



Maio de 2003

**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**



**SRH** Secretaria dos Recursos Hídricos

**Programa de Gerenciamento e Integração dos  
Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH**

## **BARRAGEM RIACHO DA SERRA**

**MÓDULO II - Estudo dos Impactos Ambientais  
Decorrentes da Construção dos  
Reservatórios (EIA/RIMA)**

**VOLUME I - Estudo de Impacto Ambiental (EIA) - Textos**



**MONTGOMERY WATSON**





MONTGOMERY WATSON



## ÍNDICE

---

**ÍNDICE**

	<b>Páginas</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS .....</b>	<b>9</b>
<b>3. O PROJETO .....</b>	<b>17</b>
3.1. <i>Identificação do Empreendedor</i> .....	18
3.2. <i>Localização e Acessos</i> .....	18
3.3. <i>Usos Múltiplos do Reservatório</i> .....	20
3.4. <i>Estudos de Alternativas</i> .....	20
3.5. <i>Estudos Básicos</i> .....	26
3.5.1. Estudos Topográficos .....	26
3.5.2. Estudos Hidrológicos .....	28
3.5.3. Estudos Geológicos/Geotécnicos .....	32
3.5.3.1. Geologia .....	32
3.5.3.2. Geotecnia .....	36
3.5.3.3. Materiais de Empréstimos .....	40
3.6. <i>Concepção e Dimensionamento do projeto</i> .....	43
3.6.1. Arranjo Geral das Obras .....	43
3.6.2. Barragem .....	44
3.6.3. Sangradouro .....	45
3.6.4. Tomada d'Água .....	45
3.6.5. Análise de Estabilidade .....	45
3.6.6. Estudos de Percolação da Barragem .....	47
3.6.7. Análise dos Recalques .....	49
3.6.8. Instrumentação .....	50
3.6.9. Ficha Técnica .....	51
3.6.10. Quantitativos e Custos do Projeto .....	53
3.6.11. Cronograma de Construção .....	54
3.6.12. Canteiro de Obras .....	54
3.6.13. Projeto da Adutora de Alto Santo .....	55
3.7. <i>Planos e Programas Co-localizados</i> .....	61
<b>4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>62</b>
4.1. <i>Áreas de Abrangência do Estudo</i> .....	63
4.1.1. Área de Influência Física .....	63
4.1.2. Área de Influência Funcional .....	63
4.2. <i>Meio Abiótico</i> .....	63
4.2.1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos .....	63



4.2.1.1. Geologia .....	63
4.2.1.2. Geomorfologia.....	65
4.2.1.3. Recursos Minerais .....	65
4.2.1.4. Sismicidade Induzida.....	66
4.2.2. Solos .....	70
4.2.2.1. Descrição dos Solos da Área do Empreendimento .....	70
4.2.2.2. Uso Atual dos Solos .....	73
4.2.3. Clima .....	75
4.2.3.1. Generalidades .....	75
4.2.3.2. Pluviometria .....	77
4.2.3.3. Temperatura.....	77
4.2.3.4. Umidade Relativa .....	77
4.2.3.5. Ventos.....	77
4.2.3.6 - Insolação e Nebulosidade.....	78
4.2.3.7. Evaporação .....	78
4.2.3.8. Evapotranspiração Potencial (ETP).....	78
4.2.3.9. Sinopse Climática.....	78
4.2.4. Recursos Hídricos .....	79
4.2.4.1. Recursos Hídricos Superficiais.....	79
4.2.4.2 - Recursos Hídricos Subterrâneos.....	85
4.3. Meio Biótico.....	86
4.3.1. Flora.....	86
4.3.2. Fauna .....	90
4.3.3. Espécies Florísticas e Faunísticas Endêmicas.....	92
4.3.4. Unidades de Conservação .....	101
4.4. Meio Antrópico .....	102
4.4.1. Área de influência Funcional .....	102
4.4.1.1. Aspectos Demográficos.....	102
4.4.1.2 - Indicadores Sociais .....	103
4.4.1.3. Saneamento Básico.....	104
4.4.1.4. Indicadores de Saúde.....	107
4.4.1.5. Identificação das Doenças de Veiculação ou Origem Hídrica.....	108
4.4.1.6. Atividades Econômicas .....	109
4.4.1.7. Estrutura Fundiária .....	112
4.4.2. Área de Influência Física .....	113
4.4.2.1. Generalidades .....	113
4.4.2.2. Situação dos Imóveis.....	114
4.4.2.3. Aspectos Demográficos.....	116
4.4.2.4. Aspectos Sociais.....	118
4.4.2.5. Aspectos Econômicos.....	124



4.4.2.6. Expectativas da População Ante a Implantação do Reservatório.....	136
4.4.2.7. Dados do Levantamento Cadastral.....	138
4.4.2.8. Terras Indígenas.....	141
4.4.2.9. Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico.....	141
<b>5. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>143</b>
5.1. Metodologia Adotada.....	144
5.2. Avaliação Ponderal dos Impactos Ambientais (APIA) do Projeto do Açude Riacho da Serra.....	145
5.2.1. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais.....	145
5.2.2. Descrição dos Impactos Ambientais Identificados.....	146
5.2.2.1. Impactos sobre o Meio Abiótico.....	146
5.2.2.2. Impactos sobre o Meio Biótico.....	149
5.2.2.3. Impactos sobre o Meio Antrópico.....	151
5.2.3. Avaliações Setoriais.....	156
5.2.4. Avaliação Global.....	160
<b>6. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....</b>	<b>208</b>
6.1. Generalidades.....	209
6.2. Plano de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica.....	211
6.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico.....	212
6.2.3. Implantação de Herbário.....	212
6.2.4. Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas.....	213
6.2.5. Técnicas de Desmatamento.....	213
6.2.6. Corredores de Escape da Fauna.....	215
6.2.7. Recursos Florestais Aproveitáveis.....	215
6.2.8. Custos e Cronograma Físico do Desmatamento.....	217
6.3. Plano de Proteção da Fauna.....	218
6.3.1. Generalidades.....	218
6.3.2. Manejo da Fauna.....	218
6.3.3. Proteção dos Trabalhadores e da População Residente nas Adjacências.....	226
6.4. Plano de Recuperação das Áreas de Jazidas de Empréstimos, Bota-Foras e Canteiro de Obras.....	227
6.4.1. Generalidades.....	227
6.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos.....	228
6.4.2.1. Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Áreas a serem exploradas.....	228
6.4.2.2. Controle Ambiental na Atividade Mineral.....	228
6.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.....	233
6.4.4. Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas Degradadas.....	234
6.5. Plano de Limpeza da Área da Bacia Hidráulica/Relocação da Infra-Estrutura de Uso Público.....	234
6.5.1. Generalidades.....	234
6.5.2. Limpeza da área da Bacia Hidráulica.....	235
6.5.3. Relocação da Infra-estrutura de Uso Público.....	236
6.6. Plano de Peixamento do Reservatório.....	237



6.7. Adoção de Medidas de Segurança do Trabalho .....	239
6.8. Programa de Educação Ambiental .....	240
6.9. Plano de Reassentamento da População .....	242
6.9.1. Generalidades .....	242
6.9.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento.....	243
6.9.2.1. Compilação e Análise dos Dados Existentes.....	243
6.9.2.2. Participação da Comunidade e Integração com a População Hospedeira .....	244
6.9.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica.....	245
6.9.2.4. Avaliação Sócio-Econômica.....	247
6.9.2.5. Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento .....	249
6.9.2.6. Alternativas de Reassentamento .....	249
6.9.2.7. Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento.....	251
6.9.2.8. Arcabouço Legal .....	251
6.9.2.9. Elaboração de Programas Sócio-Econômicos .....	252
6.9.2.10. Estudos e Projetos Complementares.....	253
6.9.2.11. Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento .....	253
6.9.2.12. Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento .....	253
6.9.2.13. Relatório do Projeto de Reassentamento .....	254
6.10. Plano de Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico .....	255
6.10.1. Generalidades .....	255
6.10.2. Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos .....	256
6.10.3. Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico.....	257
6.10.4. Guarda do material Coletado .....	258
<b>7. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO.....</b>	<b>259</b>
7.1. Generalidades .....	260
7.2. Gerenciamento dos Recursos Hídricos Represados/Estabelecimento de Outorgas e Tarifação D'água.....	260
7.3. Plano de Monitoramento da Qualidade da Água Represada .....	263
7.3.1. Generalidades .....	263
7.3.2. Cuidados Necessários para a Coleta de Amostras .....	264
7.3.3. Tomada de Amostras .....	265
7.3.4. Preservação, Armazenamento e Transporte de Amostras.....	266
7.4. Plano de Monitoramento dos Níveis Piezométrico e do Reservatório.....	267
7.4.1. Monitoramento do Nível Piezométrico.....	267
7.4.2. Monitoramento do Nível do Reservatório .....	268
7.5. Plano de Monitoramento da Sedimentação no Reservatório.....	269
7.6. Plano de Administração da Faixa de Proteção do Reservatório.....	271
7.7. Zoneamento de Usos no Reservatório.....	272
7.8. Manutenção da Infra-Estrutura Implantada.....	273
7.9. Custo de Implantação do Programa de Monitoramento e das Medidas de Proteção Ambiental .....	275
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>277</b>



MONTGOMERY WATSON



<b>9. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>282</b>
<b>10. EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>288</b>
<b>ART .....</b>	<b>290</b>
<b>11. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA.....</b>	<b>292</b>



MONTGOMERY WATSON



## 1. INTRODUÇÃO

---





## 1. INTRODUÇÃO

O Consórcio Montgomery-Watson/Engesoft e a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE) celebraram o Contrato nº02/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH 2001, que tem como objetivo os Estudos de Alternativas, EIA/RIMAs, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamentos e Avaliações Financeiras e Econômicas dos Projetos das Barragens João Guerra, Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada. A ordem de serviços foi emitida em 05 de março de 2001.

O presente relatório é parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do Projeto do Açude Riacho da Serra, dentro do Módulo II – Estudo dos Impactos no Meio Ambiente decorrentes da construção e operação do reservatório, tendo sua composição abordando os seguintes capítulos:

- Introdução;
- Legislação Ambiental Pertinente;
- O Projeto;
- Diagnóstico Ambiental;
- Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais;
- Planos de Medidas Mitigadoras;
- Gerenciamento dos Recursos Hídricos e Monitoramentos;
- Conclusões e Recomendações;
- Documentação Fotográfica;
- Bibliografia, e
- Equipe Técnica.

O documento completo é composto por 3 (três) volumes, compreendendo:

- Volume I – Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Textos;
- Volume II – Estudo de Impacto Ambiental (EIA) – Desenhos;
- Volume III – Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA).



MONTGOMERY WATSON



## **2. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS**

---



## 2. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

O Estado do Ceará vem sendo constantemente assolado por secas periódicas, razão pela qual o aproveitamento dos recursos hídricos é de fundamental importância para o seu processo de desenvolvimento. Tendo em vista que o problema de escassez da água associado ao crescimento acelerado da população, vem provocando o aparecimento de regiões cujas potencialidades hídricas estão esgotadas ou sujeitas a racionamento do uso da água nos períodos de estiagens prolongadas, torna-se necessário a implantação de reservatórios para o atendimento da demanda. No entanto, faz-se necessário a implementação de um planejamento racional que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção deste tipo de empreendimento.

Desta forma, é de suma importância o conhecimento do suporte institucional existente, tendo para tanto sido elaboradas sínteses dos aspectos legais e institucionais que regem a legislação ambiental vigente, as quais são esboçadas a seguir.

A 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. Dentre às políticas ambientais a nível federal, pertinentes a projetos hidráulicos e meio ambiente, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

- Constituição Federal;
- Decreto n.º 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 n.º 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;
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;



- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pela Lei nº 7.803, de 18/07/89): institui o Código Florestal;
- 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 020, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação e os padrões de qualidade das águas doces, salobras e salinas do território nacional;
- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- 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;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- 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 MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água;
- 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;
- 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 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 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 Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo;
- 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 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental;
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;
- Decreto-Lei 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.

Por fim, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Quanto às políticas ambientais a nível federal pertinentes a proteção do patrimônio pré-histórico, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

- 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;



- 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;
- 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.

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).

O sistema de controle ambiental no Ceará é integrado pela Secretaria da Ouvidoria Geral e Meio Ambiente, criada pela Lei nº 13.093, de 08 de janeiro de 2001, à qual encontram-se vinculados o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA) e a SEMACE, ambos criados pelas Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente. Os dispositivos legais a nível estadual, pertinentes a projetos hidráulicos e ao meio ambiente são os seguintes:

- Constituição Estadual;
- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977: dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;



- 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;
- 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 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;
- 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 no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

Por sua vez, o Decreto 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 cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Segundo reza o referido decreto, dependerá de prévia outorga da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH-CE), o uso de águas dominiais do Estado que envolva:

- Derivação ou captação de parcela dos recursos hídricos existentes num corpo d'água, para consumo final ou para insumo de processo produtivo;
- Lançamento num corpo d'água de esgotos e demais resíduos líquidos e gasosos com o fim de sua diluição, transporte e assimilação;
- Qualquer outro tipo de uso que altere o regime, a quantidade e a qualidade da água.

Ressalta-se que, no caso específico do lançamento de esgotos e de outros resíduos líquidos nos corpos d'água, a concessão de outorga pela SRH-CE, ainda, não está sendo posta em prática. Tal fato tem como justificativa a complexidade que envolve o assunto decorrente, principalmente, da intermitência da quase totalidade dos cursos d'água do Estado.



