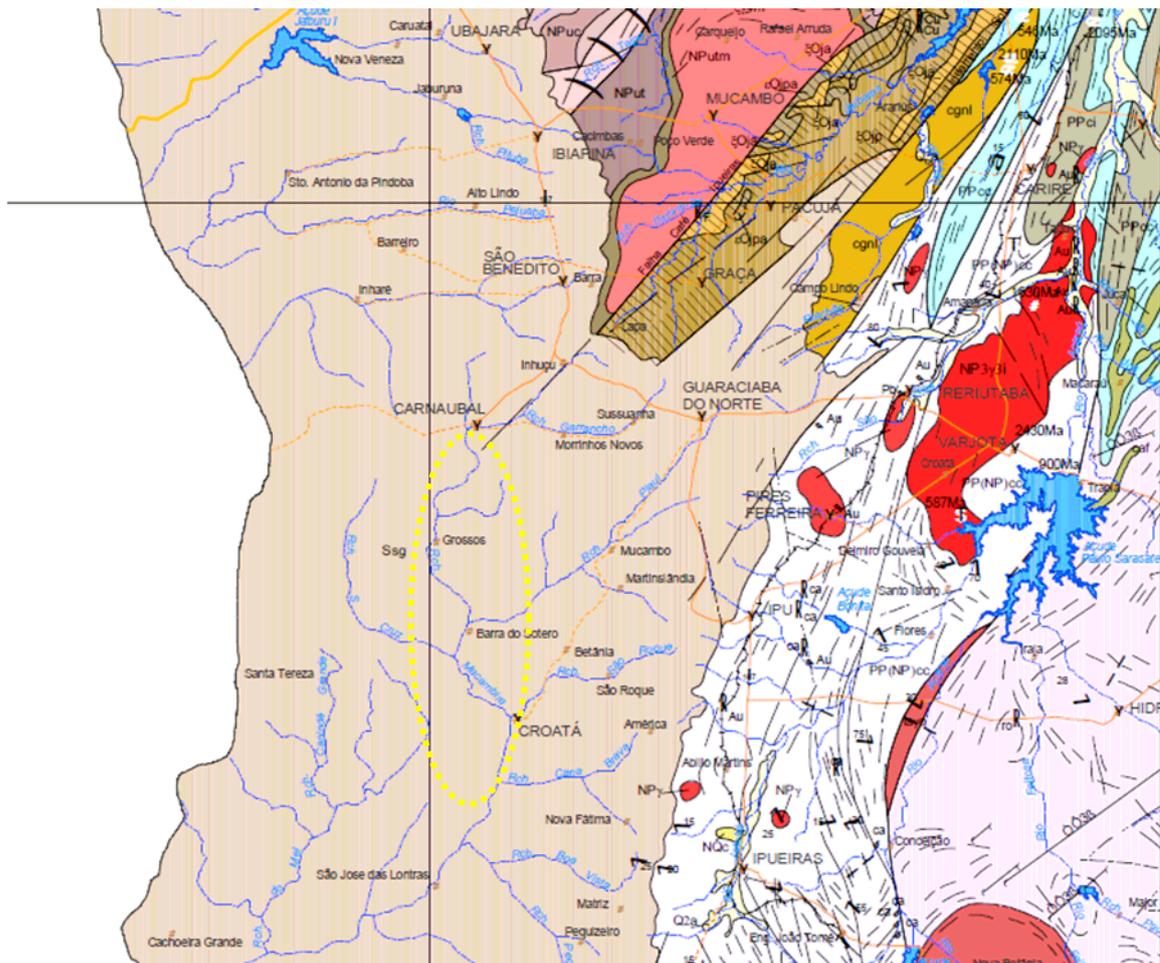


Figura 2.2: Uma extensa fossa tectônica afetou o embasamento cristalino e se refletiu também nos sedimentos devonianos da Formação Serra Geral. A área de interesse aos empreendimentos, assinalada pela elipse, foi afetada pelo referido tectonismo (Mapa Geológico do CPRM - 2003).

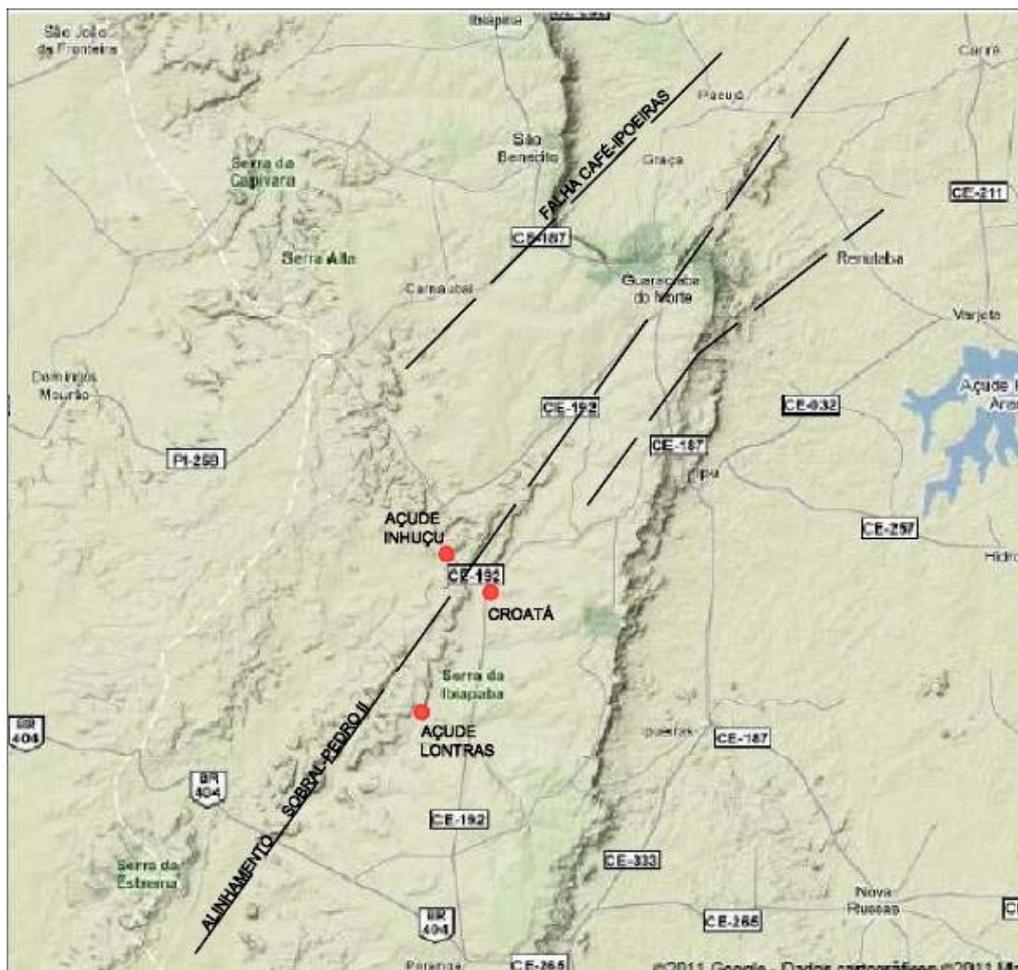


Figura 2.3: Configuração do terreno na região de interesse aos empreendimentos, onde se notam os reflexos do tectonismo nas atuais formas de relevo, mesmo na área com cobertura sedimentar da Formação Serra Geral (Mapas Google).

O mapa fisiográfico da região de interesse mostra que os sítios de barramento previstos se situam dentro de uma faixa afetada, conforme referido acima, por eventos tectônicos ocorridos após a sedimentação da Formação Serra Grande (vide Figura 2.3 anteriormente citada).

Uma nova etapa de tectonismo se manifestou em época posterior à da reativação do lineamento Sobral-Pedro II, com desenvolvimento de um sistema de falhamentos transcorrentes, alinhados na direção aproximada NW-SE, que induziu deslocamentos relativos entre blocos (**Figura 2.4**), configurando uma fossa tectônica.

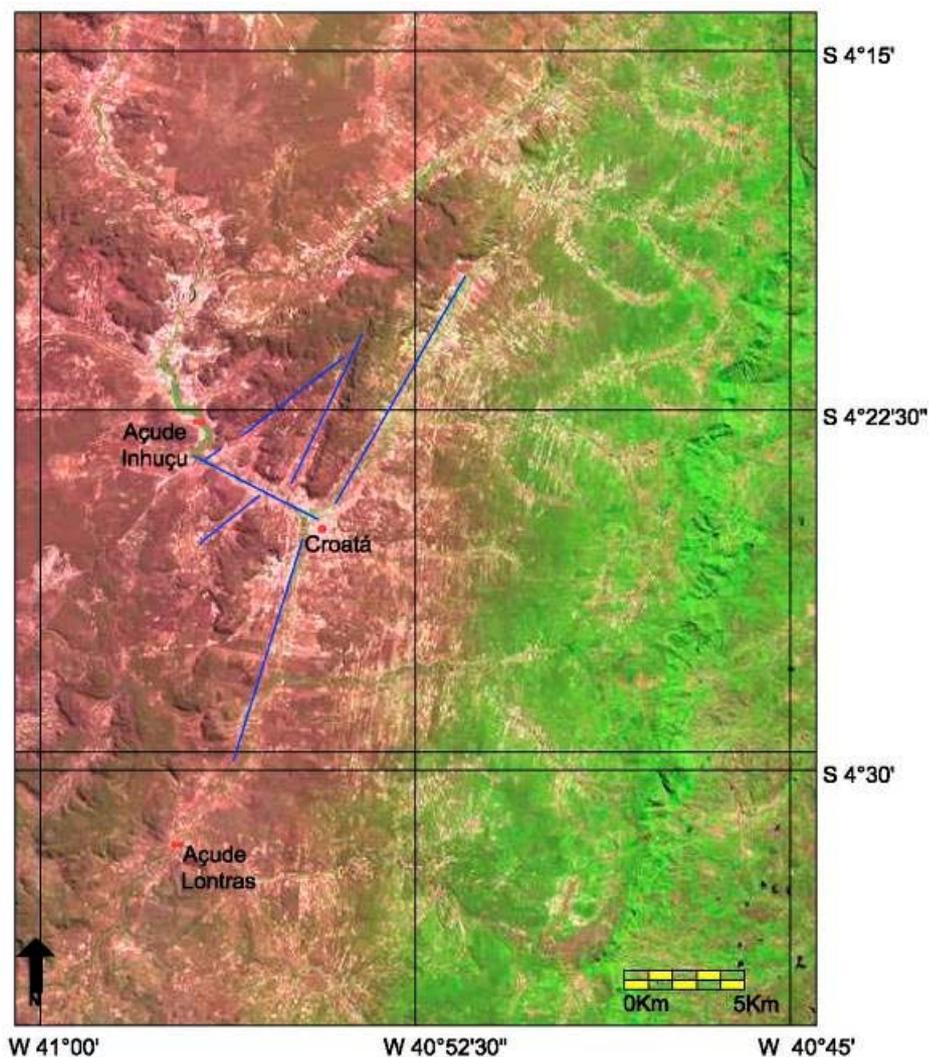


Figura 2.4: Assinalam-se em azul alguns lineamentos importantes, que coincidem provavelmente com extensos planos de falhamento. As sucessivas etapas de tectonismo regional acarretaram deslocamentos relativos entre blocos, tanto verticais, quanto horizontais, além de basculamentos (Mapa Embrapa).

Deslocamentos relativos entre blocos, tanto verticais, quanto horizontais, além de basculamentos, podem ser observados no terreno, graças à presença de horizontes-guias, claramente visíveis nas elevações que delimitam os vales dos principais cursos d'água.

Com relação ao panorama sismotectônico, a área do estudo encontra-se posicionada na região noroeste do Ceará, considerada uma das principais áreas sísmicas do Nordeste brasileiro,

contando com importantes estruturas tectônicas mapeadas e com um significativo número de eventos sísmicos registrados, conforme pode ser observado na **Figura 2.5** e no **Quadro 2.1**.

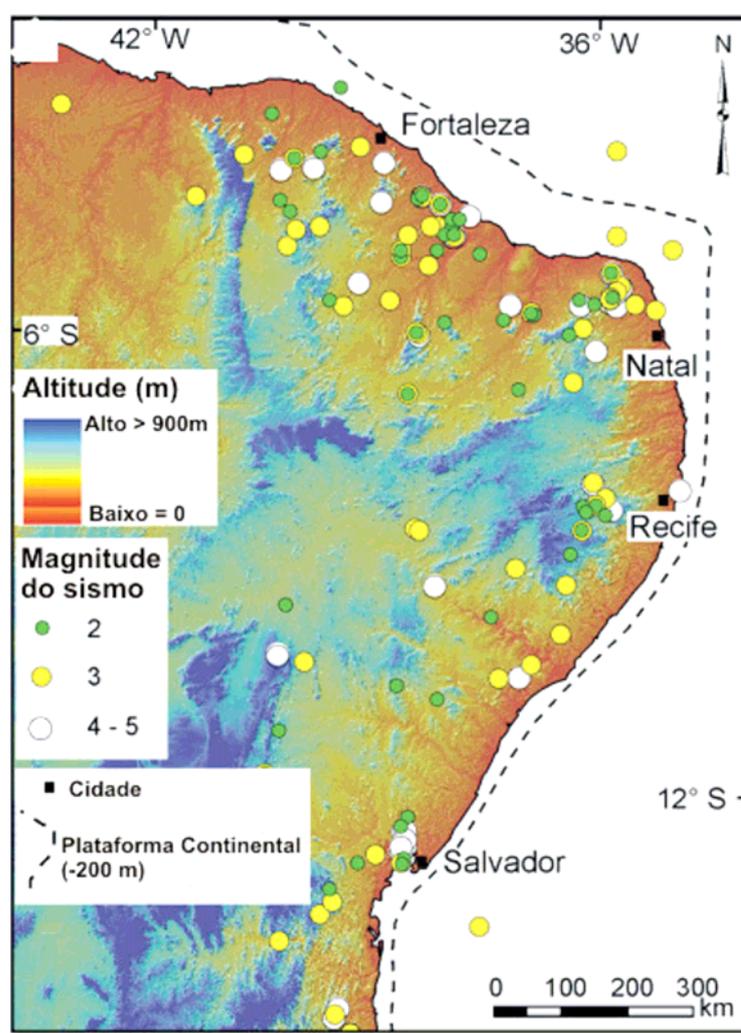


Figura 2.5: Mapa da distribuição de eventos sísmicos no Nordeste do Brasil (Fonte: Oliveira, P.H.S. – 2010).

Quadro 2.1: Principais sismos de magnitude $\geq 3,0 m_b$ ocorridos no Nordeste do Ceará

LOCALIDADE	ANO	MAGNITUDE (m_b)	FONTE
Granja	1942	3,0	RBGf
São Luis do Curú	1974	3,3	RBGf
Itapajé	1987	3,0	RBGf
Groaíras	1988	3,9 e 4,1	RBGf
Frecheirinha	1989	3,2	RBGf
Irauçuba	1991	4,8	RBGf
Groaíras	1995	3,4	RBGf
Frecheirinha	1997	3,2	RBGf
Senador Sá	1997	3,0 e 3,2	RBGf
Sobral	2008	3,1; 3,7; 3,9 e 4,2	RBGf

Apesar da proximidade com as megaestruturas referidas, a sismicidade no noroeste do Ceará não foi correlacionada diretamente ao Lineamento Sobral-Pedro II, ou à Falha Café-Ipueiras. Para se estabelecer uma correlação confiável entre atividade sísmica e as estruturas geológicas, seria necessário dispor de um conjunto mais abrangente de dados sísmológicos, geológicos e geofísicos.

Mesmo assim, a sismicidade regional está longe de poder ser tida como desprezível, devendo ser levada em consideração, em função de sua magnitude histórica, no estudo e dimensionamento de grandes obras de infraestrutura. Uma análise mais acurada deve ser realizada para o estabelecimento dos valores de aceleração da gravidade horizontal e vertical, para efeito de cálculo da estabilidade dos maciços e escavações, sob esta condição de carregamento.

2.2.2. Aspectos Geomorfológicos

Com relação a geomorfologia, a área do estudo encontra-se posicionada sobre o Planalto da Ibiapaba, apresentando uma superfície aplainada, que constitui um exemplo de forma estrutural de relevo.

O Planalto da Ibiapaba coincide com um nível de aplainamento desenvolvido nos arenitos da Formação Serra Grande com altitudes variando de 650 a 900m e rede de drenagem pouco densa. O seu bordo oriental apresenta um relevo de *cuesta* que é o atual limite da bacia sedimentar do

Piauí-Maranhão. A frente desta *cuesta* está voltada para leste, é contínua, e exibe um aspecto festonado decorrente da ação de processos erosivos de natureza regressiva. Os principais agentes responsáveis por esse festonamento são os rios obsequentes ou anaclinais.

A *cornija* é formada por nível arenítico mais resistente, preservado e posto em evidência por erosão diferencial. A superfície do reverso é coincidente com a do aplainamento pliocênico, exibindo, pois, uma inclinação para oeste ligeiramente inferior à de uma superfície coincidente com o mergulho dos leitos areníticos da Formação Serra Grande.

O relevo, de um modo geral, é aplainado, com leves ondulações de onde se destacam pequenos montes de termitas. A monotonia topográfica é quebrada pela presença de patamares interiores escalonados em vários níveis e de áreas isoladas submetidas a intensos processos de dissecação. Tais áreas caracterizam-se por um relevo acidentado e por apresentarem as melhores exposições de rochas. Nas áreas aplainadas é notória a escassez de afloramentos em face de uma espessa cobertura areno-quartzosa de cores esbranquiçada e creme amarelada.

2.2.3. Interferências com Áreas de Relevo Carstico

O conceito de carste foi estabelecido tomando por base relevo desenvolvido em rochas solúveis, especificamente rochas carbonáticas, notadamente o calcário. Assim sendo, o estudo da gênese e dinâmica das formas desenvolvidas neste contexto foi estreitamente relacionado com a solubilidade química das rochas carbonáticas, a ponto de se considerar a existência ou não de relevo cárstico apenas em calcários e dolomitos, ou em evaporitos, sob condições climáticas favoráveis.

Com o passar do tempo e a evolução dos estudos, pôde-se observar que certas formas, definidas como cársticas, ocorriam em terrenos considerados “não cársticos”, sobretudo em função da natureza das rochas. A observação de formas cársticas em relevos de rochas com baixa solubilidade foi então, durante muito tempo, denominado pseudocarste, sem qualquer estudo ou verificação dos processos que as geraram. Observações nas últimas décadas, no entanto, têm apresentado evidências de dissolução química nestas rochas, evidências estas que podem ser encontradas na região do Planalto da Ibiapaba, no território cearense.

A continuidade dos estudos mostrou que, embora a solubilidade pudesse não ser o processo predominante, estava presente e era determinante para o desenvolvimento das formas, mesmo

em rochas consideradas “insolúveis”, na realidade, de muito baixa solubilidade. Trabalhos diversos (Young, 1992 ; Stunell, 1995) apresentam exemplos de relevo cárstico em arenito, e discutem os diversos processos formadores e formas encontradas, que justificaram atribuir a aquelas áreas de estudo a atribuição de carste.

No Brasil, trabalhos relacionados a cavernas areníticas descrevem evidências de dissolução química (Martins, 1985 ; Hardt, 2003), sendo também possível correlacionar a área de ocorrência destas cavidades com um carste em arenito (Hardt 2003). Inerente ao conceito de carste, inclui-se a necessidade da atividade química como condicionante das formas [White, 1988 ; Ford & Williams, 1989 ; Klimchouk & Ford 2000], portanto, para a existência dos fenômenos cársticos, existe a necessidade do intemperismo químico atuando sobre a rocha, como processo importante no desenvolvimento do carste.

Quanto à ocorrência de relevo cárstico na região do Planalto da Ibiapaba, esta se encontra associada a rochas carbonáticas, no caso os calcários da Formação Frecheirinha (Grupo Ubajara), estando representado pelo conjunto de 11 cavernas existentes na área do Parque Nacional de Ubajara, no município de Ubajara, dentre as quais se destaca a Gruta de Ubajara (1.120m).

Ressalta-se, todavia, que não foi identificada a ocorrência de formações de relevo cárstico nos arenitos das áreas das alternativas de barramento estudadas, nem tão pouco ao longo do traçado do sistema adutor ora em análise, durante a execução dos estudos topográficos e geológico/geotécnicos.

2.2.4. Interferências com Patrimônio Paleontológico

O Estado do Ceará possui várias concentrações de fósseis distribuídas pelo seu território, tanto nas bacias sedimentares conhecidas (Parnaíba, Araripe, Potiguar, Iguatu, Icó, Lima Campos, Malhada Vermelha, etc.) como ocorrências isoladas em depósitos sedimentares de idades geológicas mais recentes (Período Quaternário).

A literatura geológica afirma que a ocorrência de fósseis só se dá nas bacias sedimentares e que os mesmos não são encontrados em áreas de rochas cristalinas, no entanto há exceções. Algumas rochas cristalinas, como os granitos e granodioritos, formam núcleos sedimentares conhecidos como tanques naturais, muito ricos em fósseis. Áreas com ocorrências de rochas

metacarbonáticas (mármore) podem desenvolver cavernas, que também são depósitos fossilíferos por excelência. De uma maneira geral, os corpos d'água atuais (rios, riachos e lagoas), que cortam tanto as áreas cristalinas como as áreas sedimentares, também podem abrigar jazigos fossilíferos. Em síntese, não se deve falar em áreas fossilíferas ou afossilíferas e sim em áreas com alto ou baixo potencial fossilífero.

As alternativas de eixos barráveis estudadas para as barragens Inhuçu e Lontras e suas respectivas bacias hidráulicas, bem como as alternativas de traçado do sistema adutor serão todos implantados sobre rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba (Formação Serra Grande), além de interceptarem coberturas sedimentares de idade quaternária, representadas pelos sedimentos aluvionares. A priori não foi constatado nas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios propostos, nem tão pouco ao longo do traçado do sistema adutor a ocorrência de sítios paleontológicos tombados ou apenas identificados preliminarmente pelo órgão competente, no caso o DNPM.

Todavia, considerando-se o conhecimento atual sobre a ocorrência de fósseis nas formações geológicas da Bacia do Parnaíba e sobre as ocorrências isoladas de megafauna, os riscos paleontológicos na região do empreendimento ficaram assim definidos: Baixo: nas áreas com coberturas aluviais (rios); Médio: nas faixas que bordejam a Serra da Ibiapaba e Alto: nas áreas de interferências das obras do empreendimento com a Bacia Sedimentar do Parnaíba.

Assim sendo, é preciso dar especial atenção aos setores com riscos médios e altos, pois os fósseis que ali podem ser encontrados são de difícil identificação por pessoas leigas, já que se trata de icnofósseis, ou seja, marcas nas rochas. Também existe a possibilidade de se encontrar fósseis inéditos, pois é uma bacia sedimentar ainda pouco estudada no lado cearense. Assim sendo, é necessário o acompanhamento permanente de um profissional ou técnico treinado durante toda a fase de escavações para as obras nesta região.

2.2.5. Solos

Analisando a distribuição dos principais tipos de solos nas áreas das bacias hidráulicas das barragens propostas observa-se a predominância de solos propícios ao uso agrícola, conforme se pode constatar pelas configurações apresentadas a seguir, as quais serão acompanhadas por uma breve descrição das características destes tipos de solos (**Figura 2.6**):

- Barragem Inhuçu: na área da bacia hidráulica desta barragem observa-se a ocorrência da associação de solos AQd7, onde predominam os Neossolos Quartzarênicos, seguidos pelos Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos e em menor escala pelos Neossolos Litólicos. Observa-se, ainda, ao longo das várzeas da região estreitas faixas de Neossolos Flúvicos;
- Barragem Lontras: na área da bacia hidráulica desta barragem predomina a mesma composição de solos identificada para a Barragem Inhuçu.

Nas áreas das bacias de contribuição dos futuros reservatórios, observa-se o predomínio dos solos Neossolos Quartzarênicos, seguido pelos Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos e em menor escala pelos Neossolos Litólicos todos integrantes das associações de solos AQd7 e AQd2.

A localização de açudes em áreas onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Nátricos) nas suas bacias de contribuição tornam relativamente elevados os riscos de salinização das águas aí represadas. Ressalta-se, todavia, que não foi identificado nas bacias de contribuição das Barragens Inhuçu e Lontras a presença destes tipos de solos, não se fazendo necessário que esta questão seja considerada na operação futura destes reservatórios com vista a manutenção da qualidade das águas aí represadas.

O traçado do sistema adutor, por sua vez, se desenvolve predominantemente sobre solos do tipo Neossolos Quartzarênicos, seguido pelos Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos e em menor escala pelos Neossolos Litólicos todos integrantes da associação de solos AQd7. Apresenta-se a seguir a descrição dos tipos de solos identificados na área do empreendimento.

Os Neossolos Quartzarênicos caracterizam-se pela baixa fertilidade natural, textura muito arenosa, grande profundidade efetiva e drenagem excessiva, ocorrendo em áreas de relevo plano a suave ondulado. O aproveitamento agrícola racional deste solo requer adubações químicas e orgânicas, inclusive com micronutrientes, irrigação e adoção de práticas de conservação dos solos, com vista a evitar o desencadeamento de processos erosivos.

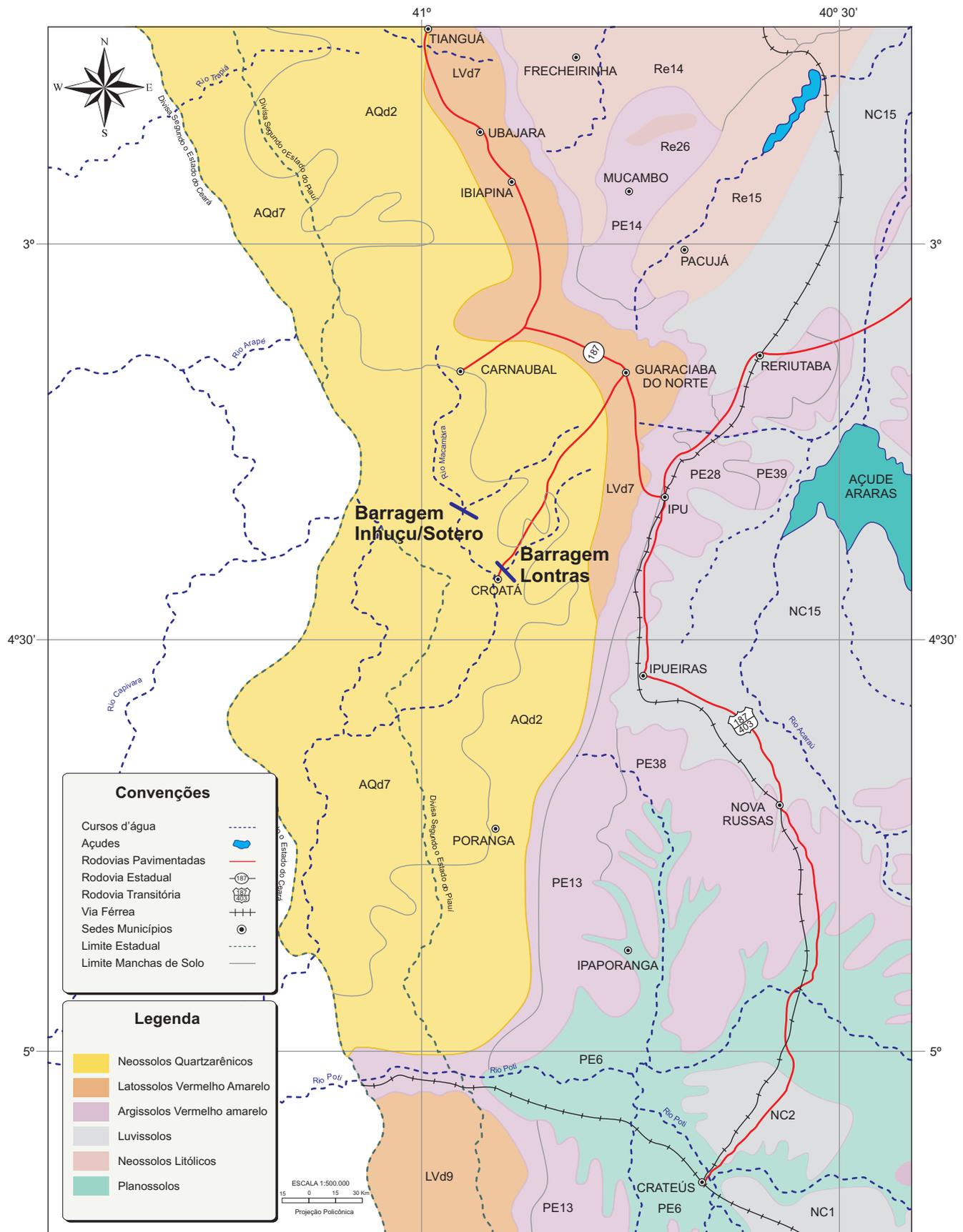


Figura 2.6 - Mapa de Solos

Os Latossolos Vermelho Amarelo Distróficos são solos profundos a muito profundos, de textura média, se desenvolvendo em relevo plano a suave ondulado. A maior limitação do uso agrícola destes solos decorre de sua baixa fertilidade natural e da acidez, por vezes excessiva, que requer além de adubação, o uso de corretivos e irrigação.

Os Neossolos Litólicos são solos rasos de textura arenosa/média, apresentando pedregosidade/rochosidade superficial, sendo bastante susceptíveis a erosão, face a reduzida espessura, não se prestando ao uso agrícola, razão pela qual geralmente apresentam sua cobertura vegetal preservada.

Os Neossolos Flúvicos ocupam as partes de cotas mais baixas da região, em relevo plano a suave ondulado apresentando maior expressão geográfica no vale dos rios Inhuçu e Macambira. São solos de fertilidade natural alta, com drenagem moderada a imperfeita, sem problemas de erosão, mas com riscos periódicos de inundação. São moderadamente profundos a muito profundos, com texturas variando desde arenosas até argilosas. Quanto às propriedades químicas, apresentam reação desde moderadamente ácida até alcalina, argila de atividade alta, baixa saturação de alumínio e alta saturação de bases.

2.2.6. Clima

Para caracterização do clima da área em estudo, optou-se pela adoção dos dados provenientes da estação hidroclimatológica de Crateús fornecidos pelas normais climatológicas do INMET para o período de 1961/1990, cujos valores são apresentados no **Quadro 2.2**. Segundo a classificação de Köppen, a região possui um clima do tipo Aw'- tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no verão e outono. De acordo com Gaussen, o clima local é 4 bTh, termoxeroquimênico médio tropical quente, com período de estiagem durando de 5 a 6 meses.

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre do ano e uma variação em anos alternados de seus totais. Geralmente, a estação chuvosa tem início no mês de janeiro e se prolonga até junho. O trimestre mais chuvoso é o de fevereiro/abril, respondendo por 68,7% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice atinge 88,52%. A pluviometria média anual é de 826,1 mm.

A temperatura média anual oscila de 23,9°C a 29,0°C. Os meses de novembro, dezembro e janeiro apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de fevereiro, março e abril. A média das máximas é de 32,5°C e a média das mínimas é de 21,0°C.

A umidade relativa média anual para uma série de dados compreendida entre 1961 e 1990, é de 60,2%. A umidade relativa apresenta seus maiores valores no trimestre mais úmido (fevereiro/abril), quando ultrapassa 75,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 45,0%, de agosto a novembro.

Os ventos apresentam direção predominante Nordeste. As maiores velocidades ocorrem no período de estiagem, quando os valores médios situam-se entre 4,1 e 4,6 m/s, enquanto que no primeiro semestre do ano as velocidades reduzem-se bastante, oscilando entre 2,2 e 3,6 m/s.

Quadro 2.2 : Parâmetros Climatológicos da Área do Projeto

Parâmetros	Unidade	Meses												Ano
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Pluviometria Média	mm	72,0	130,5	229,7	202,0	73,4	23,7	16,4	5,4	5,8	9,0	11,9	46,3	826,1
Temperatura Média	°C	27,4	24,9	24,1	24,0	25,7	23,9	24,2	25,5	27,6	26,2	29,0	27,1	25,8
Temperatura Máxima	°C	32,5	32,0	30,7	30,6	29,2	31,1	31,9	32,4	34,6	35,4	35,2	33,8	32,5
Temperatura Mínima	°C	21,9	21,1	21,3	20,0	20,9	19,8	18,8	19,1	22,0	22,0	22,0	22,7	21,0
Umidade Relativa	%	60,0	73,0	77,0	78,0	73,0	65,0	57,0	50,0	45,0	45,0	47,0	52,0	60,2
Insolação	horas	181,0	194,7	161,1	159,7	203,1	213,1	245,7	275,3	261,9	263,2	239,1	215,3	2.613,2
Nebulosidade	décimos	6,0	6,0	7,0	6,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	5,0	4,5
Evaporação Piché	mm	213,3	148,5	115,2	96,4	125,5	168,2	268,3	321,6	342,0	398,3	380,3	326,8	2.904,4

Fonte: INMET, Normais Climatológicas 1961-1990. Brasília, INMET, 1992.

2.2.7. Recursos Hídricos Superficiais

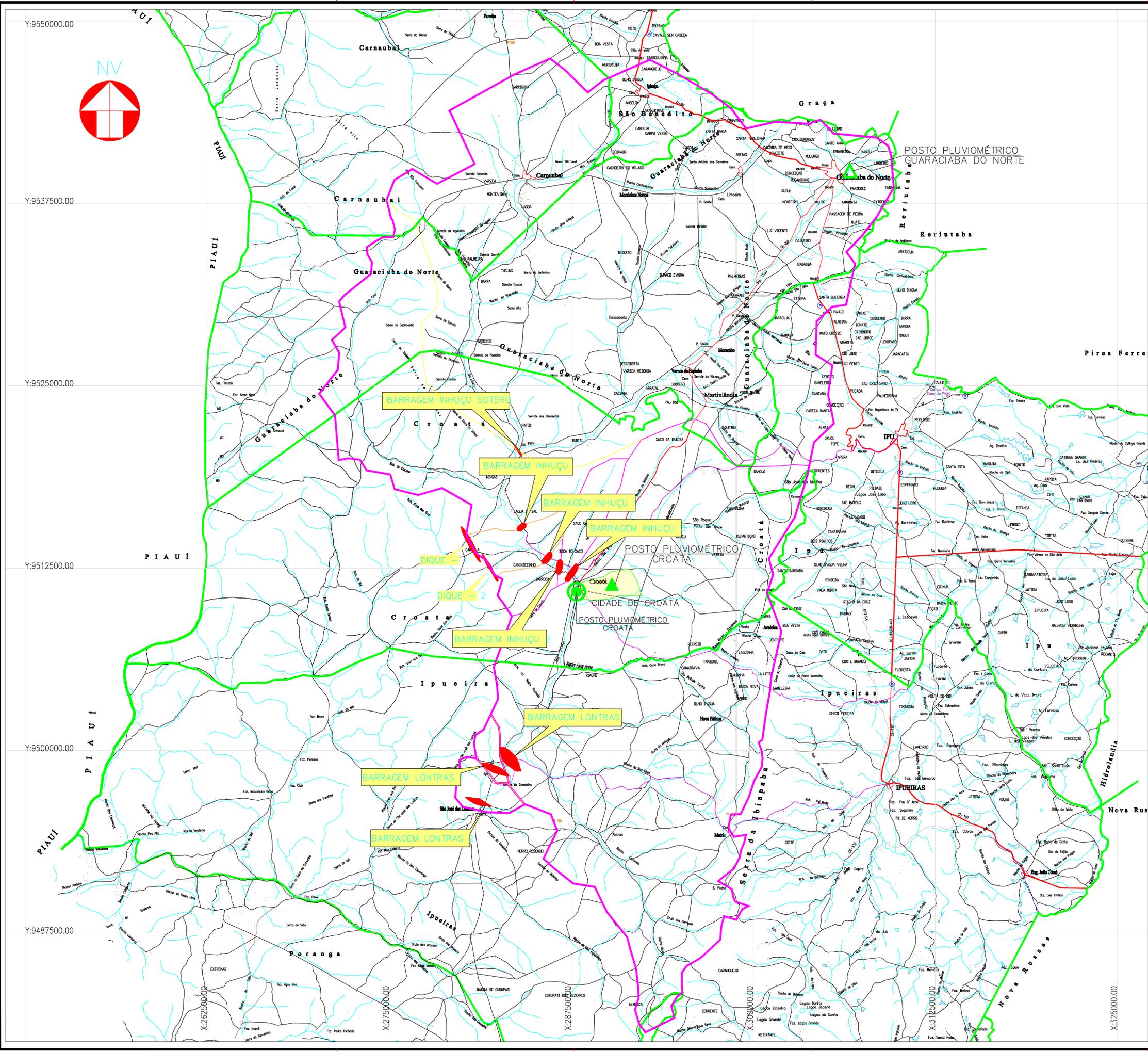
2.2.7.1. Hidrografia

A área do estudo engloba parte do território da bacia do rio Parnaíba, que apresenta apenas 5,0% da sua área posicionada no Estado do Ceará, estando representada na área do projeto pela sub-bacia do rio Poti, que tem como um dos seus afluentes o rio Inhuçu/Macambira. As Barragens Inhuçu e Lontras estão ambas posicionadas ao longo do rio Inhuçu/Macambira. O traçado do sistema adutor, também, encontra-se integralmente incluso no território desta bacia hidrográfica (**Figura 2.7**). Apresenta-se a seguir uma breve descrição da bacia hidrográfica englobada pela área do estudo.

Bacia do Parnaíba – Sub-bacia do Poti/Macambira

A Bacia do Parnaíba com 330.000 km², abrange praticamente todo o Estado do Piauí e parte do Maranhão, apresentando apenas 5% de sua área contida no Estado do Ceará. A parcela cearense do Parnaíba, por sua vez, é constituída por duas bacias distintas:

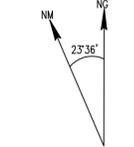
- A Bacia do Longá/Pirangi, formada por oito sub-bacias independentes que se prolongam para o Estado do Piauí, e drenam a região do Planalto da Ibiapaba, que é uma das áreas mais úmidas do Ceará. Não há interferência da área do estudo com os territórios destas bacias;
- A Bacia do Poti, formada pelo rio Poti propriamente dito e o do seu afluente Inhuçu/Macambira, cujo confluência só se dá no Piauí, logo após a fronteira entre os estados. A primeira bacia drena uma das regiões mais áridas do Estado do Ceará, na microrregião Sertões de Crateús e a segunda uma região de transição. Na área de influência do projeto ora em análise constata-se apenas a presença do rio Inhuçu/Macambira e alguns dos seus afluentes.



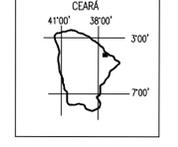
SINAIS CONVENCIONAIS

- Área Urbana
- Revestimento sólido
- Revestimento solto
- Caminho. Trilha
- Limite Municipal
- Igreja. Escola. Casa. Cemitério
- Ponto Cotado
- Curso d'água Intermitente
- Lagoa Intermitente
- Açudes
- Curva de Nível
- Bacia Hidrográfica
- ESTUDO DE BARRAGENS
- POSTO PLUVIOMÉTRICO DE CROATÁ
- POSTO PLUVIOMÉTRICO DE CROATÁ
- POSTO PLUVIOMÉTRICO DE CROATÁ

Declinação Magnética



Localização no Estado



DATUM: SAD- 69

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM: "EQUADOR E MERIDIANO 39°W.GR."
ACRESCIDAS AS CONSTANTES: 10.000 KM E 500 KM, RESPECTIVAMENTE.

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA DO CENTRO DA FOLHA EM 2000: 23°36'W.
CRESCER 5' ANUALMENTE.

Ministério da Integração Nacional - MI Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - PROÁGUA NACIONAL
Projeto de Gestão Integrada dos Recursos Hídricos PROGERIRH II
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

ELABORAÇÃO DO ESTUDO DE VIABILIDADE E DO PROJETO EXECUTIVO DO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA IBIAPABA/CE PARA CONSTRUÇÃO DAS BARRAGENS LONTRAS E INHUÇU, DO CANAL/TÚNEL E DA PENSTOCK/PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA - PCH

FIGURA 2.7: BACIAS HIDROGRÁFICAS ESTUDADAS

CONSORCIO:		ESCALA: 1/60.000
		DESENHISTA: AC
		DATA: DEZ./2011
		ARQUIVO: Planta Hidrológica dos 7 Eixos
		RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

O rio Poti nasce na Serra dos Cariris Novos, em cotas próximas de 800m, na divisa dos Estados do Piauí e Ceará, tendo uma extensão de 192,5 km em território cearense. No Ceará o rio corre no sentido sul-norte até que à altura do km 62, e logo após a cidade de Crateús, ele se inclina na direção sudoeste-noroeste, para, em seguida, assumir rigorosamente o sentido leste-oeste. Drena terrenos de natureza cristalina até o povoado de Ibiapina, passando a partir daí a esculpir nos terrenos da Formação Serra Grande, vinculados ao Planalto da Ibiapaba, o seu portal de entrada na Bacia Sedimentar do Parnaíba, e a seguir cruza a fronteira entre os estados do Ceará e Piauí. Deságua no rio Parnaíba junto a malha urbana da cidade de Teresina, no Estado do Piauí.

A Bacia do Poti drena uma área de 52.202km², com 72,32% do seu território estando posicionado no Estado do Piauí (37.750 km²), 23,91% no Estado do Ceará (12.480km²) e 3,78% na área de litígio entre os dois estados (1.971km²).

A disposição espacial da rede de drenagem é bastante heterogênea: a faixa drenada pelo lado direito é menor e mais estreita do que aquela do lado esquerdo. Destacam-se como principais afluentes do Poti no território cearense os riachos de Dentro e dos Cavalos pela margem esquerda e os rios Jatobá e Inhuçu/Macambira e os riachos do Meio e dos Matos pela margem direita.

Quanto ao nível de açudagem, este não se apresenta muito significativo na Bacia do Poti, aparecendo como reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico da região os açudes Jaburu II (116,0hm³), o Flor do Campo (111,30hm³), o Barra Velha (99,50hm³) e o Carnaubal (87,69hm³), além de outros cinco açudes de pequeno e médio porte e do Açude Fronteiras (490,0hm³), com implantação prevista em Crateús, perfazendo um volume acumulado total de 955,18 hm³ (**Quadro 2.3**).

O rio Inhuçu/Macambira é afluente de 1^a ordem do rio Poti, desaguando no rio principal já no Estado do Piauí. Drena no território cearense uma área de 3.328 km² situada integralmente no Planalto da Ibiapaba, o que lhe confere a rara condição, no Estado, de curso perene. Desenvolve-se no sentido norte-sul por cerca de 135,0 km², apresentando índices de compacidade de 1,39 e fator de forma de 0,18. Sua sub-bacia apresenta relevo movimentado, com as fortes declividades locais do rio apresentando-se bastante variáveis. Em média, para o talvegue como um todo declividade é de 0,5%. Apresenta como principais afluentes pela margem esquerda os riachos

Carnaúba, Pequizeiro e Piauí, enquanto que pela margem direita merece destaque o riacho do Mel. Não conta com açudes de porte no seu território.

Deve-se, ainda, atentar para o fato do rio Poti ser um rio federal, já que ocupa parte dos territórios de dois estados da federação, Piauí e Ceará, e que estes dois estados prevêm no planejamento de suas obras de açudagem a construção de obras hídricas nesta bacia. Assim sendo, a gestão dos recursos hídricos da Bacia do Poti deverá ser efetuada em comum acordo entre os dois estados, contando com a intervenção da ANA – Agência Nacional de Águas, já que se trata de um rio federal.

Quadro 2.3: Principais Açudes da Bacia do Parnaíba/ Poti no Estado do Ceará

Açude	Município	Proprietário	Capacidade de Acumulação (m³)
Açude Barra Velha	Independência	Estado	99,50
Açude Carnaubal	Cratéus	Estado	87,69
Açude Colina	Quiterianópolis	Estado	3,25
Açude Cupim	Independência	Estado	4,55
Açude Flor do Campo	Novo Oriente	Estado	111,30
Açude Jaburu II	Independência	Estado	116,00
Açude Realejo	Cratéus	DNOCS	31,55
Açude Rio Jaburu	Ubajara	Particular	1,34
Açude Sucesso	Tamboril	Estado	10,00
Açude Fronteiras	Crateús	-	490,00
Total			955,18

Fonte: SRH, Atlas de Recursos Hídricos do Ceará.

Segundo informações fornecidas pela ANA, a Bacia do Poti já conta com marco regulatório para a gestão integrada dos seus recursos hídricos estabelecido pela Resolução Conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI N° 547/2006, que dispõe sobre a estratégia de gestão de recursos hídricos nas bacias dos rios Poti e Longá, estabelecendo procedimentos e condições para as outorgas preventiva e de direito de uso, considerando a regularização das intervenções e usos atuais, bem como as regras para as intervenções e usos futuros.

2.2.7.2. Riscos de Poluição das Águas Represadas e Aduzidas

A presença de núcleos urbanos de médio porte nas bacias de contribuição de reservatórios, posicionados a uma distância relativamente pequena de suas bacias hidráulicas pode vir a contribuir para a poluição das águas aí represadas pelo aporte de efluentes sanitários e industriais. Tal situação ocorre quando as cargas poluidoras aportantes não estão sendo autodepuradas, requerendo assim a rápida implantação de sistemas de esgotamento sanitário nos referidos núcleos urbanos.

A Barragem Lontras está enquadrada na situação acima relatada já que conta com a cidade de Croatá localizada imediatamente a montante de sua bacia hidráulica. O referido núcleo urbano conta com sistema de esgotamento sanitário operado pela CAGECE, cuja taxa de cobertura atinge apenas 36,49% da sua população, fazendo-se necessário a adoção de medidas visando a ampliação e monitoramento da eficiência do sistema de coleta e tratamento de esgotos existente.

Em contrapartida, a Barragem Inhuçu não conta com núcleos urbanos posicionados na sua retaguarda que possam contribuir para o comprometimento da qualidade das águas aí represadas pelo aporte de efluentes sanitários e industriais.

Quanto aos riscos de poluição das águas represadas pelo aporte de resíduos de agrotóxicos, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação nas bacias de contribuição das barragens Inhuçu e Lontras. Além disso, as atividades agrícolas desenvolvidas nestas áreas pela iniciativa privada estão centradas predominantemente na agricultura de sequeiro, podendo atualmente estes riscos serem considerados praticamente nulos.

Com relação aos riscos de poluição da água aduzida estes são considerados nulos, tendo em vista que não foi prevista a adução da vazão captada através de leitos de drenagem, nem tão pouco o uso de reservatórios naturais como caixa de passagem.