O pedido de outorga de direito de uso de águas deverá ser encaminhado à SRH-CE 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, conforme previsto no Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994 (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água, e poços), será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

Muito embora, tenha aplicação em termos legais restrita aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, é considerado relevante para o empreendimento ora em pauta, as normas preconizadas pela Lei nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977, que dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos.

Merece, ainda, menção, embora não constitua dispositivo legal, o Plano Estadual de Recursos Hídricos elaborado pela 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. A nível municipal figura como dispositivo legal à lei orgânica do município de Iracema.

Como as terras a serem inundadas pelo futuro reservatório pertencem a terceiros, faz-se necessária a elaboração de um plano de desapropriações. Com base nessa premissa, o Consórcio Montgomery-Watson/Engesoft executou para SRH-CE o levantamento cadastral dos imóveis na área diretamente afetada pelo projeto. A desapropriação deverá ser efetivada através de Decreto Estadual Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a SRH-CE, 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 futuro reservatório.

O órgão empreendedor do projeto é a SRH-CE. Os recursos financeiros necessários à implantação do empreendimento serão oriundos do Governo do Estado e de empréstimos





MONTGOMERY WATSON



obtidos junto ao Banco Mundial-BIRD. Além do órgão empreendedor, prevê-se o envolvimento de outros órgãos governamentais na operação futura do reservatório.

Não existem conflitos envolvendo a implementação do empreendimento com outros programas do Governo, pelo contrário, a obra encontra-se inserida num programa mais amplo denominado Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará -PROGERIRH.



MONTGOMERY WATSON



### **3. O PROJETO**

---



### **3. O PROJETO**

#### **3.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR**

O órgão empreendedor do Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), órgão prestador de serviços, inscrito sob o CGC/MF nº 11.821.253/0001-42, estabelecido a Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, 01 - Centro Administrativo do Cambéba, Edifício SEDUC - Bloco C, 1º e 2º Andar, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 488-8500 e FAX (85) 488-8579.

#### **3.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS**

A Barragem Riacho da Serra será formada pelo barramento do riacho homônimo, cuja bacia hidrográfica ocupa uma posição a noroeste no município de Iracema, e a sudoeste no município de Alto Santo no Estado do Ceará. A barragem fechará o boqueirão existente na região denominada Cacimba do Cunha, a 12,0 km da sede do município de Alto Santo. O reservatório terá sua bacia hidráulica totalmente inclusa nos territórios dos municípios de Alto Santo e Iracema .

A Figura 3.1 apresenta a localização do empreendimento a nível regional, enquanto que o Desenho 01/09, no Volume II, mostra a localização da área do projeto destacando as áreas de influência física e funcional do reservatório. A primeira, composta pela própria bacia hidráulica do reservatório e pelas áreas das obras civis, canteiro de obras, jazidas de empréstimos e bota-foras, e a segunda representada pela cidade de Alto Santo que será beneficiada com o abastecimento d'água; pelo vale à jusante do barramento beneficiado pela regularização de vazão e pelas áreas periféricas ao reservatório que se beneficiarão com a pesca.

Desde Fortaleza, o acesso ao sítio do barramento é feito através da BR-116 até o entrocamento com a CE- 138, onde percorre-se 18km até a cidade de Alto Santo. A partir daí, toma-se à direita a CE-138 em direção a Iracema, percorrendo-se nesta 6,0 km até o entroncamento com a estrada vicinal que permite o acesso ao eixo do barramento, na qual se segue por mais 6,0 km até o local do boqueirão, situado junto a Fazenda do Sr. Otacílio Diógenes. O acesso aéreo é permitido através das cidades de Alto Santo e Iracema, distantes cerca de 12,0 e 30,0 km do eixo do barramento, respectivamente, as quais contam com campo de pouso para pequenas aeronaves.





### **3.3. USOS MÚLTIPLOS DO RESERVATÓRIO**

A Barragem Riacho da Serra servirá para múltiplos usos, dentre os quais citam-se o abastecimento d'água regularizado à cidade de Alto Santo, a perenização do vale do riacho da Serra a jusante do barramento e o desenvolvimento da pesca. De forma complementar destacam-se o abastecimento da população ribeirinha de jusante, a dessedentação animal e a irrigação difusa, bem como o desenvolvimento da recreação e lazer no lago a ser formado, como fontes de benefícios adicionais para a região.

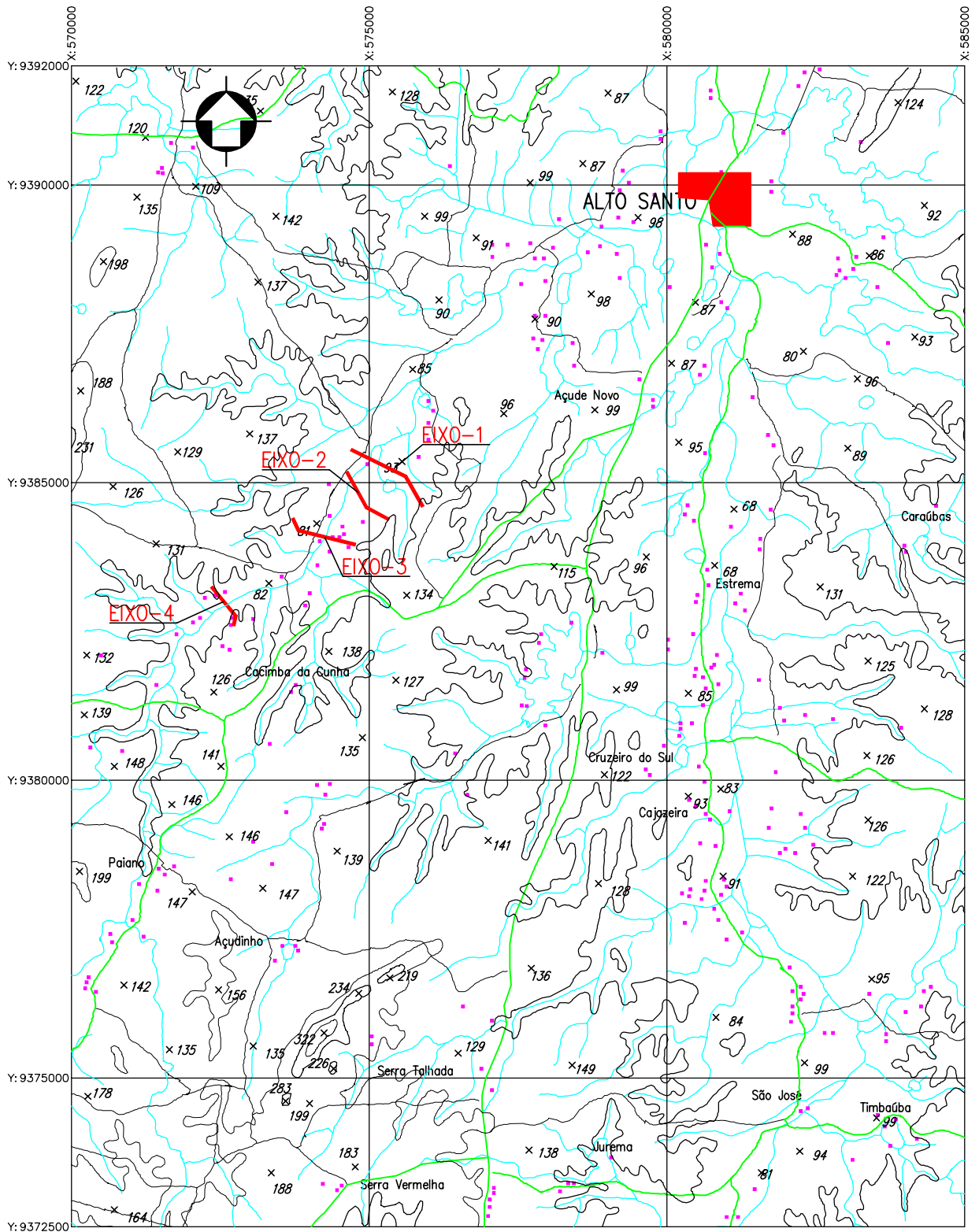
### **3.4. ESTUDOS DE ALTERNATIVAS**

Para eleição das alternativas locacionais de barramentos foram efetuadas pesquisas de campo englobando o vale do riacho da Serra. No trecho imediatamente a montante da cidade de Alto Santo o referido riacho se desenvolve por terrenos com topografia suavemente ondulada, pouco propícia a implantação de barramentos até as imediações da localidade de Cacimba do Cunha. A partir daí o vale se estreita passando a se desenvolver em terrenos montanhosos, sendo várias as possibilidades de localização de eixos barráveis, uma vez que as condições geológicas são praticamente iguais ao longo de todo o vale.

Com base na pesquisa de campo efetuada foram selecionadas quatro alternativas de eixos barráveis, numeradas de forma crescente de jusante para montante (Eixo I ao Eixo IV), cujas localizações podem ser visualizadas na Figura 3.2.

# FIGURA 3.2

## PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DOS EIXOS ALTERNATIVOS DA BARRAGEM PARA ABASTECIMENTO DE ALTO SANTO



ESCALA: 1:100.000



O Quadro 3.1 apresenta algumas características básicas das alternativas de barramentos estudadas para uma mesma capacidade de acumulação (20,0 hm<sup>3</sup>). Observa-se que o Eixo II proporciona um maciço de terra mais econômico que os demais eixos alternativos. Caso a seção da barragem fosse adotada em concreto compactado à rolo (CCR), o Eixo II continuaria proporcionando o menor volume de maciço com cerca de 43.260 m<sup>3</sup>, seguido pelo Eixo III com 49.394 m<sup>3</sup>. Os custos de implantação das obras e do m<sup>3</sup> regularizado apresentam-se baixos para o Eixo II, médios para os eixos I e IV e altos para o Eixo III.

**Quadro 3.1 - Características Básicas das Alternativas de Barramento**

Eixo	Cota da Crista (m)	Cota de Sangria (m)	Volume Acumulado (hm <sup>3</sup> )	Extensão (m)	Altura Máxima (m)	Altura Média (m)	Volume do Maciço (m <sup>3</sup> )
I	91,5	86,5	20,0	1.446	18,5	9,12	336.645
II	92,6	87,6	20,0	630/254	16,6/8,5	10,55/4,76	209.965
III	94,7	89,7	20,0	825	18,7	10,02	227.818
IV	102,6	97,6	20,0	577	24,6	12,87	252.012

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Estudo de Alternativas de Localização das Barragens - Texto. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.

Com relação às capacidades de armazenamento e regularização, observa-se uma equiparação das alternativas de eixos barráveis II e IV, sendo o volume armazenado na alternativa do Eixo I menos significativo do que os das alternativas já citadas.

No que se refere às condições de fundação das obras, as diferentes alternativas de barramento estudadas apresentam características geológicas mais ou menos semelhantes em termos litológicos e tectônicos, tendo o Eixo 2 como vantagem o fato de apresentar melhores condições de fundação e menor extensão do eixo, se comparada com as demais alternativas. Quanto à disponibilidade de materiais de construção dentro de uma distância econômica da área das obras, constata-se que as jazidas de materiais terrosos e pétreos, se posicionam a distâncias econômicas em todas as alternativas, principalmente no que concerne à areia de rio.

Quanto às condições ambientais e socioeconômicas vigentes nas áreas dos eixos barráveis constatou-se que qualquer que seja a alternativa adotada o número de imóveis rurais a serem desapropriados e de famílias a serem relocadas é pouco significativo. Com efeito, nos eixos I, II e III serão desapropriados seis imóveis rurais, sendo necessário a relocação de 15 pessoas distribuídas em três famílias. No Eixo IV o número de habitações atingidas se eleva para 8 casas. As interferências com infra-estruturas de uso



público estão restritas a trechos de rede elétrica de baixa tensão e de estradas vicinais em todas as alternativas.

Quanto a submersão de solos agricultáveis, a composição dos solos predominantes na área da bacia hidráulica é igual qualquer que seja a alternativa selecionada, estando os solos com potencial agrícola restritos apenas as aluviões do riacho da Serra. Não foi constatada a presença de áreas de relevante interesse ecológico, tais como reservas indígenas, unidades de conservação, patrimônios arqueológico e paleontológico tombados ou em processo de tombamento, ou com espécies endêmicas da flora ou da fauna em nenhuma das alternativas de eixo barrável.

Os riscos de salinização das águas represadas são considerados médios, face a presença de solos salinos na bacia de contribuição de todas as alternativas de eixo, problema que é minorado pelo baixo tempo de detenção do reservatório. Em contrapartida, os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários e agrotóxicos podem ser considerados muito baixos, não tendo sido constatada a presença de áreas irrigadas e de núcleos urbanos na retaguarda do reservatório, qualquer que seja a alternativa adotada.

Quanto aos eixos adutores foi efetuado um estudo detalhado dos percursos considerando as opções II e IV dos eixos barráveis propostos, tendo sido levantado os custos de implantação e de consumo de energia ao longo da vida útil do projeto, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.2.

**Quadro 3.2 - Custos de Implantação dos Sistemas Adutores**

Discriminação	Extensão da Adutora (m)	DN (mm)	Investimento (R\$)	Custo e Manutenção de Energia (R\$)	Custo Total (R\$)
Eixo II	9.700	150	357.037,38	168.177,82	525.215,20
Eixo IV	13.200	150	485.865,30	228.860,54	714.725,84

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Estudo de Alternativas de Localização das Adutoras - Texto. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.