2.2.8. Recursos Hídricos Subterrâneos

Os recursos hídricos subterrâneos da área do estudo estão representados basicamente pelos aquíferos sedimentares (Serra Grande e Aluvial), os quais ocorrem tanto nas áreas das bacias hidraúlicas dos dois reservatórios propostos como ao longo do traçado da faixa de domínio do sistema adutor, todos posicionados sobre o Planalto da Ibiapaba.

No aquífero Serra Grande a alimentação se dá através das águas oriundas das chuvas. Como exutórios tem-se as fontes, a rede de drenagem e a evapotranspiração. As águas são de boa qualidade, entretanto apresentam vulnerabilidade a poluição variando de média a fraca, a depender da profundidade do nível estático. O aquífero Serra Grande é do tipo livre e apresenta bom potencial hidrogeológico.

As Aluviões apresentam permeabilidade elevada a média, tendo sua alimentação assegurada pelas precipitações e pelas infiltrações laterais provenientes dos cursos d'água nos períodos de enchentes. Funcionam como exutórios a evapotranspiração e os rios para os quais as águas do aquífero são drenadas no período de estiagem. O potencial hidrogeológico explorável deste aquífero é considerado elevado a médio.

Quanto a qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade a poluição, apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco quase sempre inferior a 500 mg/l. Apresentam boa permeabilidade e boa capacidade de armazenamento (porosidade), além de nível estático pouco profundo, o que reflete riscos médios a elevados de vulnerabilidade a poluição.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

2.3.1. Flora

Predomina nas áreas das bacias hidráulicas das barragens Inhuçu e Lontras o Carrasco, vegetação xerófila com predomínio de formas subarbóreas e arbóreas de pequeno porte (3 a 4m), que ocorre em solos arenosos no reverso seco do planalto da Ibiapaba. O traçado do sistema adutor para irrigação, também, apresenta seu traçado se desenvolvendo integralmente por áreas com cobertura vegetal composta pelo Carrasco. Apresenta-se relativamente descaracterizada na área do estudo, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura itinerante, pecuária extensiva e retirada da lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagens.

Nos níveis mais elevados do Planalto da Ibiapaba, nas cercanias da escarpa, ocorre à cobertura vegetal da Floresta Sub-perenifolia Tropical Pluvio-nebular (Matas Úmidas), que não é afetada por nenhuma das obras previstas para os barramentos, nem tão pouco pelo traçado do sistema adutor para irrigação.

Nas áreas de encostas, observa-se a ocorrência da Floresta Subcaducifolia Pluvial (Matas Secas). Trata-se de uma cobertura vegetal de porte arbóreo, com a maioria das espécies apresentando queda de folhas no período de estiagem. Nenhuma das obras preconizadas para os barramentos, nem tampouco o traçado do sistema adutor para irrigação resultará em interferências no domínio desta tipologia vegetal.

Nas várzeas dos eixos principais de drenagem interceptados pelo sistema adutor e daqueles que serão submersos pela formação dos reservatórios estudados verifica-se a substituição da vegetação nativa por cultivos agrícolas.. Os resquícios de floresta ribeirinha constatados não compõem áreas significativas, embora representantes florísticos pontuais sirvam de indicadores do potencial botânico outrora existente.

2.3.2. Fauna

Muito embora a cobertura vegetal do vale esteja relativamente degradada pela ação antrópica, a composição florística das encostas de entorno dos reservatórios, com predominância de espécies de porte arbóreo/arbustivo denso, beneficia, de modo relevante, a fauna, que se apresenta relativamente diversificada na área.

Entre os mamíferos silvestres, as espécies consideradas abundantes na área são o sagüi, o guaxinim e o tatu-peba. Aparecem como muito abundantes a raposa e o preá. Dentre as espécies ameaçadas de extinção constatou-se a ocorrência de gato vermelho, gato maracajá e gato macambira.

Os mamíferos maiores tendem a desaparecer da área pela ação simultânea do desmatamento e da caça. O desmatamento afeta mais às espécies residentes do que as migradouras, embora todas sofram caça intensiva.

A fauna de répteis encontra-se representada na área por cobras e quelônios, estes últimos estão se tornando raros, devido à caça e ao desmatamento, principalmente os cágados. As cobras venenosas mais comuns na área são a cascavel, a jararaca, a coral e a salamandra, as quais são alvos de um combate sistemático. Tal combate aliado ao desenvolvimento das atividades agrícolas, faz com que estas venham se tornando raras. Há várias espécies de cobras não peçonhentas, as quais apresentam-se abundantes, encontrando-se disseminadas no entorno dos

açudes e de outros mananciais d'água. Os calangos, camaleões, tejos, e tejubinas são bastante comuns, muito embora sofram a perseguição dos rurícolas.

A avifauna apresenta-se bastante rica, sendo as aves canoras o alvo predileto dos caçadores. Segundo informações prestadas pela população, encontra-se em processo de extinção a juriti, a cordoniz e a asa branca. O papagaio já se encontra extinto na área. Durante a época chuvosa é comum a presença de aves de arribação, cujos pousos preferidos são as várzeas dos riachos e açudes.

Entre os insetos, especial destaque deve ser dado às abelhas indígenas, tendo-se constatado a ocorrência das seguintes espécies: enxu, capuxu, italiana, arapuá e sanharó. Estão também presentes na área o vetor de chagas e insetos nocivos a agricultura, como, por exemplo, o bicudo, praga que ataca o algodão.

A ictiofauna é pouco diversificada, sendo as espécies nativas mais abundantes a curimatá comum, o piau comum, a traíra e a piaba. Como espécie aclimatizada pode-se citar o tambaqui. A pesca é praticada com maior frequência durante o inverno, sendo o anzol, o galão e a tarrafa as formas de captura mais usadas. Dentre os moluscos registra-se a presença do gênero *Ampullaria* (Aroá), o qual ao contrário do que se divulga não é o vetor da esquistossomose. Quanto aos anfíbios, constata-se a presença de jia, cururus, caçotes e pererecas nos locais próximos a mananciais d'água.

2.3.3. Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente

O desenvolvimento de ações preservacionistas na região onde serão implantadas as obras do sistema hídrico ora em análise encontra-se representado pela presença de apenas uma unidade de conservação, a Área de Proteção Ambiental - APA da Serra da Ibiapaba. Criada pelo poder público, a referida unidade de conservação compreende parte do Complexo da Serra Grande, abrangendo uma área de 1.592.550ha, com seu perímetro envolvendo 20 municípios do Piauí e 6 do Ceará, dentre os quais estão inclusos Viçosa do Ceará, Chaval, Granja, Tianguá, Moraújo e Uruoca. É representativa dos ecossistemas da Bioregião do Complexo da Ibiapaba, estando sua gestão a cargo do ICMBio - Instituto Chico Mendes de Proteção da Biodiversidade.

Ressalta-se que, nenhuma das obras previstas para as barragens Inhuçu e Lontras terão interferência direta sobre a área desta unidade de conservação, nem tão pouco resultarão em

geração de pressões antrópicas sobre esta. Situação semelhante é vivenciada pelo traçado do sistema adutor para irrigação. Ressalta-se, ainda, que, não foi identificada a presença de habitat's naturais críticos na região, que possam sofrer interferências das obras dos barramentos ou do sistema adutor preconizado.

Quanto às áreas de preservação permanente identificadas na área de abrangência do estudo, estas se encontram representadas preponderantemente pela vegetação das faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água, das nascentes, das bordas de chapadas e das encostas com declividades superiores a 45° na sua linha de maior declive. As bacias hidráulicas das barragens Inhuçu e Lontras resultarão na submersão das matas ciliares dos cursos d'água barrados e de alguns dos seus tributários (braços). Em contrapartida, em atendimento a legislação ambiental vigente será estabelecida uma faixa de proteção no entorno das áreas dos reservatórios formados, com largura de 100m, a qual é destinada a preservação, devendo ser alvo de reflorestamento dos trechos com cobertura vegetal degradada.

No caso específico do sistema adutor para irrigação especial atenção deverá ser dispensada as encostas de tabuleiros que serão interceptadas pelo traçado da adutora de recalque. A cobertura vegetal nestas encostas encontra-se relativamente preservada.

2.3.4. Ocorrências de Espécies da Flora e da Fauna Endêmicas ou Ameaçadas de Extinção

Não existe para o Estado do Ceará estudos específicos sobre as espécies florísticas e faunísticas endêmicas de determinadas regiões do seu território. Assim sendo optamos por apresentar listagens das principais espécies vegetais e faunísticas nativas que estão ameaçadas de extinção, visto que o problema de extinção das espécies pela via das intervenções antrópicas dissociadas da eubiose dos sistemas naturais assume, nos dias atuais, extrema relevância no processo de destruição da biodiversidade.

Analisando comparativamente a listagem de espécies vegetais catalogadas pelos herbários Prisco Viana da UFC e Andrade Lima da URCA e pelo inventário florístico da região da Serra da Ibiapaba, desenvolvido no âmbito do Plano de Gestão da APA da Serra da Ibiapaba, com a Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção publicada na Instrução Normativa MMA, de 19 de setembro de 2008, constata-se que nenhuma das 10 espécies florísticas ameaçadas de extinção no território cearense ocorrem na região onde serão implantados os

barramentos propostos, nem tão pouco na área interceptada pelo traçado do circuito hidráulico canal/túnel e penstock/PCH (**Quadro 2.4**).

Quadro 2.4: Principais Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Ceará

Família/Nome Científico	Nome Vulgar	Ecossistema
Anacardiaceae		
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Braúna	Cerrado /Caatinga
Bromeliaceae		
<i>Guzmania monostachia</i> Rusby ex Mez		Mata Atlântica
<i>Vriesea cearensis</i> L.B.Sm.		Mata Atlântica
Erythroxylaceae		
<i>Erythroxylum bezerrae</i> Plowman	Pirunga, maçarenga	Caatinga
<i>Erythroxylum tianguanum</i> Plowman		Caatinga
Lamiaceae		
<i>Hyptis simulans</i> Epling		Caatinga
Orchidaceae		
<i>Cattleya labiata</i> Lindl.	Catléia, parasita-roxa	Mata Atlântica
Rutaceae		
<i>Pilocarpus jaborandi</i> Holmes	Jaborandi, jaborandi-de-pernambuco, arruda-do-mato, jaborandi branco	Mata Atlântica
<i>Pilocarpus trachylophus</i> Holmes	Jaborandi-do-ceará, arruda do mato	Cerrado
Theophrastaceae		
<i>Jacquinia brasiliensis</i> Mez	Barbasco, pimenteira, tingui	Mata Atlântica

Fonte: MMA, Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção, 2008.

Com relação às espécies faunísticas, consulta efetuada na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, publicada, em meados de 2003, pelo Ministério do Meio Ambiente, revela a existência de 29 espécies ameaçadas de extinção no território cearense. Constata-se que nenhuma das espécies faunísticas encontradas na região do Planalto da Ibiapaba integra a referida lista (**Quadro 2.5**). Além disso, não foi encontrada na bibliografia consultada nenhuma informação sobre a ocorrência de endemismos na área do Planalto da Ibiapaba. Com relação a Região Nordeste, o mocó foi a única espécie endêmica identificada.

Quadro 2.5: Principais Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Ceará

Classe/Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Categoria de Vulnerabilidade
AMPHIBIA			
Anura			
Leptodactylidae	<i>Adelophryne baturitensis</i> (Hoogmoed, Borges & Cascon, 1994)	Rãzinha	Vulnerável
	<i>Adelophryne maranguapensis</i> (Hoogmoed, Borges & Cascon, 1994)	Rãzinha	Em perigo
AVIS			
Charadriiformes			
Laridae	<i>Thalasseus maximus</i> (Boddaert, 1783)	Trinta-réis real	Vulnerável
Coraciiformes			
Picidae	<i>Picumnus limae</i> (Snethlage, 1924)	Pica-pau anão da caatinga	Em perigo
Galliformes			
Phasianidae	<i>Odontophorus capueira plumbeicollis</i> (Cory, 1915)	Uru do nordeste	Em perigo
Passeriformes			
Conopophagidae	<i>Conopophaga lineata cearae</i> (Cory, 1916)	Cuspidor do nordeste	Vulnerável
Cotingidae	<i>Procnias averano averano</i> (Hermann, 1783)	Araponga de barbela	Vulnerável

Classe/Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Categoria de Vulnerabilidade
Dendrocolaptidae	<i>Xiphocolaptes falcirostris</i> (Spix, 1824)	Arapaçu do nordeste	Vulnerável
	<i>Xiphorhynchus fuscus atlanticus</i> (Cory, 1916)	Arapaçu de garganta amarela do nordeste	Vulnerável
Emberizidae	<i>Caryothraustes canadensis frontalis</i> (Hellmayr, 1905)	Furriel do nordeste	Vulnerável
	<i>Tangara cyanocephala cearensis</i> (Cory, 1916)	Soldadinho	Em perigo
Fringillidae	<i>Carduelis yarrellii</i> (Audubon, 1839)	Pintassilgo baiano	Vulnerável
Furnariidae	<i>Sclerurus scansor cearensis</i> (Snethlage, 1924)	Vira-folhas cearense	Vulnerável
Pipridae	<i>Antilophia bokermanni</i> (Coelho & Silva, 1998)	Soldadinho do araripe, lavadeira da mata	Criticamente em perigo
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus caerulescens cearensis</i> (Cory, 1919)	Choca da mata de Baturité	Em perigo
Tyrannidae	<i>Hemitriccus mirandae</i> (Snethlage, 1925)	Maria do nordeste	Em perigo
Psittaciformes			
Psittacidae	<i>Pyrrhura anaca</i> (Gmelin, 1788)	Cara-suja	Criticamente em perigo
INSECTA			
Coleoptera			
Dynastidae	<i>Megasoma gyas rumbucheri</i> (Fischer, 1968)	Besouro de chifre	Vulnerável
MAMMALIA			

Classe/Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Categoria de Vulnerabilidade
Carnivora			
Felidae	<i>Leopardus pardalis mitis</i> (Cuvier, 1820)	Jaguatirica	Vulnerável
	<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)	Gato-do-mato	Vulnerável
	<i>Puma concolor greeni</i> (Nelson & Goldman, 1931)	Onça vermelha, puma, suçuarana, onça parda,	Vulnerável
Cetacea			
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Cachalote	Vulnerável
Pontoporidae	<i>Pontoporia blainvillei</i> (Gervais & d'Orbigny, 1844)	Toninha, cachimbo, boto amarelo, franciscana	Em perigo
Chiroptera			
Phyllostomidae	<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	Morcego	Vulnerável
Sirenia			
Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i> (Linnaeus, 1758)	Peixe-boi marinho	Criticamente em perigo
REPTILIA			
Testudines			
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i> (Linnaeus, 1758)	Cabeçuda, tartaruga meio-pente	Vulnerável
	<i>Chelonia mydas</i> (Linnaeus, 1758)	Tartaruga-verde, aruanã	Vulnerável
	<i>Lepidochelys olivacea</i> (Eschscholtz, 1829)	Tartaruga oliva	Vulnerável
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i> (Linnaeus, 1766)	Tartaruga de couro	Criticamente em perigo

Fonte: MMA, Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção, 2003.

Por fim, o inventário faunístico do território da APA da Serra da Ibiapaba elaborado no âmbito do seu plano de gestão revela a existência de outras 19 espécies da fauna ameaçadas de extinção na região, para as quais são discriminados no **Quadro 2.6** os nomes científico e vulgar.

Quadro 2.6: Espécies da Fauna Raras e Ameaçadas de Extinção no Território da APA da Serra da Ibiapaba

Classe	Nome Científico	Nome Vulgar
MAMMALIA	<i>Felis concolor</i>	Suçuarana
	<i>Felis tigrina</i>	Gato do mato
	<i>Alouatta belzebul</i>	Guariba
	<i>Cebus apella</i>	Macaco prego
	<i>Ozotocerus bezeoarticus</i>	Veado campeiro
	<i>Mazama sp.</i>	Veado mateiro
	<i>Bradypus tridactylus</i>	Preguiça
	<i>Bolomys lasiurus</i>	Rato-do-mato
AVIS	<i>Mivalgo chimachima</i>	Gavião carrapateiro
	<i>Nyctibius leucopterus</i>	Mãe-da-lua
	<i>Podilymbus podiceps</i>	Mergulhão
	<i>Sporophila lineola</i>	Papa-capim
	<i>Mimus saturninus</i>	Sabiá
	<i>Trigrisoma lineatum</i>	Socó-boi
	<i>Columba picaruzo</i>	Asa branca
	<i>Icterus Jamacaii</i>	Currupião
	<i>Penélope sp.</i>	Jacu
	<i>Aratinga solstitialis</i>	Jandaia
REPTILIA	<i>Lachesis mula</i>	Cobra Surucucu

Fonte: MMA/IBAMA/IEPS-UECE, Plano de Gestão e Diagnóstico Geo-Ambiental e Socioeconômico da APA da Serra da Ibiapaba. Fortaleza, IEPS-UECE, 1998.

2.4. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO

2.4.1. Área de Influência Indireta

2.4.1.1. Aspectos Demográficos

De acordo com os dados do IBGE, em 2010, os municípios integrantes da área do estudo abrigavam uma população total de 92.706 habitantes, o correspondente a 1,09% da população estadual. Desse total, 75.637 habitantes, ou seja, 81,59% se referem à população residente nos municípios de Ipueiras e Guaraciaba do Norte, que abrigam os dois centros polarizadores da economia da região.

A densidade demográfica atingiu nesse ano o patamar de 45,19hab/km² para a região como um todo, apresentando maior concentração nos municípios de Ipueiras (70,33 hab/km²). Nos demais municípios a densidade demográfica apresenta-se abaixo da média regional, variando de 33,45 a 44,60hab/km² (**Quadro 2.7**).

Quadro 2.7: Evolução da População e Distribuição Geográfica – 2010

Municípios	População Residente 2010 (hab)			Taxa de Urbanização (%)	Densidade Demográfica (hab/km ²)	Taxa Geométrica de Crescimento Anual – 2000/2010 (%)		
	Total	Situação do Domicílio				Total	Urbana	Rural
		Urbano	Rural					
Croatá	17.069	9.038	8.031	52,95	44,60	0,61	2,16	-0,87
Guaraciaba do Norte	37.862	18.358	19.504	48,49	33,45	-0,09	1,53	-1,39
Ipueiras	37.775	17.403	20.372	46,07	70,33	0,76	1,63	0,08
Total	92.706	44.799	47.907	48,32	45,19	0,37	1,69	-0,71
Estado do Ceará	8.452.381	6.346.557	2.105.824	75,09	58,00	1,30	1,79	-0,05

Fonte: IBGE, Censos Demográfico 2000 e 2010.

A taxa de urbanização para o conjunto dos municípios atinge 48,32%, sendo observadas taxas superiores à média apenas no município de Croatá (52,95%). Nos demais municípios a taxa de urbanização oscila entre 46,07% em Ipueiras a 48,49% em Guaraciaba do Norte. Constata-se, ainda, que a sede do município de Croatá apresenta contingente populacional inferior a 10.000 habitantes e que nas outras sedes municipais este oscila entre 17.000 e 18.500

habitantes. A cidade de Guaraciaba do Norte é a mais populosa, contando com 18.358 habitantes, enquanto que Ipueiras, segunda cidade mais populosa da área do estudo, conta com 17.403 habitantes.

Quanto ao crescimento populacional, a análise dos dados pertinentes ao período intercensitário de 2000/2010, revela sinais de estagnação da população total do conjunto dos municípios, com taxa de 0,37% a.a. Dois municípios apresentaram pequenos acréscimos de seus contingentes populacionais, com taxas oscilando entre 0,61 e 0,76% ao ano e o outro apresentou sua população estagnada com taxa de -0,09% a.a.

As populações urbanas apresentaram taxas positivas de crescimento em todos os municípios, com os maiores valores sendo constatados nos municípios de Croatá (2,16% a.a.) e Ipueiras (1,63% a.a.). Verificou-se que, nos municípios de Ipueiras e Guaraciaba do Norte o crescimento da população urbana apresenta-se inferior a média da região (1,69% a.a.).

Quanto às taxas de crescimento da população rural, verificou-se que o conjunto dos municípios integrantes da área de influência indireta apresenta sinais de decréscimo da população rural com taxa média de -0,71% ao ano. Foi constatado sinais de estagnação na população rural de Ipueiras com taxa de 0,08% ao ano. Os municípios de Croatá e Guaraciaba do Norte, por sua vez, apresentaram decréscimos em suas populações rurais, com taxas oscilando entre -0,87 e -1,39% ao ano.

2.4.1.2. Qualidade de Vida da População

a) Nível de Instrução

Pode-se aferir o nível ou padrão de vida de uma população através de vários indicadores, mas principalmente, pela porcentagem de analfabetos, pelo nível de renda, pelas condições médico-sanitárias e pelo Índice de Desenvolvimento Humano, entre outros.

Analisando o nível de instrução da população da região constata-se que na última década houve uma sensível redução nas taxas de analfabetismo em todas as faixas etárias. Em 2000, a taxa de analfabetismo entre a população jovem apresentava, para a faixa etária de 10 a 14 anos, valores abaixo ou muito próximo da média estadual (11,1%) nos municípios de Guaraciaba do Norte e Ipueiras, cujas taxas de analfabetismo oscilavam entre 9,9% e 11,4%. Apenas o município de Croatá apresentou taxa superior a média estadual para esta faixa etária, tendo atingido 18,2%.

Quando se analisa a faixa de 15 a 17 anos, observa-se que apenas os municípios de Guaraciaba do Norte e Ipueiras apresentam taxas de analfabetismo inferiores a média estadual. Já em Croatá esta taxa atinge valor superior ao obtido para o estado, com taxa de 9,0% (**Quadro 2.8**).

Apenas o município de Ipueiras apresentou, em 2000, taxa de analfabetismo ligeiramente inferior a 20 pontos percentuais para faixa etária de 18 a 24 anos, enquanto que nos outros dois municípios esta taxa atingiu 20,6%. A situação vivenciada pela população adulta (maiores de 25 anos), no entanto, coloca a região numa situação relativamente crítica em termos de educação, com as taxas de analfabetismo sendo superiores a 45,0% em todos os municípios. Mesmo em Ipueiras e Guaraciaba do Norte, municípios que apresentam melhores infraestruturas dos setores educacionais, estas taxas apresentam-se significativas atingindo 46,1% e 48,0%, respectivamente, estando posicionadas acima da média estadual.

Quadro 2.8: Analfabetismo da População Maior de 10 anos – 1991 e 2000

Discriminação		Taxa de Analfabetismo (%)			
		10 a 14 anos	15 a 17 anos	18 a 24 anos	≥ 25 anos
Croatá	1991	43,2	31,3	39,4	63,2
	2000	18,2	9,0	20,6	55,8
Guaraciaba do Norte	1991	48,8	35,5	40,2	64,6
	2000	9,9	7,0	19,6	46,1
Ipueiras	1991	49,3	37,5	36,2	59,6
	2000	11,4	6,1	20,6	48,0
Ceará	1991	32,3	23,9	23,7	41,9
	2000	11,1	7,2	11,8	31,4

Fonte: PNUD, Atlas de desenvolvimento Humano do Brasil, 2002.

A análise perpetrada permite verificar que as taxas de analfabetismo apresentam uma correlação direta com a idade da população, atingindo percentuais maiores à medida que se aumenta a idade da população, constituindo exceção apenas a faixa etária de 15 a 17 anos, que apresenta um decréscimo em relação a faixa etária anterior, seguindo a mesma tendência da média estadual.

Com relação à taxa de escolaridade, observa-se uma melhora substancial neste índice ao longo da última década em todas as faixas etárias, quando se considera o percentual da população com menos de 4 anos de estudo. Em 2000, a situação mais crítica foi observada nas faixas etárias de 10 a 14 anos e maiores de 25 anos, com todos os municípios da área do estudo apresentando

mais de 60,0% da população destas duas faixas etárias contando com menos de 4 anos de estudo. Quando se considera a população com menos de 8 anos de estudo, verifica-se um maior agravamento desta situação, com os percentuais apresentados pelas diversas faixas etárias oscilando entre 77,0 e 91,5% em Guaraciaba do Norte, município que apresentou os melhores índices, e entre 81,5 e 93,7% em Croatá, município que apresentou os piores índices (**Quadro 2.9**). Em Guaraciaba do Norte a média de anos de estudo da população maior de 25 anos atingiu, em 2000, 2,3 anos, enquanto que em Croatá este número cai para 1,8 anos.

Quadro 2.9: Escolaridade da População Maior de 10 anos – 1991 e 2000

Discriminação		Taxa de Escolaridade (%)							
		10 a 14 anos		15 a 17 anos		18 a 24 anos		25 anos e +	
		1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Croatá	Menos de 4 anos de estudo	94,7	73,2	82,7	44,0	73,0	54,8	89,9	78,3
	Menos de 8 anos de estudo	-	-	98,8	88,3	97,1	81,5	98,0	93,7
Guaraciaba do Norte	Menos de 4 anos de estudo	91,3	64,1	72,7	27,4	66,7	42,0	82,4	72,1
	Menos de 8 anos de estudo	-	-	97,5	88,3	90,0	77,0	95,2	91,5
Ipueiras	Menos de 4 anos de estudo	91,4	61,5	75,4	29,5	68,4	44,3	86,2	75,6
	Menos de 8 anos de estudo	-	-	96,6	87,5	93,7	80,0	96,3	93,3
Ceará	Menos de 4 anos de estudo	80,7	53,9	51,8	25,3	41,5	26,5	61,6	50,4
	Menos de 8 anos de estudo	-	-	89,7	74,8	73,5	58,5	80,7	73,9

Fonte: PNUD, Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil, 2002.

Segundo os dados preliminares do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, 68,78% da população maior de 15 anos da área do estudo como um todo é alfabetizada. A melhor situação é verificada no município de Guaraciaba do Norte, onde 71,57% da população desta faixa etária é alfabetizada caindo este valor para 67,96% em Ipueiras e para 64,67% em Croatá.

b) Distribuição da Renda

Analisando o valor da renda *per capita* média segundo os municípios, observa-se que houve incremento destes valores no decorrer do período 1991/2000 em todos os municípios da região. Croatá e Ipueiras foram os municípios que apresentaram incrementos mais significativos na renda

per capita atingindo 59,49% e 40,25%, respectivamente. Já o menor incremento foi verificado no município de Guaraciaba do Norte (38,54%), conforme pode ser visualizado no **Quadro 2.10**.

Quanto aos valores da renda *per capita* média, verifica-se que embora tenham ocorrido aumentos significativos no período considerado (1991/2000), esta se apresenta inferior ao salário mínimo vigente na época (R\$ 151,00) em todos os municípios. O município de Croatá da Praia foi o que apresentou menor nível de renda por habitante na região (R\$ 54,70), enquanto que Guaraciaba do Norte apresentou a renda *per capita* mais alta com R\$ 78,40.

Quadro 2.10: Indicadores de Renda - 1991 e 2000

Discriminação	Renda per Capita Média (R\$ 1,00)		Proporção de Pobres (%)		Concentração de Renda (Índice de Gini)	
	1991	2000	1991	2000	1991	2000
Croatá	34,30	54,70	91,8	83,1	0,46	0,62
Guaraciaba do Norte	56,6	78,40	81,9	72,8	0,56	0,57
Ipueiras	47,90	67,20	87,5	75,8	0,51	0,59
Estado do Ceará	113,90	156,20	68,2	57,0	0,65	0,68

Fonte: PNUD, Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil, 2002.

O grau de concentração da renda fornecido pelo Índice de Gini para os municípios da área do estudo atingiu, em 2000, valores entre 0,570 e 0,620, denotando uma forte concentração da renda. Observa-se que no decorrer do período 1991/2000 houve um aumento do nível de concentração da renda em todos os municípios, aumentando as desigualdades sociais.

A pobreza, medida pela proporção de pessoas com renda domiciliar *per capita* inferior a 1/2 salário mínimo (R\$ 75,50 em agosto de 2000), apresentou redução em todos os municípios da área do estudo no período 1991/2000. Com efeito, em 1991 a proporção de pobres nos municípios estudados oscilava entre 81,9 e 91,8%, caindo estes valores para 72,8 a 83,1%, em 2000. As maiores reduções foram observadas nos municípios de Ipueiras (13,36%) e Guaraciaba do Norte (11,11%). Em Croatá o decréscimo na proporção de pobres no período considerado, atingiu apenas 9,5%.

No tocante à distribuição de renda, os dados preliminares do Censo Demográfico de 2010 do IBGE para o conjunto dos municípios estudados revelam que 90,86% dos chefes de domicílios recebem uma renda mensal inferior a dois salários mínimos, o que comprova o baixo padrão de vida da população residente na área do estudo. Computando os chefes de domicílios que não

contavam com rendimento a situação torna crítica com este percentual elevando-se para 97,84%. Obviamente, os chefes de domicílios que compõem o estrato inferior de renda apresentam-se mais representativos na zona rural, o que torna mais agravante a situação, tendo em vista a elevada concentração das terras, a falta de oportunidades de emprego e a precariedade dos serviços básicos (**Quadro 2.11**).

De acordo com os dados do IBGE, os municípios que apresentaram maior percentual de chefes de domicílios com renda inferior a dois salários mínimos mensais foram Guaraciaba do Norte (92,44%) e Ipueiras com 91,97% do total. No município de Croatá o percentual de baixos salários atinge 85,0% dos chefes de família. Considerando a inclusão da população que não contava com rendimentos, o problema de concentração de renda torna-se ainda mais crítico, já que o percentual da população de baixa renda eleva-se em todos os municípios passando a oscilar entre 97,25% em Guaraciaba do Norte a 98,84% da população total e Croatá. Em Ipueiras a inclusão dos sem rendimentos eleva este percentual para 97,96%.

Quadro 2.11: População Maior de 10 anos por Rendimento Nominal Mensal 2010

Municípios	Rendimento Nominal Mensal (%)			
	Até 2 S.M	2 – 5 S.M.	> 5 S.M.	Sem Rendimento
Croatá	4.110	44	12	667
Guaraciaba do Norte	9.435	220	61	491
Ipueiras	10.065	190	33	658
Total	23.610	454	106	1.816

Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2010 (dados preliminares).

c) Condições Médico-Sanitárias

As condições médico-sanitárias da população dos municípios integrantes da área do estudo foram analisadas com base nos valores da taxa de mortalidade infantil e das relações leitos hospitalares/habitantes e médicos/habitantes (**Quadro 2.12**).

Quadro 2.12: Indicadores Médico-Sanitários

Discriminação	Taxa de Mortalidade Infantil (°/oo)		Relação Leitos/ Habitantes 2010	Relação Médicos/ Habitantes 2010
	2000	2009		
Croatá	81,6	26,5	1:488	1:2.134
Guaraciaba do Norte	45,4	12,8	1: 804	1:1.889
Ipueiras	49,4	16,6	1:664	1:2.704
Total			1:666	1:2.207

Fonte: DATASUS, 2010. PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2002.

As taxas de mortalidade infantil são elevadas na área do estudo, oscilando entre 12,8 e 26,5 por mil nascidos vivos, no ano 2009, embora tenham apresentado melhoras substanciais na última década. Dentre os fatores que concorreram para a queda dos índices de mortalidade infantil citam-se: a orientação dos agentes comunitários de saúde; o incentivo ao aleitamento materno; o manejo adequado das diarreias e infecções respiratórias; o aumento da cobertura vacinal para doenças imuno-preveníveis.

Todavia a situação, ainda, apresenta-se preocupante com todos os municípios da região apresentando taxas de mortalidade infantil superiores a 10,0%. A menor taxa de mortalidade infantil da região foi verificada no município de Guaraciaba do Norte (12,8%). O município de Croatá foi o que apresentou situação mais crítica, tendo atingido valor da taxa de mortalidade infantil igual a 26,5%. Em Ipueiras o valor da taxa de mortalidade infantil atingiu 16,6%.

A relação número de leitos hospitalares por habitantes para a área do estudo, em 2009, apresentava-se ligeiramente deficitária, sendo igual a um leito para cada 666 habitantes, ultrapassando mais de três vezes o valor recomendado pela OMS – Organização Mundial de Saúde (1:200). O município de Croatá é o que apresenta a melhor relação leito/habitante da área do estudo (1:488), embora esta seja mais que o dobro do valor recomendado pela OMS. As situações mais críticas são observadas nos municípios de Ipueiras e Guaraciaba do Norte, onde as relações leitos por habitante atingem 1:664 e 1:804, respectivamente.

Quanto à relação médicos/habitantes, esta atingia para o município de Guaraciaba do Norte, em 2009, um valor de 1:1.889, quase o dobro do padrão da OMS (1:1.000). Nos demais municípios as relações médicos/habitantes apresentam-se, ainda, mais deficitárias, atingindo 1:2.134 em Croatá e 1:2.704 em Ipueiras.

d) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Constitui outro importante parâmetro para análise da qualidade de vida e do progresso humano de populações, o Índice de Desenvolvimento Humano, que leva em conta para o seu cálculo, além do PIB “per capita”, variáveis como expectativa de vida, longevidade e nível educacional. No **Quadro 2.13** estão apresentados os valores do IDH-M dos municípios da área do estudo.

Quadro 2.13: Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal, 1991 e 2000

Discriminação	IDH-M		IDH-M Renda		IDH-M Longevidade		IDH – M Educação		Ranking Ceará
	1991	2000	1991	2000	1991	2000	1991	2000	
Croatá	0,440	0,557	0,363	0,441	0,527	0,558	0,430	0,673	182 ^a
Guaraciaba do Norte	0,501	0,629	0,447	0,501	0,574	0,693	0,481	0,694	96 ^a
Ipueiras	0,467	0,617	0,419	0,475	0,546	0,675	0,437	0,700	120 ^a
Ceará	0,593	0,700	0,563	0,616	0,613	0,713	0,604	0,772	20 ^a

Fonte: PNUD, Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil, 2002.

Observou-se ao longo do período 1991/2000 um crescimento desse índice em todos os municípios, inclusive para o Estado do Ceará, que passou de um índice de 0,593, em 1991, para 0,700 em 2000. Constatou-se que, os municípios da área de estudo apresentaram, em 2000, valores do IDH-M considerados médios (0,50 – 0,80). O município com menor índice foi Croatá, que apresentou valor do IDH-M igual a 0,557, enquanto que o maior valor foi obtido por Guaraciaba do Norte, cujo IDH-M atingiu 0,629. Em termos de colocação no ranking estadual, Guaraciaba do Norte foi o município que apresentou melhor posição, ocupando a 96^a colocação. Ipueiras e Croatá, por sua vez, apresentaram região situações mais ruins, ocupando a 120^a e 182^a colocações no ranking estadual, respectivamente.

Comparando os valores do IDH-M de 1991 e 2000, verifica-se que os indicadores de renda, longevidade e educação que integram a sua composição apresentaram valores crescentes ao longo desta última década em todos os municípios. As maiores variações positivas foram verificadas nos indicadores de educação e de longevidade, enquanto que o indicador de renda apresentou um avanço menor.

Dentre as variáveis que contribuíram para a elevação do IDH-M, registrou-se a elevação da renda, a diminuição da taxa de analfabetismo e da mortalidade infantil, além de maior acesso aos serviços básicos. Os sub-índices regionais de longevidade (destaque para Guaraciaba do Norte) e

educação (destaque para Ipueiras) foram os principais responsáveis pelo bom resultado obtido no período. Quanto ao sub-índice de renda destaque-se a evolução do município de Guaraciaba do Norte, que atingiu um IDH-M Renda de 0,501.

2.4.1.3. Terras Indígenas e Quilombolas

De acordo com informações fornecidas pela FUNAI – Fundação Nacional do Índio, os municípios de Croatá, Ipueiras e Guaraciaba do Norte não contam com remanescentes indígenas em seu território.

Quanto à presença de comunidades quilombolas, segundo a Fundação Palmares do Ministério da Cultura, dos municípios integrantes da área do estudo apenas Guaraciaba do Norte não conta com quilombos certificados por este órgão em seu território. Em Croatá foi identificada a comunidade 3 Irmãos certificada em meados de 2008, enquanto que em Ipueiras existem as comunidades do Sítio Trombetas e de Coité, ambas certificadas em meados de 2010. Ressalta-se que, nenhuma destas comunidades quilombolas será afetada pela implantação das barragens Inhuçu e Lontras. Também não haverá interferência do traçado do sistema adutor com terras destas comunidades quilombolas.

2.4.1.4. Infraestrutura Física e Social

a) Setor Transporte

A área do estudo não é servida por rodovia federal, merecendo destaque na região a rodovia transitória CE-187/BR-403, que permite a interligação das cidades de Ipu e Ipueiras a BR-226 em Crateús. Quanto à malha viária estadual, merecem destaque na região as rodovias:

- CE-187, parte do seu traçado integra a rodovia transitória CE-187/BR-403, anteriormente citada, sendo aqui tratado apenas o trecho em que esta se encontra exclusivamente sob a jurisdição do Estado do Ceará. Trata-se de uma rodovia pavimentada, que cruza o território do Planalto da Ibiapaba no sentido sul/norte, interligando as cidades de Ipu e Guaraciaba do Norte a BR-222, em Tianguá, e a Viçosa do Ceará. Apresenta bom estado de conservação;
- CE-327, rodovia pavimentada que interliga Croatá a CE-187, em Guaraciaba do Norte. Apresenta bom estado de conservação;;

- CE-366, rodovia pavimentada que interliga a cidade de Guaraciaba do Norte a rodovia transitória CE-183/BR-403, via Reriutaba. Apresenta bom estado de conservação;
- CE-189, rodovia implantada que interliga Ipueiras a Ararendá. Apresenta boas condições de tráfego;
- CE-192, rodovia em leito natural que interliga Croatá a Carnaubal e Poranga. Permite, ainda, o acesso a localidade de Barra do Sotero. Apresenta boas condições de tráfego.

A região conta, ainda, com diversas estradas vicinais, que em geral apresentam estado de conservação precário, dificultando o tráfego, principalmente, no período chuvoso.

A região é servida com rede de transporte ferroviário de carga interligando Ipueiras a Fortaleza e aos portos do Pecém e Mucuripe, bem como as regiões do Sertão Central e do Cariri cearense e ao Estado do Piauí. Com relação ao acesso aéreo a área do empreendimento, este é permitido através dos aeródromos de Cratêus, Sobral, Ipu e São Benedito.

b) Setor Educacional

O setor educacional dos municípios que compõem a área de influência indireta dispõe, basicamente, de três níveis regulares de ensino: pré-escolar, fundamental e médio, além do ensino superior constatado no município de Parnaíba.

Na área estudada, segundo dados do IBGE (2009), 138 estabelecimentos de ensino ministravam o pré-escolar a um total de 3.414 alunos. Dos municípios integrantes da área de influência indireta, Croatá era o que contava com menor número de estabelecimentos escolares neste nível de ensino, com apenas 25 escolas. O número médio de alunos por escola não se apresenta significativo, compreendendo para a área como um todo uma média de 25 alunos para cada escola. A maioria das escolas, ou seja, 97,1% do total, estava sob a dependência administrativa das prefeituras municipais. O corpo docente era composto por um total de 189 professores, na maioria sem formação adequada (**Quadro 2.14**).

O ensino fundamental era responsável pelos maiores quantitativos do setor educacional, contando com 141 estabelecimentos ministrando o ensino da 1ª à 8ª série a crianças e adolescentes da faixa etária de 7 a 14 anos de idade. Em Ipueiras estava concentrado o maior número desses estabelecimentos (48,23% do total). A administração desses estabelecimentos estava,

principalmente, sob a responsabilidade das prefeituras municipais (96,45%). No período letivo de 2009 foram matriculados 21.063 alunos, perfazendo uma média de 149 alunos por escola. Desse total, 41,61% referiam-se a matrículas realizadas em Ipueiras. O corpo docente lotado nesse nível de ensino totalizou 947 professores.

Em termos de ensino médio, a área estudada apresentou, no ano de 2009, um número de 7 estabelecimentos de ensino, geralmente vinculados a dependência administrativa da rede estadual de ensino (57,14% do total), estando o restante vinculado a rede particular, que se apresenta concentrada nos municípios de Guaraciaba do Norte e Ipueiras. Foram matriculados no ensino médio 5.115 alunos (731 alunos/escola). O corpo docente do ensino médio era formado por 189 professores. Os equipamentos escolares do ensino médio encontram-se situados nas cidades, estando quatro estabelecimentos de ensino médio sob a administração estadual e os outros três a cargo de escolas particulares.

c) Setor Saúde

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios pertencentes à área de estudo contava, em 2009, com 4 unidades hospitalares para atendimento da população, perfazendo ao todo 139 leitos (**Quadro 2.15**). O município de Ipueiras concentra 50,0% das unidades hospitalares, enquanto que Croata e Guaraciaba do Norte dispõem de apenas um hospital geral cada.

Quadro 2.14: Estabelecimentos de Ensino, Corpo Docente e Matrícula Inicial – 2009

Município	Estabelecimento de Ensino				Corpo Docente				Matrícula Inicial			
	Total	Estadual	Municipal	Particular	Total	Estadual	Municipal	Particular	Total	Estadual	Municipal	Particular
Educação Infantil	138	-	134	04	189	-	179	10	3.414	-	3.247	167
Croatá	25	-	25	-	34	-	34	-	637	-	637	-
Guaraciaba do Norte	49	-	47	02	93	-	87	06	1.466	-	1.339	127
Ipueiras	64	-	62	02	62	-	58	04	1.311	-	1.271	40
Ensino Fundamental	141	01	136	04	947	01	878	68	21.063	41	20.180	842
Croatá	22	-	22	-	128	-	128	-	3.387	-	3.387	-
Guaraciaba do Norte	51	01	48	02	425	01	378	46	8.912	41	8.288	583
Ipueiras	68	-	66	02	394	-	372	22	8.764	-	8.505	259
Ensino Médio	07	04	-	03	189	162	-	27	5.115	4.974	-	141
Croatá	01	01	-	-	34	34	-	-	1.241	1.241	-	-
Guaraciaba do Norte	04	02	-	02	85	65	-	20	2.122	2.012	-	110
Ipueiras	02	01	-	01	70	63	-	07	1.752	1.721	-	31

Fonte: IBGE, Censo Educacional , 2009.

Quadro 2.15: Estabelecimentos de Saúde 2009

Tipo de Estabelecimento	Croatá	Guaraciaba do Norte	Ipueiras	Total
Hospital Geral	01	01	02	04
Centro de Atenção Psicossocial	-	01	-	01
Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde	05	06	05	16
Clinica Especializada / Ambulatório Especializado	-	01	01	02
Policlínica	-	01	-	01
Posto de Saúde	02	07	04	13
Unid. Serv. Apoio a Diagnose e Terapia	-	01	-	01
Unidade de Vigilância em Saúde	01	01	01	03
Total	09	19	13	41

Fonte: www.ipece.ce.gov.br.

Além do sistema hospitalar, a área do estudo contava, em 2010, com um total de 37 unidades de saúde conveniadas ao SUS, sendo o maior número referente a Centros de Saúde (16 unidades) e postos de saúde (13 unidades). O município de Guaraciaba do Norte abriga o maior número de unidades de saúde, respondendo por 46,342% do total.

Os profissionais de nível superior somavam um total de 500 profissionais, dos quais 8,4% eram médicos, 10,0% enfermeiros e 5,2% dentistas. O município de Guaraciaba do Norte é o que conta com equipe de profissionais de saúde de nível superior melhor estruturada, dispondo de 61 profissionais. Nos demais municípios o quadro de profissionais de saúde de nível superior oscila entre 29 e 48 profissionais (**Quadro 2.16**).

Quadro 2.16: Equipe Médica 2009

Discriminação	Croatá	Guaraciaba do Norte	Ipueiras	Total
Médicos	08	20	14	42
Odontólogo	07	09	10	26
Enfermeiro	11	22	17	50
Outros	03	10	07	20
Agentes Comunitários de Saúde	36	69	90	195
Aux. Técnicos e Atendentes	34	82	51	167
Total	99	212	189	500

Fonte: www.ipece.ce.gov.br.

Quanto aos técnicos de nível médio, estes perfaziam 167 profissionais, sendo compostos por técnicos e auxiliares de enfermagem e atendentes. Já os agentes comunitários de saúde são compostos por 195 profissionais, que atuam na área da medicina preventiva, estando 46,15% destes vinculados ao município de Ipueiras (90 profissionais). Os municípios de Guaraciaba do Norte e Croatá contavam com equipes de agentes comunitários de saúde atuando em seus territórios compostas por 36 e 69 agentes, respectivamente.

Quanto à ocorrência de casos de doenças notificáveis, de zoonoses e de doenças de veiculação e/ou origem hídrica no território da área do estudo, foi efetuado um levantamento junto ao Sistema Nacional de Vigilância em Saúde e a Diretoria de Vigilância em Saúde da Secretaria de Saúde Pública – SESAP para o período de 2008/2009. Foram registrados na região a ocorrência de doenças notificáveis, com destaque para tuberculose, AIDS, hanseníase e meningite. Dentre as zoonoses foram constatados casos de leptospirose, leishmaniose tegumentar americana e leishmaniose visceral (**Quadro 2.17**).

Quadro 2.17: Casos de Doenças Transmissíveis de Notificação Compulsória Confirmados 2008/2009

Doenças	Número de Casos			Total
	Croatá	Guaraciaba do Norte	Ipueiras	
Aids	01	04	04	09
Dengue	01	06	84	91
Doença de Chagas	-	-	-	-
Esquistossomose	-	-	-	-
Hanseníase	01	04	03	08
Hepatite Viral	18	21	01	41
Meningite	02	05	01	08
Leishmaniose Tegumentar	17	72	03	92
Leishmaniose Visceral	05	01	12	18
Leptospirose	-	-	02	02
Tuberculose	09	15	02	26

Fonte: Datasus.

Verifica-se, também, a ocorrência na região de doenças de veiculação e/ou origem hídrica, seja pela transmissão através de vetores como é o caso da dengue, seja através da ingestão de água contaminada (hepatites e diarreias). Tais doenças dependem, essencialmente, dos hábitos sanitários da população e da precariedade ou não do setor de saneamento básico da região.

Dentre as doenças de notificação compulsória, a tuberculose teve registrado 26 novos casos no período considerado, estando a maioria destes concentrados nos municípios de Guaraciaba do Norte e Ipueiras Correia (57,69%). Para a meningite foram registrados oito casos na região, tendo 62,5% destes ocorrido no município de Guaraciaba do Norte. A hanseníase teve oito casos registrados na região, estando 50,0% destes concentrados no município de Guaraciaba do Norte. Nos demais municípios o número de casos de hanseníase oscila entre 1 e 3 casos. A AIDS, por sua vez, teve registrado 9 casos, a maioria concentrada nos municípios de Guaraciaba do Norte e Ipueiras Correia (44,44,% do total de casos cada).