Em suma, na análise das diferentes alternativas de eixo barráveis foram levados em conta os seguintes fatores:

- Hídricos: relativos aos recursos hídricos utilizáveis e às demandas inerentes (volume do reservatório e vazão regularizada);





- Técnicos: relacionados à morfologia dos boqueirões, as condições geotécnicas de fundação da obra e a existência de jazidas de empréstimo nas imediações;
- Econômico-financeiros: relativos à ordem de grandeza dos custos estimados de implantação da barragem, do m<sup>3</sup> regularizado e de implantação e operação da adutora;
- Socioeconômicos: inerentes à necessidade de reassentamento de grandes contingentes populacionais, à problemática relativa a submersão de solos agricultáveis e de infra-estruturas de uso público;
- Ambientais: associados à submersão de áreas de relevante interesse ecológico (áreas indígenas, unidades de conservação e patrimônios histórico, arqueológico e paleontológico), bem como os riscos de salinização das águas a serem represadas ou de sua poluição por efluentes sanitários dos núcleos urbanos situados a montante dos eixos estudados ou por agrotóxicos provenientes de áreas com irrigação intensa posicionadas na retaguarda dos reservatórios.

A matriz de decisão adotada para seleção da alternativa mais viável sob os pontos de vista técnico, econômico e ambiental adota um fator de ponderação para cada fator analisado, bem como uma classificação geral a qual encontra-se associado um sistema de pontuação, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.3. O somatório de pontos ponderados obtidos por cada alternativa permite a sua hierarquização, sendo selecionada a alternativa que obtiver maior score.

Com base nos critérios preconizados pela matriz de decisão anteriormente apresentada foi efetuada a classificação e pontuação, para cada alternativa de eixo barrável, dos aspectos selecionados para avaliação, cujos resultados podem ser visualizados no Quadro 3.4. Da análise dos diversos aspectos selecionados para avaliação chega-se a conclusão que a melhor alternativa para a localização do barramento encontra-se representada pelo Eixo II.

**Quadro 3.4 - Matriz de Decisão para Localização do Eixo Barrável**

**Abastecimento da cidade de Alto Santo**

**Projeto da Barragem Riacho da Serra**

Opção de eixo	Custo de implant.	Vazão regularizada	Custo m3 regulariz.	Volume do reservatório	Área inundada	Impac.amb. (biofísico)	Impac.amb. (socio econ)	Reassent. populacional	Remanej. Infraestrutura	Custo da adutora	Total pontos associados	Total pontos ponderados	Classificação
	Fator de ponderação												
	3	1	3	2	1	2	2	3	2	3			
Eixo I	médio	grande	médio	pequeno	pequena	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	23	51	3º
Eixo II	baixo	grande	baixo	médio	pequena	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	27	61	1º
Eixo III	alto	grande	alto	grande	média	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	21	44	4º
Eixo IV	médio	grande	baixo	médio	pequena	pequeno	pequeno	pequeno	pequeno	médio	25	55	2º

**Fonte:** SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Estudo de Alternativas de Localização das Barragens - Texto. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.

**Alternativa Escolhida: Eixo II**



### 3.5. ESTUDOS BÁSICOS

#### 3.5.1. Estudos Topográficos

Os estudos topográficos foram realizados na área de implantação das obras e na bacia hidráulica do reservatório, constando de levantamentos topográficos, planialtimétricos e aerofotogramétricos, visando à obtenção de plantas em escala compatível com o grau de detalhamento desejado.

Os levantamentos topográficos do eixo barrável e do sangradouro foram executados através de topografia clássica, constando dos seguintes serviços:

- Locação dos eixos com estaqueamento a cada 20 m e implantação de marcos de concretos nas deflexões topográficos, os quais servirão de base para amarração das obras;
- Nivelamento de todas as estacas do eixo barrável e sangradouro e geração do perfil longitudinal do terreno natural no eixo;
- Levantamento de seções transversais ao eixo barrável e sangradouro a cada 20 m, abrangendo uma faixa de domínio com largura de 150 m à montante e à jusante, e geração de planta baixa do eixo barrável e sangradouro, com curvas de nível eqüidistantes a cada metro;
- Locação do canal de restituição com estaqueamento a cada 20 m até a estaca 5 e a cada 50 m no restante do traçado, tendo sua poligonal locada a partir da estaca 8S do eixo do sangradouro, acompanhando o talvegue à jusante, apresentando 1.106,5 m de extensão;
- Levantamento altimétrico da poligonal do canal de restituição, com seccionamento a cada 20 m até a Estaca 05 e de 50 m no restante do traçado, com 100 m de largura para cada lado e pontos cotados a cada 20 m, e elaboração da planta baixa com curvas de nível eqüidistantes a cada metro.

**Quadro 3.3 - Critérios Preconizados**

Item	Aspectos	Fator de Ponderação	Classificação Geral	Pontos associados à classificação
1	Barragem			
1.1	Custo de Implantação	3	Baixo	3
			Médio	2
			Alto	0
1.2	Vazão regularizada	1	Grande	2
			Média	1
			Pequena	0
1.3	Custo do m <sup>3</sup> regularizado	3	Baixo	3
			Médio	2
			Alto	0
1.4	Volume do reservatório	1	Grande	3
			Médio	2
			Pequeno	1
1.5	Área inundada	1	Pequena	3
			Média	2
			Grande	1
1.6	Impacto Ambiental (bio- físico)	2	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	0
1.7	Impacto Ambiental (sócio-econ.)	2	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	0
1.8	Reassentamento populacional	3	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	0
1.9	Remanejamento de infraestrutura	2	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	1
2	Adutora			
2.1	Custo de implantação e operação	3	Baixo	3
			Médio	2
			Alto	0

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Estudo de Alternativas de Localização das Barragens - Texto. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.



Na área da bacia hidráulica, o levantamento foi realizado com o objetivo de se obter uma cobertura aerofotogramétrica colorida na escala 1:15.000, totalizando 55 km<sup>2</sup> e mapas digitais na escala 1:5.000 da bacia hidráulica que totalizaram 26,0 km<sup>2</sup>. Os produtos gerados pelo levantamento aerofotogramétrico constam de uma coleção de aerofotos na escala do vôo (28 fotos); um foto índice na escala de 1:60.000; monografias dos vértices implantados, uma coleção de CD-ROM, contendo 23 fotos aéreas em formato digital e uma coleção de arquivos digitais, em formato DWG-3D na escala 1:5.000 com hidrografia e altimetria. O Desenho 02/09, no Volume II, mostra o mapa planialtimétrico da bacia hidráulica do reservatório. A bacia hidrográfica teve como base cartográfica às cartas da SUDENE digitalizadas na escala 1:100.000, com curvas de nível a cada 40 m, sobre as quais foi definida a localização do barramento e delimitada a área da bacia hidrográfica.

As áreas das ocorrências de materiais construtivos a serem exploradas para execução da barragem tiveram suas poligonais amarradas em relação ao eixo barrável e todos os poços escavados para investigação geotécnica das jazidas locados, numerados e amarrados. Foram locadas quatro jazidas de material terroso (J-1 a J-4), um areal no leito do rio Figueiredo, e uma pedreira. Ressalta-se que, o material granular obtido das escavações da fundação do barramento e o material pétreo obtido das escavações do sangradouro serão utilizados nas obras do barramento.

### 3.5.2. Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos realizados objetivaram fornecer informações e elementos relativos aos aspectos fisiográficos e hidroclimatológicos da bacia de contribuição da Barragem Riacho da Serra, necessários ao desenvolvimento do projeto de engenharia, com vistas ao dimensionamento do reservatório a ser implantado.

Desta forma foi efetuada uma caracterização dos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do riacho da Serra, considerando o sistema de drenagem e açudes existentes, tipos de solo, cobertura vegetal e os aspectos geológicos e geomorfológicos da região. Com base nesta caracterização foi determinado o número CN ou *Curve-Number*, através do Método *Curve-Number* do *Soil Conservation Service* - SCS. Este método baseia-se no cálculo da chuva efetiva em função da altura total de chuva e do parâmetro que permite a estimativa da precipitação efetiva em função da altura total da chuva e do parâmetro de abstração CN. A determinação deste coeficiente depende das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia: grupo hidrológico dos solos, uso do solo



e do tratamento agrícola, condição da superfície subterrânea e condição de umidade antecedente. As duas últimas propriedades foram consideradas como do tipo condições de umidade antecedente normal, com base no grupo de solo hidrológico predominante na região, que é do tipo D (argilas expansivas e solos rasos, com baixa capacidade de infiltração).

Com base no tipo de solo hidrológico predominante na área da bacia hidrográfica e no uso atual do solo vigente foi determinado o parâmetro CN, a ser adotado no cálculo da precipitação efetiva, ponderando-se estas informações, conforme apresentado no Quadro 3.5, foi obtido um CN igual a 82.

Posteriormente foi efetuada a caracterização do regime pluviométrico a nível mensal e anual, tendo como base às informações da estação meteorológica de Morada Nova e do posto pluviométrico do Açude Ema, as quais se constituem nas estações situadas mais próximo do local da barragem. No estudo de chuvas intensas na região do projeto com vistas ao fornecimento de elementos indispensáveis para o dimensionamento do sangradouro e para determinar a disponibilidade hídrica do reservatório, foi adotado o Método das Isozonas (Taborga Torrico, 1975), devido a área em estudo não dispor de registros de pluviógrafos.

No estudo dos deflúvios, devido a bacia hidrográfica da Barragem Riacho da Serra não dispor de estação fluviométrica em seu território, utilizou-se a série estudada para este reservatório no Plano de Gestão das Águas do Rio Jaguaribe elaborado pela Engesoft para a COGERH. O referido plano estudou as séries de vazões no rio Jaguaribe e em todas as suas sub-bacias, inclusive a bacia do riacho da Serra. Seguindo o procedimento adotado no referido plano, foram obtidas informações de deflúvio correspondentes ao período 1913/1996. O resultado da série de observações produziu um volume médio afluente anual de  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , com desvio padrão de 0,81 e coeficiente de variação de 0,99.

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do sangradouro é realizada com base em dados históricos de vazão (métodos diretos) ou com base na precipitação (métodos indiretos), estando em ambos os casos associados um risco previamente escolhido. Diante da ausência de registros históricos de vazões, foi adotada a determinação do hidrograma de projeto com base na precipitação.

**Quadro 3.5 – Determinação do Número CN**

Uso do Solo	Permeabilidade (m <sup>2</sup> )	Ponderação CN	
	D	CN	Peso
Plantações regulares em fileiras retas	1.366.200	88	0,01
Florestas normais	40.649.400	76	0,24
Florestas Esparsas	115.759.800	84	0,69
Estradas de terra de superfície dura	17.100	92	0,00
Pastagens ou terrenos em más condições	11.101.500	89	0,07
CN Geral	82		

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I- Estudos Básicos. Tomo 2 A - Hidrologia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 76 p.

Em barragens pequenas e médias, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado no último caso, podendo o período de retorno de 1.000 anos ser suficiente, fazendo-se posteriormente uma verificação para 10.000 anos.

Os métodos estatísticos de obtenção de vazões máximas que utilizam séries de vazões observadas, procedimento comum para bacias naturais, não podem ser aplicados pela escassez de dados ou, ainda sua inexistência. Esta falta de dados dos eventos a serem estudados indicaram a escolha do método de transformação chuva-deflúvio como metodologia a ser adotada.

A metodologia procura descrever as diversas hipóteses do cálculo da cheia de projeto: a escolha da chuva de projeto, o hidrograma utilizado, a definição da precipitação efetiva, o hidrograma da cheia na bacia e, por fim, o seu amortecimento no sangradouro. A ferramenta utilizada para a implementação desta metodologia foi o programa HEC-1.

A adoção de cheias de projeto da magnitude da cheia máxima provável não se justifica para o reservatório em estudo, por sua localização, capacidade e finalidade. Assim, dentro desta perspectiva, optou-se por utilizar as cheias associadas aos hidrogramas de 1.000 e 10.000 anos.

Para o tempo de concentração da bacia foi adotada uma chuva de duração igual a 12 horas. Os hidrogramas afluentes para os tempos de retorno 1.000 e 10.000 anos foram obtidos pelo modelo do SCS - Soil Conservation Service e a laminação das enchentes de projeto foi efetuada pelo método de Puls. O CN para a Bacia do Riacho da Serra foi estimado em 82, de acordo com a avaliação do tipo de solo e do uso da bacia realizada visualmente. A largura do sangradouro da barragem foi definida não em função de



condições hidráulicas, mas em função da utilização da rocha escavada no sangradouro no corpo da barragem. Desta forma a largura foi definida como aquela que proporcionaria uma escavação de tal monta que todo o material escavado fosse aproveitado na barragem. Foram simuladas condições de operação para as cotas de sangria de 86 m, 88 m, 89 m e 90 m. A largura do sangradouro adotada foi de 120 m. Os picos de vazões efluentes e lâminas de sangria associados aos períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos para as diversas cotas de sangria são apresentados no Quadro 3.6.

**Quadro 3.6 - Vazões e Lâminas de Sangria**

Cota de Sangria (m)	TR = 1.000	Anos	TR = 10.000	Anos
	Q (m <sup>3</sup> /s)	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h (m)
86	526	2,15	806	2,75
88	459	1,99	721	2,60
89	428	1,91	676	2,48
90	398	1,84	639	2,40

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I - Estudos Básicos. Tomo 2 A - Hidrologia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 76 p.

Para o dimensionamento do reservatório foi utilizada a série de vazões obtidas do Plano de Gestão das Águas do Rio Jaguaribe para obtenção das vazões regularizadas com 90%, 95% e 99% de garantia através do uso do programa HEC-3. Os resultados das simulações efetuadas para diversas dimensões possíveis do reservatório são apresentados no Quadro 3.7.