Quanto às doenças de origem ou veiculação hídrica, as doenças diarreicas agudas se constituem numa importante causa de morbi-mortalidade no Estado do Ceará, tendo como grupo de maior risco as crianças, particularmente aquelas residentes em áreas com condições de saneamento básico precárias. Em 2008, as doenças diarreicas, com ampla incidência na região, contribuíram

para o registro de taxas de mortalidade infantil (crianças menores de 2 anos) por diarreia no município de Ipueiras (13,6 por mil nascidos vivos). A falta de estrutura de saneamento básico é apontada como a principal causa de incidência desta doença, que tem sua ocorrência intensificada nos períodos chuvosos.

Também foram registrados 41 casos de hepatite viral na área do estudo, estando 51,22% destes concentrados no município de Guaraciaba do Norte. Nos demais municípios o número de casos de hepatite viral oscila entre 1 e 18 casos. A ocorrência desta doença, em geral, encontra-se vinculada à deficiência de saneamento básico adequado. Com relação à dengue foram confirmados 91 casos na área do estudo no período 2008/2009, sendo observada uma maior concentração no município de Ipueiras (84 casos).

Não houve registros de casos de esquistossomose, sendo os municípios da área do estudo considerados pela FUNASA – Fundação Nacional de Saúde como indenes. Quanto às zoonoses, no período 2008/2009, a leishmaniose tegumentar americana teve 92 casos confirmados na região, 78,26% destes concentrados no município de Guaraciaba do Norte. Com relação à leishmaniose visceral (calazar) foram notificados 18 casos distribuídos pelos municípios de Ipueiras (12 casos), Croatá (5 casos) e Guaraciaba do Norte (1 caso). A leptospirose teve dois casos registrados em Guaraciaba do Norte no período considerado.

d) Setor de Comunicação

A área de influência indireta dispõe de agências postais e telegráficas e caixas de coleta da ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos distribuídas pelas sedes municipais. Contam, ainda, com 19 agências comunitárias, das quais 52,63% estão concentradas em Ipueiras e o restante distribuídas pelos municípios de Croata (5 agências) e Guaraciaba do Norte (4 agências).

O sistema de telefonia fixa da área em estudo é operado pela Telemar Norte Leste S.A., com os municípios de Ipueiras e Guaraciaba do Norte concentrando mais de 80,0% dos terminais convencionais em serviço na região. As operadoras de telefonia celular atuantes em Ipueiras e Guaraciaba do Norte são a TIM e a Claro Digital, que operam com tecnologia TDMA e GSM. No município de Croatá opera apenas a Claro.

Quanto aos serviços de radiodifusão, em 2009, Guaraciaba do Norte contava com três rádios, sendo uma AM, a Rádio Somzoom Guaraciaba 1190 AM, que opera na frequência de ondas

médias, uma rádio FM comercial aguardando licenciamento e uma rádio comunitária em operação. O município de Ipueiras conta com uma emissora de rádio que opera em frequência média, a Rádio Macambira 1020 AM Litoral e outra em frequência modulada (FM comercial) e uma rádio comunitária com licença provisória. Já Croatá conta apenas com uma FM comercial outorgada e uma rádio comunitária em operação.

Com relação aos jornais em circulação na região, merecem destaque os jornais O Povo, Diário do Norte e Tribuna do Ceará, todos oriundos de Fortaleza. A região conta, ainda, com provedores de Internet, os quais têm escritórios em Guaraciaba do Norte e Ipueiras. Além de possibilitar o acesso a Internet, os provedores prestam serviços nas áreas de venda de equipamentos de informática, instalação e assistência técnica.

e) Setor Elétrico

O fornecimento de energia elétrica aos municípios integrantes da área do estudo efetuado pela COELCE – Companhia Energética do Ceará atendia, em 2009, 31.625 consumidores, dos quais 42,11% estavam concentrados no município de Ipueiras e 39,48% em Guaraciaba do Norte. O consumo de energia totalizava 37.408 Mwh para a área como um todo, apresentando a classe residencial o maior nível de consumo, respondendo por 39,62% do consumo total. Em seguida aparecem com menores representatividades a eletrificação rural e o setor público, com participações de 32,98% e 16,70%, respectivamente. O número de consumidores vinculados ao setor industrial apresentava-se pouco significativo (**Quadro 2.18**).

No município de Guaraciaba do Norte observa-se um quadro avultado para as atividades rurais em comparação com os outros municípios, marcado por notória distorção, com o consumo de energia elétrica do setor rural destes municípios respondendo por 55,91% do consumo total deste setor na região. Tal distorção encontra-se associada ao fato deste município ter parcela significativa de sua economia centrada na atividade hidroagrícola.

Quadro 2.18: Número de Consumidores e Consumo de Energia Elétrica, por Classes de Consumo 2009

Municípios	Total		Classes de Consumo											
			Residencial		Industrial		Comercial		Rural		Setor Público		Outros	
	Nº Cons.	Consumo (Mwh)	Nº Cons.	Consumo (Mwh)	Nº Cons.	Consumo (Mwh)	Nº Cons.	Consumo (Mwh)	Nº Cons.	Consumo (Mwh)	Nº Cons.	Consumo (Mwh)	Nº Cons.	Consumo (Mwh)
Croatá	5.822	6.512	3.760	2.582	2	17	223	355	1.736	2.373	95	1.019	6	167
Guaraciaba do Norte	12.485	16.082	7.579	5.767	9	168	731	1.453	3.979	6.899	182	1.768	5	28
Ipueiras	13.318	14.814	9.028	6.473	7	60	728	1.214	3.185	3.067	315	3.461	55	539
Total	31.625	37.408	20.367	14.822	18	245	1.682	3.022	8.900	12.339	592	6.248	66	734

Fonte: IPECE, Anuário Estatístico Ceará 2010.

O consumo do setor industrial apresenta-se mais representativo no município de Guaraciaba do Norte, que responde por 68,57% do consumo total deste setor. O consumo dos segmentos residencial, por sua vez, apresenta-se mais representativo no município de Ipueiras, que responde por 43,67% do consumo do setor residencial da região. Já o consumo do setor comercial apresenta-se mais representativo em Guaraciaba do Norte, que responde por 48,08% do consumo deste setor na região.

f) Saneamento Básico

Sistema de Abastecimento de Água

Os sistemas de abastecimento d'água dos municípios da área do estudo são operados pela CAGECE – Companhia de Águas e Esgotos do Ceará, contando, em 2009, com 5.626 economias ativas. Constitui exceção o município de Ipueiras, cujo sistema de abastecimento de água é operado pela Prefeitura Municipal. Quanto às fontes hídricas, o sistema de abastecimento de água do município de Guaraciaba do Norte tem como fontes hídricas poços profundos, poços rasos e uma adutora de água tratada. Em Croatá o sistema de abastecimento de água tem como fonte hídrica poços profundos e em Ipueiras captação superficial e poços profundos (**Quadro 2.19**).

Quadro 2.19: Característica do Sistema de Abastecimento d'Água 2009

Municípios	Ligações Reais	Ligações Ativas	Fonte Hídrica	Tipo de Tratamento	Índice de Hidrometração (%)	Nível de Cobertura (%)
Croatá	1.742	1.560	Poço profundo	Convencional	100,0	82,52
Guaraciaba do Norte	4.620	4.066	Poço raso + poço profundo + adutora de água tratada	Convencional	100,0	75,47
Ipueiras	(...)	(...)	Superficial + poço profundo	Convencional	(...)	83,90
Total	6.362	5.626				

Os índices de atendimento da demanda são satisfatórios, já que em 66,6% dos municípios da área do estudo as redes de distribuição existentes atendiam a mais de 80,0% dos domicílios urbanos. O nível mais crítico foi constatado no município de Guaraciaba do Norte (75,47%). Já as melhores situações foram verificadas nos municípios de Croatá e Ipueiras, cujos índices de cobertura atingiam os percentuais de 82,52% e 83,9%, respectivamente. Há ocorrência de racionamentos

esporádicos no fornecimento d'água a população em Croata e Guaraciaba do Norte, enquanto que em Ipueiras não há racionamentos.

Quanto ao tratamento, a água fornecida a população de todos os municípios é submetida a tratamento convencional e em seguida é efetuada a desinfecção com aplicação de cloro e cal, e eventualmente fluoretação. Quanto a micromedição, os sistemas de abastecimento d'água de Croata e Guaraciaba do Norte apresentam índices de hidromedidação de 100,0%. Não se dispõe de informações sobre o índice de hidromedidação de Ipueiras.

Sistema de Esgotamento Sanitário

A grande deficiência no setor de saneamento básico do conjunto dos municípios integrantes da área do estudo, a exemplo do que ocorre no Estado do Ceará como um todo, se registra ao nível de atendimento público do sistema de esgotamento sanitário. Atualmente apenas a sede municipal de Croatá conta com sistema de esgotamento sanitário em operação, o qual conta com 363 ligações reais, das quais 90,63% encontram-se ativas (329 ligações). O referido sistema de esgotamento sanitário apresenta um índice de cobertura de apenas 36,49%.

Segundo os dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, a situação mais crítica é observada no município de Guaraciaba do Norte, onde apenas 8,1% dos seus domicílios fazem uso de fossas sépticas e o restante não conta com instalações sanitárias adequadas ou estas não existem. Nos demais municípios o percentual do uso de fossas sépticas é mais elevado, com 21 a 24,0% dos domicílios fazendo uso deste tipo de instalação sanitária. O restante dos domicílios canaliza seus efluentes diretamente para os cursos d'água ou para a rede de drenagem pluvial, ou efetuam o lançamento de esgotos a céu aberto contribuindo para a poluição dos recursos hídricos.

Destinação Final de Resíduos Sólidos

No que se refere ao destino dos resíduos sólidos, a situação apresenta-se crítica nos municípios que integram a área do estudo, com as prefeituras fazendo uso de vazadouros a céu aberto (lixões) para a deposição final do lixo urbano, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos, para a degradação da paisagem e para a proliferação de vetores de doenças.

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010 do IBGE, no qual foi auferido o destino dos resíduos sólidos segundo os domicílios, a cidade de Croatá contava com 60,76% dos seus

domicílios sendo atendidos pela coleta pública. No restante dos domicílios uma parcela representativa adota as práticas da incineração ou enterramento do lixo, sendo observado, ainda, o lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados por um número relativamente considerável de domicílios. (**Quadro 2.20**).

Quadro 2.20: Destino dos Resíduos Sólidos Urbanos – 2000

Destino do Lixo	Domicílios Atendidos (%)			
	Croatá	Guaraciaba do Norte	Ipueiras	Total
Coletado	60,76	47,08	42,97	47,90
Outro Destino	39,23	52,91	57,03	52,10

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2010.

Em Guaraciaba do Norte a coleta de resíduos sólidos atingia 47,08% dos domicílios urbanos, enquanto que a adoção das práticas de incineração e queima do lixo ou o lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados atingia 52,91% destes.

A situação mais crítica era vivenciada por Ipueiras, onde a cobertura da coleta pública de resíduos sólidos atingia apenas 42,97% dos seus domicílios. A queima ou enterramento dos resíduos sólidos ou seu lançamento em locais inadequados eram praticados por 57,0% dos domicílios deste núcleo urbano.

Encontra-se atualmente em fase de elaboração o Projeto do Aterro Sanitário de São Benedito, que conta com Croata e Guaraciaba do Norte entre os municípios integrantes do consórcio formado para o gerenciamento desta infraestrutura.

2.4.1.5. Patrimônio Arqueológico

Segundo informações do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional dos municípios integrantes da área do estudo apenas Guaraciaba do Norte conta com um sítio arqueológico identificado, o sítio Alberto Aragão composto por um cemitério indígena. Ressalta-se, todavia, que segundo moradores da região foram identificados recentemente no município de Ipueiras a presença de dois sítios arqueológicos, sendo o do distrito de Nova Fátima composto por artefatos cerâmicos, enquanto que o da localidade de Bacupari encontra-se representado por pinturas rupestres.

Ressalta-se que, nenhum destes sítios está posicionado nas áreas de influência direta das obras hídricas dos barramentos e do sistema adutor. Além disso, não foram identificadas a priori evidências da existência deste tipo de patrimônio nas áreas das bacias hidráulicas dos barramentos e da faixa de domínio do sistema adutor.

Todavia a experiência indica que o risco de dilapidação do patrimônio arqueológico deve ser considerado já que este tipo de patrimônio encontra-se, em geral, associado a terraços fluviais, leitos de rios e tanques naturais. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados antes do início das obras, inclusive com a execução de prospecções arqueológicas caso se faça necessário.

2.4.2. Área de Influência Direta

2.4.2.1. Aspectos Demográficos: População Desalojada e Submersão de Núcleos Urbanos

Quanto aos aspectos demográficos, a Barragem Inhuçu não resultará na submersão de núcleos urbanos, estando a sede do distrito de Barra do Sotero situada imediatamente a jusante do eixo do barramento. Em termos de população a ser desalojada, residem na área da bacia hidráulica deste reservatório cerca de 310 famílias.

Com relação à submersão de núcleos urbanos pelo reservatório formado pela Barragem Lontras, apenas algumas habitações concentradas na parte baixa do povoado da Barra do Lino serão atingidas. Quanto a população a ser desalojada, residem na área da bacia hidráulica deste reservatório cerca de 271 famílias.

Ressalta-se que o traçado do sistema adutor para não resultará em interferências com áreas de núcleos urbanos. Quanto a população a ser desalojada, por se tratar de uma obra linear o sistema adutor não irá resultar na relocação de contingentes populacionais significativos. Além disso, há sempre a possibilidade de relocação das habitações atingidas para as áreas remanescentes das propriedades rurais.

2.4.2.2. Interferências com Infraestruturas de Uso Público

Com a formação dos reservatórios propostos diversas infra-estruturas de uso público serão submersas fazendo-se necessário suas relocações, estando estas representadas principalmente por escolas, cemitérios, rodovias e redes elétricas, entre outros.

O setor educacional da área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Lontras conta com três escolas ministrando o ensino fundamental. Destas uma localiza-se no povoado de Barra do Lino contando com 70 alunos, enquanto que as outras duas estão situadas nas localidades de Piau e Jacaré, contando com 70 e 57 alunos, respectivamente. O grupo escolar da localidade de Jacaré funciona numa residência. A Barragem Inhuçu, por sua vez, não resultará em submersão de escolas.

Não foi constatada a presença de necrópoles nas áreas das bacias hidráulicas das Barragens Inhuçu e Lontras. Ressalta-se, todavia, que o cemitério da cidade de Croatá ficará posicionado dentro da faixa de proteção do reservatório, devendo ser alvo de relocação.

O setor rodoviário das bacias hidráulicas dos dois reservatórios é constituído preferencialmente por estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais e pequenos núcleos urbanos aí existentes. Na área da bacia hidráulica da Barragem Lontras serão submersas as passagens molhadas que permitem a interligação entre as duas estradas vicinais que margeiam o rio Inhuçu, permitindo o acesso as localidades de Pitombeiras e Piau, e a cidade de Croatá. O setor elétrico, por sua vez, encontra-se representado nas bacias hidráulicas dos dois reservatórios, por redes de distribuição de baixa tensão (trifásica e/ou monofásica).

2.4.2.3. Atividades Econômicas Paralisadas

As atividades econômicas a serem paralisadas na área da bacia hidráulica da Barragem Inhuçu estão centradas quase que exclusivamente na agricultura de subsistência voltada para a produção de milho, feijão e mandioca. A melancia, também, é cultivada na área, apresentando, no entanto, baixa produtividade, dado a baixa fertilidade natural dos solos e a falta de recursos financeiros para aquisição de insumos agrícolas pelo pequeno e médio agricultor. O setor industrial encontra-se representado por casas de farinha distribuídas pela zona rural, sendo todas voltadas para o abastecimento do mercado local ou para o autoconsumo.

A agricultura de subsistência se constitui na principal atividade econômica desenvolvida na área da bacia hidráulica da Barragem Lontras, estando centrada no cultivo de milho e feijão. Com menor representatividade aparecem os cultivos de melancia, jerimum, caju e capineiras. A pecuária apresenta-se pouco expressiva, com poucas propriedades adotando o uso de forrageiras como suplemento na alimentação do rebanho bovino. O setor industrial encontra-se representado apenas por uma casa de farinha localizada na zona rural. Não haverá submersão de estabelecimentos econômicos no povoado de Barra do Lino.

Nas áreas interceptadas pelo traçado do sistema adutor as atividades produtivas desenvolvidas estão restritas ao plantio de cultivos agrícolas, a formação de pastos para pecuária e ao extrativismo da lenha.

3 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

A implantação dos barramentos e do sistema adutor para irrigação propostos visa contribuir para o desenvolvimento econômico da região onde será implantado uma vez que propicia o fornecimento de melhores condições de saneamento básico, condição imprescindível para a instalação de atividades industriais e terciárias e para desenvolvimento do setor hidroagrícola, com reflexos positivos sobre a geração de empregos e renda. Contribui, ainda, para a redução da disseminação de doenças, principalmente as de veiculação hídrica, impactando beneficentemente a qualidade de vida da população. No entanto, faz-se necessário a implementação de um planejamento racional que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção e operação destes tipos de empreendimentos.

Desta forma é de suma importância o conhecimento dos instrumentos legais existentes, com os quais o empreendimento deverá estar em conformidade, visando a proteção do meio ambiente de sua área de influência, tendo para tanto sido elaboradas sínteses dos aspectos legais que regem a legislação ambiental vigente, as quais são esboçadas a seguir agrupadas por temas ou recursos ambientais sobre as quais dispõem:

Preceito Constitucional

- Artigo 225 da Constituição Federal: reza que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.
- Constituição estadual

Política Nacional do Meio Ambiente

- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90: dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente. Institui, ainda, o licenciamento ambiental.

Política Estadual do Meio Ambiente

- Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987 (regulamentada pelo Decreto nº 20.067/89): dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e cria a Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE) e o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA).

Licenciamento Ambiental

- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;
- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de 20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;
- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 002, de 16 de abril de 1996: determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente, Estação Ecológica a ser

exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação de danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas. Revoga a Resolução CONAMA nº 10/87;

- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.

Proteção do Meio Ambiente de Forma Abrangente

- Decreto nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;
- Portaria Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo;
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 03/87: dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte;
- Decreto-Lei Federal nº 95.733, de 12 de fevereiro de 1988: dispõe sobre a inclusão no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrentes da execução desses projetos e obras;
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998: denominada de “Lei dos Crimes Ambientais”. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Proteção dos Recursos Hídricos

- Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Decreto Federal nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;

- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- Decreto Federal nº 30.877, de 20 de junho de 1961: dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do país, e dá outras providências;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Lei Estadual nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977: dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos. Muito embora, tenha aplicação, em termos legais, restrita aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, suas normas são consideradas relevantes para o empreendimento ora em pauta;
- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977 (regulamentada pelo Decreto no 14.535, de 02/06/81): dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- Decreto Estadual nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994: regulamenta o Artigo 4º da Lei nº 11.996/92, na parte referente à outorga de direito do uso dos recursos hídricos e a aplicabilidade de sanções por ilícitos cometidos no uso da água. Cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Reza que dependerá de prévia outorga da SRH o uso de águas dominiais do Estado que envolva captação para abastecimento e lançamento de efluentes nos corpos d'água.

O pedido de outorga de direito de uso de águas deverá ser encaminhado a SRH através do preenchimento de formulário padrão fornecido por esta, na qual deverá constar informações sobre destinação da água; fonte onde se pretende obter a água; vazão máxima pretendida; tipo de captação da água, equipamentos e obras complementares, bem como informações adicionais para a aprovação do pedido.

Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia da SRH (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água, e

poços), conforme previsto no Decreto nº 23.068/94, será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Portaria nº 518, de 25 de março de 2004: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências;
- Portaria SEMACE nº 154, de 07 de agosto de 2002: dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras;
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Revoga, em seu Artigo 50, a Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986;

Proteção da Flora e da Fauna

- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pelas Leis nº 7.803, de 18/07/89 e nº 7.893/96 e pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24/08/2000): institui o Código Florestal;
- Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Portaria SUDEPE nº N-0001, de 04 de janeiro de 1977: dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985 (alterada pela Lei nº 7.803/89): define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;

- Resolução CONAMA nº 010, de 03 de dezembro de 1987 (revogada pela Resolução CONAMA nº 002/96: dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte;
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água.
- Resolução CONAMA nº 013, de 06 de dezembro de 1990: estabelece normas referentes ao entorno de unidades de conservação;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- Lei nº 12.488, de 13 de setembro de 1995: dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 002, de 16 de abril de 1996: determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente, Estação Ecológica a ser exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação de danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas. Revoga a Resolução CONAMA nº 10/87;
- Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (regulamentada pelo Decreto nº 4.430, de 22/08/02 e alterada pelo Decreto nº 5.566, de 26/10/05): regulamenta o Art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação;
- Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002: dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de entorno;
- Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002: dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Controle e Disciplinamento da Exploração Minerária

- Decreto-Lei nº 227 de 28 de fevereiro de 1967 (alterado pelas Leis nº 6.567, de 24/09/78 e nº 7.805, de 18/06/89): institui o Código de Mineração;
- Decreto nº 97.632 de 10 de abril de 1989: regulamenta o Art. 2º Inciso VIII da Lei nº 6.938 de 31/08/81 (Política Nacional do Meio Ambiente), no que se refere à recuperação de áreas degradadas pela atividade minerária;
- Resolução CONAMA nº 010, de 06 de dezembro de 1990: estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental de extração mineral da Classe II;
- Lei nº 7.805, de 18 de junho de 1989 (regulamentada pelo Decreto nº 98.812, de 09/01/90): altera o Decreto-Lei nº 227, de 28/02/67, institui o regime de lavra garimpeira, extingue o regime de matrícula e dá outras providências;
- Portaria DNPM nº 26, de 31 de janeiro de 1990: regulamenta o procedimento de habilitação a outorga da permissão de lavra garimpeira de que trata a Lei nº 7.805, de 18/06/89;
- Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999 (regulamentada pelo Decreto nº 3.358, de 02/02/2000): dispõe sobre a extração de substâncias minerais para uso exclusivo em obras públicas.

Proteção do Patrimônio Histórico e Cultural

- Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942: dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos;
- Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre a proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos;
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;

- Portaria nº 07, de 01 de dezembro de 1988, da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos;
- Portaria IBAMA nº 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;
- Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências;
- Portaria IBAMA nº 57, de 05 de junho de 1997: institui o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, que tem por finalidade normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro.

A penalização pelo não cumprimento da legislação pertinente ao patrimônio pré-histórico citada é prevista no Código Penal Brasileiro (Parte especial, Título II - Dos crimes contra o patrimônio, Capítulo IV - Do dano).

Desapropriações

- Normas do Governo do Estado e da SRH.

Ressalta-se que a desapropriação deverá ser efetivada através de Decreto Estadual Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a SRH, a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que são abrangidos em parte, ou na sua totalidade pela área de inundação máxima futura e pela faixa de proteção do reservatório.

Reassentamento de População

- Normas do Governo do Estado e da SRH;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto sócio-ambiental relevante em projetos de construção de barragens, o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado e dá outras providências.

Controle da Disposição de Resíduos Sólidos

- Lei nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001 (regulamentada pelo Decreto nº 26.596, de 30 de abril de 2002): dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá providências correlatas;

Ao nível municipal figuram como dispositivos legais às Leis Orgânicas dos municípios de Ipuemas, Croatá e Guaraciaba do Norte, além dos seus Códigos de Obras e Posturas.

Merece, ainda, menção, embora não constitua dispositivo legal, o Plano Estadual de Recursos Hídricos elaborado pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) em meados de 1991, e a proposta para enquadramento dos principais cursos d'água do Estado do Ceará, elaborada pela SEMACE, tendo como base a classificação preconizada pela Resolução CONAMA nº 020/86. A referida resolução estabelece padrões de qualidade para os cursos d'água em função de seus usos preponderantes e da sua capacidade de autodepuração.

4. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4. IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1. MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO

Na análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação das obras hídricas integrantes do Sistema centro do Eixo da Integração da Ibiapaba foi adotado o método de Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvido por BIANCHI et alli, em meados de 1989.

O referido método adota o uso de uma matriz, na qual os fatores ambientais relevantes na região do empreendimento são dispostos no eixo horizontal e as ações propostas pelo projeto, considerando as suas diferentes fases, no eixo vertical, de modo a permitir o confronto destes componentes. Os impactos identificados são representados no corpo da matriz pela célula matricial localizada na interseção da ação impactante com o fator ambiental impactado.

As células matriciais são divididas em quatro campos, nos quais são apostos a identificação do caráter do impacto (benéfico, adverso ou indefinido), bem como a valoração dos seus atributos (magnitude, importância e duração), sendo atribuído para estes pesos variando de 1 a 3, conforme discriminado a seguir:

CARÁTER	IMPORTÂNCIA
(+) = Benéfico	3 = Significativa
(±) = Indefinido	2 = Moderada
(-) = Adverso	1 = Não Significativa
MAGNITUDE	DURAÇÃO
3 = Grande	3 = Longa
2 = Média	2 = Intermediária
1 = Pequena	1 = Curta

No caso específico dos impactos de caráter indefinido são apostas, ainda, no primeiro campo da célula matricial as letras (P), (M) ou (G) para informar se a probabilidade de ocorrência do impacto analisado é pequena, média ou grande.

Como forma de melhorar a visualização da predominância do caráter dos impactos identificados no corpo da matriz, o método adota a prática de colorir as células matriciais de acordo com o caráter do impacto, ou seja: de verde as células matriciais correspondentes a impactos benéficos, de vermelho as correspondentes a impactos adversos e de amarelo as correspondentes aos impactos indefinidos. As tonalidades forte, média e clara dessas cores, por sua vez, indica a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto identificado.

O método preconiza a avaliação do projeto considerando dois enfoques: o primeiro correspondente ao projeto original, ou seja, da forma como foi concebido e o segundo considerando a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas. Permite, ainda, a realização de análises setoriais para os meios abiótico, biótico e antrópico das áreas de influência direta e indireta do empreendimento e de uma análise global considerando o conjunto da área de abrangência do projeto como um todo (área de influência direta + área de influência indireta).

Para definição da viabilidade ambiental do empreendimento o método adota o uso do Índice de Avaliação Ponderal (IAP), em cujo cálculo é utilizada a fórmula abaixo discriminada:

$$IAP = \frac{IB}{|IA| + |II|}, \text{ onde}$$

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

De acordo com os valores obtidos para o IAP os projetos podem ser classificados como:

- IAP < 1 – Empreendimentos adversos e/ou mal definidos sob o ponto de vista ambiental;
- IAP ≥ 1 – Empreendimentos benéficos e bem definidos sob o ponto de vista ambiental.

Quanto maior for o valor obtido pelo IAP, a partir da unidade, tanto mais benéfico e melhor definido será o empreendimento analisado.

4.2. AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

4.2.1. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais

Os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação das Barragens Inhuçu e Lontras e do sistema de adução para irrigação são apresentados na matriz de avaliação (**Desenho 03 no Encarte**), distribuídos segundo as áreas de influência direta (subdividida em área das bacias hidráulicas dos reservatórios e áreas das obras civis, canteiros de obras, jazidas de empréstimo e bota-foras) e indireta do empreendimento. Foi considerada ainda a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas, embora estas não constem no projeto original, tendo sido inseridas na matriz para fins de análise.

4.2.2. Avaliações Setoriais

Os resultados obtidos nas avaliações setoriais do projeto original são apresentados no **Quadro 4.1**, enquanto que os resultados para a versão do projeto considerando a incorporação das medidas de proteção ambiental (MPA's) recomendadas pode ser visualizado no **Quadro 4.2**.

A avaliação do conjunto da área de influência direta, representada pelas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e pelas áreas das obras civis, do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimos se mostra desfavorável (IAP = 0,5248), o que pode ser atribuído em parte à desapropriação de terras e conseqüente paralisação de atividades econômicas e relocação de populações, bem como aos riscos elevados de acidentes envolvendo o contingente obreiro e a população residente nas áreas periféricas. A situação consegue ser revertida com a aplicação das MPA's (IAP = 1,1200), embora com uma faixa de domínio relativamente pequena.

Os valores encontrados demonstram que para esta área o projeto original torna-se viável sob o ponto de vista ambiental com a adoção das MPA's recomendadas, o que não é característico de empreendimentos que envolvem a construção de reservatórios. Com efeito, neste tipo de empreendimento o meio antrópico é geralmente muito penalizado, o que torna relativamente baixo o valor do IAP da área como um todo. Tal situação não se aplica integralmente ao caso do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba.

Com efeito, embora boa parte dos solos a serem submersos com a formação dos reservatórios (Barragem Inhuçu – 852,63 ha e Barragem Lontras – 2.011,15 ha) sejam propícios ao uso agrícola, a paralisação das atividades econômicas aí desenvolvidas não será significativa dada a escassez de recursos hídricos. Em contrapartida, o empreendimento permitirá o desenvolvimento hidroagrícola de 2.854 ha nos tabuleiros da margem esquerda da Barragem Lontras, além de reforçar o desenvolvimento da irrigação difusa nas várzeas do rio Inhuçu/Macambira a jusante da Barragem Inhuçu (972 ha).

Além disso, embora requeira a relocação de 575 famílias das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios (Barragem Inhuçu – 310 famílias e Barragem Lontras – 265 famílias), parte destas podem ser relocadas para as áreas remanescentes das propriedades. Além disso, o contingente populacional a ser desalojado da faixa de domínio do sistema adutor é pouco significativo, já que se trata de uma obra linear, além destes poderem ser relocados nas áreas remanescentes das propriedades rurais. A adoção das MPA's eleva o IAP do meio antrópico de 0,7950 para 1,0488. O meio abiótico consegue de certa forma absorver as adversidades passando o IAP de 0,3425 para 1,1492, o mesmo ocorrendo com o meio biótico, que também melhora sensivelmente o valor apresentado pelo IAP do projeto original (IAP = 0,3443) conseguindo reverter os impactos negativos aí incidentes (IAP = 1,1968).

Quadro 4.1: Análise Setorial do Projeto Original

Discriminação	Peso dos Benefícios	Peso das Adversidades	Peso das Indefinições	Peso Total dos Impactos	Índice de Benefícios (%)	Índice de Adversidades (%)	Índice de Indefinições (%)	Índice de Avaliação Ponderal (%)
ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA								
Área das Bacias Hidráulicas	236	184	112	532	44,36	34,59	21,05	0,7973
Meio abiótico	56	45	19	120	46,67	37,50	15,83	0,8751
Meio biótico	42	45	7	94	44,68	47,87	4,16	0,8077
Meio antrópico	138	94	86	318	43,40	29,56	27,04	0,7668
Área das Obras Civis, etc.	31	198	14	243	12,76	81,48	0,00	0,1463
Meio abiótico	6	117	0	123	4,88	95,12	0,00	0,0500
Meio biótico	0	67	3	70	0,00	95,71	4,29	0,0000
Meio antrópico	25	14	11	50	50,00	28,00	22,00	1,0000
Total	267	382	126	827	52,83	35,47	11,70	0,5248
Meio abiótico	62	162	19	243	25,51	66,67	7,82	0,3425
Meio biótico	42	112	10	164	54,48	68,29	3,73	0,3443
Meio antrópico	163	108	97	420	38,81	25,71	23,10	0,7950
ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA								
Meio abiótico	75	147	17	329	50,15	44,68	5,17	0,4573
Meio biótico	25	114	0	264	9,47	43,18	0,00	0,2194
Meio antrópico	405	109	40	853	82,53	12,78	4,69	2,8314

Quadro 4.2

Análise Setorial do Projeto Considerando a Adoção das Medidas de Proteção Ambiental

Discriminação	Peso dos Benefícios	Peso das Adversidades	Peso das Indefinições	Peso Total dos Impactos	Índice de Benefícios (%)	Índice de Adversidades (%)	Índice de Indefinições (%)	Índice de Avaliação Ponderal (%)
ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA								
Área das Bacias Hidráulicas	466	184	112	762	61,15	24,15	14,70	1,5740
Meio abiótico	172	45	19	236	72,88	19,07	8,05	2,6873
Meio biótico	116	45	7	168	69,05	26,79	4,16	2,2310
Meio antrópico	178	94	86	358	49,72	26,26	24,02	0,9889
Área das Obras Civis, etc.	103	198	14	315	32,70	62,86	0,00	0,4859
Meio abiótico	36	117	0	153	23,53	76,47	0,00	0,3077
Meio biótico	30	67	3	100	30,00	67,00	3,00	0,4286
Meio antrópico	37	14	11	62	59,68	22,58	17,74	1,4802
Total	569	382	126	1.077	52,83	35,47	11,70	1,1200
Meio abiótico	208	162	19	389	53,47	41,65	4,88	1,1492
Meio biótico	146	112	10	268	54,48	41,79	3,73	1,1968
Meio antrópico	215	108	97	420	51,19	25,71	23,10	1,0488
ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA	1.019	370	57	1.446	70,47	25,59	3,94	2,3864
Meio abiótico	165	147	17	329	50,15	44,68	5,17	1,0060
Meio biótico	150	114	0	264	56,82	43,18	0,00	1,3159
Meio antrópico	704	109	40	853	82,53	12,78	4,69	4,7241

Para a área das bacias hidráulicas o índice de avaliação ponderal eleva-se de 0,7973 para 1,5740 com a incorporação das MPA's. Com a formação dos reservatórios o meio natural desta área é contemplado pelo aumento da disponibilidade de recursos hídricos numa região assolada por secas periódicas. Além disso, são criados habitat's permanentes para a fauna aquática, o que resulta num balanceamento dos impactos. Assim sendo, os valores dos IAP's deste meio apresentam-se próximos da unidade (meio abiótico - IAP = 0,8751 e meio biótico - IAP = 0,8077), sendo as adversidades aí incidentes revertidas com a adoção das MPA's, passando estes meios a apresentarem valores do IAP da ordem de 2,6873 e 2,2310, respectivamente. O meio antrópico, por sua vez, consegue reverter apenas parcialmente as adversidades aí incidentes com o valor do IAP passando de 0,7668 no projeto original para 0,9889 com a adoção das MPA's.

Merece menção ainda o fato da grande maioria dos impactos adversos incidentes sobre a área de influência direta, se apresentarem pouco significativos e com curto período de duração, estando em geral restritos as áreas das obras civis, que envolve as áreas das obras de engenharia dos barramentos e do sistema de adução, dos canteiros de obras, das jazidas de empréstimo e dos bota-foras, sendo estas as áreas onde incidem um maior número de impactos sobre o meio natural. Na área das obras civis a incorporação das MPA's consegue melhorar os valores apresentados pelos IAP's dos meios abiótico (que passa de 0,0500 no projeto original para 0,3077), e biótico (cujo IAP é nulo no projeto original passando para 0,4286), embora não consiga reverter o elevado peso das adversidades impostas ao meio natural desta área. Já o meio antrópico (IAP = 1,0000) passa a apresentar um IAP = 1,4802, o que aliado aos parques benéficos incidentes sobre o meio natural, eleva o IAP do conjunto da área das obras civis de 0,1463 para 0,4859.

Para a área de influência indireta como um todo, o projeto original revela-se favorável (IAP = 1,1997), com os impactos adversos incidentes sobre o meio natural sendo compensados pelos benefícios obtidos pelo meio antrópico. Com efeito, incide sobre o meio natural boa parte dos impactos adversos vinculados a área de influência indireta (meio abiótico - IAP = 0,4573 e meio biótico - IAP = 0,2194). Em contrapartida esta área conta com uma elevada concentração de impactos benéficos incidindo principalmente sobre o meio antrópico (IAP = 2,8314), o que permite uma compensação entre os benefícios e adversidades aí incidentes. Em suma, no que se refere à área de influência indireta o projeto original já se apresentava exequível antes da adoção das MPA's, após a incorporação destas medidas o valor do IAP eleva-se para 2,3864, demonstrando

ser o empreendimento altamente viável para esta área. Os resultados obtidos decorrem, principalmente da grande incidência de impactos benéficos sobre o meio antrópico (IAP = 4,7241). O meio natural, também, será beneficiado com a adoção das MPA's, passando a apresentar valores do IAP igual a 1,0060 para o meio abiótico e 1,3159 para o meio biótico.

4.2.3. Avaliação Global

A análise global do projeto do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba, executada através da junção dos resultados obtidos para o conjunto das áreas de influência direta e indireta do empreendimento, é apresentada no **Quadro 4.3**. A análise é empreendida sob dois enfoques: "com" e "sem" a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas, além de contemplar simulações considerando a conversão do peso de indefinições em peso de benefícios.

O projeto do empreendimento em sua versão original apresenta um IAP igual a 0,8312. Com a adoção das MPA's há uma sensível melhora deste índice, elevando o seu valor para 1,6983. Desta forma, fica comprovado que o projeto em sua versão original não contempla ações que visem a reparação dos impactos causados sobre o meio ambiente decorrentes de sua implantação e operação, os quais são suplantados com a incorporação das MPA's sugeridas.

Por outro lado, o alto percentual de indefinições apresentado pelo projeto (7,25%), pode ser reduzido através da adoção das medidas mitigadoras recomendadas. Considerando a conversão de 50% do peso de indefinições em acréscimos ao peso dos benefícios, obtém-se uma grande melhora com o valor do IAP passando a 1,9886. Considerando uma conversão de 100% do peso de indefinições em peso de benefícios, o empreendimento passaria a ter um IAP igual a 2,3546.

Em suma, o projeto ora analisado resulta numa ampla incidência de impactos adversos sobre o meio ambiente, que só é tolerável com a mitigação proporcionada pelas MPA's recomendadas. Mesmo com a aplicação destas medidas, o balanço dos impactos, ainda, é negativo para o meio natural da área das obras civis. Tais impactos, no entanto, são compensados pelos benefícios obtidos, principalmente, pelo meio antrópico da área de influência indireta.

Ressalta-se, no entanto, que especial atenção deve ser dada, ao fato dos reservatórios e do percurso do sistema de adução desenvolver-se ao longo de uma região com carência hídrica, cujos habitantes pretendem ser beneficiados com o fornecimento d'água não só para consumo humano, como também para a prática de cultivos irrigados. Desta forma, faz-se necessário

esclarecer a população sobre os usos para os quais, se destinam as águas represada e aduzida. Além disso, é imprescindível a implementação de um gerenciamento e controle do uso da água, através do estabelecimento de cotas de consumo d'água para cada usuário e a cobrança de uma tarifa, garantindo assim, não só a integridade dos reservatórios e do sistema adutor implantado, como o suprimento hídrico da população dos núcleos urbanos beneficiados, da população rural periférica ao traçado do sistema adutor e dos empreendimentos planejados (irrigação, piscicultura, indústria e atividades turísticas).

Quadro 4.3: Análise Global do Projeto

Discriminação	Peso dos Benefícios	Peso das Adversidades	Peso das Indefinições	Peso Total dos Impactos	Índice de Benefícios (%)	Índice de Adversidades (%)	Índice de Indefinições (%)	Índice de Avaliação Ponderal (%)
Projeto Original	772	746	183	1.701	45,39	43,85	10,76	0,8312
Projeto Original + Medidas de Proteção Ambiental	1.588	752	183	2.523	62,94	29,81	7,25	1,6983
Projeto Original + Medidas de Proteção Ambiental + 50% de Conversão do Peso de Indefinições em Peso de Benefícios	1.679	752	92	2.523	66,54	29,81	3,65	1,9886
Projeto Original + Medidas de Proteção Ambiental + 100% de Conversão do Peso de Indefinições em Peso de Benefícios	1.771	752	0	2.523	70,19	29,81	0,00	2,3546

4.3. DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

4.3.1. Impactos sobre o Meio Abiótico

Durante a implantação do projeto os impactos adversos incidentes sobre o meio abiótico da área das obras civis decorrem, principalmente, dos desmatamentos localizados e movimentos de terra (cortes, aterros e escavações) necessários a construção das obras. Haverá emissão de material particulado em elevada escala e poluição acústica prejudicando temporariamente a qualidade do ar, além de pequenos abalos sísmicos provocados pelas detonações de explosivos durante as escavações requeridas nas fundações dos barramentos e para construção dos vertedouros.

O desencadeamento de processos erosivos e a ocorrência de instabilidade de taludes, também, são perfeitamente previsíveis, dado a textura arenosa dos solos em alguns trechos, ocasionando o carreamento superficial de sedimentos finos para os cursos d'água periféricos. Conseqüentemente, haverá contribuições ao assoreamento dos leitos fluviais dos referidos cursos d'água e um aumento dos níveis de turbidez das águas. Haverá ainda perda de solos agricultáveis nos trechos a serem ocupados pela faixa de domínio do sistema adutor.

Durante a exploração das jazidas de empréstimos haverá retirada da camada de solo fértil e exposição das áreas exploradas a ação de agentes erosivos, com risco de instabilidade dos taludes laterais das cavas de jazidas de material terroso e granular. Conseqüentemente, haverá carreamento de sedimentos para os cursos d'água periféricos produzindo turbidez e assoreamento, além de redução da infiltração das águas pluviais diminuindo a recarga dos aquíferos. A poeira e os ruídos gerados serão decorrentes dos desmatamentos pontuais, dos movimentos de terra, do intenso tráfego de máquinas e veículos, das operações da usina de concreto e da central de britagem, e dos usos de explosivos na exploração das pedreiras.

Com o desmatamento das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios (Barragem Inhuçu – 852,63 ha e Barragem Lontras – 2.011,15 ha) e da faixa de domínio do sistema adutor, haverá um decréscimo das taxas de infiltrações das águas pluviais, principalmente nas áreas com permeabilidade do solo baixa, com reflexos negativos sobre a recarga dos aquíferos. As condições climáticas destas áreas serão alteradas ocorrendo uma provável elevação da temperatura, a nível de microclima, devido a retirada da vegetação, visto que as bacias hidráulicas dos reservatórios e a faixa de domínio do sistema adutor apresentam partes de suas áreas com

cobertura vegetal relativamente preservada. Em contrapartida, o desmatamento das áreas das bacias hidráulicas tem como objetivo a preservação da qualidade da água represada, uma vez que evita a sua eutrofização pela putrefação da vegetação que seria submersa.

As degradações impostas pela remoção da infra-estrutura existente nas áreas das bacias hidráulicas e da faixa de domínio do sistema adutor (poeira, ruídos, erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água) serão irrelevantes, estando restritas a áreas pontuais, sendo mais intensos nos trechos onde o número de edificações apresenta-se mais elevado.

Quanto a ocorrência de patrimônio paleontológico nas áreas das obras dos barramentos e do sistema adutor, os levantamentos de campo desenvolvidos em caráter preliminar não detectaram nenhuma evidência da presença de sítios paleontológicos. Ressalta-se, todavia, que a Bacia Sedimentar do Parnaíba apresenta segundo os órgãos competentes médio a alto potencial fóssilífero, razão pela qual faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras.

Quanto a submersão de grandes extensões de solos agricultáveis, pode-se afirmar que boa parte dos solos existentes nas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e na faixa de domínio do sistema adutor apresentam bom potencial para o desenvolvimento hidroagrícola, sendo atualmente pouco explorados dado a escassez de recursos hídricos. Em contrapartida, o empreendimento permitirá o desenvolvimento da irrigação intensiva nos tabuleiros da margem esquerda da Barragem Lontras (2.854 ha) e da irrigação difusa na área a jusante da Barragem Inhuçu (972 ha).

Merece ressalva, no entanto, o fato das Barragens Inhuçu e Lontras não contarem com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos) nas suas bacias de contribuição, nem tampouco nas suas bacias hidráulicas, sendo praticamente nulos os riscos de salinização das águas aí represadas. Assim sendo, esta questão não precisa ser considerada na operação destes reservatórios.

O meio abiótico sofrerá, ainda, a redução temporária do escoamento natural do rio inhuçu/Macambira durante a época chuvosa por ocasião da construção das obras; alterações no nível do lençol freático das áreas de entorno dos reservatórios com a formação do lago, não sendo esperado contudo elevações excessivas e redução do incremento anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas de jusante que não terão os nutrientes dos solos renovados

naturalmente. Haverá, ainda, a possibilidade de desencadeamento de processos erosivos a jusante dos reservatórios, uma vez que a retenção de sedimentos pelos barramentos liberará para jusante uma água limpa com elevado potencial erosivo. Como consequência poderá ocorrer o deslocamento do talvegue do rio, com este passando a formar meandros, bem como o aporte de sedimentos a bombas que irão captar águas nos trechos de jusante, provocando o entupimento destas infra-estruturas.

Além disso, caso o novo cemitério seja construído em área inadequada, sem levar em conta a litologia do terreno, bem como a profundidade do lençol freático e a tecnologia a ser adotada para os sepultamentos, os riscos de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microorganismos patogênicos, que proliferam durante a decomposição dos cadáveres, são bastante elevados.

Com o início da operação dos reservatórios e do sistema de adução haverá, também, aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na sub-bacia do Poti permitida pela perenização do rio Inhuçu/Macambira e pela própria presença dos reservatórios, possibilitando o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, bem como dos núcleos urbanos de Ararendá, Croatá e Ipaporanga. Haverá, ainda, o desenvolvimento da piscicultura extensiva no lago a ser formado e a dessedentação animal.

Haverá ainda a renovação periódica de uma parcela do volume d'água armazenado nas duas barragens, evitando a perda da qualidade da água aí represada. Em contrapartida, caso ocorram vazamentos ao longo do percurso do sistema adutor, haverá riscos de elevação do lençol freático a níveis indesejáveis, bem como de salinização dos solos, principalmente, nas áreas de várzeas.

Ressalta-se ainda que o desenvolvimento hidroagrícola proporcionado pela implantação do empreendimento ora em análise, certamente provocará um aumento no consumo de agrotóxicos, sendo elevados os riscos de poluição hídrica pelo aporte de agrotóxicos, principalmente nas áreas periféricas as áreas de irrigação e na Barragem Lontras que contará com áreas de irrigação posicionadas na sua margem esquerda e na sua retaguarda. Tal impacto, no entanto, pode ser revertido com a difusão junto aos produtores rurais das técnicas de uso e manejo correto de agrotóxicos e de métodos alternativos de controle de pragas, etc.

O fornecimento de uma vazão regularizada para o suprimento da demanda humana urbana e industrial, por sua vez, implicará em incrementos na poluição hídrica associados ao lançamento

de efluentes sanitários e industriais "in natura" a céu aberto ou a sua canalização para os cursos d'água, o que pode ser contornado com a implementação de sistemas de esgotamento sanitário nos núcleos urbanos. Merece ressalva, o fato de apenas uma das três cidades contempladas com suprimento hídrico pelo projeto em pauta contar com sistema de esgotamento sanitário (Croatá), e deste apresentar um índice de cobertura de apenas 36,5% dos seus domicílios.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários provenientes de núcleos urbanos posicionados a retaguarda das Barragens Inhuçu e Lontras também deverão ser avaliados, visando definir a necessidade ou não de implementação de sistemas de esgotamento sanitário. A cidade de Guaraciaba do Norte encontra-se posicionada na retaguarda da Barragem Inhuçu, enquanto que a Barragem Lontras conta com a cidade de croata posicionada imediatamente a montante da sua bacia hidráulica sua bacia de contribuição.