A determinação do tamanho do reservatório teve como base o custo mínimo do volume regularizado. Foram estimados os custos da barragem para cada cota de sangria, sendo elaborada a curva de custo do m<sup>3</sup> regularizado anual associado ao volume armazenado (Figura 3.3). Com base nos estudos efetuados chega-se a conclusão que o volume máximo de 23,47 hm<sup>3</sup> (cota 88 m) é o mais adequado. O pico de vazão efluente e lâminas de sangria para os períodos de retorno de 1.000 anos para este volume são de 459 m<sup>3</sup>/s e 1,99 m, enquanto que para o período de 10.000 anos esses valores são de 721 m<sup>3</sup>/s e 2,60 m. As vazões regularizadas para o volume de 23,47hm<sup>3</sup> são de 370 l/s para garantia de 90%, 310 l/s para garantia de 95% e de 240 l/s para garantia de 99%.





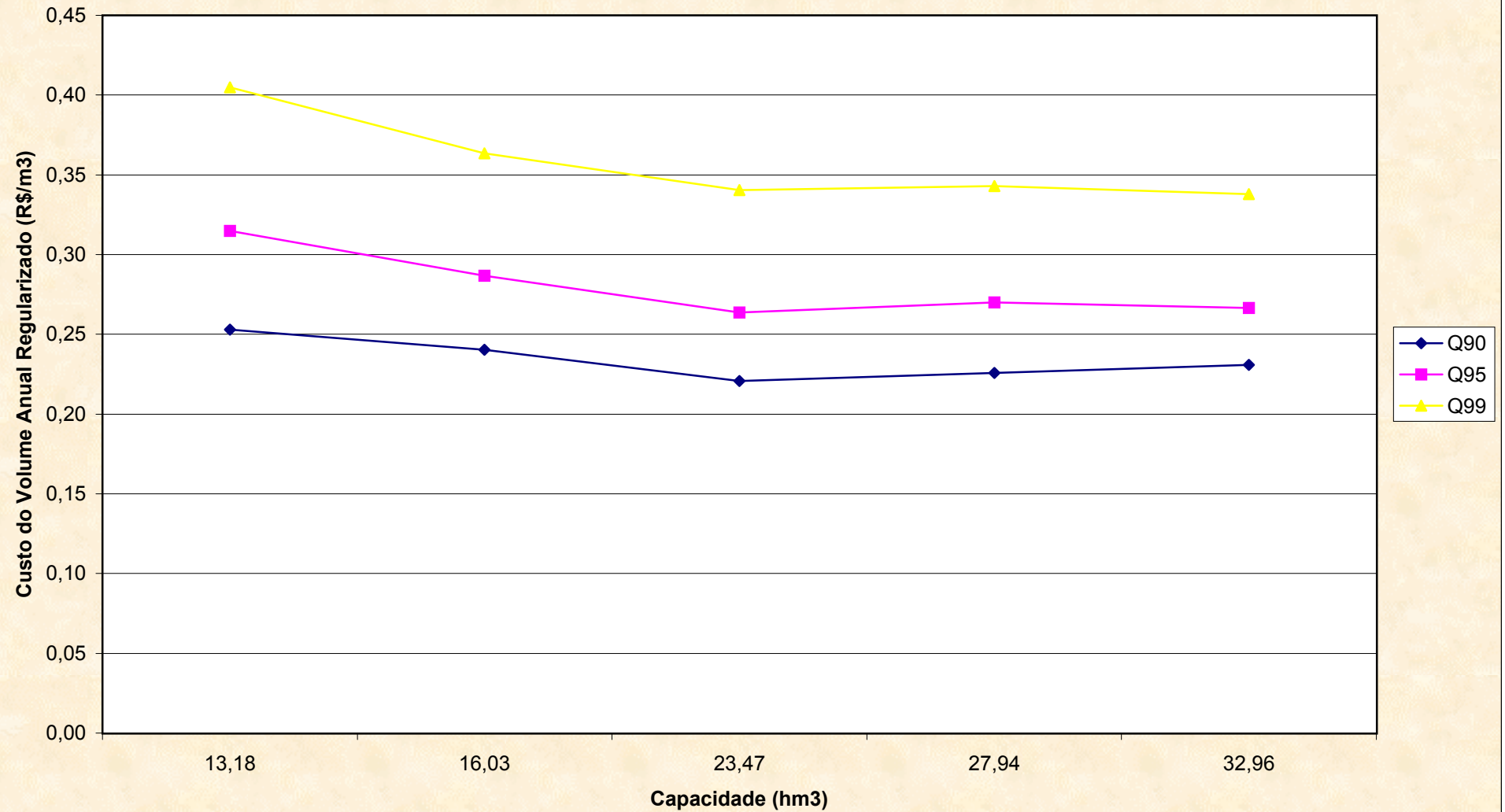
### 3.5.3. Estudos Geológicos/Geotécnicos

#### *3.5.3.1. Geologia*

A geologia da região onde está inserido o projeto apresenta um predomínio de rochas cristalinas, de idade pré-cambriana, tendo como unidade dominante. Complexo Caicó, cujos litotipos petrográficos são constituídos por gnaisses e migmatitos. Os tipos gnáissicos estão principalmente representados por biotita- gnaisses, biotita-hornblenda-gnaisses bandados com intercalações de metarcóseos e anfibolitos, com feições planares bem desenvolvidos, muitas vezes migmatizados e feldspatizados. São comuns os migmatitos homogeneizados de estruturas difusas com núcleos de nebulitos e anatexitos. A foliação destas rochas apresenta direção preferencial segundo NE-SW, entretanto devido ao estilo de dobramento bastante variável, acarretando mudanças constantes de atitudes, em alguns locais, fica difícil a identificação de um tipo padrão.

Com menor representatividade aparecem no domínio do embasamento cristalino, rochas plutônicas granulares (granitóides, gabróides e sienitos) e diques ácidos (rochas filoneanas ácidas e hiperácidas), estes últimos preenchendo fraturas e recortando as rochas das unidades supracitadas. No domínio do embasamento sedimentar aparecem os arenitos sítico-argilosos do Grupo Barreiras, diques de diabásio e microsienogabro do Vulcanismo Cabugi e os Aluviões, estes últimos apresentando maior expressão geográfica apenas ao longo da região de baixo curso do rio Figueiredo e do riacho da Serra.

Figura 3.3 - Curva de Custo do Volume Regularizado



**Quadro 3.7 – Estudo Incremental de Capacidade do Açude (HEC - 3)**

GARANTIA (%)	V= 13,18 hm <sup>3</sup>		V= 16,03 hm <sup>3</sup>		V= 23,47 hm <sup>3</sup>		V= 27,94 hm <sup>3</sup>		V= 32,96 hm <sup>3</sup>	
	Q (l/s)	FALHAS	Q (l/s)	FALHAS	Q (l/s)	FALHAS	Q (l/s)	FALHAS	Q (l/s)	FALHAS
90	280	100	310	101	370	101	395	99	410	101
95	225	50	260	53	310	50	330	47	355	55
99	175	7	205	11	240	6	260	9	280	12

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I- Estudos Básicos. Tomo 2 A – Hidrologia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 76 p.



O elemento estrutural marcante na região onde será implantada a Barragem do Riacho da Serra é a Falha do Jaguaribe, de movimento transcorrente, que apresenta uma direção NE-SW e rejeito destrógiro, distando cerca de 5,0 à NW do eixo da barragem. Esta feição é responsável pela estruturação da região, que se reflete em sucessivos dobramentos antiformes e sinformes, cujo estilo depende mais do grau metamórfico das rochas do que mesmo de sua natureza minereológica. A existência dos diques formados por efusões de rochas básicas que caracterizam o Vulcanismo Cabugi está relacionada a um extenso falhamento transversal à estrutura regional. Esses diques podem algumas vezes atingir extensões em torno de 20 km.

Em escala local, a litologia predominante é formada por rochas cristalinas, classificadas no Complexo Caicó, muitas vezes recortadas por veios de quartzo e pegmatitos que formam os diques ácidos filoneanos. Observa-se o predomínio das rochas gnáissicas migmatíticas, muitas vezes homogeneizadas e outras nebulíticas e/ou anatecticas, exibindo uma granulometria equigranular, com estrutura granítica.

Os migmatitos com estruturas planares bem desenvolvidas possuem geralmente uma textura grosseira, cor cinza, exibindo muitos dobramentos, dificultando sobremaneira a definição correta, a nível localizado, da atitude da foliação, onde há o domínio dessas rochas. Nestes migmatitos, são comuns a presença de veios de quartzo, pegmatitos e veios graníticos preenchendo fraturas multidirecionais. Os migmatitos com estruturas homogeneizadas são geralmente de cor cinza-clara, textura média a grossa, e constituídos essencialmente por quartzo, feldspato e biotita. A penetração de mobilizados ácidos ao longo de fraturas, associadas a pequenos deslocamentos, acarreta a presença de *drag-folds*.

Os depósitos aluvionares constatados ao longo do riacho da Serra formam extensos terraços de topografia plana, chegando a atingir, entre as estacas 13 e 21, cerca de 160 m de extensão com espessura máxima de 10,7 m, constituídos de solo com granulometria fina, de composição silto-arenosa.

As variações litoestratigráficas observadas na área são reflexo de uma série de eventos de movimentações e reativações tectônicas, comandadas pelo sistema de falhamentos presentes na região, associados à Falha de Jaguaribe.

O alinhamento do eixo da barragem se dá mais ou menos segundo NW-SE, não apresentando ao longo do seu traçado nenhuma estrutura de cunho relevante. O eixo do



barramento fica posicionado no flanco leste da anticlinal mapeada onde a foliação dominante das rochas que ocorrem na área é orientada segundo NE-SW. Na área situada além da ombreira direita tem-se um extenso fraturamento se desenvolvendo principalmente para montante concordantemente com a foliação. Com base no Diagrama de Roseta, elaborado a partir da medição de 248 direções de fraturas, constata-se que a direção preferencial média se dá segundo N60°Az a N70°Az, representando um percentual de 15,32% do total medido e entre N80°Az a N90°Az, representando 14,91%. O mergulho se dá preferencialmente na sub-vertical, variando ainda entre 60° a 80° para E.

A área estudada está inserida na unidade geomorfológica denominada Depressão Sertaneja, a qual subdivide-se em duas partes distintas: área conservada e área dissecada. A área dissecada, na qual está localizada a futura Barragem Riacho da Serra, apresenta características diferenciadas na capacidade de sulcamento da drenagem e no comportamento geomorfológico das rochas. O padrão de drenagem é dendrítico e os cursos d'água não têm competência para promover um entalhe de maior significado, em face da intermitência dos regimes fluviais condicionados a semi-aridez.

#### *3.5.3.2. Geotecnia*

Visando completar a caracterização geotécnica da área de implantação do barramento e do vertedouro foi realizada uma campanha de sondagens. Foram efetuadas 19 sondagens à percussão (SP-1 a SP-19) e 6 sondagens mistas (SM-10 a SM-15) distribuídas ao longo do eixo do barramento, perfazendo um total de 60,85 m perfurados nas sondagens percussivas e 96,65 m nas mistas, sendo 20,95 m através de processo percussivo e 75,70 m por processo rotativo. O Quadro 3.8 mostra os dados técnicos das sondagens, enquanto que o Desenho 03/09 do Volume II apresenta o perfil geológico/geotécnico do eixo.

Foram efetuados, também, nas sondagens percussivas SP-02, SP-03, SP-04, SP-12, SP-13, SP-16 e SP-17 e nas sondagens mistas, trecho em solo, SM-11, SM-12 e SM-13 ensaios de infiltração de carga variável (Lefranc), para determinação do coeficiente de permeabilidade "in situ" do substrato terroso. Foram executados, ainda, nos trechos em rocha de todas as sondagens mistas ensaios de perda d'água ou Lugeon, de modo a se obter informações quantitativas sobre a circulação da água nas rochas fissuradas, com o objetivo de julgar as possibilidades de consolidação por injeções. Os resultados obtidos nos ensaios efetuados são apresentados no Quadro 3.9.



As investigações geotécnicas no local do sangradouro tiveram como objetivo identificar e caracterizar o subsolo, avaliando a capacidade do material rochoso de resistir aos processos erosivos provocados pelas descargas previstas. Foram executadas nove sondagens mistas (SM-01 a SM-09) entre as estacas 6 e 13, tendo-se verificado que o substrato rochoso apresenta até 3,0 m de profundidade um intemperismo mais acentuado, com um grau elevado de fraturamento, mostrando menores índices de recuperação de testemunhos e baixos valores de recuperação modificada RQD. O Quadro 3.10 apresenta os resultados das investigações geotécnicas efetuadas no local do sangradouro.