Quanto à poluição industrial, a bacia de contribuição do açude Inhuçu conta apenas com uma indústria com potencial poluidor dos recursos hídricos, situada em Guaraciaba do Norte (beneficiante de couros). Além disso, é provável que os municípios que integram a bacia de contribuição deste reservatório e da Barragem Lontras contem com matadouros públicos funcionando de forma clandestina, sem registro na Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e na Secretaria de Agricultura.

Quanto a possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, o conjunto formado pelas Barragens Inhuçu e Lontras localiza-se numa bacia onde não existem grandes reservatórios a montante nem a jusante, não apresentando portanto este tipo de problema, ou seja, não recebe aflúências significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos não podem ser armazenados a jusante. Além disso, o estudo hidrológico desenvolvido contemplou a análise da operação integrada destes dois reservatórios, escolhendo o dimensionamento destes que melhor atendesse a demanda de seus usos múltiplos.

Quanto aos riscos de sismicidade induzida, tendo em conta que os eventos sísmicos registrados na área de influência dos reservatório são de magnitude baixa a moderada e que a carga hidráulica associada aos reservatórios são baixas - com valores máximos de 46m e 54m e médias de 10 m - não são de prever que se levantem questões associadas a sismicidade induzida que, tradicionalmente, são apenas tratadas - em regiões de sismicidade moderada - para cargas hidráulicas máximas da ordem de 100m. Entretanto, como os dois reservatórios encontram-se

posicionados relativamente próximos de áreas com tradição em eventos sísmicos (Sobral e Groaíras), esta questão deverá ser averiguada de forma mais acurada nas análises de estabilidade a serem desenvolvidas no âmbito do detalhamento dos projetos das barragens.

Dentre as medidas de proteção ambiental preconizadas que exercem influências positivas sobre o meio abiótico estão: o desmatamento racional das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor, a remoção da infra-estrutura existente nas áreas a serem inundadas; a recuperação das áreas de jazidas de empréstimo, bota-foras e canteiros de obras; o salvamento do patrimônio paleontológico que porventura venha a ser identificado nas áreas das obras; o gerenciamento e controle do uso das águas represada e aduzida, inclusive o estabelecimento de outorgas e tarifação d'água; o monitoramento da qualidade das águas represada e aduzida e da sedimentação nos reservatórios; o monitoramento dos níveis piezométricos e dos reservatórios; o zoneamento de usos nas áreas de entorno dos reservatórios; a administração da faixa de proteção dos reservatórios; o programa de educação ambiental e a manutenção das infra-estruturas hídricas implantadas.

O desmatamento racional das bacias hidráulicas e a remoção da infra-estrutura aí existente visa a limpeza da área a ser inundada, tendo em vista a conservação da qualidade da água represada. Já a reconstituição paisagística das cavas das jazidas e das áreas dos bota-foras e dos canteiros de obras reduzirá a erosão e o carreamento de sedimentos, bem como os riscos de instabilidade de taludes e de assoreamento e turbidez dos cursos d'água. Haverá ainda aumento da taxa de infiltração das águas pluviais, beneficiando a recarga dos aquíferos.

O controle e gerenciamento do uso das águas represada e aduzida garantirá a disponibilidade da vazão requerida pelos empreendimentos previstos (projetos de abastecimento d'água, de irrigação e de piscicultura extensiva), evitando que a água um bem escasso na região seja utilizada de forma desordenada. O salvamento de sítios paleontológicos, por sua vez, permitirá o resgate e a proteção deste tipo de patrimônio, testemunho da passagem de outras eras geológicas e de animais pré-históricos pelo território da região.

O monitoramento da qualidade das águas represada e aduzida e da sedimentação nos reservatórios, visando a adoção de medidas corretivas, caso se faça necessário, garantirá o suprimento de água de boa qualidade, beneficiando indiretamente a qualidade dos solos e das águas subterrâneas nas áreas dos futuros projetos de irrigação.

O programa de educação ambiental visa a formação de uma consciência ecológica junto aos usuários dos reservatórios e do sistema adutor, bem como da população da região periférica, de modo a proporcionar uma convivência satisfatória entre o homem e a natureza.

O monitoramento dos níveis piezométricos visa prevenir a formação de charcos nas áreas periféricas aos reservatórios, os quais constituem focos de proliferação de vetores de doenças. Já o monitoramento dos níveis dos reservatórios objetiva fornecer subsídios para sua operação de acordo com as vazões afluentes, evitando que este venha a atingir níveis críticos.

A administração das faixas de proteção dos reservatórios visa impedir o desenvolvimento de atividades prejudiciais aos reservatórios em suas margens, além de servir de anteparo ao carreamento de sedimentos e poluentes. O zoneamento de usos no entorno dos reservatórios visa o controle das atividades desenvolvidas em suas margens, afastando usos conflitantes e estabelecendo limites rigorosos para o exercício destas atividades. Já a manutenção de toda a infra-estrutura hídrica implantada evitará que o desgaste das obras e a proliferação de plantas aquáticas resultem em perda da qualidade da água armazenada e aduzida, riscos de interrupção no fornecimento da vazão regularizada, além de danos materiais e financeiros.

4.3.2. Impactos sobre o Meio Biótico

Os primeiros impactos adversos sobre o meio biótico ocorrerão logo após a desapropriação dos imóveis, pois haverá incentivo ao aumento da exploração extrativa vegetal, com o intuito de obtenção de benefícios em termos de renda. Tal atividade impactará negativamente a flora e provocará pequena evasão da fauna para as áreas circunvizinhas. Na instalação dos canteiros de obras, os desmatamentos requeridos também atingirão pequena monta e estarão restritos a áreas pontuais, incorrendo em danos a flora e degradação do habitat da fauna, só que numa escala relativamente reduzida.

Com efeito, durante a implantação das Barragens Inhuçu e Lontras e do sistema adutor o impacto mais agressivo que incide sobre o meio biótico decorre dos desmatamentos das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema de adução. Devido a erradicação extensiva da cobertura vegetal haverá perda do patrimônio florístico e genético da flora e destruição do habitat da fauna terrestre e ornitofauna (aves), o que pode resultar em extinção de algumas espécies nativas, alterando a composição da fauna. Ressalta-se que nas áreas das bacias hidráulicas das duas barragens e faixa de domínio do sistema adutor a fisionomia da

vegetação apresenta-se variável, observando-se um predomínio da vegetação de carrasco de porte arbustivo denso, alternando-se com capoeiras, campos de vegetação gramíneo-herbácea e com cultivos agrícolas. As matas de várzeas encontram-se relativamente degradadas ao longo do rio Inhuçu/Macambira, sendo observado um aumento progressivo de áreas antropizadas até o eixo da Barragem Inhuçu. Nos demais eixos de drenagem as matas ciliares apresentam-se relativamente preservadas.

A fauna da região apresenta-se pouco representativa, sendo composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, não se apresentando muito rica em espécies e seu grau de endemismo pode ser considerado baixo, com a quase totalidade das espécies endêmicas aí existentes ocorrendo também em outras áreas da Região Nordeste e/ou do Brasil. Além disso, as áreas previstas para as obras, bem como as bacias hidráulicas dos reservatórios não estão localizadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas ou sobre habitats naturais considerados críticos. Com efeito, a unidade de conservação situada mais próxima da área do barramento, representada pela APA da Serra da Ibiapaba, que dista mais de 30,0km da área do empreendimento.

A fauna expulsa da área do projeto pela operação de desmatamento migrará para a região periférica passando a competir com a fauna aí existente em termos territoriais e alimentares. Haverá êxodo de animais peçonhentos e o afastamento de algumas espécies de pássaros provocará o incremento nas populações de insetos, inclusive os vetores de moléstias e os predadores da agricultura. A turbidez gerada pelo carreamento de sólidos para o leito dos cursos d'água perturbará os hábitos da fauna aquática.

Durante a implantação das obras os impactos incidentes sobre o bioma decorrem principalmente dos movimentos de terra (cortes, aterros e escavações) necessários e da exploração de jazidas de empréstimos. Os principais danos decorrentes destas atividades serão a perda do patrimônio florístico e expulsão da fauna, a exemplo do que foi descrito anteriormente, só que numa escala relativamente inferior.

A construção de estradas de serviços cortando os caminhos preferenciais da fauna terrestre, irá expô-la, bem como a ornitofauna ao contato humano, incentivando o exercício da caça predatória e aumentando os riscos de atropelamentos. Além disso, a fauna terá seus hábitos alterados devido a grande movimentação de máquinas e veículos pesados e ao uso de explosivos durante a

exploração das pedreiras e as escavações requeridas nas fundações dos barramentos e para construção dos vertedouros, dado os elevados níveis de ruídos gerados.

Já os movimentos de terra requeridos provocarão a desagregação de material sólido e o seu carreamento para os cursos d'água causará turbidez, prejudicando a fauna aquática. Esta será também prejudicada pela interrupção temporária do fluxo d'água na calha do rio Inhuçu/Macambira, durante a implantação das obras. Ressalta-se ainda que a presença física dos barramentos provocará a interrupção do fenômeno da piracema (migração dos peixes para as cabeceiras dos rios no período de desova), com extinção de algumas espécies.

Haverá, ainda, os desmatamentos relativos a relocação de parte das residências para as áreas remanescentes das propriedades e a construção das agrovilas destinada ao reassentamento das famílias desalojadas das áreas das bacias hidráulicas e da faixa de domínio do sistema adutor.

Em contrapartida, com a formação dos reservatórios serão criados habitat's permanentes para a fauna aquática, muito embora algumas espécies não se adaptem a alteração do regime hídrico de lótico para lântico. Além disso, o fornecimento de vazão regularizada para a área de jusante permitirá a renovação periódica das águas represadas nos reservatórios, preservando a sua qualidade e beneficiando de forma indireta o bioma aquático.

Com o início da operação do sistema adutor haverá um aumento na disponibilidade d'água na região, beneficiando a fauna periférica, com destaque para as aves. Para a fauna terrestre o canal funcionará como barreira ao seu deslocamento, principalmente nos períodos de acasalamento ou de escassez de alimentação, podendo vir a ocorrer acidentes com a queda e afogamento de animais no canal, dado os seus taludes íngremes e lisos. Assim sendo, é recomendável que o canal seja dotado de rampas com superfícies ásperas ou com ranhuras distribuídas em número e eqüidistâncias variáveis de acordo com a necessidade. Tais rampas facilitarão o acesso à água pelos animais silvestres, além de evitar a sua morte em caso de quedas. O cercamento da faixa de domínio dos canais, por sua vez, evitará acidentes envolvendo animais de grande porte.

Com relação as medidas de proteção ambiental preconizadas, o desmatamento racional das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor e a implementação de um plano de manejo da fauna permitirá a preservação do patrimônio genético da flora e a condução da fauna para locais de refúgio, reduzindo a intensidade dos impactos sobre o bioma, além de criar fontes de alimentação e refúgio para a fauna aquática.

O reflorestamento das áreas degradadas pela exploração das jazidas de empréstimos, pela implantação do canteiro de obras e dos bota-foras reconstituirá os habitat's da fauna terrestre e da ornitofauna, além de reduzir os níveis de erosão e conseqüentemente o assoreamento e turbidez dos cursos d'água periféricos, beneficiando o bioma aquático. Já a administração das faixas de proteção dos reservatórios, além de preservar o habitat da fauna terrestre e alada, fornecerá alimento para a fauna aquática.

A manutenção periódica da infra-estrutura implantada, em especial, da integridade dos corpos dos barramentos e do sistema adutor, bem como a limpeza de entulhos e o controle da proliferação de plantas aquáticas, certamente terão reflexos positivos sobre o bioma aquático. Além disso, todas as medidas mitigadoras recomendadas que tenham como objetivo subsidiar o gerenciamento qualitativo e quantitativo das águas represadas, estando aí inclusos desde os monitoramentos da qualidade da água, da sedimentação e dos níveis dos reservatórios até o programa de educação ambiental, beneficiarão o bioma aquático uma vez que evitam a poluição e o assoreamento dos reservatórios através da adoção de medidas corretivas, bem como o rebaixamento excessivo de seus níveis. Já o peixamento dos reservatórios permitirá o povoamento dos reservatórios com espécies ictícas nativas.

4.3.3. Impactos sobre o Meio Antrópico

Dentre os aspectos mais urgentes da implantação de empreendimentos de grande porte, estão os que dizem respeito à evacuação da população da área do projeto. No caso do projeto ora em pauta, estes efeitos não são muito significativos, pois embora haja a desapropriação de terras, e seja requerida a relocação de 575 famílias das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios (Barragem Inhuçu – 310 famílias e Barragem Lontras – 265 famílias), parte destas podem ser relocadas para as áreas remanescentes das propriedades rurais. Além disso, o contingente populacional a ser desalojado da faixa de domínio do sistema adutor é pouco significativo, já que se trata de uma obra linear, além destes poderem ser relocados nas áreas remanescentes das propriedades rurais.

Embora com a formação da Barragem Lontras o povoado de Barra do Lino tenha algumas habitações atingidas, dado o pequeno porte apresentado por este, suas habitações serão consideradas como pertencentes a imóveis rurais.

O projeto de reassentamento deste contingente populacional, ainda, não foi elaborado. Todavia tendo em vista que boa parte do imóveis atingidos terão áreas remanescentes, principalmente os situados na faixa de domínio do sistema adutor, sugere-se nestes casos a adoção do sistema de permuta, ou seja, casa por casa. Para as famílias que não se enquadrarem nesta situação devem ser estudadas outras soluções, envolvendo desde o reassentamento em agrovila a jusante ou a montante dos reservatórios, até o reassentamento em núcleos urbanos próximos e a compensação monetária, sempre em comum acordo com a preferência do indivíduo atingido.

Haverá abalos ou até mesmo ruptura de relações familiares e sociais e é previsível a geração de tensão social face as incertezas criadas pelo processo desapropriatório, havendo o temor dos valores pagos pelas indenizações não serem compatíveis com os valores dos bens perdidos.

Além disso, o reassentamento da população devido envolver questões emocionais e de ordem cultural, embora seja efetuado dentro das normas técnicas pode não satisfazer as expectativas da população alvo, a qual pode não se adaptar ao novo modo de vida. Desta forma, o índice de indefinições é relativamente alto para o meio antrópico da área de influência direta do empreendimento.

Os impactos psicológicos e emocionais resultantes da exumação de cadáveres, por ocasião da relocação do cemitério posicionado na faixa de proteção da Barragem Lontras, também podem ser considerados relevantes, tendo em vista que a execução desta atividade exige a presença de um membro da família do morto. Manifestações de desagrado, também podem vir a ocorrer caso a localização do novo cemitério exija deslocamentos a longas distâncias.

Quanto as atividades econômicas paralisadas, centradas na agricultura de subsistência estas são pouco significativas, visto que a região sofre escassez de recursos hídricos. A infra-estrutura privada abandonada será de pouca monta, estando restrita a habitações, estábulos, currais, cercas, pocilgas e depósitos. Quanto aos estabelecimentos industriais, constatou-se nas propriedades rurais posicionadas nas bacias hidráulicas dos reservatórios a presença de algumas casas de farinha. Todavia não haverá desemprego significativo da mão-de-obra, uma vez que boa parte da população pode continuar explorando o restante de suas terras. Com relação às infra-estruturas de uso público atingidas, estas encontram-se representadas por:

- Três grupos escolares que ministram o ensino fundamental, estando posicionados nas localidades de Barra do Lino, Piau e Jacaré;

- Uma necrópoles situada na faixa de proteção da Barragem Lontras, nas imediações da cidade de Croatá;
- Trechos de rede elétrica de baixa tensão;
- Trechos de estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais e pequenos núcleos urbanos existentes na região.

Durante a implantação das obras, a cidade de Croatá, localizada nas proximidades das áreas dos barramentos e da faixa de domínio do sistema adutor, terá suas funções econômicas e sociais sensivelmente alteradas pelo início dos trabalhos e, em particular, pelo aparecimento da nova comunidade operária. Do conjunto de impactos que surgem desse contato, pode-se prever os seguintes:

- Geração de mini-inflação: com a chegada do contingente obreiro, haverá um aumento da demanda por bens e serviços na região. Como a oferta dificilmente irá aumentar na proporção necessária, pode-se prever uma elevação dos preços que, em alguns casos pode chegar a ser bastante significativa. Os principais prejudicados por este processo inflacionário serão os habitantes locais, cujas rendas não acompanham estes aumentos de preços. O contingente obreiro, por sua vez, tem remunerações normalmente superiores à média regional, estando assim mais imunes à carestia. Além disso, em torno dos canteiros de obras geralmente surge um setor informal dedicado as atividades terciárias diversas, que interferem na disponibilidade de bens e serviços, aumentando sua oferta e sua demanda como consumidor. Como consequência, este setor tem um papel importante, ainda que dúbio, sobre a geração da mini-inflação regional;
- Provável ocorrência de choques culturais entre os costumes nativos e os dos recém-chegados, com reflexos sobre as relações familiares e sociais;
- Pressão sobre a infra-estrutura existente: o aporte do contingente obreiro gerado pelo empreendimento criará pressão de demanda sobre o conjunto de serviços públicos existentes, dimensionados apenas para o atendimento da população local;
- Mercado de trabalho: dada a sua magnitude, o empreendimento irá interferir no mercado de trabalho da região, através da oferta de um elevado número de empregos para mão-de-obra não qualificada. A oferta de empregos com salários superiores aos vigentes na região

provocará a evasão da mão-de-obra dos setores produtivos tradicionais. Entretanto estes impactos não serão tão relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada, se caracterizando como expulsadora de mão-de-obra;

- Economia regional: haverá também efeitos indiretos das obras sobre a economia regional, tanto devido aos gastos com pagamentos de salários, quanto a aquisição de material de construção, explosivos e gêneros alimentícios para a alimentação dos trabalhadores engajados nas obras, entre outros.

A construção de vias de serviços e a manutenção da malha viária existente, facilitará o deslocamento das pessoas e o escoamento da produção agrícola, com reflexos positivos sobre a opinião pública. Além disso, os reservatórios servirão de hidrovias, facilitando o deslocamento através de um meio de transporte mais econômico.

Os problemas de saúde associados à implantação do empreendimento não constituem, em essência, problemas particularmente diferentes daqueles que atingem uma dada comunidade. No entanto, nos projetos de grande porte, fatores tais como grandes agrupamentos de operários numa área específica e uma cronologia rígida, que obriga uma sincronização de atividades, marcando o ritmo de todo o processo, são responsáveis pela maior incidência de impactos negativos sobre saúde, visto que:

- Há possibilidade de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro radicado nos canteiros de obras, ou atraído pelas obras e fixado nos núcleos urbanos da região e favorecidas pelas novas condições sanitárias agravadas com o aumento da população;
- O intenso tráfego de máquinas e caminhões pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo a população;
- Riscos de desmoronamentos dos taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e areais, dado a estrutura pouco coesa do terreno;
- Riscos de acidentes com explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações das fundações dos barramentos e dos vertedouros.

Além dos problemas de saúde acima mencionados, durante os desmatamentos das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor aumentam os riscos de

acidentes envolvendo animais peçonhentos, tanto para os trabalhadores engajados nestas atividades, como para a população periférica. Assim sendo, durante a implantação das obras é previsível a ocorrência de pressão sobre a infra-estrutura do setor saúde regional, dimensionado apenas para o atendimento da população nativa.

Haverá ainda transtornos causados ao tráfego de veículos e empecilhos criados ao deslocamento de pedestres, por ocasião da relocação dos trechos de estradas vicinais que serão submersos. Tais impactos podem ser contornados com a implementação de desvios de tráfego temporários. Estes trechos devem ser alvo de intensa sinalização, sendo para tanto contactado o órgão competente.

Com a implementação dos desmatamentos das área das obras e das bacias hidráulicas dos reservatórios é previsto, além da geração de empregos diretos, o surgimento de diversas oportunidades de empregos indiretos através do aproveitamento dos subprodutos dos desmatamentos (lenha, carvoaria, etc.), beneficiando o setor terciário.

A exemplo do que ocorre com o patrimônio paleontológico, os riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico também podem ser considerados relevante, visto que a região conta com um sítio arqueológico identificado no município de Guaraciaba do Norte (sítio Alberto Aragão) e outros dois em Ipueiras, sendo um no distrito de Nova Fátima e o outro na localidade de Bacupari. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados antes do início das obras, inclusive com a execução de prospecções arqueológicas caso se faça necessário.

Com o término das obras haverá desemprego da mão-de-obra engajada no empreendimento, além do desaquecimento da economia local, com reflexos negativos sobre o nível de renda, o que contribuirá para a geração de tensão social. Os trabalhadores e a população da região devem ser alertados, desde o início da implementação do projeto, sobre o caráter temporário dos empregos ofertados e das atividades desenvolvidas.

Com o início da operação dos reservatórios e do sistema adutor haverá um grande impulso no desenvolvimento do setor primário da região, visto que este compreende terras de boa qualidade e aptas para irrigação, as quais na sua grande maioria não são atualmente cultivadas por se tornarem antieconômicas na exploração para cada proprietário individualmente, dada a escassez de recursos hídricos. O desenvolvimento de uma agricultura tecnificada na região, centrada na produção de culturas nobres, permitirá um incremento da área irrigada na Bacia do Poti. Além

disso, permitirá ao homem rural auferir rendas muito superiores às obtidas na agricultura de sequeiro, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

Haverá, ainda, o desenvolvimento da piscicultura extensiva com o peixamento do reservatório pelo órgão empreendedor e conseqüente formação de colônias de pescadores nos lagos a serem formados, e a dessedentação animal.

O empreendimento ora em análise garantirá ainda o reforço ao abastecimento d'água humano e industrial dos núcleos urbanos de Ararendá, Croatá e Ipaporanga, além da população residente ao longo do trecho perenizado do rio Inhuçu/Macambira. Com a garantia de um fornecimento d'água regularizado haverá incentivo ao desenvolvimento dos setores industrial e de comércio e serviços dos referidos núcleos urbanos.

O fornecimento d'água regularizado elevará os padrões de higiene da população, além de permitir o consumo de água de boa qualidade. Tudo isso impactará de forma benéfica a saúde da população e conseqüentemente o próprio setor saúde, pois são bastante representativos os números de casos de doenças de veiculação hídrica por ingestão de água contaminada na região. Os gastos com saúde pública e a perda de vidas inerentes à falta d'água e a alimentação inadequada são de difícil mensuração, porém nem por isso, os benefícios decorrentes do suprimento d'água devem ser desconsiderados.

Com relação a ocupação da mão-de-obra, haverá um aumento na oferta de empregos estáveis, tornando as relações de produção mais humanas e o modo de vida da população mais estruturado, dado o desenvolvimento da irrigação intensiva e difusa.

A oferta concentrada e estável de produtos agrícolas viabilizará o desenvolvimento das atividades agro-industriais, contribuindo para a criação de empregos neste setor. Além disso, a operação e manutenção da infra-estrutura dos projetos de irrigação, dos próprios reservatórios e do sistema adutor demandarão serviços que geram uma oferta adicional de oportunidades de empregos permanentes. O aumento da renda do homem rural, por sua vez, propiciará uma maior demanda de bens e serviços de consumo que dinamizará as atividades econômicas dos centros urbanos próximos. Tudo isso resultará na redução dos problemas socioeconômicos decorrentes do fenômeno das secas, dado a fixação do homem no campo e conseqüente diminuição do êxodo rural e da pressão sobre as grandes e médias cidades.

Com relação as medidas de proteção ambiental preconizadas, o meio antrópico será beneficiado da seguinte forma:

- Há uma possibilidade relativamente significativa de reassentamento de parte das famílias que serão desalojadas nas áreas remanescentes das propriedades, através de um processo de permuta de imóveis, bem como em agrovilas, o que certamente evitará ou reduzirá a ruptura de laços familiares e de amizade;
- O projeto de reassentamento deverá contemplar planos de reativação da economia da área, centrados no desenvolvimento hidroagrícola e da piscicultura extensiva;
- A construção dos desvios temporários do tráfego afluente às estradas vicinais que serão interceptadas pelo traçado do sistema adutor facilitará o deslocamento do tráfego local durante a implantação das obras;
- A adoção de normas de segurança no trabalho reduzirá sensivelmente os riscos de ocorrerem acidentes com o contingente obreiro e a população periférica durante a implantação das obras;
- A relocação dos trechos das estradas vicinais que serão submersos pela formação dos reservatórios evitando a interrupção do escoamento da produção agropecuária da região, além de facilitar o tráfego de veículos e pessoas;
- A implantação de passarelas e pontilhões ao longo do traçado do canal evitará o isolamento de áreas de uma mesma propriedade, permitindo o bom andamento das atividades agropecuárias nas propriedades interceptadas pelo sistema adutor;
- O controle e gerenciamento das águas represada e aduzida através do estabelecimento de cotas d'água para os usuários e da cobrança de uma tarifa, bem como o monitoramento dos níveis dos reservatórios evitará o uso desordenado deste recurso, garantindo o suprimento efetivo dos projetos de irrigação previstos e do abastecimento d'água das cidades de Ararendá, Croatá e Ipaporanga, além do suprimento hídrico da população ribeirinha de jusante, da dessedentação animal e da irrigação desenvolvida pela iniciativa privada;

- O controle dos níveis piezométricos nas áreas de entorno dos reservatórios evitará a formação de charcos e conseqüente proliferação de insetos e moluscos, evitando a disseminação de doenças de veiculação hídrica junto a população residente nas áreas periféricas, beneficiando indiretamente o setor saúde;
- Controle da proliferação de insetos e moluscos no canal evitará a disseminação de doenças de veiculação hídrica junto à população residente ao longo do percurso do canal, beneficiando indiretamente o setor saúde;
- O monitoramento da qualidade das águas represadas e aduzida e da sedimentação nos reservatórios permitirá a adoção de medidas corretivas, caso ocorram aportes de materiais poluentes aos reservatórios ou ao sistema adutor, garantindo o fornecimento de água de boa qualidade para o suprimento humano, industrial e de irrigação. O zoneamento de usos nos reservatórios, a administração das suas faixas de proteção e o plano de educação ambiental, são outras medidas que têm como função o controle da qualidade das águas represada e aduzida, garantindo o fornecimento de água de boa qualidade. Com isso os sistemas de abastecimento d'água terão seus custos com tratamento d'água reduzidos, enquanto que o setor agrícola será beneficiado com a manutenção da qualidade dos seus produtos;
- O salvamento de sítios arqueológicos, por sua vez, permitirá o resgate e a proteção deste tipo de patrimônio, testemunho da passagem do homem pré-histórico pelo território da região, caso este tipo de patrimônio esteja presente na área;
- A manutenção periódica das obras hídricas que compõem o empreendimento resguardará a sua integridade, evitando não só desperdícios d'água decorrentes de percolações nos eixos dos barramentos e vazamentos no sistema de adução.

Além dos benefícios acima mencionados, a recuperação adequada das áreas das cavas das jazidas, dos bota-foras e dos canteiros de obras permitirá a reintegração das áreas degradadas à paisagem, beneficiando os valores paisagísticos.

5. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E DE CONTROLE AMBIENTAL

5. PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E DE CONTROLE AMBIENTAL

5.1. GENERALIDADES

Com base nos impactos ambientais identificados foram definidas as medidas mitigadoras a serem implementadas, as quais tiveram suas diretrizes gerais aqui delineadas sob a forma de planos, devendo estas, posteriormente, ser detalhadas a nível de projetos específicos, adequados a realidade local. O **Quadro 5.1** apresenta a classificação das medidas mitigadoras e de controle ambiental sugeridas, bem como dos programas de monitoramento a serem implementados, sendo as diretrizes destes últimos apresentadas em capítulo específico do presente relatório.

Ficará sob a responsabilidade da SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos a elaboração e implementação das medidas mitigadoras e programas de monitoramentos recomendados. A supervisão da implantação dos projetos elaborados ficará a cargo da SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente, que poderá também contribuir através do fornecimento de orientação no desenvolvimento dos trabalhos a serem executados.

Antes da implementação de cada medida, é recomendável que a população residente na área de influência direta dos reservatórios e do sistema adutor seja informada sobre seus objetivos, bem como sobre as ações a serem desenvolvidas e qual será a sua repercussão sobre a qualidade de vida da região. Deve-se, também aproveitar o ensejo para estimular a população a exercer uma fiscalização ambiental de forma informal.

5.2. ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

5.2.1. Objetivos

Durante a implantação de obras de engenharia são relativamente altos os riscos de acidentes com o contingente obreiro, requerendo o estabelecimento de regras rigorosas de segurança no trabalho.

Quadro 5.1: Classificação das Medidas de Proteção Ambiental

Discriminação	Natureza		Fase do Empreendimento a ser Adotada		Fator Ambiental a Que se Destina			Prazo de Permanência da Aplicação		Responsabilidade de Implementação
	Prevent	Corret.	Implant.	Operação	Abiótico	Biótico	Antróp.	Curto	Longo	
Adoção de Normas de Segurança no Trabalho	•		•				•	•		Empreiteira
Identificação e Resgate de Sítios Arqueológicos e Paleontológicos	•		•		•		•	•		SRH, IPHAN e DNPM
Reconstituição Paisagística das Áreas dos Canteiros de Obras e das Jazidas de Empréstimo		•	•		•			•		Empreiteira, SRH, DNPM e IBAMA
Planos de Reassentamento da População Desalojada das Áreas das Bacias Hidráulicas dos Reservatórios e da Faixa de Domínio do Sistema Adutor		•	•				•	•		SRH
Desmatamento Racional das Áreas das Bacias Hidráulicas dos Reservatórios e da Faixa de Domínio do Sistema Adutor	•		•		•	•		•		Empreiteira, SRH e IBAMA
Plano de Manejo da Fauna	•		•			•		•		Empreiteira, SRH e IBAMA
Remoção/Relocação das Infraestruturas das Áreas das Bacias Hidráulicas dos Reservatórios	•		•		•			•		Empreiteira, SRH, COELCE e Prefeituras
Programa de Educação Ambiental e Sanitária		•	•		•	•		•		SRH, SEMACE, EMATER, Prefeituras
Plano de Peixamento dos Reservatórios		•		•		•			•	SRH/COGERH
Plano de Delimitação, Reflorestamento e Monitoramento das Faixas de Proteção dos Reservatórios		•		•	•	•			•	SRH/COGERH
Zoneamento de Usos nas Áreas de Entorno dos Reservatórios	•			•	•	•	•		•	SRH/COGERH
Controle da Proliferação de Insetos e Moluscos na Área de Influência do Sistema Adutor	•			•			•		•	SRH, Secretaria de Saúde e FUNASA
Gerenciamento e Controle do Uso das Águas Represada e Aduzida	•			•	•				•	SRH/COGERH
Monitoramento dos Níveis dos Reservatórios	•			•	•				•	SRH/COGERH
Monitoramento da Qualidade das Águas Represada e Aduzida	•		•	•	•	•			•	SRH/COGERH
Monitoramento do Nível Piezométrico nas Áreas de Entorno dos Reservatórios	•		•	•	•				•	SRH/COGERH
Monitoramento da Sedimentação nos Reservatórios	•		•	•	•				•	SRH/COGERH
Manutenção das Infra-estruturas Hídricas Implantadas	•			•	•		•		•	SRH/COGERH

Assim sendo, o programa ora proposto visa preservar a saúde e a integridade física dos operários engajados nas obras, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle dos riscos de acidentes existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, que possam causar danos ao contingente obreiro, a população periférica e/ou ao meio ambiente. Tem como público-alvo os trabalhadores engajados na implantação das obras pertinentes ao empreendimento.

5.2.2. Estratégia de Ação

5.2.2.1. Regras Gerais

Todo o pessoal que irá trabalhar na implantação das obras de engenharia deverá receber informações sobre as regras e procedimentos de segurança. O pessoal recém-contratado deverá, também, ser submetido a testes de conhecimentos. A compreensão dos regulamentos de segurança deverá ser registrada com assinatura.

Será de responsabilidade da Empreiteira supervisionar os funcionários para assegurar que os procedimentos corretos de trabalho estão sendo observados; assegurar que os equipamentos e máquinas estão em perfeito funcionamento; garantir a ordem e limpeza de seu setor de trabalho; comunicar informações sobre os riscos de acidentes e procedimentos de controle; consultar os operários sobre questões de segurança e saúde, orientá-los quando necessário e manter seu superior informado das questões de segurança e saúde. Deverão ser conduzidas regularmente inspeções de segurança local.

Deverão ser feitas advertências aos trabalhadores encontrados violando as regras de segurança, as quais serão anotadas e notificadas a seus superiores. Em caso de reincidência o trabalhador deverá ser removido da sua função. O superior (pessoa que deu instrução para levar a cabo um trabalho) sempre dividirá a responsabilidade de acordo com os regulamentos de segurança.

A responsabilidade dos demais funcionários consiste em relatar fatores ou situações que considerar de risco, bem como acidentes ocorridos a seu superior hierárquico direto; seguir todas as regras e procedimentos de sua tarefa, conforme treinamento ou orientações recebidos e utilizar equipamentos de proteção individual sempre que se fizer necessário.

Todo o pessoal que trabalha na área das obras deverá usar uma identificação emitida pela Empreiteira. Este distintivo deverá conter a fotografia do empregado, número de inscrição, nomes do empregador e do empregado e a categoria do trabalhador.

Os funcionários deverão receber treinamentos de forma a assegurar que todos estejam informados sobre os materiais e equipamentos com os quais estão trabalhando. Os treinamentos deverão versar sobre procedimentos de trabalho seguro, que protejam os funcionários contra exposições aos riscos de acidentes; uso de equipamentos de proteção individual e como mantê-los em boas condições; primeiros socorros e procedimentos em casos de acidentes de trabalho. Deverá ser ministrado, no mínimo, treinamento para os novos empregados por ocasião de atribuições de novas tarefas, quando novos procedimentos ou equipamentos forem introduzidos no local de trabalho e quando um novo equipamento de proteção individual for utilizado.

A Empreiteira deverá dotar o canteiro de obras com instalações de primeiros socorros, a qual deverá ser localizada próximo a entrada principal, contando com uma sala de tratamento, um armário para materiais médicos, lavatório e instalações sanitárias, provisão apropriada de instrumentos médicos e medicamentos.

A Empreiteira deverá cumprir fielmente o estabelecido na legislação nacional no que concerne à segurança (inclusive nesta cláusula a higiene do trabalho), bem como obedecer a todas as normas apropriadas e específicas para a segurança de cada tipo de serviço.

A Empreiteira deverá efetuar ainda um levantamento prévio das condições da infra-estrutura local do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso de ocorrerem acidentes. Em caso de acidentes de trabalho a Empreiteira deverá prestar todo e qualquer socorro imediato às vítimas; paralisar imediatamente as obras ou atividades na sua circunvizinhança, a fim de evitar a possibilidade de mudanças das circunstâncias relacionadas com o acidente e solicitar imediatamente o comparecimento da autoridade competente ao local da ocorrência, relatando o fato.

5.2.2.2. Fase de Implantação das Obras

A Empreiteira deverá educar e orientar os trabalhadores a seguirem regras de segurança do trabalho, conscientizando sobre os riscos inerentes a determinados tipos de serviços, além de estimular o interesse dos trabalhadores pelas questões vinculadas a prevenção de acidentes.

Para tanto deverá ministrar palestras ilustrativas, objetivando assim evitar prejuízos econômicos e a perda de vidas humanas. Dentre as normas a serem adotadas com relação à segurança figuram:

- Dotar os operários com ferramentas e equipamentos apropriados para cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de uso;
- Dotar os operários de equipamentos de proteção individual apropriado para cada tipo de serviço: capacetes, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, cintos de segurança, etc., e tornar obrigatório o seu uso;
- Instruir os trabalhadores a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inadequados, advertindo-os para que pás, picaretas, e outras ferramentas não permaneçam abandonadas sobre montes de terras, nas bordas de valas, sobre escoramentos, ou qualquer outro local que não seja o almoxarifado, nem mesmo durante a hora do almoço;
- Evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhes tirar os pregos. São comuns os registros de problemas de saúde devido à infecção por tétano, causados por acidentes envolvendo pregos oxidados;
- Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;
- Evitar o uso de viaturas com freios em más condições, ou com pneus gastos além do limite de segurança, pois podem advir perdas de vidas por atropelamentos ou batidas;
- Atentar para a segurança com os pedestres nas áreas em que a obra do sistema adutor se desenvolver próximo à residências, cercar todas as valas em que a situação local exigir, utilizando passarelas para as residências e sinalização noturna adequada;
- Alertar sobre o risco de desmoronamento das valas escavadas, dado a pouca consistência do solo nas áreas do embasamento sedimenter, podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- Advertir quanto ao possível solapamento dos taludes em valas cheias d'água, podendo ocorrer danos à pessoa humana por afogamento;

- Sinalização noturna a ser feita nas cabeceiras das valas e ao longo destas nos cruzamentos com áreas urbanizadas;
- Cercar as valas sempre que a situação local de trânsito de veículos exija;
- Colocar placas e cavaletes de aviso com o fim de evitar acidentes com veículos;
- Alertar sobre o risco de solapamento de taludes das cavas de jazidas, podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- Seguir rigorosamente as normas definidas pelo Exército para o armazenamento, transporte e manuseio de explosivos;
- Estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de serviços, na estrada de acesso à área do empreendimento e nos pontos de intersecção com outras vias, de modo a evitar acidentes com veículos;
- Efetuar a estocagem de material e de ferramentas nos depósitos de tal maneira que permita a perfeita circulação no almoxarifado, sem se contundir. Devem-se evitar ferramentas sobrando das prateleiras e quando isso for impossível, deve-se adotar uma precaução mínima de segurança através de placas, bandeiras ou qualquer outro sinal indicativo.

A empreiteira deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como tétano e febre tifóide. E alertá-los a efetuarem, após o serviço, a higiene pessoal com água e sabão em abundância, como forma de combater as dermatoses.

Quanto às regras de tráfego, todos os veículos deverão estacionar em áreas próprias, fora do local das obras, exceto os veículos utilizados nos trabalhos de construção. Para acesso ao local das obras todas as pessoas deverão usar exclusivamente as entradas designadas. Todos os motoristas deverão obedecer ao limite de velocidade indicado, que será de, no máximo, 20km/h, nos acessos as áreas da obra e das jazidas de empréstimo. Deverão ser instalados sinais com os limites de velocidade ao longo de todas as vias de acesso à construção. Todos os veículos e equipamentos motorizados só deverão ser operados por pessoas qualificadas, os quais serão testados e receberão certificados para operar os equipamentos para os quais forem designados.

A Empreiteira deverá manter livre o acesso aos equipamentos contra incêndio e aos registros situados no canteiro de obras, a fim de poder combater eficientemente o fogo na eventualidade de incêndio, ficando expressamente proibida a queima de qualquer espécie de material no local das obras.

No canteiro de obras a Empreiteira deverá manter diariamente, durante 24 horas, um sistema eficiente de vigilância, efetuado por número apropriado de homens idôneos devidamente habilitados e uniformizados, munidos de apitos e eventualmente de armas, com o respectivo porte, concedido pelas autoridades competentes. Deverá ser proibida a entrada no canteiro de obras de pessoas estranhas ao serviço, a não ser que estejam autorizadas pela SRH ou pela Empreiteira.

A implementação desta medida ficará a cargo da Empreiteira. Tendo em vista que se trata de uma exigência da legislação trabalhista, a implementação desta medida não incorrerá em ônus para o empreendimento ora em pauta. Esta medida deverá ter sua implementação iniciada um mês antes do início das obras e perdurarem durante todo o tempo de execução das obras.

5.3. PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS

5.3.1. Generalidades

O Estado do Ceará conta com diversas ocorrências de sítios arqueológicos distribuídos pelo seu território, não sendo estes, ainda, muito estudados. Em contrapartida, o patrimônio paleontológico do Estado é relativamente bem estudado, tanto por equipes locais, como de outros estados e até mesmo do exterior.

O patrimônio arqueológico representado por vestígios de pinturas e gravuras rupestres, esqueletos humanos, carvão, cerâmicas, ferramentas líticas e sambaquis constituem um referendo a passagem do homem pré-histórico pelo território cearense. Têm sua localização, em geral, associada a cavernas, abrigos sob rochas, dunas, terraços fluviais, leitos de rios e tanques naturais. Na região do empreendimento apenas Guaraciaba do Norte conta com um sítio arqueológico tombado pelo IPHAN, o sítio Alberto Aragão. Todavia foram identificados recentemente no município de Ipueiras a presença de dois sítios arqueológicos, localizados no distrito de Nova Fátima e na localidade de Bacupari. Ressalta-se que, nenhum destes sítios está

posicionado nas áreas de influência direta das obras hídricas dos barramentos e do sistema adutor.

Todavia a experiência indica que o risco de dilapidação do patrimônio arqueológico deve ser considerado já que este tipo de patrimônio encontra-se, em geral, associado a terraços fluviais e leitos de rios. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados antes do início das obras, inclusive com a execução de prospecções arqueológicas caso se faça necessário.

O patrimônio paleontológico, por sua vez, representados por fósseis de animais, tem ocorrência associada a cavernas, tanques naturais, lagoas e depósitos fluviais, ocorrendo principalmente nas áreas das bacias sedimentares. Constituem exceção os jazigos fossilíferos de idade quaternária. As barragens Inhuçu e Lontras, bem como o traçado do sistema adutor serão implantados sobre rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba (Formação Serra Grande), além de interceptarem coberturas sedimentares de idade quaternária, representadas pelos sedimentos aluvionares. A priori não foi constatado nas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios propostos, nem tão pouco ao longo do traçado do sistema adutor a ocorrência de sítios paleontológicos tombados ou apenas identificados preliminarmente pelo órgão competente, no caso o DNPM.

Todavia, considerando-se o conhecimento atual sobre a ocorrência de fósseis nas formações geológicas da Bacia do Parnaíba e sobre as ocorrências isoladas de megafauna, os riscos paleontológicos na região do empreendimento são considerados baixos nas áreas de várzeas e alto nas áreas de interferências das obras do empreendimento com a Bacia Sedimentar do Parnaíba, onde há registros de ocorrência de icnofosséis.

Diante do exposto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos científicos voltados para a identificação e resgate de patrimônios arqueológico e paleontológico nas áreas de implantação das obras, das bacias hidráulicas dos reservatórios e das jazidas de empréstimos.

5.3.2. Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos

O procedimento de campo consiste em percorrer extensivamente a área de influência direta do empreendimento, procurando realizar uma primeira investigação de seu ambiente físico e dos vestígios históricos, arqueológicos e paleontológicos presentes. O objetivo não é esgotar as

possibilidades de pesquisas na área, mas antes detectar a natureza e variedade de seus sítios, sua distribuição, e ainda, uma estimativa da intensidade de sua ocupação.

Procurando maximizar o tempo disponível, os sítios deverão ser inicialmente reconhecidos através da presença de material em superfície, sem escavações ou outras abordagens de maior detalhe. Para cada sítio identificado deverá proceder-se o preenchimento de uma ficha de cadastro, contendo dados de localização, proprietário do terreno, tamanho do sítio, tipologia da vegetação, materiais arqueológicos associados, estado de conservação, possibilidades de destruição, pesquisa realizada, data do registro e equipe.

Deverá ser procedida a coleta total do material de superfície detectado, sendo este separado conforme seu tipo (cerâmico, lítico, ósseo, etc.) e acondicionado em embalagens apropriadas, devidamente etiquetadas. Concluído os trabalhos de campo, serão desenvolvidas diferentes atividades de laboratório, envolvendo o processamento e análise dos materiais e informações coletadas.

O processamento do material deverá envolver a lavagem das peças, que passarão a serem individualmente numeradas. Dá-se, então, início à análise do material coletado propriamente dita, quando as coleções de cada sítio serão manuseadas, obtendo-se dados sobre seus principais atributos, de modo a permitir uma caracterização dos mesmos.

5.3.3. Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico

O programa ora proposto tem como objetivo o delineamento das ações de salvamento que necessitam serem desenvolvidas nos sítios eventualmente identificados nos estudos preliminares. Estes sítios podem apresentar diferentes níveis de conservação e complexidade, devendo receber, conseqüentemente, diferentes níveis de tratamento.

Com base nos estudos preliminares efetuados deverão ser executadas prospecções nas áreas dos sítios identificados através da realização de escavações para aqueles que apresentam elevado potencial informativo acerca de características funcionais e de uso do espaço. Os demais sítios deverão receber diferentes níveis de complementação dos trabalhos anteriormente efetuados (abertura de poços-teste e/ou trincheiras para verificar estratigrafia e densidade, delimitação da área de assentamento, etc.).

Deverão ser engajados nesta atividade profissionais das áreas de arqueologia e paleontologia, devidamente habilitados, os quais deverão contar com a autorização do IPHAN e do DNPM, respectivamente.

Em paralelo às ações de salvamento deverá ser dada continuidade aos trabalhos de prospecção, na forma de varreduras sistemáticas baseadas em testes de sub-superfície. Novos sítios que venham a serem identificados deverão ser avaliados e resgatados da maneira mais adequada e conveniente.

Ressalta-se que, mesmo com a efetuação de prospecções na área de influência direta das obras, sempre é possível a descoberta ao acaso de uma nova ocorrência, principalmente nas atividades que envolvem movimentação de terra, como escavações e terraplenagem. Nesse caso, o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das atividades naquele local até a chegada dos profissionais especializados para o resgate do material, dentro de critérios científicos.

Por fim, uma outra forma de minimizar os impactos é através da divulgação dos resultados da pesquisa, de forma a valorizar o patrimônio. Isto se daria através da publicação do relatório final dos trabalhos, na forma de um documento de acesso ao grande público e à comunidade técnico-científica.

Após encerramento dos trabalhos de campo, deverá, então, ser solicitado o documento de liberação de área junto ao IPHAN. A definição do cronograma de salvamento deverá considerar o próprio cronograma de execução das obras, organizando antecipadamente as atividades de modo a evitar, de um lado, atrasos no cronograma do empreendedor e, de outro, a destruição das evidências arqueológicas e paleontológicas.

5.3.4. Guarda do Material Coletado

O material resgatado nos levantamentos de campo deverá ser encaminhado para instituições científicas apropriadas, visando seu armazenamento e disponibilização para pesquisa. No caso do material paleontológico, a instituição mais capacitada no Estado do Ceará para o resgate e guarda de coleções de mamíferos fósseis ou outro achado, é o ICCN – Instituto Cearense de Ciências Naturais.

Já no caso do material arqueológico, além do próprio ICCN, há também a UECE – Universidade Estadual do Ceará através do Núcleo de Estudos Etnológicos e Arqueológicos. Nessas instituições deverá, se possível, ser implantado um Ecomuseu para guarda, proteção e exposição da coleção resgatada. Outra instituição que pode apoiar tecnicamente, tanto o inventário e salvamento, quanto à guarda do material é a UFC – Universidade Federal do Ceará.

A responsabilidade pelo desenvolvimento das atividades concernentes ao salvamento do patrimônio histórico, arqueológico e paleontológico deverá ser da SRH, ficando a regulamentação e fiscalização a cargo do IPHAN, no caso dos achados históricos e arqueológicos, e do DNPM, no caso dos achados paleontológicos.

5.4. PLANO DE RECONSTITUIÇÃO PAISAGÍSTICA DAS ÁREAS DOS CANTEIROS DE OBRAS E DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO

5.4.1. Generalidades

As áreas do canteiro de obras e das jazidas de empréstimos sofrerão alterações da paisagem natural com comprometimento da cobertura vegetal, da fertilidade dos solos e da topografia original, além do desencadeamento de processos erosivos com conseqüente assoreamento dos cursos d'água, e da geração de poeiras e ruídos provocados pelas máquinas e pelo uso de explosivos.

Assim sendo, faz-se necessário à implementação de projetos de recomposição paisagística destas áreas, devendo estas ações protecionistas serem adotadas desde o início da implantação do empreendimento, através da incorporando no processo construtivo de medidas como: redução dos desmatamentos operacionais ao mínimo necessário, disposição adequada dos resíduos sólidos dos canteiros de obras, dotação de infra-estrutura de esgotamento sanitário nos canteiros de obras e campanhas de esclarecimentos junto aos trabalhadores sobre a prevenção de doenças de veiculação hídrica, entre outras.

São apresentadas a seguir as diretrizes necessárias à concepção e efetivação das medidas de controle das explorações minerárias e de reabilitação das áreas exploradas, das áreas de expurgo e dos canteiros de obras.

5.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos

5.4.2.1. *Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Jazidas de Empréstimo*

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras das Barragens Inhuçu e Lontras e do sistema adutor são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais terrosos, granulares e rochosos. Foram locadas até o presente momento três jazidas de material terrosos (JL-01 a JL-03) imediatamente a montante do eixo da Barragem Lontras e outras três jazidas de material terroso posicionadas a jusante do eixo da Barragem Inhuçu, mais precisamente nas margens da rodovia que liga Croatá a Santa Helena, distando de 16 a 20 km do barramento (JI-01 a JI-03).

Encontra-se em fase de estudos a locação de fontes de materiais pétreos e granulares para as obras das barragens. Por sua vez, os estudos geotécnicos para seleção de jazidas de empréstimos para utilização das obras do sistema adutor, ainda, não foram iniciados.

5.4.2.2. *Controle Ambiental na Atividade Mineral*

Medidas a Serem Adotadas na Fase de Implantação

As atividades desenvolvidas na fase de implantação da lavra, tais como, abertura de vias de acesso, seleção de áreas para deposição de expurgos e decapeamento (remoção da camada de solo vegetal), devem obedecer determinadas normas sob pena de degradar o meio ambiente.

Deste modo, recomenda-se o aproveitamento das estradas vicinais existentes, sendo construídas apenas as vias de serviços imprescindíveis; a redução dos desmatamentos ao mínimo necessário; a umidificação das vias e a estocagem do solo vegetal retirado. Além disso, o percurso traçado para as vias de serviços deve evitar, ao máximo, atravessar áreas de reservas ecológicas.

Na operação de decapeamento, a camada de solo fértil deve, logo após o desmatamento, ser empilhada por trator de esteira e carregada em caminhões para as áreas de bota-foras, onde não haja incidência de luz solar direta, visando assim evitar a germinação das sementes que se encontram em estado de “dormência”. Recomenda-se, ainda, que a cobertura vegetal da capa de estéril só seja removida quando a máquina que efetua a remoção do capeamento estiver a 5

metros desta. Deve-se, também, evitar que o material da capa estéril caia nas estradas e áreas de serviços.

Medidas a Serem Adotadas na Fase de Lavra

Na operação da lavra devem ser obedecidas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração das pedreiras, dado a sua proximidade a áreas habitadas, devem ser atendidas as seguintes exigências:

- Detonações limitadas a horários pré-determinados, os quais devem ser notificados à população, e estabelecimento prévio de um perímetro de segurança;
- A emissão de vibrações no solo e no ar provocada pelas detonações deve ficar dentro dos valores toleráveis, a serem estabelecidos pelos órgãos competentes;
- Reduzir ao máximo o ruído, a fumaça e a poeira gerada pelas detonações, através do uso de tecnologias avançadas;
- Evitar o ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança da pedreira, adotando-se medidas de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavra e na escolha dos locais para o fogacho, entre outras.

No carregamento e transporte dos materiais de empréstimos e rejeitos, deve-se fazer uma otimização dos caminhos, de modo a reduzir a poluição da região circunvizinha por detritos e poeiras, e adotar o uso de sinalização de trânsito adequada para diminuir os riscos de acidentes.

Na exploração das jazidas devem-se considerar, também, as condições geológicas, topográficas e hidrológicas das áreas de lavra, diminuindo assim os riscos de inundações e de deslizamentos de encostas.

Visando reduzir ao mínimo o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas às jazidas, deverão ser implantados sistemas de drenagem antes do início da lavra. Desta forma, todos os sistemas de encostas (taludes das frentes de lavra, das encostas marginais, dos bota-foras e dos cortes de estradas) deverão ser protegidos através do desvio das águas pluviais por meio de canaletas. Toda a área minerada, também, deverá ser circundada por canaletas, evitando que as águas pluviais provenientes das áreas periféricas venham a atingir as jazidas.

O avanço das frentes de lavra poderá provocar, em alguns setores das jazidas de materiais terrosos e granulares, instabilidades das encostas marginais com riscos de desmoronamento e desencadeamento de processos erosivos. Diante disso, é recomendável a reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes e o estabelecimento de programas de reflorestamento com espécies vegetais adaptadas à região, nas jazidas posicionadas fora das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e naquelas que serão exploradas nas obras do sistema adutor. O reflorestamento deverá ser executado na medida em que as frentes de lavras forem avançando, para que na época do abandono das jazidas, as áreas já apresentem suas paisagens praticamente recompostas.

Quanto à estocagem de materiais de empréstimos, deve-se evitar ao máximo a adoção deste procedimento, coordenando a sua utilização nas obras, concomitantemente com a sua exploração.

Controle de Deposição de Rejeitos (bota-foras)

Durante a exploração das jazidas são produzidas grandes quantidades de rejeitos sólidos, os quais são dispostos em pilhas desordenadas, geralmente com condições precárias de estabilidade e expostos a processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água.

Visando reduzir a degradação imposta ao meio ambiente por esta atividade, deverá ser posto em prática um controle na deposição de rejeitos, levando em conta dois fatores básicos, a sua localização e a formação das pilhas.

Com relação à localização, o rejeito deverá ser depositado próximo à área de lavra, em cotas inferiores à da mineração, reduzindo assim os custos com transportes. Nunca devem ser colocadas pilhas próximas ao limite do "pit", pois haverá uma sobrecarga nos taludes finais da cava, podendo ocorrer desmoronamentos e o material rompido atingir a área da lavra. Além disso, há sempre a possibilidade destes materiais serem depositados sobre áreas mineralizadas que futuramente venham a serem lavradas.

Para a formação adequada de depósitos de rejeito deve-se levar em conta o material constituinte do estéril, o terreno de fundação e os métodos construtivos. Na determinação da capacidade, das dimensões e do método construtivo deve-se atentar para os riscos de erosão pela água ou eólica,

de deslizamento do material estocado, bem como acessos e possível retomada para um eventual aproveitamento.

As pilhas de rejeitos constituídos por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos e material com granulometria de areia) devem ser formadas por basculamento direto do terreno, sem compactação, e devem apresentar um ângulo de face de 37° , que é o próprio ângulo de repouso do material.

Quanto aos materiais coesivos, a inclinação dos taludes e as alturas permitidas são determinadas por testes de estabilidade. O material deve ser depositado em camadas com compactação pelos próprios equipamentos de transporte, ou então convencionais de compactação. Antes desta operação deve ser colocada uma camada de material drenante entre o terreno da fundação e a pilha. Deverão ser implementadas, também, as drenagens superficiais das bermas e plataformas, bem como a abertura de canais periféricos para evitar que as águas de superfície drenem para o depósito. Com relação aos terrenos de fundação, estes devem apresentar resistência superior à da pilha de rejeito e inclinação inferior a 10° .

Para a estabilização dos bota-foras gerados no caso específico das obras das barragens Inhuçu e Lontras e do sistema adutor, sugere-se a adoção do reflorestamento, já que a região conta com material para cobertura de solo. Para que o haja um pronto restabelecimento da cobertura vegetal nas bermas de rejeitos, devem ser usadas técnicas para aumentar a fertilidade dos solos, associadas ao uso de sementes selecionadas.

Recuperação de Áreas Mineradas

Após o abandono das áreas de lavra, deverão ser iniciados os trabalhos de reconstituição paisagística através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

No caso específico das Barragens Inhuçu e Lontras será necessário a recuperação paisagística das áreas das jazidas de materiais terrosos que se localizarem fora das áreas das bacias hidráulicas, as quais deverão ser alvo de regularização do terreno e reflorestamento.

Os areais, por localizarem-se em leitos de cursos d'água, fora das áreas a serem submersas, deverão ter seus taludes suavizados, sendo apenas os trechos de matas ciliares degradados para dar acesso às áreas de lavra alvo de reflorestamento. Quanto as pedreiras, caso estas se

localizem fora das áreas a serem submersas, deverão ter suas áreas cercadas, especialmente eventuais buracos surgidos durante a lavra a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas.

Na reconstituição paisagística das lavras de materiais terrosos, o solo vegetal deve ser depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões, utilizando tratores de esteira, caminhões basculantes e pás carregadeiras. Em seguida devem ser efetuadas adubações e correções do solo, de acordo com os resultados de análises químicas. O reflorestamento deve ser efetuado, logo após a recomposição do solo, sendo o plantio executado preferencialmente pelo plantio de mudas.

5.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição das Áreas dos Canteiros de Obras

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação dos canteiros de obras envolvem danos à flora, deterioração pontual dos solos, desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água e redução na recarga dos aquíferos. Além disso, ocorre geração de poeira e ruídos provocados pelos desmatamentos e terraplenagens, e pela operação das usinas de concreto e das centrais de britagem. Deste modo, faz-se necessário à adoção das seguintes medidas:

- Reduzir os desmatamentos ao mínimo necessário;
- Na instalação de usinas de concreto e de centrais de britagem, levar em conta a direção dos ventos dominantes, no caso do canteiro de obras se situar próximo a núcleos habitacionais;
- Adotar o uso de fossas sépticas como infra-estrutura de esgotamento sanitário, procurando localizá-las distante dos cursos d'água;
- Resíduos de concretos e outros materiais devem ser depositados em locais apropriados, sendo submetidos a tratamento adequado;
- Umidificar o trajeto de máquinas e veículos;

- Construir os paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, livres de inundações, de mudanças freqüentes de temperatura e ventos fortes. Deve ser mantida uma faixa de terreno limpo com largura de 20 metros em torno dos paióis;
- Armazenagem de pólvora, dinamites e estopins em depósitos separados e desprovidos de instalações elétricas.

Após a conclusão das obras, caso as instalações dos canteiros de obras não sejam aproveitadas para o monitoramento dos reservatórios, as áreas por estes ocupadas devem ser alvo de reconstituição paisagística, através do reflorestamento com espécies vegetais nativas. Já o tratamento a ser dado às áreas dos caminhos de serviços, consiste em espalhar o solo fértil estocado por ocasião de suas construções, regularizar o terreno e reflorestar com espécies nativas.

5.4.4. Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas de Jazidas e dos Canteiros de Obras

As Empreiteiras deverão implantar as instalações dos canteiros de obras e efetuar a construção dos caminhos de serviços e o desmatamento/decapeamento de todas as áreas de empréstimo, bem como iniciar suas explorações, até o final do segundo mês.

Entre as medidas que devem ser executadas diariamente estão o controle do uso e manuseio de explosivos, a deposição adequada de rejeitos, o controle de deslizamentos de encostas e a umidificação das estradas de serviços e das áreas das jazidas de materiais terrosos e granulares. A implantação do sistema de drenagem deve se dar à medida que as frentes de lavra forem avançando. A recuperação das áreas degradadas pela atividade mineral deverá ser posta em prática logo após o abandono da lavra. Estas atividades são de competência direta das Empreiteiras, devendo estas serem fiscalizadas pela SRH e pela SEMACE.

5.5. PLANO DE REMOÇÃO / RELOCAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DAS ÁREAS DAS BACIAS HIDRÁULICAS DOS RESERVATÓRIOS

5.5.1. Generalidades

A implantação das Barragens Inhuçu e Lontras e do sistema adutor têm como objetivo o atendimento de usos múltiplos, dentre os quais se destaca o abastecimento das cidades de

Ararendá, Croatá e Ipaporanga e da população ribeirinha de jusante, o desenvolvimento da pesca nos lagos a serem formados, da irrigação intensiva nos tabuleiros marginais a Barragem Lontras e da irrigação difusa nas várzeas do trecho perenizado do rio Inhuçu/Macambira. Desta forma, a preservação da qualidade da água represada assume primordial importância, sendo para tanto, necessário a eliminação de fatores potencialmente poluentes existentes nas áreas a serem submersas.

As edificações quando submersas constituem graves obstáculos à pesca, às atividades balneárias e à navegação, além de prejudicarem o processo de autodepuração dos reservatórios, visto que:

- Desfavorecem a reaeração das águas represadas, pois constituem obstáculos à migração das correntes d'água, além de diminuir a temperatura e a turbulência das camadas ao longo da coluna d'água;
- A redução do oxigênio dissolvido nas águas prejudicará a reoxigenação por fotossíntese, pois as algas multicelulares e unicelulares responsáveis por este fenômeno não se proliferam;
- A decomposição aeróbia responsável pela produção de CO₂ e de sais minerais necessários ao fitoplâncton e a depuração biológica que controla a população bacteriana e dos outros seres patogênicos, também serão prejudicadas com a redução do oxigênio dissolvido.

Associada a estes fatores, a submersão de fossas, esgotos domésticos, esterqueiras, pocilgas e currais sem prévia limpeza ou tratamento, também representam potenciais focos de poluição, pois, dependendo da capacidade autodepurativa do reservatório, poderá ocorrer a propagação de agentes infecciosos, além da eutrofização do lago.

Por outro lado, as cercas de arame causam degradação de valores estéticos e paisagísticos quando semi-submersas e constituem riscos à recreação e à pesca, quando totalmente submersas. Danos a artefatos pesqueiros e problemas de saúde (tétano) causados por acidentes com arames oxidados são ocorrências comuns.

Assim sendo, faz-se necessário a adoção de normas para a limpeza das áreas englobadas pelas bacias hidráulicas dos futuros reservatórios, evitando que o processo de preservação da qualidade dos recursos hídricos represados seja dispendioso.

5.5.2. Remoção da Infra-estrutura Existente

Os componentes da infra-estrutura privada a serem removidos e/ou receberem tratamento adequado deverão ser quantificados a partir dos dados levantados pelos cadastros. Com base nos dados das pesquisas de campo, há necessidade de adoção das seguintes medidas:

- Demolição de todas as edificações (habitações, cercas, currais, pocilgas, depósitos, etc.) e remoção do entulho para fora das áreas a serem inundadas. O material reutilizável deve ser separado e os materiais restantes, não combustíveis, devem ser enterrados a uma profundidade mínima de um metro;
- As fossas devem ser esgotadas, sendo os líquidos transportados para outros locais. Tendo em vista a quase inexistência de fossas nas áreas a serem inundadas, o tratamento destes efluentes pode ser feito com a simples adição de cal hidratada e posterior aterramento com material argiloso;
- Os detritos de esterqueiras, pocilgas, currais, etc., devem ser removidos para cavas abertas, contendo cal hidratada e em seguida recobertos com material argiloso;
- O lixo doméstico, quando combustível, deverá ser recolhido e incinerado, sendo o material resultante da queima, posteriormente enterrado em solo argiloso, de modo que o local fique impermeabilizado.

A remoção da infra-estrutura deverá ser executada à medida que os trabalhos de desmatamento forem avançando, fazendo uso sempre que possível, da mão-de-obra local. Compete às Empreiteiras o trabalho de remoção da infra-estrutura existente nas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios, devendo a SRH fiscalizar o andamento do serviço e arcar com os custos de indenização.

5.5.3. Relocação da Infra-estrutura de Uso Público

A quase totalidade da infra-estrutura a ser removida das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios pertence a particulares, devendo ser alvo de indenizações. A infra-estrutura de uso público existente, que necessita ser relocada apresenta-se pouco significativa, estando representada nas áreas dos dois reservatórios por trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e trechos de rede elétrica de baixa tensão.

O setor educacional da área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Lontras conta, ainda, com três escolas ministrando o ensino fundamental. Além disso, foi constatada a presença de um cemitério posicionado dentro da faixa de proteção deste reservatório, o qual também deverá ser alvo de relocação.

Por ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios, recomenda-se sejam firmados convênios com as Prefeituras Municipais de Ipueiras, Croatá e Guaraciaba do Norte no caso das escolas, estradas vicinais e cemitério, e com a COELCE, no caso da rede elétrica.

5.6. DELIMITAÇÃO, REFLORESTAMENTO E MONITORAMENTO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RESERVATÓRIOS

5.6.1. Delimitação e Fiscalização das Faixas de Proteção dos Reservatórios

Em atendimento ao Código Florestal (Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pelas Leis n.º 7.803, de 18/07/89 e n.º 7.893/96 e pela Medida Provisória n.º 2.166-67, de 24/08/2000) e a Resolução CONAMA n.º 302/2002, deverá ser estabelecida uma faixa de vegetação com largura de 100,0 m, ao redor dos reservatórios, medida a partir do nível d'água máximo. As referidas faixas serão consideradas como áreas de preservação permanente.

O estabelecimento de uma faixa de proteção periférica aos reservatórios tem como objetivo a preservação da vegetação aí existente, uma vez que a sua presença impede a prática de atividades prejudiciais aos reservatórios em suas margens, além de funcionar como uma barreira ao aporte de sedimentos e poluentes aos reservatórios.

A cobertura vegetal das faixas de proteção das Barragens Inhuçu e Lontras encontram-se degradadas em diversos trechos pela ação antrópica, o que reduz a eficiência destas, razão pela qual deverá ser implementado o reflorestamento com espécies nativas. Para tanto, foi elaborado um plano de reflorestamento, cujas diretrizes serão apresentadas posteriormente em item específico.

A proteção das áreas de preservação permanente estabelecidas requererá a execução de uma fiscalização para o controle de atividades antrópicas que possam vir a degradá-las. Para tanto deverá ser constituída uma polícia florestal, que terá a seu cargo além da atividade de fiscalização, uma considerável tarefa educativa, através da difusão de normas protecionistas e da

conscientização das populações usuárias dos reservatórios sobre a importância destas faixas para manutenção da qualidade das águas represadas e das capacidades de acumulação dos reservatórios. Deverão ser engajados no policiamento das faixas de proteção dos reservatórios membros da população local.

As faixas de proteção dos reservatórios deverão ser todas cercadas, deixando-se apenas os corredores necessários para os acessos aos locais em que se desenvolvam as atividades de pesca, banho e captação d'água para dessedentação animal, entre outras. No caso específico de pontos de bebida para o gado, recomenda-se a construção de valas que conduzam a água para fora das faixas, mesmo que seja preciso bombeamento.

Não deverá ser permitido o desenvolvimento de atividades agrícolas ou pecuárias dentro do território das faixas de proteção, dado o carreamento de sedimentos e poluentes (agrotóxicos e fezes de animais, etc.) para os reservatórios. Outra atividade que pode vir a causar danos a qualidade das águas represadas é a pesca, já que a salga do pescado as margens dos reservatórios pode contribuir para a salinização das águas aí acumuladas.

Deverão ser proibidos o uso de lanchas ou outros equipamentos náuticos motorizados, com vistas a evitar a poluição dos reservatórios por óleos e resíduos de graxas. Além disso, as hélices dos motores contribuem para desestruturar a constituição física dos componentes planctônicos (fito e zooplâncton), ocasionando desequilíbrio na cadeia alimentar dos ecossistemas aquáticos.

A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH e da COGERH, devendo estes órgãos receber o apoio da SEMACE.

5.6.2. Reflorestamento das Áreas de Preservação Permanente

5.6.2.1. Objetivos

O estabelecimento de uma faixa de vegetal periférica aos reservatórios visa atender a legislação ambiental vigente, bem como contribuir para a preservação da qualidade da água represada e da capacidade de acumulação dos reservatórios. Além disso, a vegetação marginal proporciona alimentação para a ictiofauna. Ressalta-se, no entanto, que ambas as barragens apresentam a cobertura vegetal de suas faixas degradadas em alguns trechos, razão pela qual se propõe a execução do reflorestamento destas.

Tal iniciativa tende a trazer ganhos intangíveis ao ambiente, não só pelos motivos anteriormente aludidos, como pelo incentivo à prática do reflorestamento na região favorecendo o replantio de espécies nativas ameaçadas de extinção, bem como a introdução de espécies exóticas, proporcionando uma ampliação na biodiversidade local, além de favorecer o aumento do habitat da fauna, com destaque para a ornitofauna.

5.6.2.2. Área a ser Reflorestada

Para estimativa das áreas dos trechos a serem alvo do projeto de reflorestamento ora proposto nas faixas de proteção das Barragens Inhuçu e Lontras deverão ser utilizadas as fotografias aéreas da região, na escala 1: 15.000, efetuadas pela TOPOCART. Nestas deverão ser identificados e mapeados os trechos com cobertura vegetal degradada, sendo a extensão territorial destes posteriormente quantificadas.

5.6.2.3. Técnicas de Reflorestamento

Um programa de recomposição florestal requer a adoção de técnicas de reflorestamento que sejam adequadas à realidade da região onde será implantado, considerando, além da eficiência o fator custo. Atualmente, são utilizadas três técnicas para reflorestamento de uma área.

A mais sofisticada destas técnicas prevê um cronograma de plantio que tenta reproduzir a seqüência de sucessão vegetal observada nas florestas naturais. As espécies pioneiras, de crescimento rápido, mas de vida curta são plantadas em primeiro lugar, proporcionando sombra juntamente com árvores secundárias e as secundárias tardias. Sob essa proteção verde irão se desenvolver as árvores clímax, que necessitam de sombra nos primeiros anos de vida, sendo classificadas como umbrófilas. Estas espécies pertencem à última escalada da sucessão vegetal, sobrepondo-se sobre as demais.

Uma outra metodologia refere-se ao plantio “solteiro” das árvores clímax e secundárias tardias no campo. Para isso, as mudas têm que ser plantadas com mais de um ano, quando já atingem um metro de altura, estando, portanto aptas à vida a pleno sol.

A terceira técnica, que vem sendo mais amplamente adotada para reflorestamento de mata ciliar, trata-se do plantio “salteado”, onde se misturam espécies sem critérios biológicos nem cronológicos. O índice de perda nesse caso é altíssimo, registrando-se entre 40 a 50% de mortalidade das mudas. Além disso, os custos de manutenção nos primeiros anos são muito

elevados, exigindo inúmeras capinas até as mudas adquirirem altura suficiente para sobreviver à concorrência do mato. Outro agravante é que a floresta leva o dobro do tempo para fechar, podendo, até mesmo, jamais atingir o clímax.

Para o reflorestamento da área da faixa de proteção dos reservatórios deverá ser adotada a técnica de sucessão vegetal, a qual será detalhada ao longo dos itens que seguem. Também devem ser considerados na implantação florestal estudos de reconhecimento da área, levantamento topográfico, mapeamento dos solos e inventários da flora e da fauna local, estudos estes imprescindíveis para um bom andamento e seqüência dos trabalhos.

5.6.2.4. Seleção das Espécies Florísticas

A escolha das espécies a serem utilizadas para o reflorestamento deverá ser feita com base em levantamentos florísticos de matas nos domínios geomorfológicos identificados na região. Além das espécies comumente observadas na região, constituintes do ecossistema de cerrado, deverão ser indicadas espécies exóticas adaptadas às condições edafoclimáticas da área, visando o enriquecimento da biodiversidade, e espécies frutíferas nativas, a fim de incentivar a recuperação da avifauna.

Na escolha das espécies florísticas nativas a serem utilizadas para reflorestamento das faixas de proteção dos reservatórios deverá ser considerada, ainda, a aptidão e resistência das espécies silvestres a inundações temporárias e prolongadas, sempre tentando copiar a natureza. Assim sendo, foi sugerido o plantio das espécies abaixo discriminadas, sendo considerado a delimitação das faixas inundáveis e de terra firme no entorno dos reservatórios:

Espécies para Plantio Próximo a Margem

Dentre as espécies florísticas nativas passíveis de serem cultivadas nas áreas sujeitas a inundações periódicas, destacamos:

- Gurindiba, Crediúva ou Pau-pólvora (*Trema Micrantha*): árvore pequena da família das ulmáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece madeira mole para esculturas e peças que exijam elasticidade. Folhas e frutos forraginosos. Cascas adstringentes e de liber fibroso. Frutos atraem a avifauna. Melífera;

- Jenipapo (*Genipa americana*): árvore de médio porte da família das rubiáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece madeira empregada na construção naval e civil, carroçaria, tanoaria, móveis, obras de torno e cabos de ferramentas agrícolas. Cascas ricas em tanino, próprias para curtume. Folhas forrageiras. Frutos comestíveis dão excelente suco e licor, além de serem desobstruentes e tônicos;
- Ingá (*Inga spp*): árvore de médio porte da família das leguminosas mimosóideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece madeira para lenha, caixotaria e cangalhas. Oferece bom sombreamento. Frutos comestíveis, bons para suco. Reflorestamento espontâneo pelas sementes levadas por enchentes;
- Grumixama (*Eugenia brasiliensis*): árvore de médio porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes e estaquia. Espécie secundária inicial de crescimento moderado, originária do Brasil. Fornece frutos comestíveis, bons para doces e conservas. A casca e as folhas são aromáticas, diuréticas e anti-reumáticas;
- Oiticica (*Licania rígida*): árvore de grande porte da família das rosáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece sementes ricas em óleo (60%) próprio para tintas e vernizes de alto poder secativo;
- Carnaúba (*Copernicia prunifera*): palmeira de grande porte da família das palmáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece madeira para construção civil e marcenaria. Frutos comestíveis, adocicados que atraem aves e morcegos. Planta extrativa, tendo como principais produtos a cera e a palha. O palmito da carnaúba (cuandu) é utilizado na alimentação humana e animal no período de seca;
- Marizeira ou Umari (*Geoffraea spinosa*): árvore de grande porte da família das leguminosas papilionóideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária inicial de crescimento rápido, originária do Brasil. Fornece frutos comestíveis e utilizados como expectorante e vermífugo. Folhas fornecem ração para o gado, sendo o chá destas e dos brotos usados como emenagogo e antidiarréico;

- Azeitona ou Jambolão (*Syzygium Jambolana*): árvore de grande porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária da Ásia Tropical Oriental. Já difundida no Brasil e na Região Nordeste, inclusive no Ceará. Fornece frutos comestíveis e folhas forrageiras. O pó das sementes é empregado no controle da diabete. A raiz forma uma rede e evita o assoreamento dos cursos d'água;
- Pitanga (*Eugenia uniflora*): árvore de pequeno porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária tardia de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece frutos comestíveis, bons para sucos, sorvetes e licores. Folhas aromáticas e antireumáticas usadas contra a febre. Presta-se para o uso em cercas vivas. Atrai pássaros;
- Goiabeira (*Psidium guajava*): árvore de pequeno a médio porte da família das mirtáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária inicial de crescimento moderado, originária do Brasil. Fornece frutos usados para doces, compotas, geléias, sucos e sorvetes. As folhas e botões florais são usados contra diarreias e faringites. As cascas, pelo seu tanino, servem para curtume. Essa adstringência, também observada nas folhas, torna o cozimento de ambas recomendável no tratamento de úlceras e leucorréias. Atrai pássaros.

Espécies para o Plantio Afastado da Margem

Entre as espécies florísticas nativas a serem plantadas nos trechos de terra firme, em áreas não sujeitas a inundações ou com inundações muito rápidas, destacamos:

- Jatobá (*Hymenaea Courbaril*): árvore de grande porte da família das leguminosas cesalpinióideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária tardia de crescimento moderado, originária do Brasil. Fornece madeira dura, pesada, resistente, difícil de ser trabalhada, boa para mourões, linhas, esteios, portais, rodas de carro de boi. Resina serve para fabricação de verniz. A casca serve como tônico estomacal, bálsamo e vermífugo, além de ter ação hemostática. A polpa do fruto é usada em gemadas no combate as afecções pulmonares;

- Pau d'Arco Roxo (*Tabebuia Avellanadae*): árvore de grande porte da família das bignoniáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento rápido, originária do Brasil. Ornamental. Fornece madeira para construção civil e obras expostas, dormentes, esteios e vigamentos;
- Cedro Vermelho (*Cedrella fissilis*): árvore de grande porte da família das meliáceas, cuja propagação é feita por sementes e estaquia. Espécie secundária tardia de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece madeira para marcenaria, tabuados, esquadrias e forros. Cascas e raspas do lenho são adstringentes. As raspas cozidas são usadas no tratamento de feridas e em forma de banho a vapor, no tratamento da orquite;
- Pau Branco (*Auxemma onocalyx*): árvore de médio porte da família das borragináceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento moderado, originária do Ceará. Fornece madeira para carpintaria e marcenaria, tabuados, vigamentos, estacas e mourões. Cascas adstringentes usadas no tratamento de feridas e cortes. Fornece boa forragem para o rebanho bovino, caprinos e ovinos. É excelente melífera;
- Jucá (*Caesalpinia férrea*): árvore de pequeno porte da família das leguminosas cesalpiníóideas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie secundária tardia de crescimento moderado, originária do Brasil. Entrecasca utilizada no combate a tosse crônica e a asma, bem como no tratamento de feridas. Fornece boa forragem para o rebanho bovino, caprinos e ovinos;
- Mofumbo (*Combretum leprosum*): arbusto da família das combretáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie clímax de crescimento moderado, originária do Brasil. Folhas e entrecasca são hermostáticas, sudoríficas e calmantes;
- Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*): árvore de médio porte da família das ranáceas, cuja propagação é feita por sementes. Espécie pioneira de crescimento lento, originária do Brasil. Fornece boa forragem para o rebanho bovino, caprinos e ovinos. O fruto é rico em vitamina C. A infusão das folhas é estomacal. As raspas da entrecasca, rica em saponina, servem de sabão, dentifrício e tônico capilar.

Para o reflorestamento das áreas mais afastadas das margens, além das espécies anteriormente mencionadas podem ser utilizadas espécies arbóreas como: Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), Aroeira (*Schinus terenbinthifolius*), Frei Jorge (*Cordia alliodora*), Angico Vermelho (*Piptadenia macrocarpa*), Jurema Branca (*Pithecolobium dumosum*) e Favela (*Cnidocolus phyllacanthus*), espécies clímax com propagação por sementes e estaquia; Mororó (*Bauhinia forficata*), espécie secundária tardia com propagação por semente; Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), espécie clímax com propagação por sementes e Jurema Preta (*Mimosa acustistipula*), espécie pioneira com propagação por semente e estaquia.

Para estimular a visitação de pássaros recomenda-se o plantio de espécies florísticas que possam alimentá-los, tais como pitanga, goiabeira e carnaúba, anteriormente citadas.

5.6.2.5. Produção e Aquisição de Mudanças

A produção de mudas para reflorestamento tem com vantagem a redução de custos, além de contornar a reduzida oferta de espécies nativas no mercado. Mudanças de qualidades requerem cuidados que vão desde a escolha do local de implantação dos canteiros até a embalagem utilizada para o replantio. Os seguintes procedimentos são primordiais para a produção de mudas de boa qualidade:

- Formação da Sementeira: a coleta de sementes na região deve ser cuidadosa, sendo aconselhável obtê-las de matrizes distintas para garantir a variabilidade genética e a saúde das mudas. A durabilidade das sementes nativas é reduzida, muitas exigem plantio imediato como as do ingá e as do nim, por exemplo. Sementes carnosas têm que passar por despulpamento e as rígidas devem ser quebradas ou ter sua dormência rompida com uma fervura;
- Instalações: a germinação das sementes requer um ambiente com umidade elevada e temperatura alta, que pode ser proporcionado por uma instalação simples, de teto baixo, coberta com sombrite 50,0%, tendo as laterais protegidas por plásticos ou ripado estreito. A disponibilidade de d'água para regas periódicas é indispensável;
- Canteiros: para que a semente germine é fundamental a presença de calor e umidade. O plantio deve ser feito em linha, em canteiros exclusivamente de areia, visto que no processo germinativo a semente consome reservas nutricionais próprias, não

requerendo nutrientes externos. As regas devem ser diárias. Outra forma de plantio consiste na semeadura direta no recipiente (saco plástico), devendo-se nesse caso, utilizar cinco sementes por saco e efetuar um desbaste quando as plantas apresentarem quatro a seis folhas definitivas, deixando apenas uma planta por recipiente até chegar a época do plantio definitivo no campo;

- Repique e Transplante: em média, quando atingem 8 a 10cm de altura, exibindo quatro folhas definitivas, as mudas estão prontas para o replantio;
- Recipientes: para que as mudas tenham uma sobrevivência maior nos viveiros, com vistas a diminuir os custos de manutenção no plantio definitivo, é imprescindível a escolha de recipientes apropriados. A melhor opção é o emprego de sacos plásticos de 20x35cm, onde as raízes terão espaço suficiente para se acomodar por até um ano;
- Substrato dos Recipientes: o substrato ideal para a produção de mudas é aquele que apresenta uniformidade na sua composição, a qual deve constar de uma parte e meia de terra de subsolo; meia parte de areia; uma parte de adubo orgânico e 100g de calcário. Tanto o adubo quanto o material terroso e arenoso devem ser peneirados para evitar a infestação por sementes de ervas daninhas;
- Abrigo das Mudas: uma vez colocadas nos sacos plásticos, as mudas devem ser abrigadas sob um ripado com boa ventilação, devendo permanecer aí por quatro a cinco meses, com irrigação adequada e suplementação nitrogenada (sulfato de amônia) para acelerar seu desenvolvimento. Após esse período podem ser dispostas ao sol até o momento do plantio no campo;
- Rustificação: para que seja considerada apta para ser levada ao campo, a muda deve ser sadia e ter um grau de resistência que lhe permita sobreviver às condições adversas do meio. A movimentação das mudas no viveiro e o corte gradual de irrigação no período que antecede o plantio são os procedimentos mais adotados para endurecimento das mudas no viveiro.

A aquisição de mudas prontas elimina todas as etapas anteriores, podendo ser uma opção bastante econômica caso o mercado ofereça as mudas das espécies preconizadas para o reflorestamento. Para aquisição das mudas pode ser estabelecido um convênio com o IBAMA,

caso este conte com postos de revenda na região ou com hortos florestais existentes na região sob a administração das prefeituras municipais. Mudanças de boa qualidade devem reunir as seguintes características, antes de serem plantadas no campo:

- Parte aérea bem formada, não apresentando bifurcação;
- Sistema radicular bem formado, com raiz principal reta e sem enovelamento;
- Bom aspecto fitossanitário;
- Altura da parte aérea suficiente para ser plantada de acordo com as exigências climáticas e edáficas;
- Rustificação (aclimatação), para que resistam às condições adversas do meio.

5.6.2.6. Preparo do Solo

O preparo do solo para plantio consiste, simplesmente, na abertura de covas de 40 x 40 x 40 cm, sendo esse sistema chamado cultivo mínimo, o qual difere do sistema convencional, que adota o revolvimento do solo por meio de aração e grades pesadas e leves. Quando a área apresentar problemas de camadas adensadas, convém utilizar subsoladores para rompê-las. As limpezas manuais consistem na eliminação da vegetação rasteira ao solo na área de entorno das mudas, visando evitar a concorrência com outras espécies.

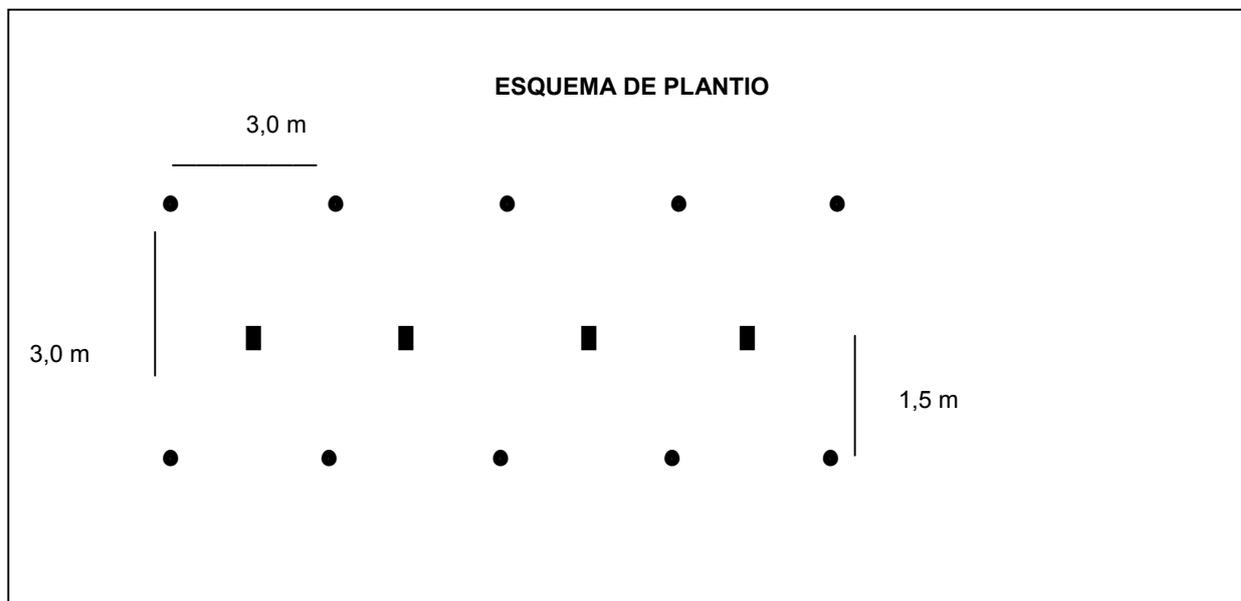
Nessa fase de preparo do solo, recomenda-se o combate às formigas cortadeiras, que também deve ser estendido às etapas durante e após o plantio. O combate inicial deve ser feito após a limpeza da área, com repasse realizado 60 dias após o combate inicial, de preferência antes do plantio das mudas no campo. Faz-se a ronda durante a operação de plantio e alguns dias após o mesmo. Devendo ser feito um acompanhamento efetivo durante o desenvolvimento das plantas para evitar possível infestação. No combate a formigas deve ser adotado o uso de iscas granuladas, por sua facilidade de manuseio, maior rendimento operacional e baixa toxicidade ao meio ambiente. Este tipo de isca tem restrições ao seu uso apenas nos períodos chuvosos, podendo ser usados porta-iscas impermeáveis para contornar este problema.

5.6.2.7. *Plantio e Replante das Mudas*

Tendo em vista a adoção da técnica de reflorestamento por sucessão vegetal, deverá ser empreendido um planejamento do plantio que minimize os custos de manutenção e maximize os resultados positivos no crescimento da população florística. O modelo mais tradicional estabelece três estágios de sucessão vegetal:

- No primeiro ano são plantadas as árvores pioneiras, que são espécies heliófilas, ou seja, requerem bastante sol e têm rápido desenvolvimento;
- Passados 12 a 18 meses são introduzidas as secundárias, cuja função é fechar e ocupar as clareiras;
- Sombreada a área, são plantadas as árvores clímax que, juntamente com as secundárias tardias, darão a estrutura definitiva da mata.

O espaçamento entre espécies pioneiras é de 3,0 x 3,0 m, com uma espécie clímax no centro, distribuindo-se as pioneiras e secundárias nas laterais. O espaçamento final entre plantas será, portanto, de 3,0 x 1,5 m (vide esquema), totalizando 2.222 plantas/ha assim distribuídas: 50,0% de espécies pioneiras; 30,0% de secundárias iniciais; 10,0% de secundárias tardias e 10,0% de clímax.



- = Espécies Pioneiras e Secundárias
- = Espécies Clímax

O plantio deve ser executado mediante a abertura de covas, colocando-se as mudas no interior das mesmas e preenchendo-se com terra e esterco de gado, este último na quantidade de 9 litros por cova. Nas áreas mais íngremes como nas encostas de chapadas, deve-se adotar o plantio em curvas de nível.

A retirada da muda da embalagem requer cuidados de modo a evitar o destorroamento que pode provocar danos ao sistema radicular. O colo da muda deve ficar ao nível do solo, coberto por uma camada fina de terra. O que sobrar de terra preparada deve ser disposto ao redor da muda, num raio de 20cm, possibilitando uma boa armazenagem das águas da chuva. A época ideal para o plantio é o período chuvoso, podendo também ser realizado durante todo o ano usando-se neste caso a irrigação.

O replantio é uma operação feita manualmente, quando se verificam níveis de falha na pega das mudas. Deve ser realizado, no máximo, 30 dias após o plantio, utilizando-se mudas com o mesmo padrão de qualidade das plantadas inicialmente.

5.6.2.8. Tratos Culturais

Durante a fase de formação do povoamento florestal, são feitas tantas capinas quantas forem necessárias, sendo que a intensidade desses tratos culturais varia em função da espécie daninha, sua agressividade e nível de infestação. Uma escolha adequada das espécies a serem adotadas no reflorestamento, uma adubação acertada, a utilização de um sistema adequado de preparo do solo, a escolha do espaçamento, bem como a utilização de mudas de boa qualidade, fazem com que haja melhor desenvolvimento da floresta em formação e, conseqüentemente, reduzem o número de tratos culturais necessários.

Normalmente são feitas duas a três capinas no primeiro ano, uma capina e uma roçada no segundo ano e uma roçada no terceiro ano, dispensando-se estes tratos nos anos seguintes, quando as plantas já se encontram suficientemente desenvolvidas para competir com as ervas daninhas.

Nos dois anos seguintes ao plantio, convém fazer a adubação de cobertura com nitrogênio, dividindo-se a dosagem em quatro aplicações anuais, com intervalos de três meses. O adubo deve ser colocado sob a projeção da copa em um sulco ao redor da muda e coberto com terra.

Recomenda-se realizar análises de solo visando identificar as deficiências em nutrientes dos solos a serem reflorestados.

Nesse período de três anos após o plantio são extremamente importantes as operações de manutenção descritas anteriormente, além do combate as pragas e doenças, desbastes e poda de plantas e estabelecimento de uma vigilância florestal. Essa última atividade consiste no estabelecimento de uma equipe específica para o monitoramento de toda a área plantada, que deve ser treinada para observar aspectos relacionados com a ocorrência de pragas, doenças, presença de invasores, áreas com risco de incêndios, furtos de madeira, entre outros.

Os investimentos de implantação das florestas deverão ser diluídos em dois anos tendo em vista o sistema de reflorestamento empregado, o qual preconiza a implantação de 50,0% de indivíduos pertencentes ao grupo ecológico das espécies pioneiras no primeiro ano e os outros 50,0% referentes ao grupo das espécies secundárias tardias e clímax no segundo ano. Nos anos 2 e 3 os custos a serem incorridos estão restritos apenas a manutenção das áreas reflorestadas.

5.7. ZONEAMENTO DE USOS NO ENTORNO DOS RESERVATÓRIOS

As águas represadas nas Barragens Inhuçu e Lontras destinam-se a usos múltiplos, com destaque para o abastecimento d'água das cidades de Ararendá, Croatá e Ipaporanga e da população ribeirinha e para o desenvolvimento da irrigação intensiva nos tabuleiros marginais a Barragem Lontras e da irrigação difusa nas várzeas a jusante, razão pela qual é de suma importância a preservação da qualidade da água armazenada. Muitos destes usos múltiplos podem vir a serem conflitantes entre si, ou resultarem na poluição das águas represadas.

Com efeito, com o enchimento dos reservatórios, algumas atividades econômicas poderão vir a desenvolvidas em suas margens ou nos próprios espelhos d'água (pesca artesanal, balneários, etc.). Assim sendo, não faz sentido a pretensão de manter a faixa de proteção dos reservatórios intocadas, faz-se necessário no entanto o estabelecimento de regras rigorosas a serem cumpridas no desenvolvimento destas atividades.

Inicialmente, é de suma importância que seja efetuado um zoneamento de usos no entorno dos reservatórios, procurando posicionar afastados usos conflitantes entre si. Desta forma, não deve ser permitido num raio de, no mínimo 500m, entorno de áreas destinadas à captação d'água para abastecimento humano, usos tais como banhos, lavagens de roupas, etc., devendo tais áreas ser

demarcadas com cabos suspensos por bóias. Da mesma forma, as áreas destinadas à pesca não devem ser posicionadas próximo a balneários ou lavagens de roupa, etc.

As atividades da pesca e de lazer deverão ter as áreas de ancoradouros, entrepostos de pesca, balneários etc. confinadas por cercas e acompanhadas de um policiamento educativo, tendo em vista orientar para que haja uma correta disposição dos dejetos inerentes a essas atividades. Deverá ser proibido o desenvolvimento de atividades agropecuárias nas áreas das faixas de proteção, sendo a captação d'água para dessedentação animal efetuada através de bombeamentos.

A implementação desta medida deverá ficar a cargo da SRH/COGERH, devendo as atividades a serem desenvolvidas estarem inclusas no plano de delimitação e fiscalização da faixa de proteção do reservatório, anteriormente descrito.

5.8. PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA

5.8.1. Generalidades

Objetivando a relocação das famílias a serem desalojadas da área objeto de desapropriação, deverá ser elaborado um projeto de reassentamento pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural desenvolvida pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), órgão responsável pela efetivação do mesmo. O presente plano dispõe sobre as diretrizes a serem adotadas no projeto de reassentamento da população rural atingida pela implantação dos reservatórios e do sistema adutor para irrigação.

Durante a elaboração do projeto de reassentamento é imprescindível a participação do público-meta ou de suas lideranças, reduzindo assim, os riscos de rejeição às medidas adotadas. Ficará a cargo da SRH a indenização de terras e benfeitorias, bem como a relocação da população para as áreas remanescentes das propriedades, reassentamento urbano, reassentamento em agrovilas ou compensação monetária, conforme opção apontada pelas famílias afetadas.