**Quadro 3.8 - Dados Gerais das Sondagens Realizadas no Eixo do Barramento**

Sondagem	Estaca	Cota (m)	Extensão Sondada (1)	SPT Mínimo	Compacidade ou Consistência Mínima (1)
SP-1	9 (30 m para jusante)	84,275	Rocha aflorante	-	-
SP-2	13+10 (30 m para jusante)	74,547	4,38	4	Fofa
SP-3	16 + 10 (30 m para jusante)	74,295	10,05	2	Muito mole
SP-4	21 (30 m para jusante)	74,994	1,30	14	Rija
SP-5	23 + 10	77,712	0,60	62/25	Muito compacta
SP-6	27 (30 m para jusante)	75,060	3,23	4	Fofa
SP-7	33 (30 m para jusante)	80,721	0,53	38/18	Dura
SP-8	38 (Eixo)	85,005	1,05	42	Compacta
SP-9	43 (Eixo)	86,705	0,37	45/17	Muito compacta
SP-10	49 + 10 (Eixo)	83,818	0,38	57/21	Muito compacta
SP-11	9 (30 m para jusante)	81,150	Rocha aflorante	-	-
SP-12	13+ 10 (30 m para montante)	73,302	4,45	2	Fofa
SP-13	16 + 10 (30 m para montante)	74,841	10,88	5	Média
SP-14	21 (30 m para montante)	77,595	0,45	59/25	Muito compacta
SP-15	27 (30 m para montante)	75,662	0,33	36/13	Muito compacta
SP-16	33 (30 m para montante)	79,090	1,20	33	Dura
SP-17	19 (Eixo)	74,920	4,70	4	Fofa
SP-18	15 (Eixo)	74,742	8,06	4	Fofa
SP-19	17 + 10 (Eixo)	74,953	8,89	4	Fofa
SM-10	9 +2	81,563	0,40/12,11	-	Gnaisse c/ veios pegmatitos, muito



Sondagem	Estaca	Cota (m)	Extensão Sondada (1)	SPT Mínimo	Compacidade ou Consistência Mínima (1)
					dura, gran fina, maciça
SM-11	13 + 10	74,648	4,50/13,04	12	Gnaiss muito dura, gran fina, maciça
SM-12	16 + 10	74,374	10,70/16,30	5	Gnaiss muito dura, gran fina, maciça
SM-13	21	74,994	2,00/7,55	33	Gnaiss muito dura, gran fina, maciça
SM-14	27	75,279	1,85/15,40	9	Gnaiss muito dura, gran fina, foliada/maciça
SM-15	33	80,841	1,50/11,30	32	Gnaiss muito dura, gran fina, foliada/maciça

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I- Estudos Básicos. Tomo 4 - Geologia e Geotecnia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 50 p.

(1) Para as sondagens mistas é especificado a extensão sondada por percussão/rotativo e as características da rocha predominante no que se refere a consistência do material analisado.

**Quadro 3.9 - Ensaios de Campo no Eixo do Barramento**

Nº	Estaca	Extensão Sondada	Nº de Ensaios Lefranc	Nº de Ensaios Lugeon	Máxima Permeab. Registrada (cm/s)	Máxima Perda d'água Específica Registrada (1)	Profundidade de Máxima Permeab. / Perda d'água
SP-02	13 + 10 (30 m para jusante)	4,38	3	-	3,8x10E-4	-	3,60
SP-03	16 + 10 (30 m para jusante)	10,05	6	-	6,7x10E-3	-	5,00
SP-04	21 (30m para jusante)	1,30	1	-	1,9x10E-4	-	1,00
SP-12	13 + 10 (30 m para montante)	4,45	4	-	1,8x10E-2	-	1,00
SP-13	16 + 10 (30 m para montante)	10,88	7	-	2,0x10E-3	-	2,00
SP-16	33 (30m para montante)	1,20	1	-	Não absorveu	-	-
SP-17	19 (Eixo)	4,70	3	-	6,9x10E-4	-	2,00
SM-10	9 + 2 (Eixo)	12,51	-	4	-	0,73	/4,00 a 7,00
SM-11	13+ 10 (Eixo)	17,54	2	4	1,8x10E-2	2,88	2,00 / 7,84 a 10,84
SM-12	16+ 10 (Eixo)	27,00	2	5	1,9x10E-4	1,46	/5,00 /11,73 a 14,73
SM-13	21 (Eixo)	9,55	1	2	Não absorveu	1,77	/5,50 a 8,50
SM-14	27(Eixo)	17,25	-	5	-	0,56	/11,25 a 14,25
SM-15	33 (Eixo)	12,80	-	4	-	0,09	/8,00 a 11,00

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I- Estudos Básicos. Tomo 4 – Geologia e Geotecnia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 50 p.

(1) Perda d'Água em l/min/m/atm.





**Quadro 3.10 - Investigações Geotécnicas Realizadas nas Alternativas de Sangradouro**

Nº	Estaca	Cota (m)	Extensão (m) Percus/Rotat.	Rocha Predominante	Grau de Intemperismo
SM-01	6 (30m para jusante)	89,744	8,00/6,00	Gnaiss mod. duro, gran fino, foliado	Ligeiramente intemperizado
SM-02	6 (Eixo)	88,776	1,60/6,10	Gnaiss mod. duro, gran fino, foliado c/ veios de pegmatitos	Medianamente intemperizado
SM-03	6 (30m para montante)	87,956	0,65/7,35	Gnaiss macio a mod. duro e pegmatito duro maciço	Ligeiramente intemperizado
SM-04	9 (30m para jusante)	84,274	1,05/8,15	Gnaiss duro, gran fino, foliado a maciço	Ligeiramente intemperizado
SM-05	9 (Eixo)	81,644	2,45/9,05	Gnaiss mod. a muito duro e pegmatito duro maciço	Medianamente intemperizado
SM-06	9 (30m para montante)	81,149	0,50/9,50	Gnaiss mod. duro, gran fino, maciço	Medianamente intemperizado
SM-07	13 (30m para jusante)	76,666	0,80/8,30	Gnaiss mod. duro, gran fino, foliado	Medianamente intemperizado
SM-08	12 (Eixo)	77,791	1,07/7,93	Gnaiss muito duro, gran fino, maciço com veios de pegmatitos	Ligeiramente intemperizado
SM-09	12 (30m para montante)	76,138	1,10/8,00	Gnaiss duro, gran fino, maciço com veios de pegmatitos	Medianamente a ligeiramente intemperizado

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I- Estudos Básicos. Tomo 4 – Geologia e Geotecnia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 50 p.

### 3.5.3.3. Materiais de Empréstimos

Foram realizados estudos dos materiais de empréstimos terrosos, granulares e rochosos, os quais constaram inicialmente do reconhecimento quantitativo e qualitativo dos materiais existentes nas proximidades do eixo do barramento.

Dentro de um afastamento econômico da obra foram locados quatro jazidas de material terroso (J-1 a J-4), um areal e uma pedreira. Após a locação das áreas foram feitas



cupagens dos materiais e estabelecidas distâncias médias de transporte. A Figura 3.4 apresenta o croqui da localização das áreas de empréstimos estudadas, observa-se que apenas 30,0% da área da jazida J-1 e toda a área do areal do riacho da Serra serão submersas com a formação do lago, enquanto que as jazidas J-2, J-03 e J-04, o areal do rio Figueiredo e a pedreira P-02 estão posicionadas fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório. A Pedreira P-01 está posicionada no local do sangradouro.

As jazidas de material terroso apresentam as características discriminadas no Quadro 3.11, tendo sido estudadas através de malhas quadráticas de sondagens a pá e picareta.

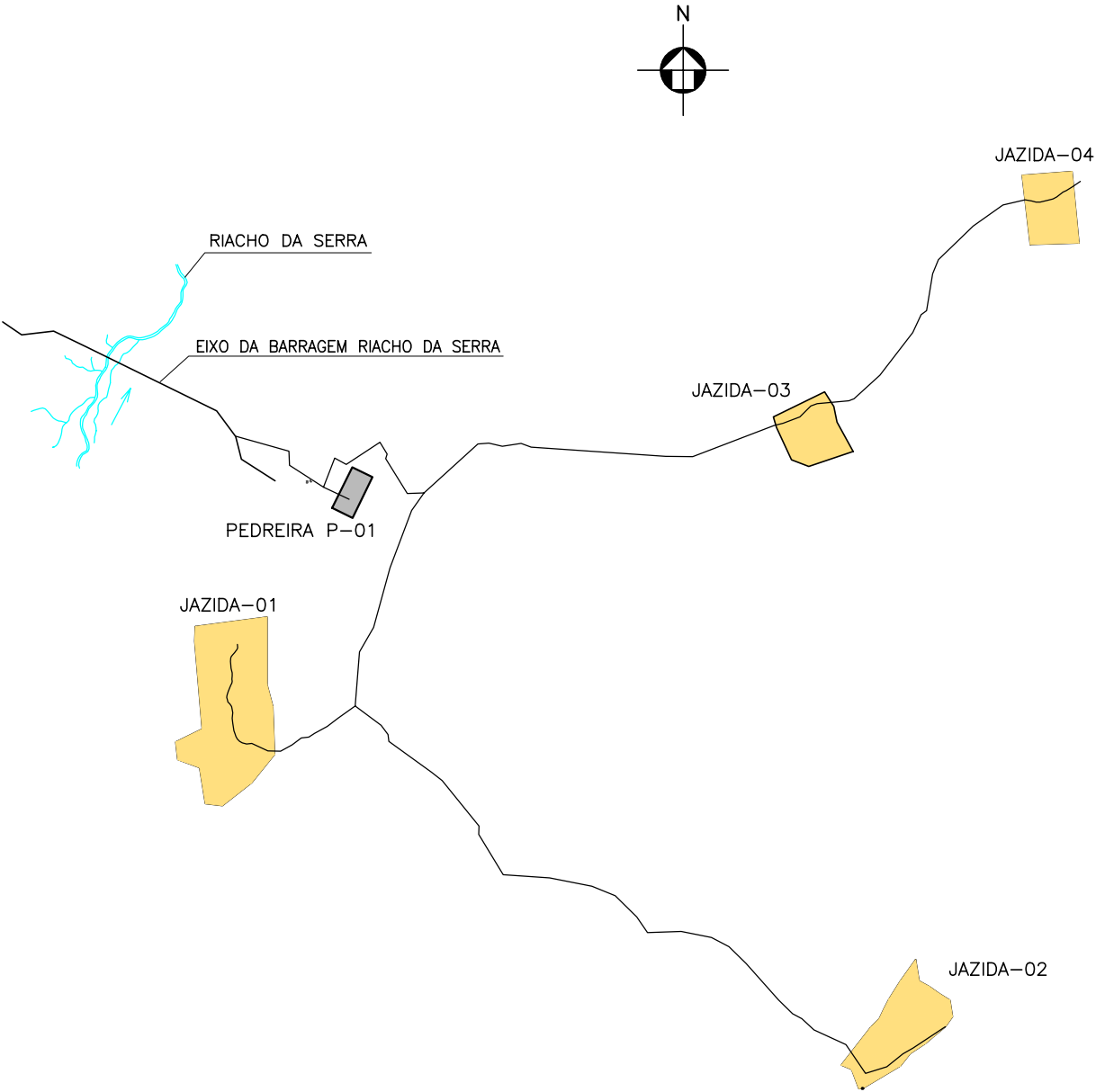
As amostras coletadas em furos representativos das jazidas de material terroso, foram submetidas a ensaios de caracterização, constando de granulometria por peneiramento, granulometria por sedimentação, determinação dos limites de consistência (LL e LP), peso específico dos grãos e compactação-proctor normal. Os solos da Jazida J-01 por apresentarem um percentual significativo de fragmentos de rocha, em diversas dimensões e, de modo geral baixa plasticidade são indicados para uso nas zonas mais permeáveis do maciço. Os fragmentos com dimensões maiores que a espessura da camada indicada para a confecção do aterro devem ser removidos. Os solos das jazidas J-02, J-03 e J-04, por sua vez, apresentam características geotécnicas que favorecem o seu uso em zonas de restrições ao fluxo d'água, como núcleo impermeável e trincheira de vedação. Entretanto, devido estas jazidas apresentarem uma maior distância de transporte deverão ser utilizadas apenas em zonas mais impermeáveis do maciço.

**Quadro 3.11 - Características das Jazidas de Empréstimos**

<b>Discriminação</b>	<b>J-01</b>	<b>J-02</b>	<b>J-03</b>	<b>J-04</b>
Área Utilizável (m <sup>2</sup> )	245.696,00	116.403,00	69.305,00	67.664,00
Nº de Furos	164	59	35	35
Prof. Média dos Furos (m)	0,82	0,70	0,47	0,52
Camada Média Expurgo (m)	0,10	0,10	0,10	0,10
Espessura Média Útil (m)	0,72	0,60	0,37	0,42
Vol. Material Utilizável (m <sup>3</sup> )	177.098,00	69.842,00	25.643,00	28.419,00
Classificação do Material (USC)	SC	SC	SC	SC
Distância ao eixo (km)	3,6	6,1	3,7	5,30

Fonte: SRH/Montgomery Watson-Engesoft, Barragem Riacho da Serra. Volume I - Estudos Básicos. Tomo 4  
- Geologia e Geotecnia - Textos. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 50 p.

LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS  
DE EMPRÉSTIMO



MONTGOMERY WATSON



BARRAGEM RIACHO DA SERRA

ESCALA:	DATA:	FIGURA N° :
1:30.000	MAR./2003	3.4



O areal, localizado no leito do rio Figueiredo, apresenta características apropriadas para o uso como agregado miúdo para concretos e para elemento drenante/filtrante do sistema de drenagem interna do maciço. As amostras coletadas foram submetidas a ensaios de granulometria por peneiramento e de permeabilidade com carga constante. O material apresenta valor médio para o coeficiente de permeabilidade de  $5,0 \times 10^{-3}$  cm/s. O depósito aluvionar de areia grossa que ocorre a pouca profundidade na calha do riacho da Serra, pode ser usado em substituição ao material do rio Figueiredo.

O material pétreo necessário para as proteções dos taludes do maciço, transições e enrocamento de pé tem como fonte de obtenção prioritária a escavação do substrato rochoso no sangradouro, que apresenta características apropriadas para tais fins, sendo complementados com o material explorado na Pedreira P-1, situada a jusante da ombreira direita.