5.8.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento Rural

5.8.2.1. *Compilação e Análise dos Dados Existentes*

Antes da execução da pesquisa sócio-econômica nas propriedades rurais afetadas, deverá ser efetuado um levantamento e análise dos dados secundários existentes, visando o fornecimento de subsídios para a definição da estratégia de execução dos trabalhos de campo, bem como o delineamento preliminar da realidade a ser estudada. Tais informações versarão basicamente sobre os seguintes documentos técnicos:

- Política de Reassentamento do Estado do Ceará;
- Diretrizes de Reassentamento do World Bank (OD 4:30);
- Manual Operativo de Reassentamento da SRH-CE, incluindo: metodologia para avaliação do valor das habitações e outras estruturas; tabela de preços da SRH; especificações da habitação padrão, infra-estrutura de água e saneamento, e outras obras necessárias; procedimentos legais e administrativos aplicáveis, inclusive nos processos de apelação; legislação e regulamentos pertinentes à expropriação, processos de reassentamento e as instituições responsáveis pelo processo; procedimentos para titulação e distribuição de lotes;
- Dados relativos a mapas do traçado do sistema adutor e das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios; levantamentos topográfico e pedológico; projeto proposto para o sistema adutor e para as barragens com suas respectivas infra-estruturas; mapas e localização das propriedades rurais dos polígonos de desapropriação; contratos legais padrões entre o Estado e os colonos; modelos de questionários (levantamento de ocupantes - arrendatário/posseiro e proprietário); modelos de convênios para suprimento d'água e outros serviços; resultados do cadastro, inclusive planilha e cadastros individuais; estudo de impacto ambiental e dados relativos à infra-estrutura dos núcleos urbanos da região.

5.8.2.2. *Participação da Comunidade e Integração com as Populações Hospedeiras*

Esta tarefa deve ser desenvolvida em todas as etapas do trabalho, pois é de suma importância a participação dos reassentados não voluntários e das populações hospedeiras nas fases do planejamento anteriores à mudança. Assim sendo, para obter-se cooperação, participação e

"feedback", os reassentados e os hospedeiros deverão ser sistematicamente informados e consultados sobre os seus direitos e sobre as opções possíveis, durante a preparação do projeto de reassentamento. Estas medidas serão tomadas diretamente, junto às populações interessadas, ou por intermédio de líderes ou representantes formais ou informais. A experiência tem demonstrado que as ONG's locais freqüentemente são capazes de prestar ajuda valiosa e de garantir uma boa participação das comunidades. A importância da participação da população alvo, ou pelo menos, de suas lideranças legítimas, ao longo das fases de elaboração do projeto efetivo de reassentamento, deve-se ao princípio de que ninguém aprecia perder a capacidade de decidir sobre o próprio destino, pois se corre o risco de rejeição a quaisquer medidas a serem adotadas, por mais benéficas que sejam elas.

Contudo, outras medidas deverão ser estabelecidas, como programações das reuniões, entre encarregados do projeto e comunidades dos reassentados e hospedeiros, onde os membros das equipes possam bem avaliar as preocupações das pessoas, durante as fases de planejamento e execução. No decorrer destas medidas deverá ser dispensada especial atenção, nas representações dos grupos mais vulneráveis, tais como os sem terras e as mulheres.

Propõe-se a realização de 5 (cinco) reuniões comunitárias/empreendimento, estrategicamente distribuídas ao longo do processo de elaboração. Tais reuniões deverão ter como finalidade precípua, informar a população sobre os seguintes tópicos:

- Apresentar à população afetada, informações a cerca das obras do sistema adutor e seus impactos;
- Informar a população sobre os usos múltiplos preconizados para os reservatórios e o sistema adutor;
- Informar a população sobre os procedimentos que serão adotados para o seu reassentamento;
- Registrar, através de anotações, as necessidades e preferências da população afetada;
- Esclarecer soluções alternativas para as famílias afetadas;
- Obter da população afetada sugestões e reações às soluções propostas, assimilando as suas sugestões sempre que estas forem consideradas viáveis.

Dessa análise deverão surgir elementos para formulação de alternativas, não apenas de locais de reassentamento, como também de alternativas de soluções para a retomada da atividade econômica da população, consideradas as novas perspectivas que surgirão com a implementação do sistema adutor. Na primeira reunião procurar-se-á, também, identificar as principais lideranças locais, as quais serão de extrema valia na obtenção de informações básicas. Os tópicos e conclusões de cada reunião deverão ser registrados em atas.

5.8.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica

Tal estudo tem por objetivo traçar o perfil da população rural impactada pela implantação dos reservatórios e do sistema adutor através da aplicação de pesquisa sócio-econômica censitária, tendo como instrumento o questionário padrão da SRH, bem como entrevistas abertas com as principais lideranças locais. Além do dimensionamento e caracterização da população alvo, a pesquisa deverá apropriar as expectativas da população face a construção do sistema adutor, e suas pretensões quanto ao local de residência futura, entre outras. A pesquisa sócio-econômica com registro dos nomes das famílias afetadas deverá ser realizada o mais cedo possível, a fim de evitar o influxo de populações não merecedoras de indenizações. Deverão ser aplicados questionários para levantamento de ocupantes (proprietários e arrendatários / posseiros), conforme modelo fornecido pela SRH.

Além da descrição das características domésticas usuais, a pesquisa sócio-econômica deverá centrar-se sobre:

- Magnitude do deslocamento;
- Informações completas sobre a base de recursos da população atingida, inclusive sobre rendimentos derivados do setor informal e de atividades não agrícolas e dos bens comunitários;
- Extensão das perdas totais ou parciais que sofrerão os grupos atingidos;
- Infra-estrutura pública e serviços sociais que serão afetados;
- Instituições formais e informais que poderão ajudar no planejamento e execução dos programas de reassentamento (tais como organizações comunitárias, grupos religiosos, etc.);

- Opiniões sobre as opções de reassentamento.

O Plano de Reassentamento identificará a população rural atingida de acordo com o discriminado a seguir:

- Todos os ocupantes das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor;
- Todas as pessoas temporariamente deslocadas pelas respectivas obras civis.

São considerados ocupantes todas as pessoas que usam atualmente a terra para agricultura, pastagens, atividades não agrícolas ou habitação, independente de sua condição legal ou não de proprietário.

Além da pesquisa, deverão ser visitadas as localidades identificadas na área em questão, com o objetivo de melhor perceber o seu padrão de ocupação (número de casas, tipologia, comércio, localização espacial, existência de escolas, postos de saúde, igrejas, serviços de transporte, serviços utilitários como eletricidade, abastecimento d'água, etc. e associações comunitárias).

Como produto desta etapa inicial deverá ser formulada uma agregação da população, segundo grupos homogêneos do ponto de vista da natureza do impacto sofrido e cujos integrantes deverão receber tratamento análogo para efeito de reassentamento, apresentando-se um perfil de cada grupo que evidenciará seus atributos quantitativos e qualitativos mais importantes. Como exemplo de prováveis grupos a serem encontrados tem-se:

- Famílias que poderão permanecer nas áreas remanescentes das propriedades;
- Famílias com solução própria, englobando proprietários de outros imóveis fora da área em apreço, com dimensão suficiente para a sua subsistência e ascensão social;
- Famílias com solução própria, englobando proprietários que em função da indenização a receber, terão condições de adquirirem áreas de produção com dimensões suficientes para sua subsistência e ascensão social;
- Famílias sem solução própria, impactados apenas no tocante às suas moradias, simples moradores sem atividade agropecuária na área atingida;

- Famílias sem solução própria, com atividades agropecuárias na área, notadamente produtores sem terra e pequenos produtores.

Tais informações são imprescindíveis à definição do tamanho mínimo das áreas potenciais a serem selecionadas para o reassentamento.

5.8.2.4. Avaliação Socioeconômica

A avaliação sócio-econômica tem por objetivo avaliar os efeitos dos reservatórios e do sistema adutor sobre as pessoas da região; detectar as possibilidades do desenvolvimento social proporcionado por estas obras hídricas; e, identificar as necessidades e preferências da população afetada. Com base nessa avaliação, o plano de reassentamento deverá fornecer a base para uma combinação de medidas a serem tomadas pela SRH, considerando cada família afetada individualmente, cumprindo assim os objetivos da Política de Reassentamento do Estado.

A avaliação sócio-econômica deverá, também, estimar os efeitos das obras hídricas a serem implementadas, incluindo

- A perda da terra usada para agricultura, pastagens, atividades não agrícolas formais e informais, e habitação;
- Acesso à água e capacidade do solo nas porções de terras remanescentes, incluindo os usos da terra e a classificação dos solos;
- A necessidade ou oportunidade de se introduzir novas culturas ou outras atividades geradoras de renda;
- Tempo necessário para que as atividades econômicas restauradas produzam benefícios como, por exemplo, o tempo necessário para a primeira colheita;
- Efeito da presença física dos reservatórios e do sistema adutor sobre o acesso aos serviços.

O estudo deverá avaliar os recursos usados pela comunidade, localizados dentro e fora da área afetada, bem como reunir informações sobre disponibilidade, capacidade e acessibilidade de:

- Infra-estrutura de transporte, inclusive trilhas e passagens molhadas;

- Serviços de transporte;
- Serviços utilitários, como eletricidade, abastecimento d'água;
- Outros serviços, inclusive postos de saúde, escolas, mercados, agências de correio;
- Infra-estrutura comunitária, como igrejas, campos de futebol, etc.;
- Fontes de combustível, especialmente lenha.

A avaliação social identificará as características principais da vida social na comunidade, inclusive associações formais e informais, grupos religiosos e grupos afins. Todas características deverão ser levadas em conta no Projeto de Reassentamento.

5.8.2.5. Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento

Na escolha das áreas potenciais para implantação do reassentamento da população deverão ser analisados parâmetros pertinentes às potencialidades de terras aráveis aptas para a agricultura ou não; posicionamento da área em relação a fontes hídricas; a infra-estrutura de transporte existente e planejada; as atividades produtivas existentes e a proximidade de núcleos urbanos. No caso de reassentamentos rurais, o potencial de produção e as vantagens de situação do novo local deverão ser, no mínimo, equivalentes às do antigo local.

Assim sendo, o ideal é se adotar uma política de "terra por terra", que ofereça terras de qualidade equivalente àquelas desapropriadas, no mínimo. Devem ser considerados, também, que os esquemas de irrigação, recuperação de solos, exploração de recursos florestais, intensificação da produção e outras inovações, pedem, freqüentemente, um adequado potencial de produção em menores parcelas de terra, onde serão reassentados os agricultores.

A seleção da área se baseará, também, no levantamento da infra-estrutura fundiária e caracterização sócio-econômica das áreas potenciais, visando minimizar os conflitos com as populações hospedeiras.

A comparação entre alternativas para efeito da seleção e posterior indicação pelo órgão empreendedor, deverá ser demonstrada em uma ou mais matrizes, conforme a diversidade dos grupos homogêneos, nos quais estarão dispostos os principais atributos qualitativos e quantitativos de cada alternativa estudada.

5.8.2.6. *Alternativas de Reassentamento*

Com base na caracterização sócio-demográfica da população rural impactada deverá ser procedida a definição das proposições de reassentamento para os diferentes casos existentes, tendo sempre como premissas:

- Ajustamento ao perfil sócio-econômico dos diferentes grupos homogêneos identificados, principalmente do ponto de vista da experiência pregressa e da grande interferência sofrida;
- Contemplar as percepções e expectativas locais identificadas quanto ao encaminhamento de soluções de relocação;
- Incluir medidas paralelas de equacionamento de aspectos relativos à infra-estrutura social, urbana e econômica, tais como saúde, educação, habitação, abastecimento d'água, acessos viários, identificação e apoio à produção;
- Viabilidade econômica, de modo a fornecer à população afetada uma probabilidade razoável de manter ou melhorar o seu padrão de vida.

Dentre as opções que podem ser adotadas e que deverão ser discutidas com as famílias afetadas pode-se citar: o reassentamento nas áreas remanescentes; o reassentamento em agrovilas; o reassentamento em centros urbanos próximos e a compensação monetária, entre outros.

Para as opções acima descritas deverão ser realizadas as seguintes atividades:

- Reassentamento nas áreas remanescentes: quando for indicada a realocação nesse local, o plano deverá examinar os lotes caso a caso, levando em consideração a preferência do atingido, os solos, a declividade do terreno e outros fatores que influenciem a produtividade, para assegurar que cada família consiga o mesmo nível de produção que possuía anteriormente;
- Reassentamento em novas áreas (agrovila): para as famílias que escolherem esta opção, o plano de reassentamento identificará os locais alternativos adequados com terras agrícolas e locais para habitação a uma distância razoável da localização atual dos agricultores deslocados, verificando se esses locais estão disponíveis;

- Reassentamento urbano: para as famílias que escolherem esta opção, o plano identificará locais adequados nos centros urbanos vizinhos;
- Compensação monetária: a compensação monetária da terra e/ou benfeitoria terá valor suficiente para reposição dos bens perdidos e/ou restabelecimento do nível de produção.

Deverão ser avaliadas, também, as alternativas propostas pela população alvo, tanto em termos de custos, como de satisfação das necessidades da comunidade local.

Estabelecidas as alternativas de reassentamento, deverão ser selecionadas as mais interessantes do ponto de vista econômico e social, mediante a execução de análises expeditas de custos e benefícios. As soluções alternativas deverão oferecer uma probabilidade razoável para a população afetada manter ou melhorar o seu atual nível de vida.

5.8.2.7. *Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento*

Após a seleção das melhores alternativas de reassentamento para a população rural, serão elaborados os seus anteprojetos, os quais deverão contemplar as obras de engenharia relativas às habitações, rede viária, prédios públicos (escolas, postos de saúde, etc.), eletrificação e saneamento básico. Deverão ser quantificados e estimados os custos relativos aos diferentes segmentos contemplados pelo anteprojeto.

As alternativas selecionadas e anteprojetadas deverão ser submetidas à apreciação social da população afetada, mesmo que tal participação seja resumida a uma representação. Tal apreciação tomará por parâmetros de medida as possibilidades de progresso social abertas pelo reassentamento e a satisfação das aspirações da população afetada.

5.8.2.8. *Arcabouço Legal*

Para a montagem de um projeto viável de reassentamento torna-se necessária uma perfeita compreensão dos aspectos legais envolvidos. Assim sendo, deverá ser feita uma análise que determine a natureza do arcabouço legal do reassentamento pretendido, baseada nos seguintes pontos:

- A extensão e importância dos assentamentos existentes, a natureza das indenizações decorrentes, tanto em termos de metodologia das avaliações quanto dos prazos de desembolsos;
- Os procedimentos legais e administrativos aplicáveis, incluindo os processos de recursos e os prazos legais desses processos;
- Titulação das terras e procedimentos de registro;
- Leis e regulamentos pertinentes aos organismos responsáveis pela execução do reassentamento e àqueles relacionados com a desapropriação de terras e indenizações, com os reagrupamentos de terras, com os usos de terras, com o meio ambiente, com o emprego das águas e com o bem estar social.

5.8.2.9. Elaboração de Programas Sócio-Econômicos

O Plano de Reassentamento deverá identificar a necessidade da manutenção dos níveis de renda da população durante a interrupção das suas atividades econômicas normais. Devendo-se estimar a necessidade de pagamentos de emergência temporários ou ser propostas medidas de geração de renda que serão sujeitas à análise de pré-viabilidade, considerando a disponibilidade de capital, demanda local, suprimento de insumos, mercados, transportes, etc.

Não se pode excluir, dentro de um projeto de reassentamento, o estabelecimento de estratégias que assegurem a subsistência e ascensão social das famílias de agricultores que serão deslocados de suas atividades atuais. Isto se torna mais importante face a carência de alternativas viáveis em áreas que se caracterizam pelas limitações da agricultura de sequeiro e da falta de novas oportunidades de emprego.

Dentro deste contexto, deve-se procurar definir modelos de produção (irrigação, pecuária, piscicultura, etc.) capazes de melhorar as condições de vida da população rural a ser reassentada, de modo a fortalecer a comunidade e facilitar o seu processo de emancipação.

Na concepção dos planos de produção deverá ser levado em conta as limitações e potencialidades físicas da área, bem como fatores sócio-econômicos e culturais. Outra preocupação, que será considerada, refere-se ao caráter conservador quanto às inovações a

serem introduzidas, buscando-se não ferir demasiadamente os costumes e hábitos de manejo dos futuros reassentados.

Deverão ser apresentados, também, programas que visem a preparação dos futuros reassentados para a absorção das novas tecnologias que serão empregadas no plano de geração de renda, incluindo dentre outros:

- Treinamentos nas práticas da agricultura irrigada e/ou da piscicultura intensiva;
- Informações em políticas governamentais, comercialização, armazenamento e cooperativismo.

Deverão, também, ser contemplados planos visando sanar os impactos sobre a saúde e segurança da população durante a implantação das obras civis, bem como que estabeleçam medidas que impeça a invasão dos imóveis desapropriados por pessoas alheias a área.

5.8.2.10. Estudos e Projetos Complementares

Além dos Projetos de Reassentamento da população desalojada por cada obra hídrica propriamente ditos, torna-se necessário elaborar diversos estudos e projetos complementares para subsidiar as fases de planejamento e implementação do reassentamento. Dentre estes, estão englobados levantamentos topográficos e pedológicos das áreas destinadas aos reassentamentos, bem como o levantamento cadastral das propriedades aí existentes e a elaboração de projetos de irrigação, de piscicultura, etc.

5.8.2.11. Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento

Nesta fase deverão ser definidos os aspectos referentes à relocação da população, principalmente no que se refere aos meios de transporte a serem utilizados, aos monitores a serem responsabilizados pelo controle do remanejamento, e do conjunto de atividades que envolvem a recepção e encaminhamento da população e dos seus pertences às novas moradias.

Além do dimensionamento da equipe a ser engajada neste processo e dos equipamentos necessários, deverão ser estimados os custos a serem incorridos com o pagamento de diárias aos monitores, e com o aluguel de caminhões para a mudança e de carros de apoio para a equipe, entre outros.

5.8.2.12. Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento Rural

Por fim, será elaborado o programa de implementação dos Projetos de Reassentamento, os quais contemplarão inicialmente a quantificação e estimativa dos custos relativos às diversas etapas do projeto, bem como a confecção de um plano de financiamento, elaborado juntamente com a SRH, apresentando as fontes de recursos para todos os custos, e um cronograma de implantação das atividades a serem desenvolvidas.

Deverá, também, ser elaborada, juntamente com a SRH, uma matriz institucional indicando os órgãos públicos e/ou instituições privadas responsáveis pela implementação das atividades previstas, além de uma lista de acordos legais (convênios, contratos, etc.) que serão necessários à implementação do programa e das minutas dos referidos acordos. O Relatório final dos Projetos de Reassentamento deverá conter as seguintes informações:

- Caracterização sócio-econômica da área afetada;
- Dados do levantamento dos ocupantes, inclusive planilhas individuais;
- Alternativas de reassentamento;
- Programas sócio-econômico relativos a geração de renda e saúde/segurança da população;
- Programa de mudança;
- Mapas detalhados da localização das alternativas de reassentamento;
- Programas de segurança e proteção;
- Programas e estudos de viabilidade para as medidas de geração de renda;
- Matriz institucional indicando as responsabilidades dos órgãos públicos e/ou instituições privadas;
- Cronograma das atividades a serem desenvolvidas;
- Orçamento detalhado e plano financeiro, indicando as fontes de recursos;

- Minutas dos acordos legais para todos os convênios e contratos institucionais de operações que venham a ser necessários;
- Minutas dos termos de referência para estudos e projetos complementares que venham a ser necessários.

Os custos a serem incorridos com a implementação dos Projetos de Reassentamento deverão englobar não só os gastos pertinentes às indenizações de terras e benfeitorias, como o pagamento de compensação financeira para as famílias cujos valores das indenizações forem inferiores ao teto limite estabelecido. Deverão envolver, ainda, os gastos com a implantação das agrovilas, de uma estrada na área de entorno dos reservatórios e de rede elétrica nas áreas remanescentes.

5.9. PLANO DE PEIXAMENTO DOS RESERVATÓRIOS

O programa de peixamento proposto para as Barragens Inhuçu e Lontras contempla apenas a exploração da piscicultura extensiva, na qual o povoamento inicial dos reservatórios deverá adotar inicialmente a adaptação das espécies nativas da bacia do rio Inhuçu/Macambira às condições lênticas dos reservatórios. Dentre as espécies de peixes constatadas pela pesquisa de campo na bacia do riacho Jucá figuram: curimatã comum (*Prochilodus cearaensis*), piaba chata (*Astyanax bimaculatus*), traíra (*Hoplias malabaricus*), piau comum (*Leporinus friderici*) e cará (*Geophagus brasiliensis*). Foi constatada, ainda, a presença de espécies aclimatizadas como o tucunaré (*Cichla ocellaris*) e o tambaqui (*Colossoma macropomum*).

Posteriormente devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração do valor econômico. A escolha das espécies a serem introduzidas nos açudes deverá contemplar os seguintes critérios:

- Critérios ecológicos: posição na cadeia trófica, potencial reprodutivo, produtividade da biomassa, etc.;
- Critérios econômicos-culturais: facilidade de manejo, fonte protéica e energética, palatabilidade, boa aceitação comercial, etc.

Dentre as várias espécies propostas para o peixamento das Barragens Inhuçu e Lontras figuram:

- Curimatã comum (*Prochilodus cearensis*) - espécie nativa, bem adaptada para piscicultura em açude. Desova de março a maio nas cabeceiras dos rios. É iliófaga, consumindo diatomáceas, protozoários, microcrustáceos, etc.;
- Carpa comum (*Cyprinus carpio*) - espécie vegetariana, de origem chinesa, altamente adaptada no Brasil. Excelente para o peixamento de reservatórios;
- Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) - é uma espécie aclimatizada, planctófaga e rapidamente atinge o peso ideal para a captura, sendo excelente para o peixamento;
- Tambaqui (*Colossoma macropomum*) - espécie originária da região amazônica, omnívora, largamente utilizada nos programas de povoamento de açudes.

A primeira etapa do programa de peixamento das Barragens Inhuçu e Lontras deve compreender a formação de estoque de matrizes e reprodutores. A duração prevista dessa etapa é de aproximadamente 2 anos para cada barragem.

No povoamento inicial deverão ser utilizados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e espécies reofílicas, que se reproduzem artificialmente. Foram sugeridas como espécies a serem introduzidas nos reservatórios, além das citadas anteriormente (curimatã comum, carpa comum, tambaqui e tilápia do Nilo), a curimatã pacu, o apaiari, a pescada do Piauí, a pirapitinga, o piau verdadeiro e a sardinha. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento dos açudes.

A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem nos reservatórios. Realizado a cada dois anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, curimatã pacu, tambaqui, pirapitinga e piau verdadeiro. Algumas espécies poderão requerer repovoamento dependendo do grau de depleção das mesmas. Caso seja necessário, recomenda-se utilizar o mesmo número de alevinos do povoamento inicial. O **Quadro 5.2** apresenta os quantitativos de alevinos a serem utilizados no povoamento inicial e no repovoamento de cada reservatório. Os alevinos para o peixamento deverão ter comprimento acima de 60mm.

Os alevinos poderão ser obtidos na Estação de Piscicultura Osmar Fontenele, pertencente ao DNOCS, localizada em Sobral. A estação de piscicultura deve ser contatada com uma antecedência mínima de 30 dias.

Cuidados especiais deverão ser tomados na liberação dos alevinos nos reservatórios, visando minimizar a ação dos predadores (pássaros, peixes, etc.), bem como a variação de temperatura entre a água dos reservatório se as dos recipientes onde os alevinos estão acondicionados. Não se deve também liberar os alevinos nas imediações do sangradouro das barragens.

A produtividade média da pesca nos açudes públicos cearenses administrados pelo DNOCS é de 130 kg/ha/ano. Contudo, em vários açudes públicos de porte similar as Barragens Inhuçu e Lontras, onde o programa de alevinagem é bem conduzido com adoção de medidas de fomento e de administração da pesca, as pesquisas realizadas revelam que se pode chegar à captura de 250 kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento dos reservatórios. Assim sendo, o potencial pesqueiro das Barragens Inhuçu e Lontras, no ano de estabilização, serão de 213,16 e 502,79 toneladas de pescado, respectivamente, considerando as áreas das suas respectivas bacias hidráulicas (852,63ha e 2.011,15ha).

Quadro 5.2: Número de Alevinos Utilizados no Peixamento

Espécies	Alevinos/ha	
	Povoamento Inicial	Repovoamento
Curimatã Comum	100	-
Curimatã Pacu	125	125
Apaiari	50	-
Pescada do Piauí	100	-
Tambaqui	125	125
Pirapitinga	125	125
Carpa Comum	125	100
Piau Verdadeiro	125	125
Sardinha	50	-
Tilápia do Nilo	50	-
Camarão Canela	25	-
Total	1.000	600

A SRH e a COGERH caberão implantar a administração dos recursos pesqueiros dos açudes, onde vigorarão as leis e normas referentes à regulamentação da pesca em águas interiores, com vistas à proteção da ictiofauna. A proibição da pesca na época das cheias, quando ocorre o

fenômeno da piracema, e o controle do tamanho da malha da rede de espera constituem umas das principais normas disciplinares a serem seguidas na área.

O empreendedor deve estimular a população ribeirinha à prática pesqueira incentivando, inclusive, a criação de um clube de pesca ou cooperativa de pesca em cada reservatório, que poderão ter as seguintes atribuições: comercialização; regulamentação e fiscalização da pesca nos reservatórios; promoção de cursos de treinamento e campanhas de conscientização sobre a importância deste tipo de uso dos açudes, entre outras.

Os programas de peixamento dos açudes deverão ser iniciados logo que se complete o enchimento dos lagos devendo, em 4 (quatro) anos, no mínimo, estar em plena operação. A pesca comercial, no entanto, poderá ser iniciada 1 (um) ano após o enchimento dos açudes e seu peixamento inicial. As áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios deverão ser desmatadas visando evitar não só a eutrofização das águas represadas, como danos as embarcações e artes de pesca, tendo esta medida já sido prevista no âmbito do presente EIA/RIMA.

Estima-se que com essa atividade, sejam criadas na Barragem Inhuçu 50 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 100 empregos indiretos, isto é, para ajudantes de pescaria, reparo e fabricação de redes e outros artefatos pesqueiros, fabricação e comercialização de gelo, sal e outros insumos, preservação e processamento do pescado (evisceração, salga, filetagem, etc.), transporte e comercialização do pescado. Para Barragem Lontras o número de empregos diretos gerados perfaz 117 empregos para pescadores e 234 empregos indiretos.

Os investimentos na atividade pesqueira dos açudes, bem como a receita gerada na ocasião da estabilização do programa de peixamento deverão ser devidamente quantificados em projetos específicos, cujas elaborações deverão ser contratadas pela SRH.

Com relação aos investimentos, estes estão representados em cada reservatório pela implantação de um entreposto de pesca, pela aquisição de alevinos para o povoamento inicial do reservatório e de equipamentos e materiais de pesca (balança de pé, balança de balcão, redes de espera, redes sardinheira, espinhéis, covos, tarrafas, caixas de isopor e canoas a remo). Os investimentos devem ser efetuados nos 3 primeiros anos após o enchimento dos reservatórios.

Quanto aos custos anuais da pesca estes são compostos pela aquisição gelo, sal e de 50,0% dos alevinos previstos para o repovoamento, bem como gastos com manutenção dos equipamentos de pesca e edificações.

5.10. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANITÁRIA

5.10.1. Generalidades

Na região onde as Barragens Inhuçu e Lontras e o sistema adutor serão implantados ocorrem e/ou são passíveis de ocorrer diversos tensores de origem antrópica que podem vir a contribuir para o desencadeamento de processos erosivos com conseqüente aporte de sedimentos, assoreamento e diminuição da capacidade de acumulação do reservatório, bem como para a poluição da água represada.

As ações ora propostas contribuirão para a conscientização ecológica dos usuários dos reservatórios e do sistema adutor e das instituições governamentais e não governamentais atuantes no território da área de influência do empreendimento estimulando a participação destes na defesa do meio ambiente. Contribuirá, ainda, para a promoção de um dos pré-requisitos básicos para a gestão dos recursos hídricos na região de influência dos reservatórios e do sistema adutor, uma vez que estimula o desenvolvimento sustentável das atividades econômicas permitindo o uso racional e a preservação da água.

5.10.2. Referencial Teórico do Programa de Educação Ambiental e Sanitária

O conceito que as pessoas têm do meio ambiente constitui um dos aspectos mais importantes nas análises psicossociológicas e filosóficas dedicadas à questão ambiental, pois influenciam a forma como as pessoas percebem e agem no meio ambiente, podendo explicar as atitudes e os comportamentos da complexa inter-relação homem-meio ambiente.

Estudos realizados no Brasil permitem caracterizar pelo menos três tipos de conceitos ou representações de meio ambiente mais freqüentes:

- (i) A representação mais naturalista, onde o meio ambiente é representado pela natureza, isto é, a fauna, a flora e os elementos naturais, como a água, o ar, o solo;

- (ii) A representação mais antropocêntrica, onde o homem é percebido como centro ou senhor da natureza, com a nítida idéia de dominador; e
- (iii) A representação mais holística ou globalizante, onde o homem é concebido como parte integrante do meio ambiente, interrelacionando com todos os demais seres em busca do equilíbrio.

Esta questão, quando analisada sob o enfoque da educação ambiental, apresenta-se como fundamental ao determinar qual idéia de meio ambiente é mais adequada para medir a relação que se pretende mais harmônica do homem com o meio ambiente. Neste aspecto, o trabalho a ser desenvolvido deverá adotar o conceito denominado mais holístico, pois trata da abordagem preconizada pela Agenda 21 e pelo Programa Nacional de Educação Ambiental, como forma de evitar que indivíduos e a sociedade tenham percepção e, conseqüentemente, uma relação fragmentada com o meio ambiente.

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente, ocorrida em Estocolmo, em 1972, todas as declarações, documentos e tratados editados pelo conjunto das nações atribuem importância fundamental às comunidades na definição de políticas públicas de gestão do meio ambiente. O Capítulo 36 da Agenda 21, aprovada na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992), é dedicado basicamente à preparação das comunidades para assumirem individual e coletivamente, responsabilidades sobre as questões ambientais e desenvolvimento.

A compreensão pela população de que os comportamentos individuais são fundamentais para a proteção do meio ambiente é um dos aspectos que deve se buscar com a educação e a mobilização ambiental. Conseqüentemente, a responsabilidade individual é um elo importante do processo para redução dos problemas ambientais e para garantir a vida futura no planeta. Assim, esse entendimento pode ser crucial para a eficácia da mudança de comportamento e a adoção de atitudes e posturas ambientalmente corretas. Certamente que, neste contexto, deve-se privilegiar a necessidade de criar ou desobstruir canais efetivos de manifestação e participação populares que atendam às características sociais e culturais locais e regionais, desde que, na essência, o princípio de ouvir a população seja garantido.

5.10.3. Objetivos

5.10.3.1. *Objetivo Geral*

O Programa de Educação Ambiental preconizado tem como objetivo geral promover a internalização, o disciplinamento e o fortalecimento da dimensão ambiental no processo educativo, com vistas a prevenir e conter os impactos adversos sobre o meio ambiente. Além disso, irá contribuir para a melhoria da qualidade de vida na área de influência dos reservatórios e do sistema adutor e para o aperfeiçoamento do processo de interdependência Sociedade-Natureza, necessário a manutenção dos recursos naturais.

Nesse sentido, o programa visa conscientizar os gestores municipais para a importância da integração dos municípios no processo de gestão da bacia hidrográfica contribuinte através da formação de um consórcio intermunicipal e da participação no comitê de bacia.

Outro aspecto relevante consiste em contribuir para a formação de políticas públicas de cunho ambiental, que promovam a conscientização da sociedade em geral quanto aos problemas relacionados à gestão, conservação e proteção dos recursos hídricos.

O programa visa, ainda, implementar um ciclo de ações interativas envolvendo a comunidade, a escola e o aparato institucional (comitê de bacia, prefeituras municipais e outros órgãos públicos), de modo que a área de influência dos reservatórios e do sistema adutor disponha de um programa com características integradoras, que tenha na escola um pólo de aglutinação de ações estratégicas com o objetivo de formar, construir e somar valores, dinâmicas e atitudes pró-sustentabilidade.

5.10.3.2. *Objetivos Específicos*

Dentre os objetivos específicos a serem atingidos pelo Programa de Educação Ambiental e Sanitária ora proposto figuram:

- Difundir princípios e técnicas sobre preservação ambiental junto à comunidade local, agentes econômicos, classe estudantil, etc.;
- Capacitar os recursos humanos das instituições locais (professores, extensionistas, agentes de saúde, agentes de vigilância sanitária, etc.) para a difusão de princípios e

técnicas de preservação e conservação dos recursos naturais no seu ambiente de trabalho, como parte do exercício da cidadania local;

- Estimular a formação de um grupo de multiplicadores locais em educação ambiental e sanitária, nos níveis formal e não formal, que repasse permanentemente para população noções sobre medidas preservacionistas;
- Sensibilizar os gestores municipais para o gerenciamento, difusão e execução de ações preservacionistas no território da bacia hidrográfica contribuinte das Barragens Inhuçu e Lontras;
- Sensibilizar a população para que seja constituído um Conselho Popular da Comunidade voltado para a obtenção de informações e para debater e opinar sobre os problemas e políticas ambientais locais;
- Mobilizar instituições formais de educação básica para o apoio ao programa de educação ambiental através do envolvimento da comunidade estudantil;
- Envolver organizações sociais locais como espaços privilegiados para o exercício da cidadania e melhoria da qualidade ambiental;
- Contribuir para a conservação dos recursos hídricos, em termos quantitativos e qualitativos, através do estímulo ao reflorestamento das matas ciliares do rio Inhuçu/Macambira nos trechos degradados nas áreas das bacias de contribuição das Barragens Inhuçu e Lontras;
- Propor medidas alternativas para a eliminação ou minimização dos problemas ambientais identificados;
- Efetuar a avaliação da implementação do programa ao final de cada etapa e após a sua conclusão, apresentando sugestões para correção e aperfeiçoamento das atividades ou encaminhamentos propostos.

5.10.4. Área de Abrangência do Estudo

A área de abrangência do estudo engloba o território das bacias de contribuição das Barragens Inhuçu e Lontras. As referidas barragens barram o rio Inhuçu/Lontras nas localidades de Barra do

Sotero e Lontras, com as áreas das bacias hidrográficas contribuintes estando assente em terras dos municípios de Ipueiras, Croatá e Guaraciaba do Norte. A bacia hidrográfica do rio Inhuçu/Macambira se constitui numa sub-bacia do Poti.

A área objeto do Programa de Educação Ambiental e Sanitária se estende desde as cabeceiras do rio Poti Jucá até os eixos dos dois barramentos e engloba, ainda, a área de influência do sistema adutor para irrigação.

5.10.5. Definição do Público-Alvo

A definição do público-alvo do programa deverá ter como base um diagnóstico das condições sócio-econômicas e ambientais vigentes no território das bacias contribuintes e da área de influência do sistema adutor. Deverá envolver diferentes grupos sociais abrangendo além da população residente nas comunidades rurais, lideranças comunitárias; os agentes econômicos aí atuantes; professores e a classe estudantil; organizações da sociedade civil atuantes na região, agentes de saúde, agentes de vigilância sanitária, extensionistas rurais e as administrações públicas municipais, entre outros.

5.10.6. Diretrizes Programáticas

As diretrizes norteadoras da execução do programa são as seguintes:

- Transversalidade, assegurando uma integração equilibrada das múltiplas dimensões da realidade social da área: cultura, educação formal, saúde, saneamento, lazer e atividades econômicas;
- Sustentabilidade, assegurando espaço de participação ativa à população no âmbito do programa, de protagonismo às lideranças locais e controle social;
- Sinergia, assegurando ação integrada com as demais políticas e órgãos municipais e estaduais de meio ambiente e organizações da sociedade civil atuantes na área.

5.10.7. Princípios Norteadores

Os princípios norteadores da ação do programa são os seguintes:

- Intersetorialidade, considerando a visão de interdependência entre o meio natural e o construído, o socio-econômico e o cultural, o físico e o espiritual;
- Participação Social, considerando o enfoque de sustentabilidade social do programa e sua continuidade;
- Transparência e Diálogo, com todos os segmentos sociais existentes na área: comunidade em geral, líderes comunitários, classe estudantil, produtores rurais, pescadores, comerciantes/prestadores de serviços, órgãos públicos, entre outros;
- Cidadania Ambiental Ativa, baseada na consciência ecológica e na ética das relações da população com o meio ambiente.

5.10.8. Diagnóstico das Condições Socioeconômicas e Ambientais das Bacias Hidrográficas Contribuintes

Para a elaboração de um diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais vigentes no território das bacias contribuintes e da área de influência do sistema adutor deverão ser aproveitados dados levantados em estudos desenvolvidos anteriormente pela SRH ou por outros órgãos na bacia do rio Inhuçu/Macambira. Os dados coletados deverão ser submetidos à análise, devendo ser complementados com levantamentos de campo sempre que se fizer necessário.

O diagnóstico a ser elaborado deverá abranger os meios físico e biótico, ficando assim caracterizados os ecossistemas da área do estudo. Deverá contemplar, ainda, uma caracterização dos assentamentos humanos rurais, com suas atividades econômicas, educacionais e culturais, bem como suas infra-estruturas básicas.

Especial ênfase deverá ser dada às questões vinculadas à identificação das degradações ambientais incidentes sobre o rio Inhuçu/Macambira, com destaque para a degradação das suas matas ciliares, bem como para identificação das formas de trânsito das informações e lideranças formais e informais.

As informações coletadas deverão constituir os elementos básicos para o estudo de uma aproximação prospectiva que permita a identificação dos principais problemas ambientais vigentes. Além disso, deverão dar subsídios para a elaboração de propostas para o desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e Sanitária.

5.10.9. Estabelecimento de Parcerias

No desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e Sanitária a ser proposto deverá ser levado em conta o estabelecimento de parcerias, envolvendo não só a própria comunidade, as instituições e os atores sociais atuantes na região alvo do programa, como também o engajamento de órgãos governamentais e instituições da iniciativa privada, cujas participações sejam fundamentais na execução das ações propostas.

As participações de órgãos públicos e instituições no programa podem se dar através da integração de seus técnicos em algumas das atividades propostas seja de forma ativa como palestrantes ou como debatedores de determinados temas, ou através do fornecimento de dados sobre determinados assuntos e repasse de experiências desenvolvidas por estes concernentes as áreas de interesse do programa de educação ora em pauta, o que deve ser viabilizado mediante solicitação formal aos respectivos titulares dessas instituições.

A priori já se visualiza o estabelecimento de quatro parcerias imprescindíveis para a boa execução do programa: com as secretarias de educação de cada município, objetivando a disponibilização de professores; com as secretarias municipais de meio ambiente e com a SEMACE objetivando a obtenção de subsídios para o enriquecimento do programa; com a EMATER e com produtores rurais visando estimular o reflorestamento das matas ciliares e com as Prefeituras Municipais de Ipueriras, Croatá e Guaraciaba do Norte visando a implementação de ações em defesa do rio Inhuçu/Macambira.

5.10.10. O Papel da Escola no âmbito do Programa

No âmbito do Programa de Educação Ambiental e Sanitária a ser proposto a escola deverá ter um papel centrado sobre duas questões primordiais: a acadêmica e a política. A questão acadêmica visa o repasse de conhecimento, enquanto que a questão política deve objetivar o desenvolvimento da cidadania através da conscientização dos alunos para os problemas vigentes na região, trabalhando com estes o pensamento crítico-reflexivo e estimulando a capacidade de

observação e expressão. O professor deverá ser o principal agente promotor da educação ambiental.

Assim sendo, deverá ser delineada uma proposta de planejamento pedagógico, visando orientar os professores para as ações que estes irão desenvolver dentro da sala de aula. O planejamento pedagógico deverá estar centrado em três perguntas básicas:

- Que fazer?, que trata da definição do conteúdo a ser trabalhado (degradações ambientais, recursos hídricos, saneamento básico, etc.);
- Para que fazer?, que trata dos objetivos a atingir (conscientizar os alunos sobre a importância da preservação do meio ambiente, trabalhar o pensamento crítico-reflexivo dos alunos, ensinar aos alunos a discutirem assuntos de interesse comum, demonstrar ao grupo que o trabalho coletivo é mais forte, fortalecer a idéia da necessidade de se iniciar um trabalho de preservação do rio Inhuçu/Macambira, etc.) e
- Como fazer?, que trata das técnicas e atividades pedagógicas que podem ser utilizadas, que deverão envolver aulas expositivas, seminários, palestras, concursos de poesia e músicas, peças de teatro sobre temas vinculados ao meio ambiente, artes plásticas, mural, desfiles de moda usando material reciclável, excursões, etc.

5.10.11. Elaboração de Material Didático

Objetivando divulgar os objetivos e metas preconizadas pelo Programa de Educação Ambiental e Sanitária, bem como referendar o trabalho a ser desenvolvido pela equipe de mobilização social deverão ser elaborados diversos materiais didáticos (cartilhas educativas, folder's, boletins informativos, etc.) para distribuição junto aos diferentes públicos-alvos.

Ressalta-se que, no caso específico do setor escola e dos multiplicadores ambientais o material didático a ser preparado deverá envolver a elaboração de uma cartilha didática envolvendo temas pertinentes aos principais problemas ambientais identificados na área do estudo, bem como técnicas e atividades pedagógicas e de dinâmica de grupo que possam ser utilizadas pelos professores e multiplicadores na sua tarefa de conscientização ecológica. Deverá ser fornecido, ainda, para estes material audiovisual, além de informações relativas a bibliografia recomendada e *sites* que podem ser utilizados para consulta, entre outros.

Deverão ser divulgados, também, através de materiais impressos conhecimentos e normas técnicas adequadas que permitam o manejo preservacionista dos recursos naturais da área do estudo.

5.10.12. Mobilização Social e Sistema de Informação, Comunicação e Mídia

O trabalho de mobilização social deverá ter início com a identificação da figura de reeditores (agentes multiplicadores) que, em seu campo de atuação, possam contribuir para aprofundar e viabilizar as metas a que se propõe o Programa de Educação Ambiental e Sanitária proposto. Uma vez identificados os reeditores, procurar-se-á conhecer os seus campos de atuação, para provê-los de compreensões, de alternativas de ações e decisões que irão ajudá-los, no primeiro momento, a responder à seguinte pergunta: o que eu posso fazer no meu campo de atuação, no meu cotidiano? Com o passar do tempo os próprios reeditores irão descobrir sozinhos novas formas de atuar e participar na defesa do meio ambiente. Em suma, será criada a figura do multiplicador ambiental que transfere conhecimentos, formas de uso correto e tecnologias alternativas de uso e gestão dos recursos naturais.

Outro papel a ser desenvolvido pela equipe de mobilização social é o incentivo a participação da comunidade em geral, lideranças comunitárias, agentes econômicos locais, classe estudantil e órgãos públicos a participarem ativamente dos eventos e atividades programadas no âmbito do Programa (palestras, oficinas, cursos, etc.), através de contatos pessoais e da distribuição de convites.

Tendo em vista que todo processo de mobilização social requer um projeto de comunicação em sua estruturação, deverão ser articuladas campanhas de divulgação que terão como meta o compartilhamento, o mais abrangente possível, de todas as informações relacionadas com o Programa de Educação Ambiental e Sanitária, o que inclui desde os objetivos, as informações que justificam sua proposição, até as ações que estão sendo desenvolvidas em outros lugares, por outras pessoas, o que pensam os diversos segmentos da sociedade a respeito das idéias propostas, etc.

Assim sendo, deverão ser efetuadas campanhas informativas que permitam a ampliação da base do processo de mobilização dando-lhe abrangência e pluralidade, reforçando e legitimando o discurso dos reeditores e divulgando as ações e decisões dos diversos grupos engajados no processo, possibilitando à população conservar os recursos naturais, de forma a conduzir a área

do estudo ao desenvolvimento sustentável. Deverá ser prevista, também, a divulgação dos eventos a serem ministrados no âmbito do Programa de educação Ambiental e sanitária (seminários, palestras, etc.). Para tanto deverão ser utilizados meios de comunicação radiofônicos, cartazes, distribuição de material impresso, etc.

5.10.13. Execução de Seminários, Palestras e Reuniões com Grupos Formais e Informais

Deverão ser executados seminários, palestras e reuniões com grupos formais e não formais visando a divulgação dos objetivos e metas do Programa de Educação Ambiental e Sanitária proposto, a promoção de debates e fóruns sobre a preservação dos recursos naturais e outros que abordem a dimensão ambiental das diversas atividades produtivas desenvolvidas na área do estudo, principalmente as ligadas a agropecuária, pesca, extração de areia, atividades de recreação e lazer, setor saúde, etc.

Mais especificamente, estes eventos deverão objetivar, além da divulgação dos objetivos e metas do programa a:

- Transferência de conhecimento para a população local através da execução de seminários, palestras e debates versando sobre os problemas ambientais vigentes na região, em especial sobre a problemática da degradação do rio Inhuçu/Macambira, especificando causas, conseqüências e medidas mitigadoras passíveis de serem adotadas, capacitando-a para exercer seu papel no controle da gestão ambiental;
- Fornecer apoio aos processos de educação ambiental nas escolas e nas organizações da sociedade civil em nível local, mediante reuniões, palestras, cursos e distribuição de material educativo;
- Contribuir para a fixação de valores, conhecimentos e atitudes relacionados a sustentabilidade ambiental, junto aos produtores econômicos atuantes na região.

Por ocasião da realização dos seminários e palestras deve-se aproveitar o ensejo para divulgação das atividades que estão sendo desenvolvidas pelo programa, incluindo em especial apresentações de peças de teatro, músicas, poesias, artes plásticas desenvolvidos pelos alunos das escolas locais sobre a temática de preservação dos recursos hídricos, além da apresentação de produtos obtidos do reaproveitamento de material reciclável (artesanato e desfiles de moda, etc.).

O número de reuniões e palestras a ser executado será definido após a execução do diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais das bacias de contribuição das Barragens Inhuçu e Lontras e da área de influência do sistema adutor e definição do público-alvo do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, devendo a programação proposta ser submetida a avaliação da Fiscalização da SRH.

5.10.14. Capacitação de Professores e Multiplicadores

Deverão ser executados cursos de capacitação objetivando a formação de agentes multiplicadores, devendo ter como público-alvo professores e reeditores identificados pela equipe de mobilização social. Os cursos deverão ter uma duração de 32 horas/aula, sendo sub-divididos em dois módulos de 16 horas/aula cada.