### **3.6. CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO PROJETO**

#### **3.6.1. Arranjo Geral das Obras**

Na definição do arranjo geral das obras efetuado pela Projetista, foi levado em consideração principalmente os condicionamentos topográficos, geológicos e geotécnicos do local de implantação. O maciço da barragem ficou posicionado no local que apresenta melhores condições topográficas. Na definição do posicionamento do sangradouro e da tomada d'água, foi levada em conta principalmente as características geotécnicas do terreno, tendo o vertedouro sido locado na ombreira esquerda do maciço. Desta forma, o conjunto das obras, cuja configuração pode ser visualizada no Desenho 04/09 do Volume II, consta basicamente de:

- Barragem de terra zoneada, com altura máxima de 18,71 m acima das fundações, com extensão pelo coroamento de 1.158,11 m, na cota 92,5;
- Sangradouro do tipo canal escavado em rocha, largura de 120,0 m, situado na ombreira esquerda do maciço;
- Tomada d'água composta de um tubo de aço com 500 mm de diâmetro, envolvida por uma estrutura de concreto armado. A regulagem do fluxo será com registro de gaveta e válvula borboleta.



### 3.6.2. Barragem

A barragem projetada consta de um maciço de terra zoneada, a ser constituída de material argiloso de baixa plasticidade do tipo CL (USC), assentado diretamente sobre a base do pacote aluvionar, com uma trincheira tipo *cut-off* até o substrato rochoso.

A seção-tipo do maciço apresenta uma geometria trapezoidal com largura de crista de 6,0 m e altura máxima de 18,71 m acima das fundações. O comprimento do maciço é de 1.158,11 m. A inclinação do talude de montante é de 1:2,5 em toda a sua extensão, enquanto que o talude de jusante terá uma inclinação de 1:2 até a cota 80, onde foi previsto o topo do *rock-fill*.

A drenagem interna do maciço será efetuada por um filtro vertical com 1,0 m de espessura, executado com areia grossa, que ficará na cota 89,99 m, cota da cheia decamilar, entre as estacas 05 e 55. Para receber as águas do filtro vertical e do maciço rochoso da fundação foi previsto um tapete drenante com 1,0 m de espessura, constituído de areia. Integra, ainda, o sistema de drenagem interna um dreno de pé (*rock-fill*) no talude de jusante, formado por um enrocamento de brita com seção trapezoidal com 4,0 m de largura na crista, sendo 2,0 m em solo e 2,0 m em enrocamento, talude de jusante de 1:1,5 e talude de montante de 1:1. Entre as interfaces da base do terreno natural e do enrocamento com o maciço da barragem serão colocadas camadas de transição com 0,50 m de espessura, sendo metade de brita e a outra metade de areia grossa.

Para proteção do talude de montante contra os efeitos erosivos das chuvas e das ondas provocadas pelos ventos foi previsto o uso de material pétreo da seguinte forma: abaixo da cota 75 será colocado uma camada de brita "A" com 30 cm de espessura, entre as cotas 75 e 83 a camada de brita terá 50 cm de espessura e acima da cota 83 até o coroamento será colocado um *rip-rap* com 1,2 m de espessura. No *rip-rap* os 90 cm superficiais serão executados com pedras com granulometria semelhante a do material a ser empregado no enrocamento de pé, enquanto que os 30 cm restantes, que ficarão em contato com o paramento da barragem serão executados em brita "A". No talude de jusante foi prevista uma proteção superficial com camada de 0,30 m de brita de granulometria variada.



### 3.6.3 .Sangradouro

Com base nos estudos hidrológicos, geotécnicos e topográficos, ficou definida a localização do sangradouro na ombreira esquerda do maciço. A soleira do vertedouro encontra-se posicionada na cota 88,0 m, a qual corresponde a um armazenamento d'água de 23,47 hm<sup>3</sup>.

O sangradouro será um canal escavado em rocha, com cota de sangria de 88,0 m e largura de 120,0 m, projetado para evacuar uma cheia milenar de 459,0 m<sup>3</sup>/s, com lâmina máxima de 1,99 m. Não será necessário a execução de muros laterais, tendo em vista que na cota da soleira a escavação é em rocha. Apesar disso, devido a irregularidade das escavações, principalmente em rocha, foi previsto a execução de um cordão de concreto para fixação da cota da soleira.

### 3.6.4.Tomada d'Água

A tomada d'água será formada por uma tubulação de aço, envolvida em concreto armado, com diâmetro de 500 mm e comprimento de 90,0 m, e cujo eixo ficará situado na cota 75,5 m, cruzando o eixo da barragem na altura da estaca 12 + 10. A galeria foi dimensionada para uma vazão de 0,37 m<sup>3</sup>/s no nível mínimo de operação do reservatório. A montante da tubulação haverá uma caixa em concreto armado com grade de ferro e um crivo, e a jusante outra caixa de concreto armado com três células. A primeira abrigará a válvula borboleta e o registro de gaveta, a segunda terá um anteparo para dissipar o excesso de energia cinética e a terceira servirá de tanque tranquilizador, tendo na saída um vertedouro triangular para medição de vazão.

### 3.6.5. Análise de Estabilidade

Os cálculos da estabilidade dos taludes do maciço foram efetuados utilizando-se tanto a análise estática, como a análise sísmica. A análise estática foi executada com base no método de equilíbrio limite, proposto por Bishop, implementado automaticamente através do programa de cálculos SLOPE/W.

A seção escolhida para os cálculos foi a seção máxima, que fica na estaca 16 e tem 19,1 m de altura, uma vez que esta detém as condições mais desfavoráveis. Os estudos se desenvolveram através da comparação entre os fatores de segurança (Fs) calculados, com os admissíveis para o projeto.



A análise sísmica foi efetuada através de um método pseudo-estático, recorrendo-se ao Método de Bishop Simplificado. Nos cálculos efetuados para simulação de um abalo sísmico foi considerado o corpo da barragem como rígido, sendo a caracterização obtida através do valor da aceleração máxima esperada na fundação, que foi considerada constante ao longo do perfil da barragem. Tal procedimento se justifica pelos baixos níveis de sismicidade vigentes na região.

Os casos de carregamento a que o maciço será submetido determinaram os parâmetros de resistência a serem utilizados e os tipos de análise a serem implementadas, quais sejam:

- FINAL DE CONSTRUÇÃO: os taludes de jusante e montante foram analisados para esta condição, sendo a análise feita em termos de pressões neutras, tendo sido adotado um coeficiente  $R_u$  igual a 0,10;
- REGIME PERMANENTE: regime considerado crítico para o talude de jusante, sendo a análise feita em termos de pressões neutras. Foi determinada a superfície freática associando esta a parábola de Koseny teórica, fazendo as correções de contorno. Na obtenção da anisotropia do solo foi considerada uma relação igual a 9 entre os coeficientes de permeabilidade horizontal/vertical;
- REBAIXAMENTO RÁPIDO: o talude de montante foi analisado para esta condição, sendo a análise feita em termos de pressões neutras, adotando-se os mesmos procedimentos para definição da linha piezométrica do regime permanente.

Na caracterização da ação sísmica foi adotado para a situação de regime permanente, um coeficiente sísmico de 0,07g. Para as situações de final de construção e rebaixamento rápido o valor do coeficiente sísmico foi adotado igual.

Os parâmetros de resistência considerados para os materiais das jazidas J-01, J-02, J-03 e J-04 foram obtidos com base nos resultados dos ensaios de compressão triaxial do tipo CD consolidado, nas características dos materiais de empréstimo e, em experiências com material similar em outras obras. Os demais materiais (areia, brita, enrocamento, camada de aluvião e maciço rochoso) tiveram seus parâmetros avaliados com base em recomendações da literatura e na experiência da Projetista. O Quadro 3.12 apresenta os valores dos parâmetros geotécnicos adotados para análise da estabilidade da barragem. Os coeficientes de segurança admitidos seguiram as recomendações da literatura,



estando os valores obtidos pelas análises estática e sísmica acima dos valores mínimos recomendados, conforme pode ser visualizado nos Quadros 3.13 e 3.14.

### 3.6.6. Estudos de Percolação da Barragem

Os estudos de percolação efetuados tiveram como objetivo avaliar os valores das vazões percoladas pelo corpo da barragem e pela fundação, com vistas ao dimensionamento dos dispositivos de drenagem interna. Para obtenção destes valores foi adotado o processo gráfico do traçado da rede de fluxo admitindo a dissipação da carga total entre a entrada e a saída. No traçado da rede de fluxo foi considerada uma anisotropia entre as permeabilidades vertical e horizontal igual a 9.

**Quadro 3.12 - Parâmetros Geotécnicos Adotados**

Material	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	C (kPa)	$\phi$ (graus)	Ru
Rip-rap	18,0	0,00	38°	0,00
Espaldar	20,2	8,00	27°	0,10
Filtro	18,0	0,00	35°	0,10
Rock-fill	20,0	0,00	38°	0,00
Núcleo	20,2	10,00	27°	0,10
Cut-off	20,2	10,00	27°	0,10
Aluvião	17,0	0,00	28°	0,10
Solo Residual	21,0	0,00	27°	0,10

FONTE: SRH, Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I – Relatório Geral do Projeto).



**Quadro 3.13 - Análise de Estabilidade Estática**

Simulação	C.S. Mínimo	Superfície de Deslizamento		
		Superficial	Intermediária	Profunda
Final de Construção (talude de montante)	1,30	1,974	1,676	1,686
Final de Construção (talude de jusante)	1,30	1,642	1,628	1,652
Reservatório Cheio (talude de jusante)	1,50	1,642	1,512	1,601
Esvaziamento Rápido (talude de montante)	1,10	1,629	1,579	1,629

FONTE: SRH, Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I - Relatório Geral do Projeto).

**Quadro 3.14 - Análise de Estabilidade Sísmica**

Simulação	C.S. Mínimo	Superfície de Deslizamento		
		Superficial	Intermediária	Profunda
Final de Construção (talude de montante)	1,0	1,465	1,314	1,407
Final de Construção (talude de jusante)	1,0	1,384	1,374	1,398
Reservatório Cheio (talude de jusante)	1,0	1,381	1,277	1,346
Esvaziamento Rápido (talude de montante)	1,0	1,363	1,342	1,394

FONTE: SRH, Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I - Relatório Geral do Projeto).

A permeabilidade do maciço da barragem foi obtida a partir das análises dos ensaios de permeabilidade efetuados nos materiais das jazidas J-01 a J-04, cujos valores variaram de  $1,0 \times 10^{-7}$  cm/s a  $8,3 \times 10^{-7}$  cm/s. Foi adotada uma permeabilidade igual a  $7,5 \times 10^{-7}$  cm/s para o maciço compactado da barragem e uma permeabilidade de  $10^{-5}$  cm/s para o maciço rochoso da fundação.

Para os materiais que serão utilizados nos dispositivos de drenagem interna foi adotada uma permeabilidade de  $5,0 \times 10^{-3}$  cm/s para a areia de rio. As vazões obtidas para os dispositivos de drenagem interna foram de  $1,67 \times 10^{-7}$  m<sup>3</sup>/S/m para o maciço da barragem e de  $4,86 \times 10^{-7}$  m<sup>3</sup>/S/m para a fundação.



### 3.6.7. Análise dos Recalques

Tendo por finalidade corrigir a cota de coroamento da barragem para compensar as deformações elásticas a que é submetido o corpo do barramento, devido a ação do seu próprio peso, foi efetuada uma análise dos recalques.

Para tanto foi efetuado um cálculo simplificado, dividindo-se o maciço, em sua seção máxima, em lamelas de 2,0 m de espessura, sendo determinada para cada lamela a tensão vertical no meio da camada. O recalque total foi calculado pela seguinte expressão:

$$S = \sum_{i=1}^N \frac{\sigma_{mi}}{E_i} \cdot \Delta H_i$$

Onde: S - Recalque total em m;

- $\sigma_{mi}$  - Tensão vertical no meio de cada lamela, em kgf/cm<sup>2</sup>;
- $\Delta H_i$  - Espessura da lamela;
- $E_i$  - Módulo de elasticidade do material da lamela i.

O módulo de elasticidade foi obtido das curvas de Tensão x Deformação, verificadas nos ensaios de compressão triaxial. Para facilidade de cálculo, sem que isso implicasse em perda de precisão, foi adotado o módulo secante, e considerada a variação da pressão de confinamento com a altura da barragem.

Considerando apenas as jazidas J-03 e J-04, cujos materiais comporão o núcleo e a fundação da barragem, o peso específico aparente seco máximo obtido no ensaio de compactação foi de 1,859 tf/m<sup>3</sup> e a umidade ótima correspondente é de 13,23%. O peso úmido será de 2,104 tf/m<sup>3</sup>. Com base no peso úmido foram adotadas para efeito de tensão confinante, as tensões apresentadas no Quadro 3.15, as quais foram medidas em função da altura da barragem, tomando como referência o eixo Z, com zero no coroamento e orientação para baixo.

**Quadro 3.15 - Tensão Confinante**

Z (m)	Tensão Confinante (kgf/cm <sup>2</sup> )
< 5,0	1,0
5,0 – 10,0	2,0
> 10,0	4,0

FONTE: SRH, Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I – Relatório Geral do Projeto).

Com base nas tensões confinantes obtidas, foram determinados os módulos de elasticidade para uso no cálculo dos recalques. Os resultados obtidos são apresentados no Quadro 3.16. O recalque elástico esperado é de 212,46mm, devendo esse rebaixamento do coroamento ser corrigido antes da colocação do revestimento primário.

**Quadro 3.16 - Módulo de Elasticidade**

Tensão Confinante (kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidade (kN/m <sup>3</sup> )			
	J-02	J-03	J-04	Média
1,0	11.000	14.800	12.900	12.900
2,0	14.700	19.100	16.300	16.700
4,0	17.800	20.700	19.300	19.266

FONTE: SRH, Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I – Relatório Geral do Projeto).

### 3.6.8. Instrumentação

O projeto de instrumentação visa a implementação de equipamentos que permitem monitorar as pressões neutras nas fundações e corpo da barragem, os deslocamentos da barragem, o nível d'água no reservatório e no canal de saída do sangradouro.

Para verificação das pressões neutras na fundação e no corpo da barragem serão instalados piezômetros tipo Casagrande em três seções, sendo duas localizadas nas ombreiras (estacas 10 e 33), e a outra na parte central, na Estaca 13. Em cada seção serão colocados seis piezômetros.



A verificação do deslocamento da barragem será efetuada através da implantação de três marcos superficiais amarrados a marcos de referência para medidas de deslocamento horizontal e vertical. Os marcos superficiais serão colocados no coroamento da barragem nas estacas 15, 25 e 35. Os marcos fixos em número mínimo de três serão implantados em locais seguros e não deslocáveis e serão amarrados ao sistema de coordenadas da obra.

Para verificação do nível do reservatório serão instaladas três réguas limnimétricas no talude de montante, na Estaca 13. A primeira régua terá o zero na cota do porão, ou seja, na cota 48,0 m. No canal do sangradouro será instalada uma régua limnimétrica para medição da vazão de sangria.

### 3.6.9. Ficha Técnica

As principais características das obras da Barragem Riacho da Serra podem ser resumidas em:

<b>FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA</b>	
<b>IDENTIFICAÇÃO</b>	
Denominação:	Barragem Riacho da Serra
Estado:	Ceará
Município:	Iracema
Coordenadas Geográficas:	38°19'37, 96"W; 5°33'41, 92"S
Sistema:	Médio Jaguaribe
Rio Barrado:	Riacho da Serra
Proprietário:	Estado do Ceará / SRH
Autor do Projeto:	CONSÓRCIO MONTGOMERY WATSON/ ENGESOFT
Data do Projeto:	Dezembro/2002
<b>BACIA HIDROGRÁFICA</b>	
Área:	173,4 km <sup>2</sup>
Precipitação Média Anual:	834 mm
Evaporação Média Anual:	2.235 mm
<b>CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO</b>	
Área da Bacia Hidráulica (Cota 88,00 m):	420,73 ha

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA**

Volume Acumulado (Cota 88,00 m):	23,47 hm <sup>3</sup>
Volume Afluyente Médio Anual:	25,23 hm <sup>3</sup>
Volume do reservatório (Cota 75,50 m):	0,23 hm <sup>3</sup>
Volume de Alerta (Cota 80,00 m):	3,03 hm <sup>3</sup>
Vazão Regularizada (90%):	0,37 m <sup>3</sup> /s
Volume Afluyente Máx. de Projeto (Tr=1000 anos):	737 m <sup>3</sup> /s
Vazão Máx. de Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):	459 m <sup>3</sup> /s
Volume Afluyente Máx. de Verificação (Tr=10.000 anos):	1071 m <sup>3</sup> /s
Vazão Máx. de Verificação Amortecida (TR=10.000 anos):	721 m <sup>3</sup> /s
Nível d'água Max. Normal:	88,00 m
Nível D'Água Max. Maximorum (TR=1.000 anos):	89,99 m
Nível D'Água Max. Maximorum (TR=10.000 anos):	90,60 m

**BARRAGEM PRINCIPAL**

Tipo:	Terra zoneada
Altura Máxima:	18,71 m
Largura do Coroamento:	6,0 m
Extensão pelo Coroamento:	1.158,11 m
Cota do Coroamento:	92,50 m
Volume de Escavação (Fundação):	64.178,20 m <sup>3</sup>
Volume do Maciço (Espaldares e Núcleo):	368.351,80 m <sup>3</sup>
Volume de Enrocamento (Rip-Rap e Rock-fill):	40.383,20 m <sup>3</sup>
Volume de Transições:	10.872,80 m <sup>3</sup>
Volume de Areia (Filtro e Transições):	32.538,29 m <sup>3</sup>
Largura Máxima da Base:	91,00 m
Talude de Montante:	1,0 (v) : 2,5 (h)
Talude de Jusante:	1,0 (v) : 2,0 (h)

**TOMADA D'ÁGUA**

Tipo:	Tubo de Aço envolto em Concreto Armado
Número de Condutos:	1 (um)
Diâmetro:	500 mm
Comprimento do Conduto:	93,75 m
Cota da Geratriz Inferior a Montante:	75,25 m
Cota da Geratriz Inferior a Jusante:	75,00 m

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA**

Volume de Escavação	1034 m <sup>3</sup>
Volume de Concreto Armado:	94,95 m <sup>3</sup>
Volume do Concreto de Regularização:	26,82 m <sup>3</sup>
Comprimento:	90,0 m
Localização:	Ombreira Esquerda / Estaca 12+10
<b>SANGRADOURO</b>	
Tipo:	Canal Escavado em Rocha
Largura:	120,00 m
Cota de Sangria :	88,00m
Extensão Total do Canal de Restituição:	1106,50 m
Vazão Máx. Prevista (TR=10.000 anos):	459 m <sup>3</sup> /s
Lâmina Máx. Prevista (TR=1.000 anos):	1,99 m
Lâmina Máx Prevista (TR=10.000 anos):	2,60 m
Borda Livre:	1,90 m
Volume de Escavação em solo	17.109,40 m <sup>3</sup>
em rocha	23.724,80 m <sup>3</sup>

### 3.6.10. Quantitativos e Custos do Projeto

As obras pertinentes à construção da Barragem Riacho da Serra foram orçadas em R\$ 8.065.091,37<sup>(1)</sup>. O resumo com os valores das estruturas das obras, bem como o valor total, podem ser visualizados no Quadro 3.17.

**Quadro 3.17 - Custo das Obras do Reservatório**

<b>Discriminação</b>	<b>Valor (R\$) <sup>(1)</sup></b>
Administração e Fiscalização	77.266,56
Serviços Preliminares	2.389.321,44
Barragem	4.616.323,24
Sangradouro	678.479,75
Tomada D'água	303.700,38
<b>Total</b>	<b>8.065.091,37</b>

Fonte: FONTE: SRH, Projeto Executivo da Barragem Riacho da Serra. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I – Relatório Geral do Projeto).

(1) Valores expressos em reais pela planilha da SEINFRA (dez./2002).

### 3.6.11. Cronograma de Construção

O cronograma de construção das obras da Barragem Riacho da Serra foi elaborado com o objetivo de orientar a Empreiteira quanto à seqüência de execução de cada serviço, tendo sido previsto um prazo de 12 meses para a construção da barragem. O programa de construção proposto deverá seguir a seguinte seqüência:

- Período de janeiro/maio – escavação do sangradouro e do canal da tomada d'água;
- Período de junho/julho – conclusão do sangradouro, execução da tomada d'água e início do *cut-off* da barragem;
- Período de agosto a dezembro – conclusão do enchimento do *cut-off*, início e conclusão da barragem, execução do revestimento do coroamento, execução da drenagem superficial e execução da instrumentação.

### 3.6.12. Canteiro de Obras

A área destinada ao canteiro de obras está localizada na ombreira direita, a jusante do eixo do barramento. O acesso ao canteiro se fará através da estrada existente, a qual será submetida a melhorias para comportar o tráfego durante a execução das obras.



As instalações do canteiro de obras contará com as seguintes edificações: escritório da administração, laboratório de solo e concreto, depósito de cimento, central de britagem, posto de abastecimento de combustível, oficina mecânica, almoxarifado, carpintaria, ferraria, armação e moldagem, alojamento para pessoal de apoio, eletrificação e escritório de supervisão.

### 3.6.13. Projeto da Adutora de Alto Santo

O Sistema Adutor de Alto Santo tem como objetivo garantir o abastecimento d'água da sede do referido município pelos próximos 20 anos, tendo como fonte hídrica a Barragem Riacho da Serra.

No dimensionamento e definição da vazão de projeto foi considerada uma população beneficiada de 7.462 habitantes, tendo como horizonte o ano de 2023. A evolução das demandas e vazões de projeto são apresentadas no Quadro 3.18.

A captação deverá ser feita diretamente do lago formado pela futura Barragem Riacho da Serra, situada na localidade de Cacimba do Cunha, distando cerca de 12 km a montante de Alto Santo. A partir do barramento o caminhamento da adutora acompanhará uma estrada carroçável que se desenvolve tangenciando a área da bacia hidráulica da futura barragem, passando em seu trecho final a se desenvolver pela faixa de domínio da CE-138 (Figura 3.5). O sistema de captação será composto por conjuntos moto-bombas submersíveis (1+1 reserva) instalados sobre plataforma flutuante, com potência das bombas de 30 Cv, que realizará o recalque através de uma tubulação PEAD com 90 m de extensão até a margem do espelho d'água. A potência da subestação elétrica é de 75 Kva.

A água será bombeada bruta até a ETA existente, sendo para tanto implantada uma linha adutora de água bruta de 10.000 m de extensão, com diâmetro de 150 mm. A vazão do sistema (máxima diária de final de ano) é de 17,72 l/s e a classe de pressão máxima dos tubos de 1Mpa

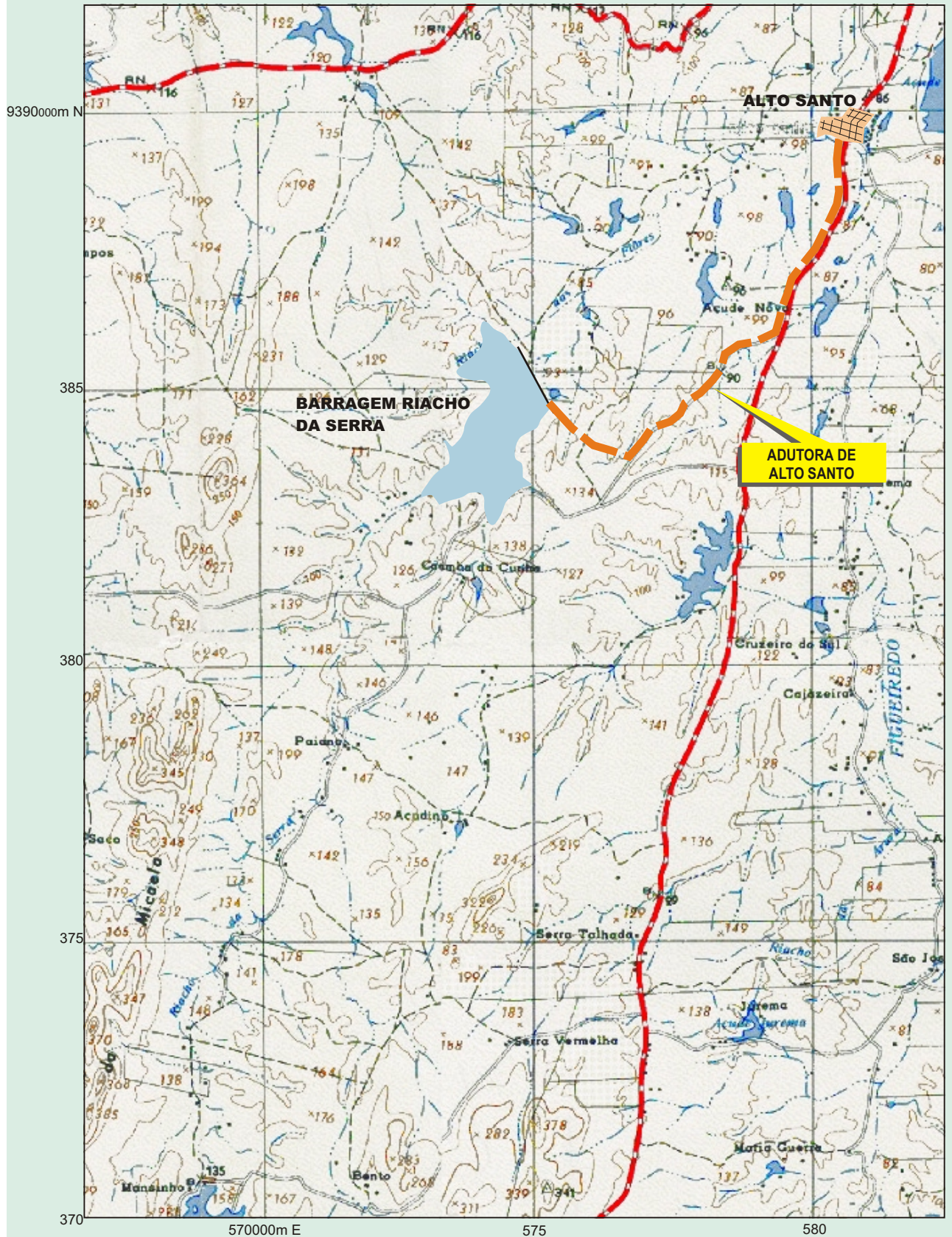


**Quadro 3.18 - Evolução da Demanda d'Água da Adutora de Alto Santo**

<b>Anos do Projeto</b>	<b>Demanda (m<sup>3</sup>/ano)</b>	<b>Vazão Média (l/s)</b>	<b>Vazão do Dia de Maior Consumo (l/s)</b>
2000	184.592,36	9,37	11,24
2005	203.804,88	10,34	12,41
2010	225.017,06	11,42	13,70
2020	274.294,54	13,92	16,70
2023	291.083,56	14,77	17,72

FONTE: SRH, Anteprojeto do Sistema Adutor Alto Santo. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 2v.