O primeiro módulo deverá envolver cursos a ser ministrados junto aos multiplicadores sobre questões relativas aos recursos hídricos abrangendo as características biogeofísicas e socioeconômicas das bacias de contribuição das Barragens Inhuçu e Lontras e da área de influência do sistema adutor e seus principais problemas ambientais; o processo de gestão integrada da bacia hidrográfica (Lei n.º 6.908, de 01 de julho de 1996); políticas nacional e estadual de educação ambiental; conceitos de desenvolvimento sustentável; técnicas de elaboração de projetos de educação ambiental, técnicas pedagógicas e de dinâmica de grupo, entre outros. Cada agente multiplicador deverá elaborar um projeto passível de ser implementado em suas atividades cotidianas.

No segundo módulo deverão ser apresentados e debatidos os projetos de educação ambiental elaborados pelos agentes multiplicadores e discutidas sugestões para elaboração do material educativo, o qual deverá ser posteriormente distribuído para uso no desenvolvimento dos projetos dos reeditores capacitados.

O número de cursos a ser executado será definido após a execução do diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais das bacias de contribuição das barragens e da área de influência do sistema adutor e da definição do público-alvo do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, devendo a programação proposta ser submetida a avaliação da Fiscalização da SRH.

5.10.15. Avaliação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária

Será elaborado um plano de trabalho a ser executado junto aos agentes multiplicadores capacitados após a execução dos ajustes nos seus projetos. Terá como objetivo o assessoramento e acompanhamento direto da implementação dos projetos elaborados pelos agentes multiplicadores capacitados, estando aí prevista a execução de um monitoramento da aplicação do material educativo (cartilhas) elaborado.

A aplicação dos projetos pelos agentes multiplicadores será efetuada através da execução de reuniões, visitas a escolas e outras instituições pública, visitas domiciliares e da distribuição de material educativo junto à população.

Visando avaliar os resultados do Programa de Educação Ambiental e Sanitária implementado deverá ser efetuada uma avaliação do programa, que deverá contemplar críticas ao plano de atividades desenvolvidos pelos agentes multiplicadores e ao programa como um todo. A referida avaliação terá como base relatórios de campo, questionários aplicados junto à população, planilhas e formulários a serem preenchidos pela equipe técnica e mobilizadores, onde serão analisados os seguintes fatores:

- Desenvolvimento do indivíduo – Será avaliado o aprendizado do conteúdo técnico, ação de solidariedade, mudanças de hábitos higiênicos, mudanças de valores sócio-culturais e elevação da auto-estima. Os indicadores utilizados serão a utilização do material educativo e de comunicação pelos mobilizadores e a verificação de regularidade no uso dos seus conteúdos;
- Desenvolvimento social e cidadania – Será avaliada a participação no coletivo, nos fatores de coesão social e nas ações de melhoria da qualidade de vida da comunidade em que reside e relaciona. Os indicadores utilizados serão consolidação de grupos de mobilizadores (quantos, onde, etc); engajamento em outros projetos coletivos locais e regionais; adesão e participação das instituições parceiras locais; fortalecimento do Comitê de Bacia; e continuidade, na veiculação de matérias sobre meio ambiente e recursos hídricos por rádios locais, após o desenvolvimento da programação;
- Uso racional dos recursos naturais – Será avaliada a relação dos beneficiários com o ambiente natural. Os indicadores utilizados serão os cuidados com os mananciais de

captação de água; campanhas desenvolvidas por escolas, prefeituras e ONG's sobre a temática conservacionista local e datas comemorativas do meio ambiente/recursos hídricos.

Deverão ser apresentados, para apreciação da equipe de fiscalização da SRH, os modelos de planilhas, formulários e questionários que serão utilizados para a elaboração da Avaliação Final.

O prazo proposto para o desencadeamento das atividades concernentes a elaboração e implementação do Programa Mobilização Social e Educação Ambiental e Sanitária será de 6 (seis) meses.

5.11. PLANO DE DESMATAMENTO DAS ÁREAS DAS BACIAS HIDRÁULICAS E DA FAIXA DE DOMÍNIO DO SISTEMA ADUTOR

5.11.1. Generalidades

O plano de desmatamento das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor a ser posto em prática visa além do atendimento à legislação ambiental vigente, a manutenção da qualidade da água represada; o salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; a preservação da faixa de proteção dos reservatórios; o aproveitamento econômico dos sub-produtos gerados pelo desmatamento (mel, lenha, mourões, etc.) e a proteção do contingente obreiro engajado nesta operação e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A composição da flora e da fauna das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor pode ser visualizada, com maior riqueza de detalhe no Capítulo 2 do presente estudo.

5.11.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico

Para a concepção do projeto de desmatamento das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico das suas áreas, visando, não só a identificação e caracterização destes recursos, como a verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes, devendo ser executadas as seguintes tarefas:

- Elaboração de perfis representativos de cada fácies vegetal identificada nas áreas, procurando caracterizar os traços fitofisionômicos de cada espécie, de acordo com sua relação com as condições climáticas, pedológicas, geomorfológicas e de intensidade de degradação;
- Elaboração de um mapa da composição florística das áreas das bacias hidráulicas e da faixa de domínio do sistema adutor e cercanias, identificando as áreas de reservas ecológicas, corredores de escape e zonas de refúgio para a fauna;
- Identificação das espécies da fauna, definindo as espécies de maior importância ecológica no que diz respeito aos seus hábitos, fontes de nutrição, migrações e interações com o meio natural;
- Identificação dos locais de pouso e reprodução de aves, de desova dos répteis, além de refúgios e caminhos preferenciais da fauna.

5.11.3. Implantação de Herbário

Antes que sejam iniciados os trabalhos de desmatamento, deverão ser estimuladas as atividades de pesquisa florística por entidades científicas e a coleta de material para a formação de um herbário. Na montagem do herbário devem ser observadas as seguintes etapas:

- Coleta de, no mínimo, 5 amostras de cada espécie de planta fértil, ou seja, com flores e frutos, e registros de informações necessárias à elaboração de etiquetas de identificação;
- Secagem das amostras em prensa de papelão com molduras de madeira, amarradas com barbante;
- Identificação das amostras, indicando nomenclatura científica adequada, dados da planta, local de coleta, data e nome do coletor;
- Anotação de espécimes, ou seja, comunicação aos outros botânicos sobre a determinação da amostra coletada;
- Montagem das exsicatas, que consiste na colagem de todas as partes coletadas sobre cartolina branca, etiquetagem e incorporação ao herbário.

Em Fortaleza existem duas instituições científicas que podem ser engajadas nesta atividade, o Herbário Prisco Viana da Universidade Federal do Ceará e o Herbário Afrânio Fernandes da Universidade Estadual do Ceará.

5.11.4. Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas

A área a ser desmatada encontra-se delimitada pela cota de máxima inundação das barragens, ou seja, o desmatamento deve ser realizado apenas dentro da bacia hidráulica do reservatório. Ressalta-se, no entanto, que devem ser resguardadas áreas visando criar e posteriormente proteger o habitat paludícola/aquático para a ictiofauna e demais comunidades lacustres.

Deverão, ainda, ser preservadas as faixas de proteção dos reservatórios, conforme estabelece o Código Florestal (Lei n.º 4.771/65, alterada pelas Leis n.º 7.803/89 e n.º 7.893/96 e pela Medida Provisória n.º 2.166-67/2000) e a Resolução CONAMA n.º 302/2001. Assim sendo, em cada reservatório deverá ser desapropriada pela SRH uma faixa marginal de 100m, medidos horizontalmente a partir da cota de máxima inundação, a qual será destinada à faixa de proteção do reservatório. A referida faixa funcionará como uma barreira ao aporte de sedimentos e poluentes ao reservatório, bem como de reserva vital à alimentação da ictiofauna e de abrigo e fonte de alimento para a fauna terrestre, em especial a avifauna. No caso específico do sistema adutor, o desmatamento deverá ficar restrito aos *off sets* da sua faixa de domínio.

5.11.5. Técnicas de Desmatamento

Na determinação das técnicas e do tipo de equipamento a ser empregado no desmatamento de determinada área deverão ser levados em conta os fatores negativos, que afetam a capacidade de trabalho das máquinas (topografia, tipo de solo, clima, afloramentos rochosos, etc.) e a tipologia vegetal (densidade da vegetação, diâmetro dos troncos das árvores, tipos de madeiras-duras ou moles, número de árvores por hectare, etc.).

As áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor apresentam solos profundos, relevo plano a ondulado e cobertura vegetal densa nas áreas preservadas. Logo, pelas suas características, é possível prever a necessidade da utilização dos métodos manual e mecânico. Nas operações de desmatamento e destoca, através do método mecânico, deverão ser utilizados tratores de esteiras com potência variando de 120 a 150Hp, equipados com lâminas do tipo frontal reta-S, cujo rendimento aproximado é de 1,0ha/hora. Nas

operações de enleiramento, para que não ocorra o carregamento de terra juntamente com os restos, devem ser usados tratores de esteiras equipados com ancinhos enleiradores.

O desmatamento deve ser iniciado a partir do barramento em direção à montante, de forma a possibilitar um espaço de tempo necessário à fuga da fauna de maior mobilidade, sendo que:

- Desmatamento mecanizado poderá ser realizado somente nas áreas secas com relevo plano, onde em geral domina a vegetação arbustiva;
- Desmatamento manual deverá ser executado preferencialmente, nas áreas inclinadas, áreas com mata ciliar e/ou florestas não exploradas pela população;
- Com relação ao empilhamento e remoção dos vegetais, comumente devem ser cortados rolos com comprimento igual ou inferior a 2,0 metros, e em casos especiais cuja economicidade do aproveitamento da madeira justifique, em rolos mais compridos;
- Os arbustos, galhos, folhas e tocos cortados e/ou arrancados, quando não aproveitados como lenha, devem ser incinerados em pilhas isoladas, sendo que as cinzas resultantes devem ser transportadas para fora da bacia hidráulica e enterradas;
- A comercialização da lenha resultante deverá ser realizada no próprio local do desmatamento, evitando-se problemas de carregamento, transporte e frete para o mercado consumidor.

Recomenda-se a execução do desmatamento durante o período de estiagem, dado a maior disponibilidade de mão-de-obra na região, principalmente, no caso de adoção do método manual.

5.11.6. Corredores de Escape da Fauna

À medida que as frentes de serviços forem avançando, deverão ser formados corredores de escape, que permitam a fuga da fauna para áreas de refúgio. Os corredores de escape constituem faixas de vegetação preservadas da ação antrópica, que permitem a interligação entre as áreas a serem desmatadas e as reservas ecológicas, cujas dimensões fixadas devem ser respeitadas, só devendo ser eliminados após a conclusão dos trabalhos de desmatamento nas diversas áreas. A largura dos corredores de escape deve ser de no mínimo 15,0 m, facilitando assim o livre trânsito

da fauna de maior porte e mais arisca. De modo a permitir uma melhor acomodação da fauna, os corredores de escape deverão, também, fazer a interligação entre reservas ecológicas.

Quando as áreas a serem desmatadas forem limítrofes às reservas ecológicas, o desmatamento deverá se iniciar nos limites opostos a cada reserva, progredindo em suas direções, nunca permitindo a formação de “ilhas” de vegetação, onde os animais ficariam encurralados.

A população nativa e os próprios trabalhadores devem ser alertados para o fato dos corredores de escape constituírem áreas proibidas ao trânsito de pessoas, pois os animais acuados poderão provocar acidentes. Além disso, deverá ser estabelecida uma fiscalização que proíba a caça durante os trabalhos de desmatamentos.

5.11.7. Inventário Florestal /Recursos Florestais Aproveitáveis

Os recursos florestais das áreas das bacias hidráulicas das barragens e da faixa de domínio do sistema adutor contam com espécies de valor econômico e/ou medicinal, além daquelas fornecedoras de madeira mourões e lenha. Com exceção das espécies destinadas à exploração extrativa da lenha, as demais espécies apresentam-se esparsamente distribuídas nas áreas a serem desmatadas. Para um melhor aproveitamento dos sub-produtos do desmatamento devem ser adotadas as seguintes recomendações:

- Concessão de franquia à população para a exploração da lenha e de tipos vegetais úteis à medicina caseira, proporcionando assim um estímulo ao replantio;
- Coordenação dos órgãos públicos envolvidos no sentido de orientar a população quanto às formas de acondicionamento e os melhores usos, segundo os vários tipos de vegetais;
- Acondicionamento de espécies vegetais raras em bancos de germoplasma para posterior replantio na área da faixa de proteção do reservatório.

A quantificação do estoque madeireiro existente nas áreas a serem desmatadas deverá ser efetuada através de amostragem aleatória de blocos com dimensões 10 m x 10 m, dentro dos quais deverão ser avaliados os seguintes parâmetros: Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de cada espécie e do bloco, Altura Média (H) de cada espécie e do bloco, Diâmetro na Base (DNB), Volume médio das árvores de cada bloco (V) e Área Basal (AB). Com base nos dados da análise

fitossociológica efetuada no inventário florestal deverá ser calculada a composição volumétrica média.

O produto florestal existente nas áreas a serem desmatadas é, basicamente, no tocante ao seu valor comercial e destinação, a lenha, oriunda de espécies florestais nativas. Todas as espécies encontradas no inventário florestal foram consideradas como lenha, não tendo sido considerado para efeito de dimensionamento do volume de produto florestal com efetivo valor comercial os estoques pertencentes à classe diamétrica 1 (CL 1) de todas as espécies, por serem inaproveitáveis mesmo para este fim. Assim sendo, O volume passível de exploração por hectare será obtido deduzindo-se do valor da composição volumétrica média de cada área o valor dos volumes da classe diamétrica 1 (CL 1), obtendo-se assim o volume médio explorável de lenha/ha.

O desmatamento racional das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor deverá ser executado pelas Empreiteiras, sob a fiscalização da SRH e da SEMACE.

5.12. PLANO DE MANEJO DA FAUNA

5.12.1. Generalidades

Os impactos incidentes sobre a fauna, dada a erradicação da cobertura vegetal das áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor e conseqüente degradação do seu habitat natural, podem ser minimizados através de sua transferência para áreas de reservas ecológicas. A implementação de corredores de escape, durante as operações de desmatamento, permitirá a fuga da fauna que ainda permanecer nas áreas das bacias hidráulicas dos reservatórios e da faixa de domínio do sistema adutor para as zonas de refúgio. Entretanto é comum que uma pequena parcela destes animais retornem ao seu antigo habitat, fazendo-se necessário a sua captura para posterior soltura nas reservas.

O manejo da fauna deverá ser executado por equipe técnica especializada, contratada pelo órgão empreendedor do projeto, podendo ser engajado nesta atividade as seguintes instituições de pesquisa: NEPC – Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ciência e CCT – Centro de Ciências e Tecnologia, ambos vinculados à UECE – Universidade Estadual do Ceará, Departamento de Biologia e LAROF – Laboratório Regional de Ofiologia de Fortaleza, pertencentes à UFC – Universidade Federal do Ceará.

5.12.2. Manejo da Fauna

Na captura, acondicionamento e transporte da fauna devem ser seguidas determinadas normas, de acordo com as particularidades de cada espécie animal. Assim sendo, os mamíferos, que na região são, em geral, de pequeno e médio porte, com várias espécies arredias, devem ser desentocados com o uso de varas compridas e/ou fumaça, e aprisionados através de redes para posterior acondicionamento em caixas apropriadas, conforme modelos apresentados nas **Figuras 5.1 e 5.2.**

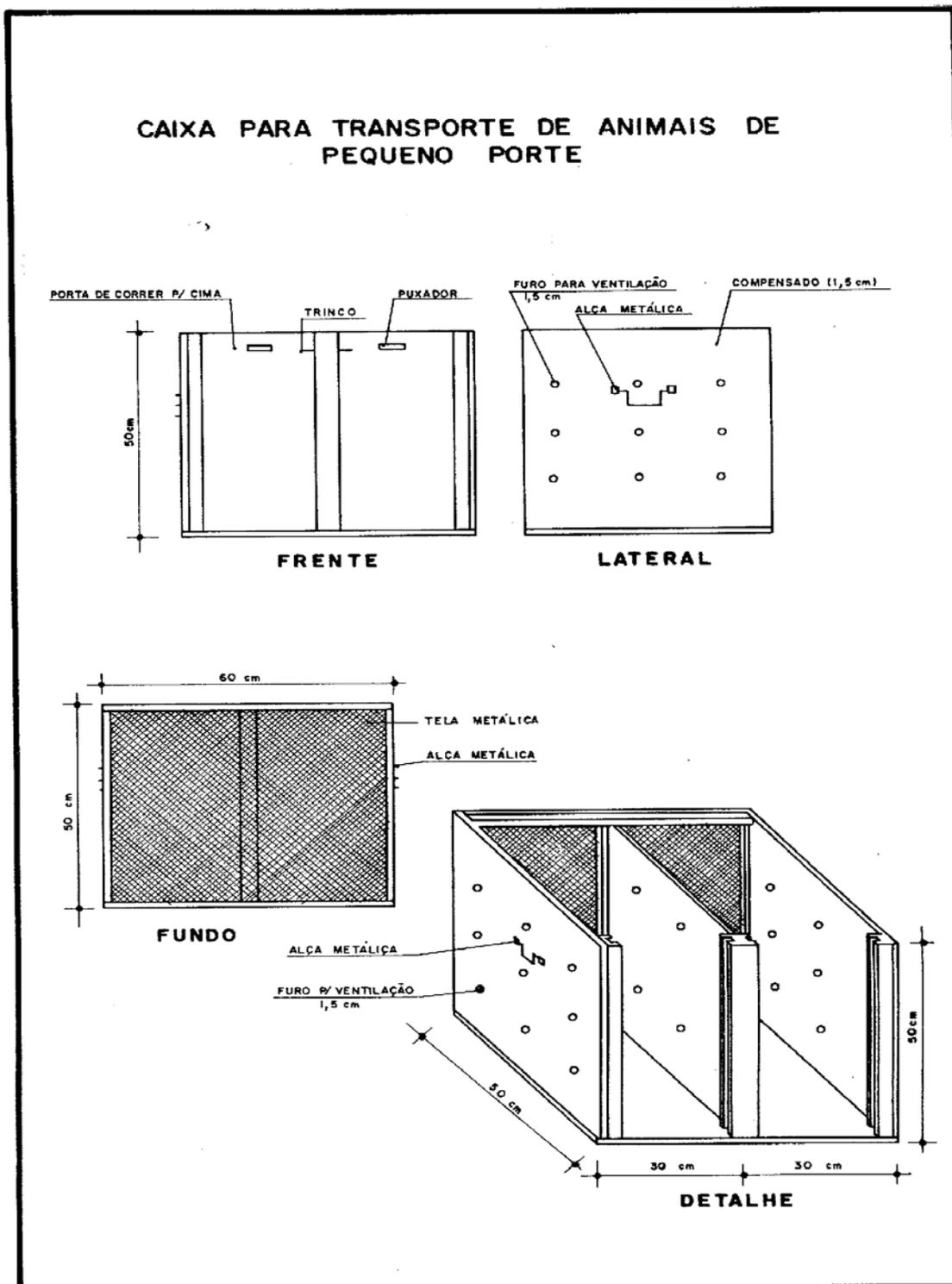


FIGURA 5.1: CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE.

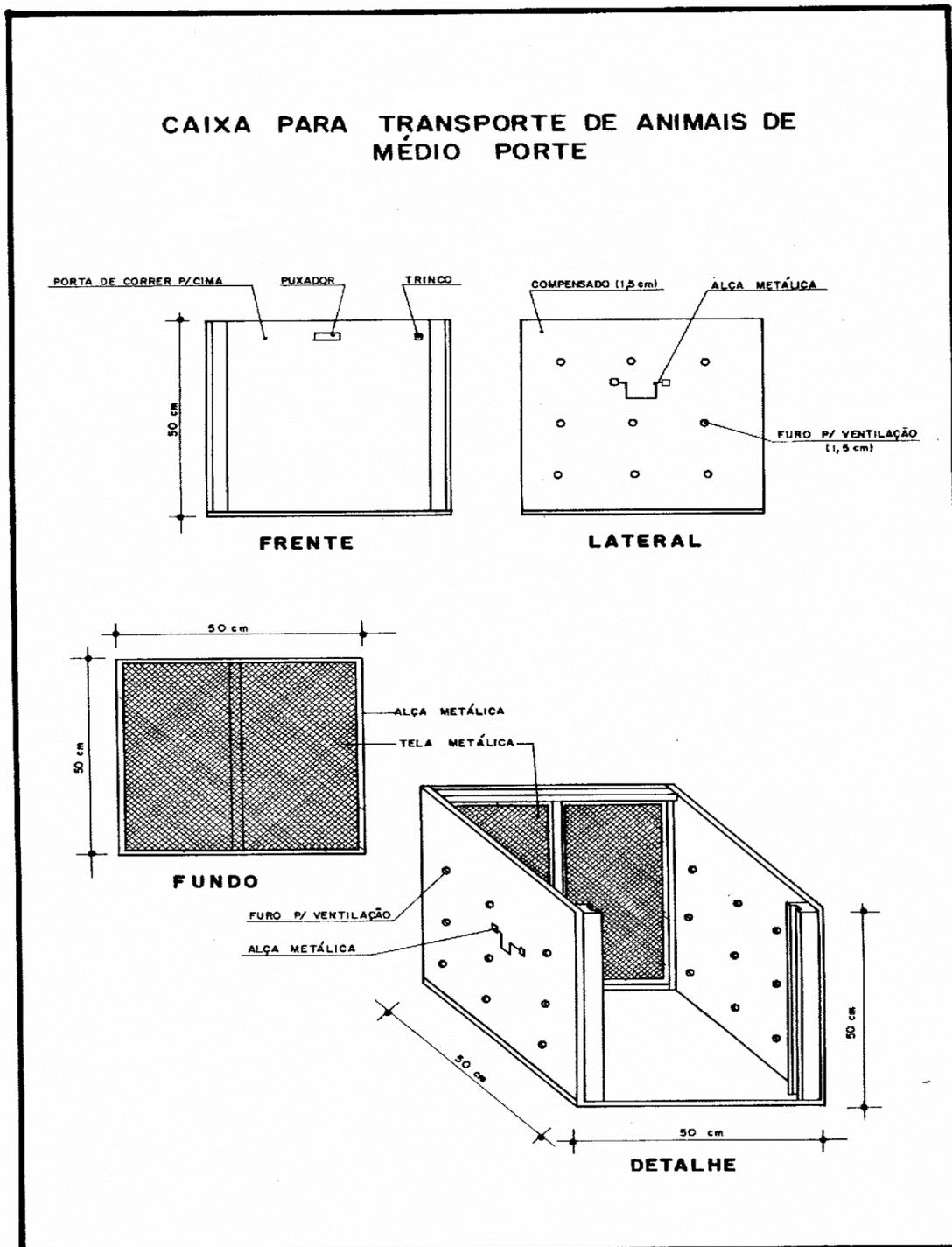


FIGURA 5.2: CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE MÉDIO PORTE.

Parte da entomofauna, aqui representada por vespas e abelhas devem ter seus ninhos transferidos para árvores localizadas nas zonas de refúgio da fauna. Já as aranhas e outros invertebrados deverão ser capturados com pinças e colocados em vidro de boca larga com tampa rosqueada.

Tendo em vista que a época de procriação de uma parcela representativa da ornitofauna coincide com a estação das chuvas, recomenda-se que o desmatamento seja efetuado durante o período de estiagem, quando ocorrem poucas espécies nidificando, evitando-se assim a destruição de ninhos e ovos. Os métodos de captura mais aconselhados para pássaros são alçapão com chamariz e a rede de neblina com quatro bolsas, sendo o transporte feito em sacos de algodão.

Quanto aos répteis, as serpentes deverão ser capturadas com o uso de laço ou de ganchos apropriados (**Figuras 5.3 e 5.4**) e acondicionadas em caixas especiais (**Figura 5.5**). As serpentes capturadas deverão ser enviadas vivas para o LAROF. Pequenos lagartos e anfíbios deverão ser coletados com as mãos e transportados em sacos de pano (**Figura 5.6**).

As caixas destinadas ao acondicionamento e transporte de animais deverão oferecer segurança contra fuga e traumatismo, ventilação adequada e facilidade de transporte. Deve-se evitar a ocorrência de superlotação, sob a pena de acelerar o processo de “stress” dos animais, bem como a colocação de animais com incompatibilidade inter/intra-específica (predador x presa) numa mesma caixa. Animais apresentando sinais de traumatismo devem ser acondicionados separadamente. O tempo de permanência dos animais nas caixas deverá ser mínimo, não devendo estas ficar expostas à ação do sol ou da chuva, e, uma vez desocupadas, deverão ser lavadas e desinfetadas antes de serem reutilizadas.

Os animais seriamente debilitados e que tenham comprometido a sobrevivência, e os que, porventura, morrerem durante a operação de desmatamento ou resgate deverão ser enviados vivos ou mortos para instituições de pesquisa em Fortaleza, onde serão incorporados à coleções científicas, tornando-se registros da fauna da região.

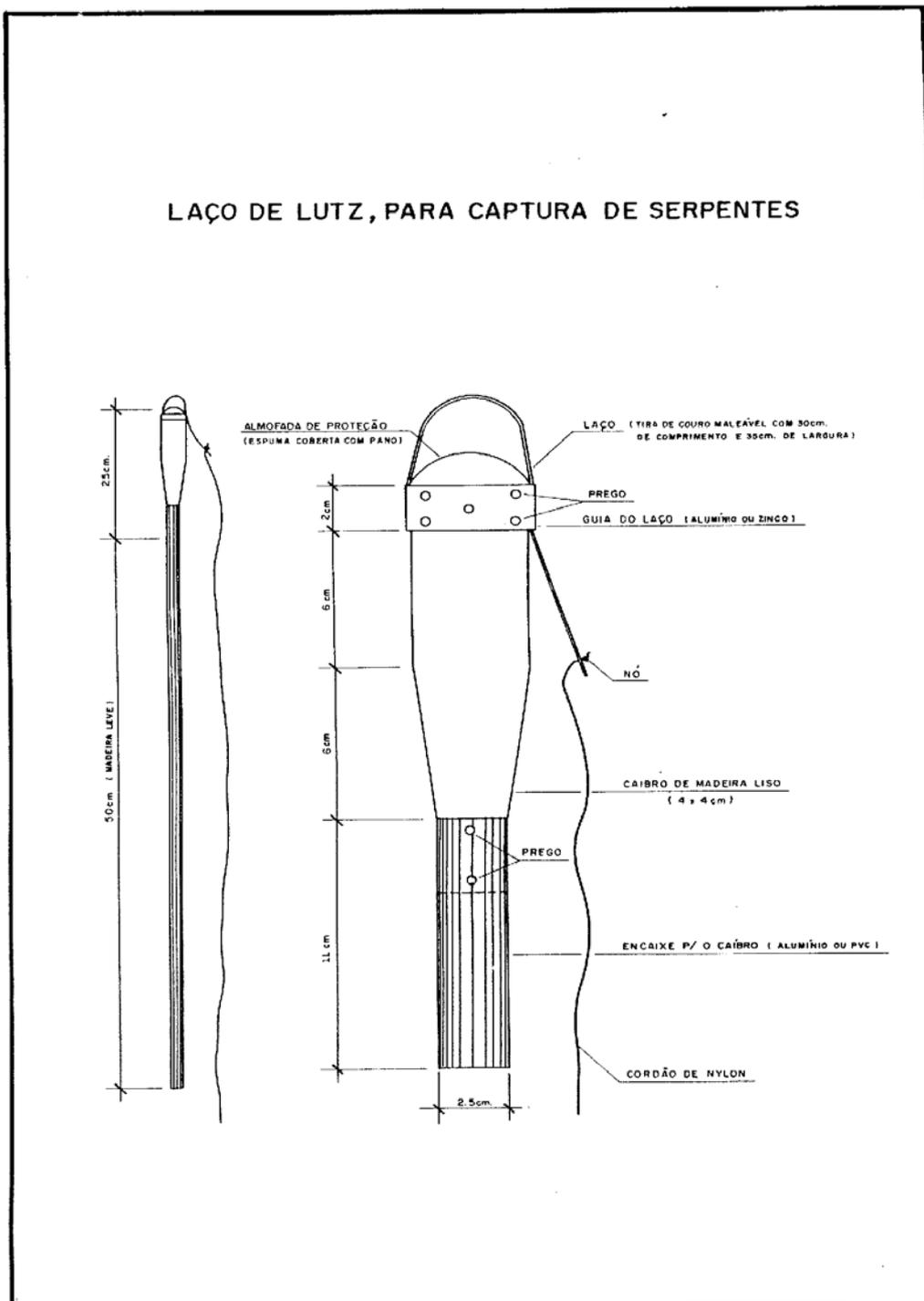
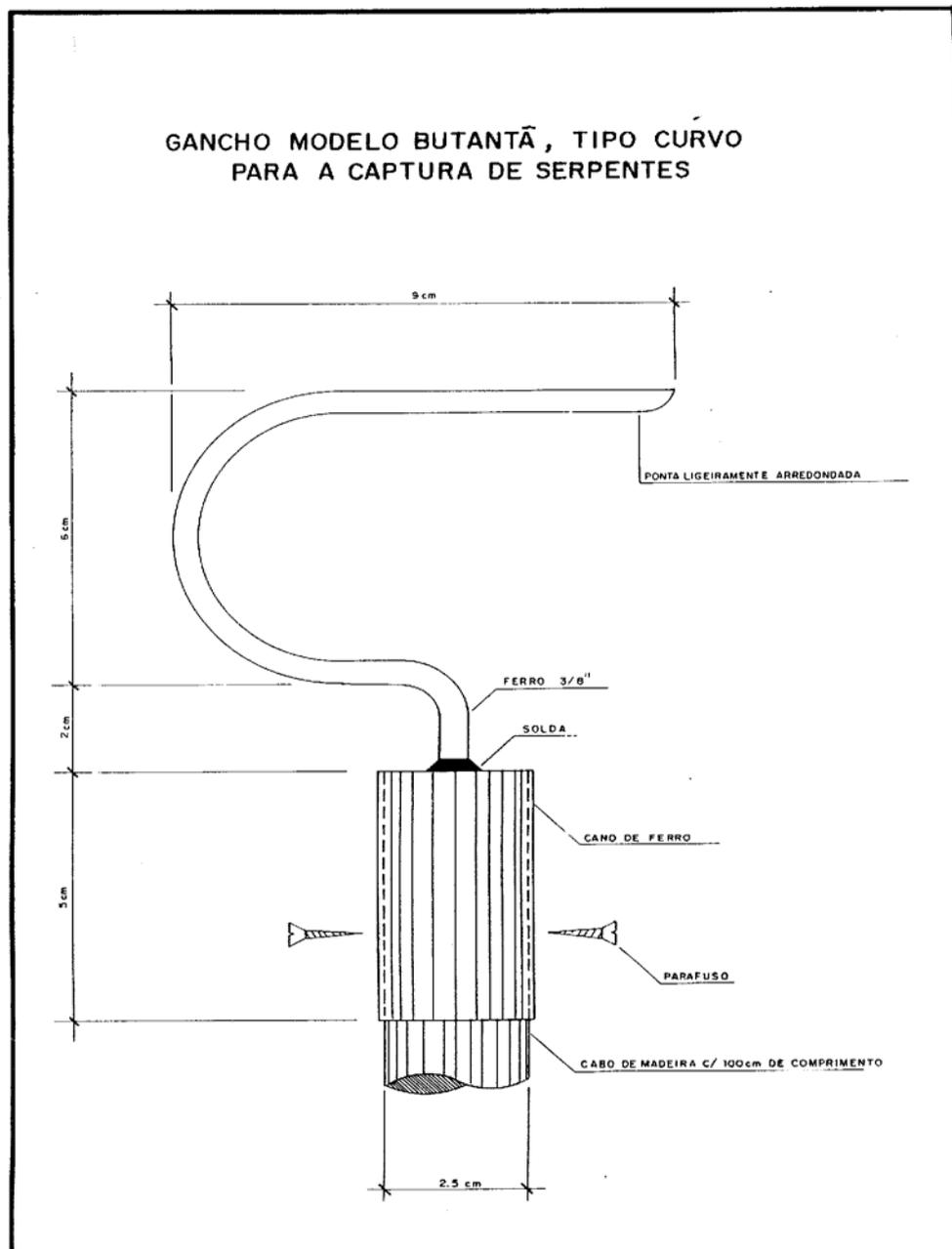


FIGURA 5.3: LAÇO DE LUTZ, PARA CAPTURA DE SERPENTES

FIGURA 5.4 : GANCHO MODELO BUTANTÃ, TIPO CURVO PARA CAPTURA DE SERPENTES.



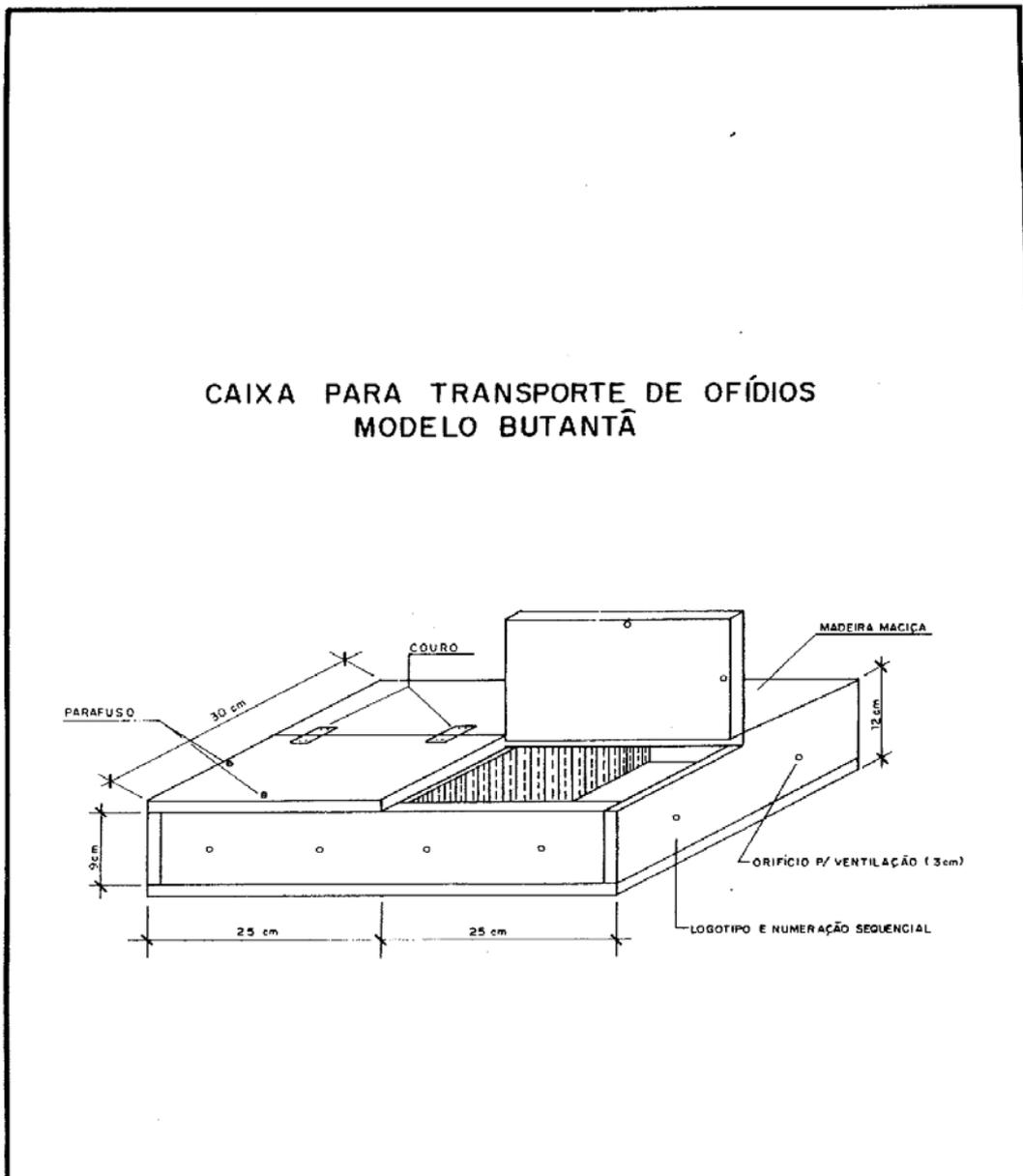


FIGURA 5.5: CAIXA PARA TRANSPORTE DE OFÍDIOS, MODELO BUTANTÃ.

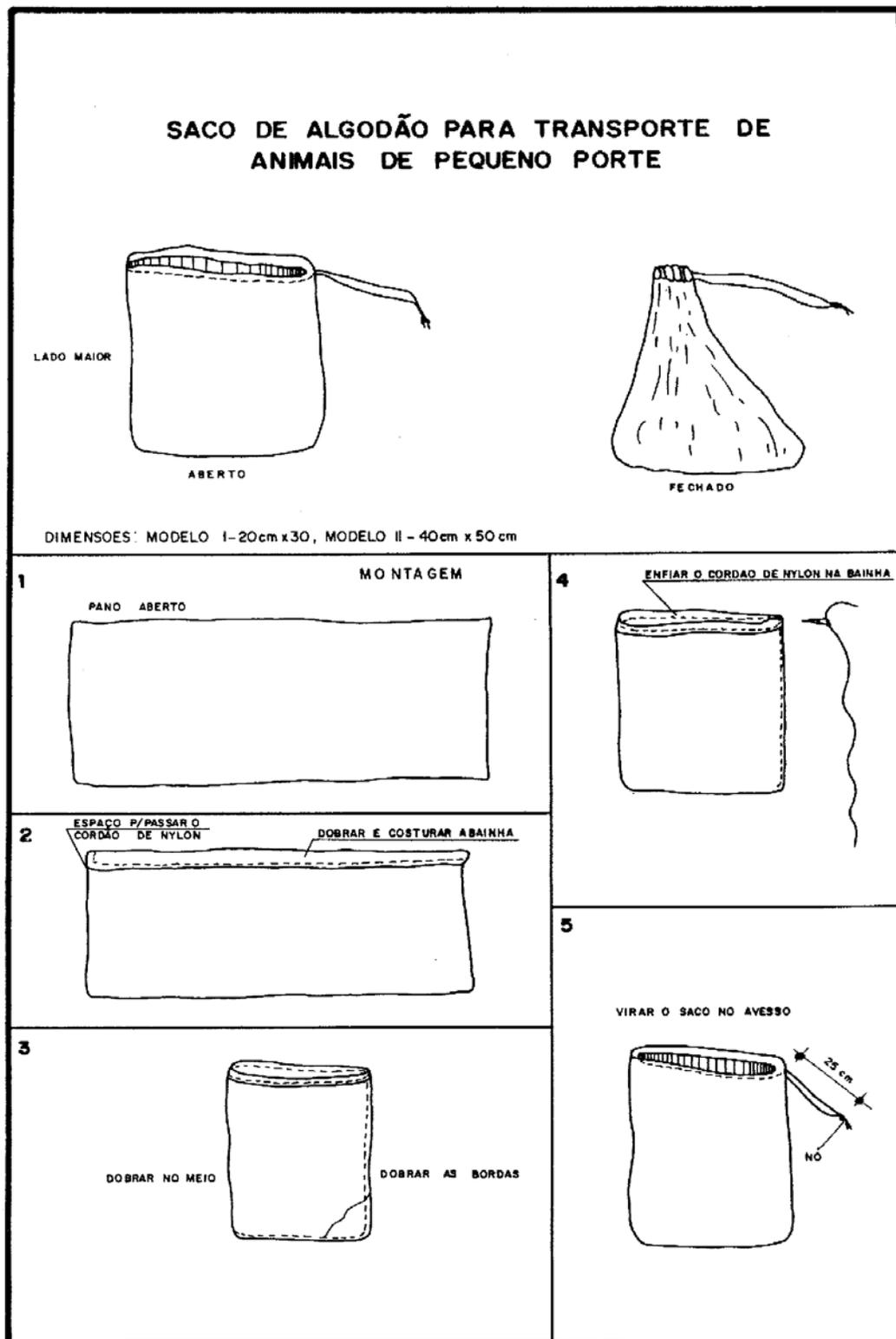


FIGURA 5.6: SACO DE ALGODÃO PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE.

5.12.3. Proteção dos Trabalhadores e da População Circunvizinha

Durante a operação de desmatamento os trabalhadores e a comunidade local ficarão expostos a acidentes com mamíferos, animais peçonhentos (serpentes, aranhas, escorpiões e lacraias), abelhas e vespas. Assim sendo, medidas que previnam estes acidentes deverão ser adotadas durante a execução dos trabalhos.

A equipe engajada no resgate da fauna deverá receber treinamento sobre identificação e técnicas de capturas de animais, especialmente dos peçonhentos, além de estarem adequadamente trajados com botas e luvas de cano longo feitas de couro ou de outro material resistente. Deverão compor a equipe, indivíduos treinados na prestação de primeiros socorros. A remoção de colméias e vespeiros deverá ser feita por pessoal especializado e devidamente equipado, sendo posteriormente transferidos para as áreas de reservas ecológicas.

Os responsáveis pelas operações de desmatamento e de manejo da fauna deverão, antes do início desta última atividade, manter contato com os postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros dos tipos antibotrópico, anticrotálico, antielapídico, antiaracnídico e antiloxoscélico, adotados nos casos de envenenamentos por jararaca, cascavel, aranhas e escorpiões, respectivamente. Deverá, ainda, ser divulgado junto à população local, as principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos através da distribuição de cartilhas.

Caso ocorram acidentes com cobras, devem ser tomadas as seguintes medidas de primeiros socorros, até que haja atendimento médico adequado: não amarrar ou fazer torniquete para impedir a circulação do sangue; não cortar o local da picada ou colocar qualquer tipo de substância sobre o ferimento; manter o acidentado deitado em repouso e evitar que este venha a ingerir querosene, álcool ou fumo; levar o acidentado para o serviço de saúde mais próximo, onde deve ser ministrado soro específico. A serpente agressora deve ser capturada para que possa ser identificado com mais segurança o tipo de soro a ser adotado.

Já na ocorrência de acidentes envolvendo mamíferos silvestres, deve-se efetuar a lavagem do ferimento com água e sabão antisséptico e manter o animal agressor em cativeiro pelo período de 10 dias, visando detectar uma possível contaminação pelo vírus da raiva. Caso o animal apresente os sintomas da doença, o trabalhador agredido deverá ser submetido imediatamente a tratamento anti-rábico e o animal deve ser sacrificado e cremado.

O resgate da fauna deve ser iniciado com uma semana de antecedência do desmatamento, passando, em seguida, os dois processos a serem executados de forma concomitante. Na preparação das áreas para posterior desmatamento, estima-se que a equipe de resgate composta por 30 homens, trabalhando 8 horas por dia, poderá preparar 15 ha para captura. O tempo de espera estimado para a captura de animais é de 12 horas/armadilha.

5.13. MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA IMPLANTADA

As obras de engenharia pertinentes a construção de barragens são infra-estruturas projetadas para ter uma longa vida útil, mas que com demasiada frequência, podem vir a apresentar danos na sua estrutura e mau funcionamento dos equipamentos hidromecânicos. No caso específico do sistema adutor, vazamentos, obstruções, deposição de lodo, infestação por ervas daninhas, mau funcionamento de estruturas e outras situações indesejáveis praticamente impossibilitam o desenvolvimento das atividades rotineiras do empreendimento. Tais problemas caso não sejam solucionados podem resultar desde danos materiais e prejuízos econômicos até a interrupção do suprimento da vazão regularizada. Assim, com vistas ao funcionamento eficaz das infra-estruturas implantadas devem ser efetuados manutenções rotineiras e reparos de danos não previstos.

Desta forma, a presente medida visa garantir a integridade do empreendimento, seu pleno funcionamento e o bem estar dos seus usuários, além de evitar degradações ambientais, danos materiais e prejuízos financeiros.

Considerando as principais anomalias observadas nos açudes do Estado do Ceará a COGERH desenvolveu uma lista de inspeção para orientar os técnicos no diagnóstico do estado geral da infra-estrutura física das barragens e equipamentos hidromecânicos. Além disso, disponibiliza Diários de Ocorrências nos locais das obras, que, ao longo prazo, vão complementar o histórico dos açudes. O técnico que inspecionar os açudes deve anotar neste diário as impressões e observações sobre as condições dos reservatórios, que, se procedentes serão consideradas para acompanhamento e correção. São quatro os tipos de inspeções efetuados pela COGERH:

- Inspeção de rotina: é executada pelo Gerente de Bacia e pelo agente de inspeção. Visa à manutenção da barragem e equipamentos e a detecção de anomalias ou mudanças de comportamento que possam sugerir algum problema no desempenho da barragem. De periodicidade mensal para o período seco e semanal para o período chuvoso,

podendo ser aplicadas diariamente em caso de chuvas intensas, ou quando observados comportamentos anômalos em qualquer dos diversos setores do açude;

- Inspeção formal: realizada por equipe técnica multidisciplinar da COGERH, responsável pelo gerenciamento de segurança da barragem. A frequência é estabelecida em função do da classificação do potencial de risco;
- Inspeção de especialistas: executada quando se constata um problema que exija intervenção de especialistas. Em geral são requeridas por órgãos financiadores e realizadas por especialistas externos;
- Inspeção de emergência: executada quando for detectada anomalia ou deficiências potencialmente danosas a barragem.

As inspeções das Barragens Inhuçu e Jucá para fins do desenvolvimento das tarefas rotineiras de manutenção ficarão a cargo de um agente de guarda e inspeção de reservatório, sob a fiscalização da Gerência da Bacia. Cada agente de inspeção deverá residir na área de entorno do reservatório a ser inspecionado e ser devidamente treinado pela COGERH para exercer as suas funções, tendo as seguintes atribuições:

- Vigilância das áreas do açude, detectando (observando) vandalismo, desmatamentos, aporte de poluentes ao açude, pesca predatória e banhos em locais proibidos;
- Preenchimento mensal da Lista de Inspeção de Rotina em Açudes junto com o Gerente da Bacia;
- Manutenção da casa de apoio do reservatório;
- Verificação diária do nível do reservatório;
- Manutenção das cercas da área de proteção;
- Limpeza da câmara de medição e do medidor (vertedor);
- Limpeza das canaletas de drenagem de águas pluviais e meio-fio;
- Eliminação de formigueiros e tocas de animais;

- Manutenção do sangradouro: desmatamento e roço dos canais de aproximação e restituição;
- Manutenção da torre da comporta (inclusive escadas, passadiços, guarda-corpos, acessos e estrutura da torre) e dos equipamentos hidromecânicos;
- Desmatamento e conservação do revestimento do maciço da barragem e do acesso ao pé do talude de jusante em toda a extensão do barramento;
- Roço das laterais da via de acesso ao reservatório (50 m da entrada);
- Manutenção do caminho de acesso as principais infra-estruturas e equipamentos do reservatório para facilitar as vistorias;
- Manutenção da caixa de válvulas (limpeza, estrutura de concreto e equipamentos hidromecânicos – grade, válvulas e medidor de vazão);
- Pintura das estruturas de concreto do sangradouro e torre de montante;
- Manutenção e leitura da instrumentação;
- Acompanhamento das obras de manutenção.

Outras atividades de manutenção em reservatórios compreendem o controle da proliferação de plantas aquáticas, remoção de grandes entulhos do espelho d'água (por exemplo, troncos de árvores); controle da qualidade da água visando detectar possíveis focos de poluição; efetuação de levantamento de depósito de sólidos no fundo do reservatório e controle de anomalias nos taludes e nas obreiras do barramento (erosões, escorregamentos, rachaduras, afundamentos, formigueiros, canaletas quebradas, etc.). Estas atividades requerem pouco tempo, pois são periódicas, no entanto, são extremamente importantes, a fim de detectar imediatamente a necessidade de uma ação corretiva, mantendo assim a integridade do empreendimento e seu pleno funcionamento.

As estradas que permitem o acesso até o eixo do barramento devem ter seus leitos regularmente restaurados, principalmente após o período chuvoso, de modo a evitar inconvenientes nas operações de manutenção, fiscalização da faixa de proteção do reservatório e monitoramentos concernentes ao empreendimento.

No caso específico do sistema adutor, as principais atividades de manutenção previstas são as seguintes:

- Canais: troca de juntas, troca de placas danificadas de concreto, remoção de areia fina, controle da vegetação nas juntas e na superfície das placas de concreto e controle e remoção de lodos;
- Estruturas metálicas: requerem a execução de lubrificações periódicas, bem como de tratamento anticorrosivo nos elementos ferrosos;
- Tubulações de baixa pressão: execução de sondagens periódicas para identificação de vazamentos e limpeza a partir dos registros de gaveta e caixas retentoras;
- Drenos: remoção de areia fina, detritos e raízes de planta;
- Obras d'arte em concreto (tomadas d'água, extravazores, descargas de fundo, controles de nível, etc.): remoção de areia fina e obstruções;
- Estradas de manutenção: devem ter seus leitos regularmente restaurados, principalmente após o período chuvoso, de modo a evitar inconvenientes nas operações de escoamento da produção agrícola;
- Edificações e cercas: reparos de danos e pinturas.

Estas atividades requerem pouco tempo, pois são periódicas, no entanto, são extremamente importantes, a fim de detectar imediatamente a necessidade de uma ação corretiva, mantendo assim a integridade do sistema adutor e seu pleno funcionamento.

O canal adutor, cujo revestimento será misto de concreto e lona de polietileno de alta densidade, precisa de pouca manutenção, isto é, desde que seja corretamente construído. As atividades rotineiras incluem o controle de vegetação na superfície do revestimento, controle e remoção de lodo e sedimentos, reparos de falhas no revestimento, etc. O controle da presença de vegetais dentro de canais revestidos não constitui um grande problema, embora plantas aquáticas devam ser retiradas periodicamente visando evitar problemas tais como obstrução de sifões e proliferação de vetores (mosquitos, caramujos, etc.) de doenças debilitantes.

Sob condições normais, a formação de lodo nos canais revestidos não é relevante, pois a velocidade da água é alta. Já a deposição de materiais sólidos poderá existir em virtude da ocorrência de pesadas chuvas, se as margens do canal não forem adequadamente construídas, assim como por areia levada pelo vento em áreas onde o sistema é circundado por terra nua e sujeito a fortes ventos. A melhor solução para prevenir este tipo de formação de sedimentação é instalar quebra-ventos nas áreas onde a areia acumula, antes de chegar até o canal. A remoção de sedimento do canal é uma operação dispendiosa, pois é praticada manualmente. Assim, alguns sistemas adotam a técnica de jogar “água rápida” pelo canal, a fim de remover sedimento de um lugar e concentrá-lo noutro onde é mais fácil eliminá-lo. Para essa finalidade, o canal deve ser operado em sua capacidade máxima para alcançar a velocidade mais alta possível.

Os principais problemas em canais revestidos são, no entanto, as falhas e eventuais erupções do revestimento devido a subpressão. Além de reparos do revestimento, devem ser tomadas medidas corretivas que vão desde a instalação de válvulas de subpressão para aliviar a pressão, até a adoção de medidas alternativas como a construção de um sistema subsuperficial de drenagem. Ressalta-se, no entanto, que no caso específico do sistema adutor ora em análise, não são esperados problemas deste tipo, já que nos trechos onde foi detectado riscos de sub-pressão a projetista optou pela construção do canal em aterro, evitando assim a ocorrência deste problema.

A estrada que margeia o sistema adutor constitui acesso à equipe de manutenção para a efetivação de possíveis reparos no mesmo. A referida via pode vir a ser danificada pela ação do tráfego ou durante a estação chuvosa. Os consertos previstos são: retirada do material solto, preenchimento de buracos com material sub-básico e básico e compactação das camadas. A maior parte dessas operações é feita manualmente, com exceção da compactação que é feita com roletes pesados puxados por tratores e do transporte do material a granel feito por caçambas. Ressalta-se que, reparos e manutenções podem ser reduzidos em boa parte, se os drenos laterais da estrada forem mantidos em boas condições para que haja um rápido escoamento das águas das chuvas. Controle da vegetação nas laterais da estrada e remodelagem do seu leito devem ser efetuados anualmente, enquanto que a manutenção de suas margens e das estruturas pode ser efetivada de quatro em quatro anos. A cerca de proteção e portões de acesso à faixa de domínio do canal devem ser vistoriados periodicamente, de modo a detectar possíveis sinais de violação.

O sistema de drenagem das águas dos cursos d'água sob o canal (bueiros) está sujeito a problemas decorrentes de obstrução devido à sedimentação, aporte de detritos e raízes de planta, devendo a sua limpeza ser efetuada por meios mecânicos e lavagem, embora às vezes métodos químicos sejam necessários para remover depósitos minerais.

As obras como sifões, travessias, passarelas e tomadas d'água, que constituem, no geral, obras construídas em concreto, têm sua manutenção restrita à remoção de areia fina e obstruções. Tais obras requerem inspeções periódicas com vistas à manutenção de suas estruturas.

Três tipos de manutenção são passíveis de serem efetuadas no projeto, quais sejam:

- Manutenção rotineira ou normal: inclui os trabalhos necessários para – manter os sistemas de reservação e adução em funcionamento satisfatório;
- Manutenção especial: inclui reparos de danos imprevisíveis;
- Manutenção adiada: inclui todo o trabalho necessário para recuperar a capacidade perdida pela infra-estrutura quando comparada com o projeto inicial.

As atividades de manutenção das barragens e do sistema adutor ficarão a cargo da COGERH, que deverão formular um programa de manutenção, baseado no inventário de todas as obras que precisem de serviços, devendo ser contempladas as seguintes medidas:

- Fixar o volume de atividades de manutenção a serem executadas anualmente;
- Estabelecer o melhor ciclo de manutenção para cada tipo de obra;
- Determinar as necessidades de equipamentos, material de consumo, mão-de-obra e contratação de firmas especializadas para determinados tipos de serviços;
- Orçar e estabelecer as prioridades de manutenção.

O intervalo de tempo decorrido entre as atividades de manutenção, varia, dependendo da infra-estrutura. Este intervalo de tempo deverá ser determinado por fatores locais, como por exemplo, clima, qualidade da água, qualidade da construção, etc., além de valores obtidos com base na experiência em obras hidráulicas similares. Recomenda-se, finalmente, que o

empreendedor implemente um programa de manutenção que contenha, pelo menos, os seguintes princípios gerais:

- Um bom planejamento é importante nos serviços de manutenção, pois o tempo e os recursos disponíveis para sua execução são limitados;
- Controle da produtividade de rendimento é essencial;
- A participação dos usuários no trabalho de manutenção deve ser encorajada;
- Sempre que se precisar de mão-de-obra não qualificada, devem ser usados os recursos humanos da comunidade rural do projeto;
- É aconselhável subempreitar uma parte do trabalho de manutenção, sobretudo, se a obra projetada envolver um aporte considerável de infra-estruturas caras.

Esta atividade deverá ser implementada durante toda a vida útil do empreendimento, já estando seus custos inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

6. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTOS

6. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTOS

6.1. GENERALIDADES

O gerenciamento dos recursos hídricos surge como um meio de assegurar o fornecimento d'água de boa qualidade e em quantidade suficiente para o atendimento das demandas humanas e das atividades econômicas.

Tendo em vista que o uso e ocupação do solo e as atividades econômicas desenvolvidas no território da bacia hidrográfica não só exercem influência como são influenciadas pela quantidade e qualidade necessárias da água disponível, torna-se imprescindível o disciplinamento dos usos do solo e da água, de modo a se obter o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

São apresentadas a seguir o delineamento das principais diretrizes para execução do gerenciamento dos recursos hídricos represados nas Barragens Inhuçu e Lontras e daqueles aduzidos pelo sistema adutor, que envolvem além do controle e gerenciamento do uso da água represada e/ou aduzida e do estabelecimento de outorga e tarifação d'água, a execução das seguintes atividades:

- Monitoramento da qualidade da água represada nos reservatórios;
- Monitoramento da qualidade da água aduzida;
- Monitoramento da da sedimentação nos reservatórios;
- Monitoramento dos níveis do lençol freático nas áreas de entorno dos reservatórios;
- Monitoramento do nível d'água nos reservatórios; e
- Controle da proliferação de insetos e moluscos na área de influência direta do sistema adutor. .

Estas diretrizes constituem práticas integrantes das medidas de proteção ambiental aqui preconizadas, objetivando a preservação do meio ambiente, bem como a integridade do empreendimento.

6.2. GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS

Para propiciar as condições de desenvolvimento sustentável na área do empreendimento, de forma que o uso dos recursos naturais não supere sua condição de se renovar, garantindo a melhoria de vida para todos e evitando possíveis limitações ao desenvolvimento econômico e social das gerações futuras, é fundamental gerenciar com eficiência estes recursos. A disponibilidade de água para os vários usos depende de como são tratadas as questões relativas à sua quantidade e qualidade, por isso, para uma utilização racional, é impossível separar estes aspectos.

Com o passar do tempo, a tendência é aumentar o consumo, entretanto nem sempre pode-se aumentar a oferta na mesma quantidade, pois existem limites naturais, como a quantidade de chuva que cai numa determinada região. Desta forma agravam-se os conflitos, pois justamente por ser a água um elemento que serve a múltiplos usos, é comum ocorrer a competição entre os usuários. É fundamental, portanto, estabelecer mecanismos que permitam o uso desse bem de forma ordenada, considerando todos os usos e atividades que possam resultar em conflitos ou degradação para o meio ambiente. Daí surge a importância do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, que consiste num conjunto de ações governamentais destinado a regular o uso, controle e preservação da água.

Dentro deste contexto, a Política de Gerenciamento dos Recursos Hídricos atualmente posta em prática pelo Governo do Estado do Ceará visa assegurar a utilização múltipla e integrada deste recurso, garantindo às populações e às atividades econômicas, água em qualidade e quantidade suficiente para atender as suas necessidades. Para tanto, torna-se necessária a implementação de um conjunto de ações governamentais destinadas não só a regular e controlar o uso da água, como a preservar a sua qualidade.

Esta preocupação do Governo Estadual com o aproveitamento racional dos recursos hídricos tem se materializado ao longo dos anos através de diversas ações voltadas para este setor, mais especificamente no âmbito das bacias hidrográficas, que vão desde a elaboração de Planos de Gerenciamento das Águas até a estruturação de organizações de usuários da água (comitês de bacias), o estabelecimento do sistema de outorga/tarifação do uso da água e a implementação de programas de monitoramento dos recursos hídricos, entre outros.

O núcleo central do modelo de gestão dos recursos hídricos ora implementado no Estado do Ceará é constituído por um conjunto de entidades que desenvolvem ações de gestão unificada, considerando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, a integração dos usos múltiplos, o controle do regime das águas, o controle da poluição e dos processos erosivos. A gestão dos recursos hídricos é conduzida de acordo com uma perspectiva global, considerando a bacia hidrográfica como um todo.

O modelo de gestão empregado prevê as formas de relacionamento entre as entidades de gestão e os usuários, compreendendo os direitos e as obrigações decorrentes do uso e derivação da água. A participação do público em geral na gestão dos recursos hídricos se constitui numa das formas de viabilização política da gestão dos mesmos. Porém tal participação é feita, de preferência, sob modos de informação e consulta, sem que a administração pública decline no seu dever de decidir entre alternativas.

Os sistemas municipais de serviços públicos detêm atribuições de gestão de recursos hídricos por meio de delegação estadual, sujeito às normas estaduais. Em alguns casos isolados, como saneamento básico e drenagem urbana, o interesse do município é relevante e a legislação prevê as competências municipais e seus limites.

O Estado do Ceará conta com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o qual propõe um planejamento global de utilização dos recursos hídricos, com vistas a um equilíbrio dinâmico do balanço demanda versus disponibilidade, procurando impedir que a água venha a ser um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social do Estado.

Tendo como referencial o princípio de que a água deve ser gerenciada de forma descentralizada, integrada e participativa, sendo a bacia hidrográfica a unidade de planejamento e atuação, o Governo Estadual vem estimulando a participação de usuários, instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil neste processo. Para que o gerenciamento se dê nesses moldes, é feito a utilização de vários instrumentos, tais como:

- Planejamento: visa realizar estudos na busca de adequar, o uso, controle e preservação dos recursos hídricos às necessidades sociais e/ou governamentais identificadas na bacia hidrográfica;

- Operação: objetiva definir a liberação de águas de forma a atender a demanda (os usos), levando em consideração a oferta disponível e as características da fonte hídrica;
- Monitoramento: tem a função de realizar o acompanhamento dos aspectos qualitativos e quantitativos da água, servindo de informação para auxiliar a tomada de decisão da operação;
- Manutenção: é importante na realização de estudos da situação física das estruturas hidráulicas, verificando a necessidade da recuperação e definindo planos de conservação para as referidas estruturas;
- Apoio à organização dos usuários: conscientizar/educar os usuários para que, de forma organizada, possam gerenciar, com o apoio técnico, a água disponível.

A utilização destes instrumentos tem por finalidade a implementação de um sistema gerencial que integre as ações dos diversos órgãos federais, estaduais ou municipais que atuam no setor, e que seja capaz de fornecer informações para a tomada de decisão com o objetivo final de promover, de forma coordenada, o uso, controle e preservação da água.

Visando facilitar a implementação da Lei de Recursos Hídricos (Lei nº 11.996 de 24/07/92) e, possibilitar um maior controle sobre a quantidade e distribuição de água necessária para atender todas as necessidades dos usuários, foram definidos os seguintes instrumentos legais: outorga, licença para obras hídricas e cobrança pelo uso da água.

A outorga se constitui numa autorização, com validade anual, concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos que assegura ao usuário o direito de usar a água num determinado local, retirando-a de uma determinada fonte superficial ou subterrânea, com uma vazão definida e para uma finalidade também definida.

No que se refere à licença para obras hídricas, esta se constitui numa autorização, também, concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos, para execução de qualquer obra ou serviço de oferta de água que altere o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos de determinada região.

A cobrança pelo uso da água bruta, por sua vez, foi prevista como forma de diminuir o desperdício, aumentar a eficiência no uso da água e servir como fonte arrecadadora de fundos para cobrir as despesas com gestão, operação e manutenção das obras hídricas.

Tendo em vista que as barragens Inhuçu e Lontras e o sistema adutor estão posicionados numa bacia interestadual, a ANA irá atuar na gestão dos recursos hídricos fornecidos e na concessão da outorga do uso da água. No âmbito estadual, a SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará funcionará como concedente dos recursos hídricos represados nas barragens e daqueles aduzidos pelo canal, que garantirá a oferta de água para irrigação intensiva na Bacia do Inhuçu/Macambira.

A gestão da água represada nas barragens Inhuçu e Lontras, bem como da água aduzida será efetuada pela COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, juntamente com as associações de usuários e/ou Conselho Gestor das barragens e do sistema adutor, a serem criados posteriormente, e com o Comitê da Bacia do Poti.

6.3. PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA E ADUZIDA

6.3.1. Generalidades

O controle sistemático da qualidade da água represada nas Barragens Inhuçu e Lontras, bem como da água aduzida é de fundamental importância para a garantia dos empreendimentos localizados a jusante e o controle de atividades poluidoras nas bacias hidrográficas contribuintes e no próprio sistema adutor. O monitoramento da qualidade da água deve ser conduzido visando detectar pontos ou níveis de poluição, tendo em vista que essa água servirá para o abastecimento humano e para o uso com irrigação, devendo sua qualidade se adequar, da melhor maneira possível, aos futuros usos.

No caso específico do sistema adutor, apesar da faixa de domínio do canal ser cercada em toda sua extensão, deve ser cogitada a hipótese da ocorrência de violação da cerca por parte de moradores locais, podendo os mesmos, fazerem uso indevido da água nos trechos em canais. Dentre as atividades poluidoras que, porventura, possam ocorrer à água aduzida, citam-se: poluição na fonte hídrica; ocorrência de animais mortos; contaminação da água com defensivos agrícolas e sabões decorrentes da lavagem de pulverizadores e de roupas dentro do canal, entre outros.

6.3.2. Cuidados Necessários para a Coleta de Amostras

A programação da coleta de amostras em corpos d'água, depende sobretudo dos objetivos almejados, quais sejam: dispersão e degradação de poluentes orgânicos, eutrofização e cargas de nutrientes, distribuição e comportamento de metais e pesticidas, estudos da ictiofauna, adequabilidade das águas às atividades de pesca, abastecimento humano, irrigação, uso na indústria, recreação e outros. Para cada caso é exigido uma metodologia específica tanto de coleta, quanto de análise e interpretação de dados. Os cuidados a serem tomados durante a obtenção de amostras de água, independentes da técnica de coleta e da natureza do exame, são os seguintes:

- A amostra deve ser recolhida com a boca do frasco de coleta posicionado contra a corrente;
- As amostras não devem conter partículas grandes, como detritos, folhas ou outro tipo de material acidental, exceto quando se tratar de amostra de sedimento;
- Coletar volume suficiente de amostras para eventual necessidade de se repetir alguma análise;
- Fazer as determinações de campo em alíquotas de amostras separadas das que serão enviadas ao laboratório, evitando-se o risco de contaminação;
- Verificar a limpeza dos frascos e outros objetos utilizados na coleta;
- Utilizar apenas os frascos e os métodos de preservações recomendados para cada tipo de análise;
- Não tocar na parte interna dos frascos e do material de coleta com a mão ou deixá-los expostos ao pó, fumaça e outras impurezas;
- Após a coleta e preservação das amostras, colocá-las imediatamente ao abrigo da luz solar;
- As amostras que exigem refrigeração devem ser acondicionadas em isopor contendo gelo;

Por fim, deverão ser mantidos registros de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra ou conjunto de amostras da mesma característica.

6.3.3. Tomada de Amostras

Para um estudo básico de avaliação de qualidade das águas, em vistas de seus usos preponderantes, deve ser estabelecida a seguinte programação de amostragem:

- Seleção de estações de monitoramento nos reservatórios junto à entrada dos poluentes;
- Levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras das bacias contribuintes, que podem influir na qualidade das águas dos reservatórios;
- Estabelecimento de pontos de amostragem nos principais tributários dos reservatórios;
- Determinação dos pontos de amostragem ao longo do corpo do reservatórios;
- Seleção de estações de monitoramento ao longo do traçado do sistema adutor;
- Levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras ao longo do trajeto do trecho em canal, que podem influir na qualidade da água aduzida.

No caso específico dos reservatórios, a amostra de água para exames hidrobiológicos de rotina é coletada, em geral, na superfície. No entanto, quando se pretende uma investigação mais detalhada sobre a causa do desenvolvimento de microorganismos, ou estudos de controle biológico dos mesmos, faz-se necessário o exame da fauna e da flora encontradas em diferentes níveis de massa d'água, tendo em vista a possibilidade da estratificação térmica dos reservatórios.

Durante a formação dos reservatórios deverão ser coletadas amostras de água para análise, desde o início até o enchimento completo dos açudes. Após o enchimento, deverão ser coletadas amostras de água, ao final da estação seca, e início, meio e final da estação chuvosa. Portanto, além da fase de amostragem inicial (enchimento do reservatório), deverão ser feitas, no mínimo, quatro amostragens anuais.

Para exames de rotina, a coleta pode ser efetuada em pelo menos dois pontos dos reservatórios, de preferência junto ao local de captação da água para abastecimento humano e próximo a

possíveis atividades poluidoras situadas na bacia. No sistema adutor os pontos de amostragens deverão ser apostos no mínimo junto à captação na Barragem Lontras e no início e final do traçado do canal de adução.

A coleta de amostra na superfície deve ser realizada com um simples frasco de vidro ou plástico, o qual deve ser lavado várias vezes na própria água e não ser completamente cheio, de modo que permaneça uma pequena quantidade de ar dentro do frasco para suprir de oxigênio os seres aeróbios.

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA nº 357/05. Até que a SEMACE defina a classe em que será enquadrada a água dos reservatórios, esta deverá ser considerada como pertencente à Classe 2. Nas análises a serem executadas deverá ser determinado as características químicas, físicas e organolépticas e o Número Mais Provável (NMP) de coliformes fecais.

6.3.4. Preservação, Armazenamento e Transporte de Amostras

Os métodos de preservação relativamente limitados têm por objetivo retardar a ação biológica e a hidrólise dos compostos químicos e complexos, reduzir a volatilidade dos constituintes e os efeitos da absorção, e/ou preservar organismos, evitando ou minimizando alterações morfológicas e fisiológicas. As técnicas de preservação mais empregadas são:

- Adição química: método de preservação mais conveniente, através do qual o preservante é adicionado prévia ou imediatamente após a tomada da amostra, provocando a estabilização dos constituintes de interesse, por períodos mais longos de tempo. No entanto, devido à natureza biológica de alguns testes, como por exemplo a DBO, e também ao fato de que a composição química da amostra pode ser afetada pela preservação, tal procedimento não é viável para amostras destinadas a todos os tipos de análises;
- Refrigeração: utilizada largamente na preservação de amostras microbiológicas e em algumas determinações químicas e biológicas, constitui uma técnica comum em trabalhos de campo. Apesar de não manter completa integridade para todos os parâmetros, interfere de modo insignificante na maioria das determinações laboratoriais;
- Congelamento: serve para aumentar o intervalo entre a coleta e a análise da amostra, sem comprometer esta última. Contudo, os componentes dos resíduos sólidos, filtráveis ou não

filtráveis da amostra, alteram-se com o congelamento e posterior retorno à temperatura ambiente. É uma técnica aceitável para algumas análises, mas não como técnica de preservação geral. Para algumas determinações biológicas e microbiológicas essa prática é inadequada.

A maioria das amostras pode ser transportada para o laboratório nos mesmos frascos que serviram para a coleta. Os frascos ao chegarem ao laboratório, devem ser desenvolvidos, especialmente quando o exame for realizado somente no dia seguinte.

Se, entre a coleta e a análise do material no laboratório, decorrer um máximo de 24 horas, nenhum cuidado adicional será necessário, além da manutenção de quantidade suficiente de oxigênio dissolvido na amostra. Caso contrário recomenda-se a adição de conservantes à amostra.

À COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água represada nos dois reservatórios e daquela aduzida pelo sistema adutor, sendo prevista a coleta de 8 amostras/barragem/ano (16 amostras - coleta de amostras em dois pontos/barragem a cada trimestre). Para o sistema adutor foi prevista a coleta de (12 amostras – coleta de amostras em 3 pontos a cada trimestre).

6.4. PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DO LENÇOL FREÁTICO E DO NÍVEL D'ÁGUA NOS RESERVATÓRIOS

6.4.1. Monitoramento do Nível do Lençol Freático

O controle do nível piezométrico é de fundamental importância, uma vez que a formação de reservatórios artificiais pode vir a propiciar o aparecimento de charcos, que constituem verdadeiros focos de proliferação de insetos, além de trazer riscos à salinização dos solos.

Os recursos hídricos subterrâneos e superficiais são alterados no seu equilíbrio original ante as modificações imposta pela construção de reservatórios. O ajuste dos elementos naturais, decorrentes das alterações do meio abiótico como um todo, acarreta conseqüências que, dependendo do contexto geológico-hidrológico, podem ser danosas ou benéficas.

As áreas mais afetadas são aquelas marginais aos reservatórios, onde a profundidade da superfície piezométrica original é inferior à cota final do reservatório. A superfície piezométrica

quando sofre elevação tenderá a aflorar ou ficar muito próxima da superfície nos pontos topograficamente mais rebaixados. Esse efeito será menos pronunciado a medida em que se caminha para a montante e perpendicularmente ao reservatório. Apesar desse fato ser benéfico por aumentar a espessura saturada do aquífero livre e conseqüentemente a vazão dos poços, implica também na deteriorização do meio, acarretando problemas tais como: manutenção de áreas permanentemente alagadas, afogamento de raízes, aumento da taxa de evapotranspiração, redução da taxa de infiltração, aumento da salinização das águas subterrâneas, saturação de subleito de estradas e diminuição da capacidade de carga dos solos.

Com relação aos aquíferos confinados ou semi-confinados, os efeitos de maior expressão referem-se às modificações na distribuição interna dos esforços efetivos como conseqüência da elevação generalizada dos potenciais hidráulicos gerados pela sobrecarga da massa de água do primeiro.

A previsão ou análise de comportamento das águas subterrâneas diante da implantação de uma barragem é uma técnica simples que se utiliza basicamente do conhecimento das características originais dos aquíferos, confrontando-se posteriormente com as novas condições de fronteiras impostas.

No caso específico das Barragens Inhuçu e Lontras, a priori, poderão ocorrer problemas decorrentes de elevações do lençol freático nas áreas de entorno destes reservatórios, já que estes se encontram posicionados predominantemente sobre um aquífero sedimentar, com bom potencial hidrogeológico – o aquífero Serra Grande. Todavia não são esperadas elevações significativas do lençol freático ao longo do trecho do rio Inhuçu/Macambira, já que a influência do volume da vazão regularizada será relativamente reduzida. O caminho a ser descrito pelas águas deverá ser conhecido, sendo para isso necessário que se determine a forma da superfície piezométrica ou nível freático, através do monitoramento de uma rede de poços, aproveitando-se os já existentes, localizados numa faixa de 2,0 km em torno dos reservatórios e às margens do rio Inhuçu/Macambira. Convém iniciar o monitoramento antes da formação dos reservatórios para que possa ser estabelecido o efeito do enchimento e a partir daí adotar soluções para os problemas que possam surgir.

6.4.2. Monitoramento dos Níveis d'Água nos Reservatórios

A exploração dos reservatórios, cujas vazões serão destinadas ao abastecimento d'água doméstico, irrigação intensiva e difusa e a dessedentação animal, causará impacto sobre os volumes armazenados, principalmente quando se considerar as variações climáticas ocorridas na região, resultando em oscilações nos níveis dos reservatórios. Em virtude dessas alterações, faz-se imprescindível o monitoramento dos seus níveis, com vistas à obtenção de elementos básicos que sirvam para propor soluções e tomadas de decisão.

Para o monitoramento dos níveis d'água dos reservatórios deverão ser efetuadas leituras periódicas das réguas limnimétricas aí instaladas, com vistas a controlar seus níveis de exploração. As leituras deverão ser efetuadas diariamente. A efetivação dessa medida constitui ponto importante para que a exploração destes mananciais se processe de forma segura, garantindo, assim, os objetivos pretendidos pelo projeto. O monitoramento dos níveis d'água nos reservatórios e dos níveis do lençol freático nas suas áreas de entorno ficarão a cargo da COGERH.

6.5. PLANO DE MONITORAMENTO DAS TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NOS RESERVATÓRIOS

Com a implantação dos eixos dos barramentos, a bacia será seccionada e os reservatórios colherão a sedimentação oriunda de toda a bacia hidrográfica contribuinte. Portanto, a análise quantitativa e qualitativa dos sedimentos que serão depositados nos reservatórios permitirá o conhecimento das atividades exercidas nas bacias contribuintes, as quais podem vir a comprometer a qualidade dos recursos hídricos represados ou a capacidade de acumulação dos reservatórios.

Após o desmatamento das áreas das bacias hidráulicas, deverão ser escolhidos pontos de amostragem da sedimentação, que deverão ser materializados com marcos de concreto rentes ao solo, com áreas não inferiores a 1,0 m². Esses marcos deverão ser demarcados por bóias e terem suas coordenadas precisamente estabelecidas partindo-se de amarração por triangulação a pontos facilmente identificáveis nas futuras margens dos reservatórios. Deste modo, após o enchimento dos reservatórios, os pontos de amostragem de sedimentação serão de fácil localização.

As amostras devem ser feitas duas vezes por ano, constando dos seguintes tipos de análise dos sedimentos:

- Granulometria;
- Conteúdo de matéria orgânica;
- Metais pesados e componentes de pesticidas, sempre que sinais de alerta ocorrerem a partir das análises da água.

A obtenção de amostras de material particulado pode ser feita diretamente através da filtração da amostra de água, antes que se adicione qualquer preservante químico. Deve-se preservar o filtrado para eventuais análises complementares, guardando os filtros com o resíduo protegido contra perdas ou impureza, mantendo-os, de preferência, sob refrigeração.

Para os sedimentos de fundo deverão ser utilizados na coleta das amostras dragas ou pegadores, sendo que a draga de Ekman e a draga de Peterson são as mais usadas. O amostrador de Suber é utilizado para casos especiais.

O acondicionamento das amostras coletadas deverá ser feitos em frasco de boca larga de polietileno para a análise de metais, nutrientes e carga orgânica (DBO/DQO/COT), ou de vidros para compostos orgânicos, óleos e graxas. É recomendável congelar as amostras a 20°C para preservar a sua integridade, deixando uma alíquota sem refrigeração, para determinação da composição granulométrica.

Alguns estudos requerem o reconhecimento mais detalhado, onde o histórico da formação e a composição do sedimento devem ser investigados. Nestes casos há necessidade de se tomar uma amostra que preserve a integridade das várias camadas que formam o depósito, de modo a poderem ser separadas e analisadas individualmente. Para tanto, é preciso utilizar os amostradores de núcleo, mais conhecidos por testemunhos.

A execução do monitoramento da sedimentação nos reservatórios deverá ficar a cargo da COGERH – Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, sendo prevista a coleta de 4 amostras/reservatório/ano, com uma frequência trimestral

6.6. CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE INSETOS E MOLUSCOS NOCIVOS A SAÚDE

6.6.1. Generalidades

Segundo mostra a experiência, canais, valas e locais onde se acumulam água são particularmente favoráveis à proliferação de insetos e moluscos, com destaque para os moluscos do gênero *Bulinus* e *Biomphalaria*, vetores da esquistossomose, que alcançam em geral, densidades populacionais mais elevadas que nas coleções d'água naturais.

Ao longo do canal encontram-se, também, com freqüência, depressões resultantes dos empréstimos de terra feitos durante as obras de construção, onde se acumula água de infiltração, água das chuvas ou água resultante de vazamentos do próprio canal, constituindo-se outros criadouros de caracóis e de insetos.

Outras doenças que encontram condições favoráveis a sua proliferação na zona rural são a malária, a leishmaniose visceral ou calazar e a doença de Chagas, todas transmitidas por insetos, bem como os parasitas gastrointestinais (vermes e protozoários), a tuberculose e a hanseníase, etc.

Assim sendo, pode-se afirmar que toda vez que se modifica o regime natural das águas superficiais, como é o caso do empreendimento ora analisado, o equilíbrio ecológico dos ecossistemas da região entram em desequilíbrio, o que tende a facilitar ou agravar a transmissão de doenças veiculação e/ou origem hídrica nas regiões tropicais.

No caso específico do sistema adutor ora analisado, especial importância deve ser atribuída ao controle da proliferação de insetos nocivos e moluscos, visto que observa-se nos ecossistemas aquáticos da região da Ibiapaba, mais especificamente no município de São Benedito, a presença de moluscos do gênero *Biomphalaria*, que apresenta grande importância do ponto de vista médico-sanitário por ser hospedeiro intermediário do trematódeo *Schistosoma mansoni*, agente etiológico da esquistossomose. Nos municípios interceptados pelo traçado do sistema adutor, de acordo com dados da Secretaria de Saúde do Estado – SESA, não há registros de transmissão desta doença em seus territórios, sendo estes classificados pela FUNASA como áreas indenes.

Das endemias acima mencionadas, foram registrados ainda na área de influência indireta do empreendimento a ocorrência de casos de dengue, leishmanioses, hanseníase e tuberculose. A

doença de Chagas e a malária não tiveram casos registrados na região. São apresentadas a seguir, as principais doenças transmissíveis que encontram ambiente propício para a proliferação em sistemas adutores.

6.6.2. Formas de Proliferação e Transmissão das Principais Endemias Rurais

6.6.2.1. Dengue e Filariose

As principais doenças transmissíveis por insetos são a dengue e a filariose bancroftiana cujos agentes são o *Aedes aegypti* e o *Culex fatigans*, respectivamente. Estas espécies de insetos se reproduzem facilmente em qualquer corpo de água limpa ou poluída, em rios, canais, lagos ou charcos, tanto à sombra como em lugares ensolarados.

A proporção de insetos que se infectam e se tornam capazes de transmitir a filariose é muito baixa (cerca de 1% ou menos), razão pela qual essa transmissão só se torna efetiva quando a densidade de culicídeos encontra-se extremamente elevada. Os insetos vetores da dengue, no entanto, são mais eficientes, se constituindo num risco mais acentuado para a saúde da população.

6.6.2.2. Malária

O vetor da malária é o mosquito *Anopheles darlingi*, que nos sistemas adutores tem como criadouros as valas dos sistemas de drenagem, particularmente quando, por falta de conservação, contêm água estagnada e de pouca profundidade. Não se criam nos canais de grande porte, nem naqueles revestidos de concreto.

O efeito do sistema adutor é sempre no sentido de aumentar a transmissão da malária, por oferecer maiores áreas para a criação dos vetores desta doença e, o que é muito importante, por estender os períodos de reprodução dos vetores além das épocas de chuva. A abundância de criadouros artificiais pode, além de aumentar os índices palúdicos nas épocas de alta transmissão, fazer com que esta se mantenha elevada durante todo o ano.

Na Região Nordeste a malária já foi erradicada há muito tempo, entretanto o histórico movimento migratório existente entre o Nordeste e a Amazônia obriga a FUNASA a manter um esquema de vigilância antimalária em toda a região.

6.6.2.3. *Esquistossomose*

A esquistossomose ou barriga d'água é transmitida pelo *Schistosoma mansoni*, que tem como hospedeiro moluscos do gênero *Biomphalaria*. A transmissão se dá indiretamente quando as pessoas durante o lazer ou o trabalho entram em contato com as cercárias eliminadas por planorbídeos. A falta de saneamento básico permite que as fezes humanas contaminem as águas, proporcionando a infestação dos caramujos.

Nos sistemas de adução produzem-se biótipos que podem ser particularmente favoráveis a proliferação dos caramujos. Desta forma, os principais criadouros artificiais dos vetores da esquistossomose são:

- Os canais de grande porte, com forte correnteza e sem vegetação, ainda que geralmente não se prestem à implantação dos moluscos, podem formar pequenos charcos por vazamentos ao longo dos trajetos, quando não são revestidos adequadamente;
- Os canais de médio porte, onde a velocidade de circulação da água é menor, a flora mais rica e o contato humano mais fácil, adquirem importância muito maior como focos de transmissão bilharziana;
- As valas de drenagem caracterizam-se por conter relativamente pouca água, a fluir lentamente, e abundante vegetação, sempre que se descuidem as atividades de limpeza e manutenção. O habitat é bastante adequado para os caracóis de água doce, ainda que sujeito à dessecação periódica.

O trabalho da FUNASA no controle da esquistossomose na região envolve as atividades de coleta de material e exame coproscópico realizado anualmente para 100,0% da população; tratamento dos doentes detectados através do exame coprológico e pesquisa malacológica, no combate ao caramujo.

6.6.2.4. *Leishmaniose Visceral*

A leishmaniose visceral ou calazar é uma doença crônica sistêmica causada por um protozoário, a *Leishmania chagasi*. É uma zoonose, que afeta outros animais, além do homem. O cão e a raposa são os reservatórios mais importantes na manutenção do ciclo da doença. O homem

também pode ser fonte de infecção. A transmissão se dá pela picada do mosquito hematófago, o flebótomo *Lutzomyia longipalpis* que é endofílico (dentro do domicílio) e exofílico (fora do domicílio).

Tem sua expansão facilitada pela ocorrência de fatores como desmatamento, seca, queimadas e condições de habitação precárias. O combate a esta endemia envolve a investigação epidemiológica com visitas a domicílio e medidas de controle como identificação e eliminação dos animais infectados, borrifação com inseticidas químicos nos casos de concentração de casos humanos ou de prevalência animais e situação entomológica que indique aumento de risco de transmissão. O tratamento do paciente é um fator importante na redução da letalidade da doença e na diminuição de possíveis fontes humanas de infecção. Além destas, são adotadas ações educativas para as comunidades atingidas, com a finalidade de participarem efetivamente das ações de prevenção e controle do calazar, respeitando as condições socioeconômicas e culturais locais.

6.6.2.5. Doença de Chagas

A transmissão da doença de Chagas pode se dar em três níveis: endêmico ou intradomiciliar; ocasional (silvestre, transfusional ou transplacentário) e acidental ou de laboratório. A transmissão endêmica ocorre intradomiciliariamente por via cutânea ou mucosa contaminada com fezes de vetores infectados, insetos dos gêneros *Triatoma*, *Rhodnius* e *Panstrongilus*, vulgarmente denominados de barbeiros. Aspecto importante, a ser salientado na transmissão, é aquele referente ao fato dos triatomídeos serem insetos hematófagos que necessitam de sangue para sua reprodução e além disso, que ao se infectarem com o *Trypanosoma cruzi*, permanecem infectados para o resto da vida.

Na transmissão ocasional o homem ou animais domésticos especialmente gatos, cães e ratos em contato com a mata ou outros locais extra-domiciliares, onde existam criadouros dos referidos insetos poderão infectar-se, trazendo para dentro de casa o agente etiológico que, após uma fase evolutiva específica, prosseguirá seu ciclo de transmissão intradomiciliar através de barbeiros domésticos e destes para cães e gatos.

Os tripanosomas poderiam sobreviver de forma exclusivamente silvestre, atingindo o homem apenas fortuitamente. Ocorre, entretanto, que a precariedade das habitações rurais, o estilo de vida e a pobreza de uma maneira geral, criam condições para a transmissão e manutenção do

ciclo intradomiciliar. Para isto muito influem a população de cães e gatos (reservatórios intradomiciliares), o tipo de habitação (casas de taipas com frestas e reentrâncias ideais para os ninhos dos triatomíneos) e mais os aspectos socioeconômicos e culturais da comunidade.

A forma de combate é o controle dos vetores, principalmente através da adoção de residências de alvenaria rebocadas, sem esconderijos para os barbeiros e a borrifação domiciliar com inseticidas de ação residual, quando não for possível ações permanentes. O plano de reassentamento da população desalojada prevê a construção de casas de alvenaria, devidamente rebocadas e caiadas, nas áreas remanescentes das propriedades rurais e nas agrovilas, o que já contribui para o controle desta doença.

6.6.2.6. Outras Endemias

Embora não seja alvo de ações dos programas desenvolvidos pela FUNASA, doenças como a hanseníase, a tuberculose e parasitas gastrointestinais devem ser consideradas como endêmicas no meio rural nordestino. Todas estas doenças são assistidas pelos programas de saúde pública e são óbvios frutos da pobreza e da falta de saneamento básico, tendendo a desaparecerem com vacinação, melhor alimentação, hábitos de higiene, suprimento de água tratada e esgotamento sanitário.

6.6.3. Estratégia de Ação

O sistema adutor para irrigação constitui uma obra de adução composta, além do canal propriamente dito, por outros tipos de estruturas complementares, necessárias à transposição de obstáculos geográficos ou obras existentes, como é o caso das adutoras e bueiros. Tais estruturas, se não tiverem manutenção adequada podem vir a provocar focos de proliferação de vetores de doenças.

Obviamente o controle de insetos e moluscos converge com programas de saúde pública, razão pela qual deverá ser mantido contato com os órgãos de saúde locais, com a Secretaria Estadual de Saúde e com a FUNASA, devendo neles buscar orientações.

Tendo em vista que a malária, a leishmaniose visceral e a doença de Chagas são transmitidas por insetos peridomiciliares, o fornecimento de melhores condições de moradia para a população a ser reassentada, aliado aos programas de controle implementados pela FUNASA reduzirão drasticamente as possibilidades de transmissão destas doenças. Ressalta-se, no entanto, a

importância da manutenção dos canais e drenos e de controle de pontos onde possa ocorrer a estagnação de água.

Com relação a esquistossomose, a dotação de sistemas de saneamento básico (água tratada e fossas sépticas) aliado ao controle de água estagnada ao longo dos canais e drenos e a implementação do PECE - Programa Especial de Controle da Esquistossomose pela FUNASA e pela Secretaria Estadual de Saúde contribuirão para a manutenção da saúde da população em níveis satisfatórios.

Dado a invulgar experiência e eficiência demonstradas pelo pessoal da FUNASA e da Secretaria Estadual de Saúde, mas que freqüentemente tais qualidades esbarram na falta de recursos sugere-se que a SRH celebre de convênios com estes órgãos para a execução do controle proposto.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade ambiental do Projeto do Sistema Centro do Eixo de Integração da Ibiapaba, que é composto pelas barragens Inhuçu e Lontras e por um sistema de adução para irrigação. Os resultados encontrados pela análise ambiental empreendida revestem-se de importância à medida que permitem visualizar que a implantação do empreendimento, apesar de estar associada à geração de uma série de alterações negativas para a qualidade do meio ambiente, pode ter essa situação minorada ou até sanada com a implementação de medidas de proteção ambiental por parte do órgão empreendedor. Conclui-se, portanto, que com a adoção de tais medidas, o projeto se torna bastante recomendável, com um pronunciado caráter benéfico para o meio sócio-econômico e um nível de adversidades perfeitamente tolerável no que se refere ao meio natural.

O balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, revela que o custo de oportunidade das áreas a serem ocupadas pelas obras e daquelas a serem submersas pela formação dos reservatórios pode ser considerado baixo, pois apenas cerca de 25,0% da área é atualmente aproveitada agricolamente, devido as limitações impostas pela escassez de recursos hídricos. Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes dos reservatórios permitirá o reforço ao abastecimento d'água das cidades de Ararendá, Croatá e Iporanga (abastecimento humano e industrial), bem como o desenvolvimento da irrigação intensiva nos tabuleiros posicionados na margem esquerda da barragem Lontras e da irrigação difusa na área a jusante da Barragem Inhuçu, permitindo um incremento da área irrigada na Bacia do Poti de 3.826 ha (irrigação intensiva – 2.854 ha e irrigação difusa – 972 ha). Resultará, ainda, na perenização do rio Inhuçu/Macambira, permitindo o abastecimento da população ribeirinha de jusante e a dessedentação animal, além do desenvolvimento da pesca nos lagos a serem formados.

Observa-se, entretanto, a concentração espacial dos impactos negativos, incidindo, principalmente, sobre o meio socio-econômico da área de influência direta. Com efeito, o reassentamento de um contingente populacional composto por 575 famílias constitui impacto localizado de intensidade relativamente significativa, o qual, dependendo da efetivação das medidas a serem tomadas para minimização dos transtornos causados à população atingida, poderão constituir dúvidas quanto ao mérito do empreendimento. Ressalta-se, no entanto, que para o porte do empreendimento ora em análise, composto por dois reservatórios e um sistema de adução para irrigação, o contingente a ser desalojado pode ser considerado, em termos relativos,

como medianamente significativo. O projeto de reassentamento deverá contemplar um programa de reativação da economia da área, uma vez que a população terá sua atividade produtiva afetada. Deverá ser evidenciado, também, no seu escopo o caráter sanitário na construção das novas residências dos reassentados.

Outro ponto que merece destaque é o fato da Barragem Lontras localizar-se numa região onde atualmente constata-se a presença de irrigação difusa imediatamente a montante da sua bacia hidráulica, atividade que será intensificada com a implementação do empreendimento, que reforçará a vazão do rio Inhuçu/Macambira. Além disso, o empreendimento prevê o desenvolvimento da irrigação intensiva nos tabuleiros da margem esquerda deste reservatório, havendo riscos de contaminação das águas represadas por resquícios de agrotóxicos. Desta forma, faz-se necessário a implementação de medidas para disciplinar o uso e manejo destes produtos, bem como a conscientização da população quanto aos impactos causados ao meio ambiente.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários provenientes de núcleos urbanos posicionados a retaguarda das Barragens Inhuçu e Lontras também deverão ser avaliados, visando definir a necessidade ou não de implementação de sistemas de esgotamento sanitário. A cidade de Guaraciaba do Norte encontra-se posicionada na retaguarda da Barragem Inhuçu, enquanto que a Barragem Lontras conta com a cidade de Croatá posicionada imediatamente a montante da sua bacia hidráulica.

Ressalta-se, no entanto, o fato das Barragens Inhuçu e Lontras não contarem com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos) nas suas bacias de contribuição, nem tampouco nas suas bacias hidráulicas, sendo praticamente nulos os riscos de salinização das águas aí represadas. Assim sendo, esta questão não precisa ser considerada na operação destes reservatórios.

Merece ressalva, também o fato do empreendimento estar assente sobre a Bacia Sedimentar do Parnaíba que, segundo os órgãos competentes, apresenta médio a alto potencial fóssilífero, com destaque para a presença de icnofosséis, razão pela qual faz-se necessário o desenvolvimento de estudos paleontológicos mais acurados antes do início das obras e o acompanhamento da implantação das obras por um paleontólogo.

Os riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico também podem ser considerados relevantes, visto que a região conta com um sítio arqueológico identificado no município de Guaraciaba do Norte (sítio Alberto Aragão) e outros dois em Ipueiras, sendo um no distrito de Nova Fátima e o outro na localidade de Bacupari. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados antes do início das obras, inclusive com a execução de prospecções arqueológicas caso se faça necessário.

ENCARTE

DESENHO 01 – BARRAGEM INHUÇU ARRANJO GERAL DAS OBRAS

DESENHO 02 – BARRAGEM LONTRAS ARRANJO GERAL DAS OBRAS

DESENHO 03 – MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS



consórcio