**FIGURA - 3.5**  
**Localização da Adutora de Alto Santo**





A estação de tratamento existente, que será aproveitada pelo atual projeto, é do tipo ETA compacta em fibra de vidro, sendo composta por um aerador de bandeja, dois filtros de fluxo ascendente em fibra de vidro, modelo CLARIFIBER II Série 250, com capacidade nominal de 32 a 48 m<sup>3</sup>/h cada, perfazendo uma capacidade de filtração de 96 m<sup>3</sup>/h. Não se faz necessário a instalação de mais unidades de filtração, uma vez que o sistema existente atende com bastante folga a vazão máxima diária para Alto Santo no ano 2023 que é de 17,72 l/s (63,79 m<sup>3</sup>/h). A estação elevatória de lavagem dos filtros conta com um grupo motobomba Meganorm bloc 100-200 Rotor 179, com motor de 12,5 Cv, tendo capacidade para ser reaproveitada pelo empreendimento ora em análise.

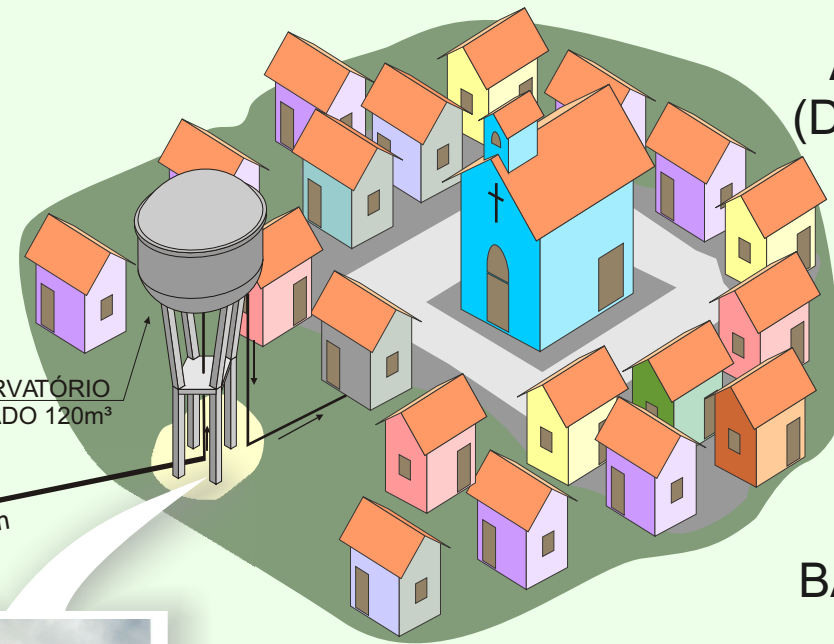
A estação elevatória de água tratada, por sua vez, não tem capacidade suficiente para atender o sistema razão pela qual deverá ser substituída, juntamente com todo o sistema elétrico de acionamento. As novas bombas terão as seguintes características: vazão de 63,79 m<sup>3</sup>/h, altura manométrica de 37 mca e potência de 15 Cv. A casa de química é composta por um laboratório, casa de cloração, almoxarifado e um banheiro.

Depois de filtrada e clorada a água será armazenada no reservatório com capacidade de 150 m<sup>3</sup> existente. A partir daí a água será aduzida através da adutora de água tratada existente, com extensão de 2.850 m e diâmetro de 150 mm, até o reservatório elevado existente na cidade de Alto Santo (120 m<sup>3</sup>).

Complementando o sistema de reservação será construído mais um reservatório apoiado com capacidade de 250 m<sup>3</sup>, garantindo assim a reservação necessária para o final de plano (620 m<sup>3</sup>).

Será construída uma nova elevatória para bombear através da adutora de água tratada a ser construída, com extensão de 2.300 m e diâmetro de 100 mm, parte da vazão para o reservatório elevado de 100 m<sup>3</sup>, construído pela Prefeitura e que encontra-se atualmente desativado, que abastecerá futuramente o bairro de Pão de Açúcar.

Sistema de poços que integra o atual sistema em operação na cidade de Alto Santo será desativado. O croqui do sistema proposto pode ser visualizado na Figura 3.6.

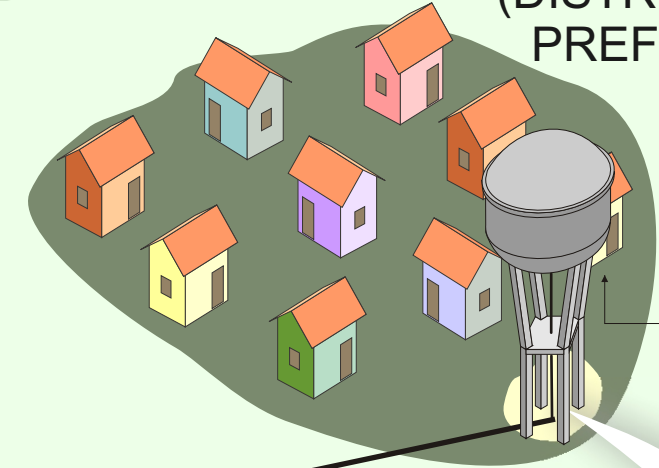


ALTO SANTO  
(DISTRIBUIÇÃO)  
CAGECE

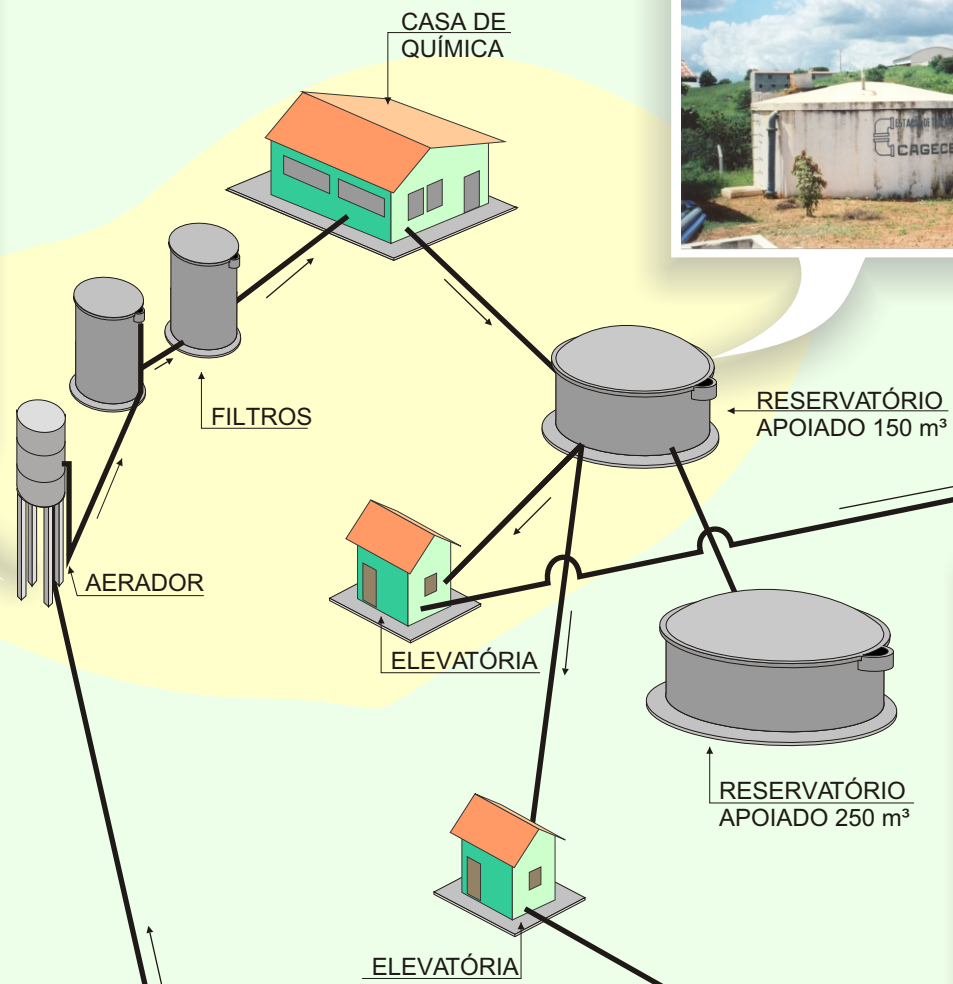
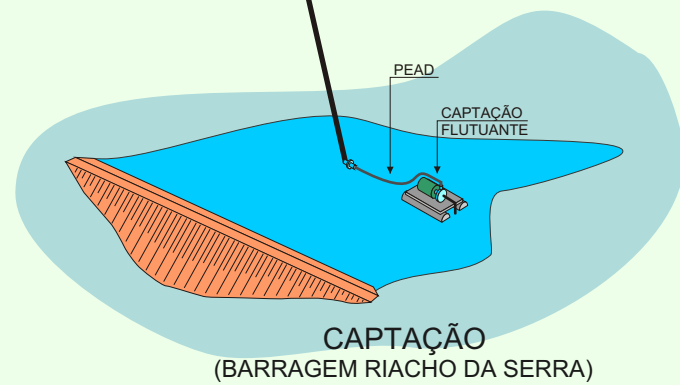
RESERVATÓRIO  
ELEVADO 120m³

DN 150  
L = 2.850m

BAIRRO PÃO DE AÇÚCAR  
(DISTRIBUIÇÃO)  
PREFEITURA



RESERVATÓRIO  
ELEVADO 100m³



<b>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ</b> SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SRH		
PROJETO EXECUTIVO DAS BARRAGENS JOÃO GUERRA, UMARI, RIACHO DA SERRA, CEARÁ E MISSI E DAS ADUTORAS DE MADALENA, LAGOA DO MATO, ALTO SANTO E AMONTADA.		
PROJETO EXECUTIVO DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA		
Projeto:	ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA PROPOSTO DA ADUTORA DE ALTO SANTO	Arquivo: —
Visto:		Data de Emissão: MARÇO/2003
Verificado:		Escala: SEM ESCALA
Aprova:		Nº da Figura: 3.6



As características técnicas do Sistema Adutor de Alto Santo são as seguintes:

- Manancial: Barragem Riacho da Serra;
- População beneficiada no ano 2023: 7.462 hab;
- Tipo de Captação: bombas submersíveis em flutuante;
- Número de Bombas da Captação: 1+1 de reserva;
- Potência das Bombas da Captação: 30,0 Cv;
- Potência da Subestação Elétrica: 75,0 Kva;
- Adutora de Água Bruta (extensão): 10.000 m;
- Adutora de Água Bruta (diâmetro): 150 mm;
- Adutora de Água Bruta (vazão do sistema - máxima diária de final de 1 ano): 17,72 l/s;
- Adutora de Água Bruta (classe pressão máxima dos tubos): 1 Mpa;
- Adutora de Água Tratada (extensão): 2.300 m;
- Adutora de Água Tratada (diâmetro): 100 mm;
- Adutora de Água Tratada (vazão do sistema - máxima diária de final de 1 ano): 3,2 l/s;
- Adutora de Água Tratada (classe pressão máxima dos tubos): 1 Mpa;
- Adutora de Água Tratada Existente (extensão): 2.850 m;
- Adutora de Água Tratada Existente (diâmetro): 150 mm;
- Tipo de Tratamento: ETA Compacta em fibra de vidro (existente);



Reservação: 1 reservatório elevado com 100 m<sup>3</sup> (construído pela Prefeitura para atender o bairro Pão de Açúcar), 1 reservatório elevado com 120 m<sup>3</sup> e um reservatório apoiado de 150 m<sup>3</sup> (integrantes do sistema operado pela CAGECE em Alto Santo) e 1 reservatório apoiado com capacidade de 250 m<sup>3</sup>, perfazendo ao todo uma reservação de 620 m<sup>3</sup>.

### **3.7. PLANOS E PROGRAMAS CO-LOCALIZADOS**

Quanto à inserção regional do empreendimento, não foi constatada a existência de programas governamentais ou privados, implementados ou projetados, que exerçam influência sobre a área do projeto.



MONTGOMERY WATSON



## **4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

---



## 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 4.1. ÁREAS DE ABRANGÊNCIA DO ESTUDO

#### 4.1.1 Área de Influência Física

A área de influência física do empreendimento está representada pela bacia hidráulica do reservatório e por sua faixa de proteção periférica, a qual abrange 420,73 ha na zona rural dos municípios de Iracema e Alto Santo, pelas áreas de jazidas de empréstimos, localizadas dentro da bacia hidráulica do reservatório ou nas suas cercanias, bem como pelas áreas do canteiro de obras e dos bota-foras.

#### 4.1.2 Área de Influência Funcional

A área de influência funcional do empreendimento compreende aquelas áreas que serão influenciadas pela operação do reservatório, quais sejam:

- Município de Alto Santo, que será contemplados com o reforço no fornecimento d'água regularizado à sua sede municipal, atendendo as demandas humana e industrial, beneficiando no ano de 2023 uma população de 7.462 habitantes;
- Áreas periféricas ao reservatório que se beneficiarão com o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado;
- Áreas ribeirinhas de jusante que serão beneficiadas com a regularização de vazão e conseqüente desenvolvimento da irrigação difusa, além do abastecimento humano difuso e dessedentação animal.

### 4.2. MEIO ABIÓTICO

#### 4.2.1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

##### 4.2.1.1. Geologia

A geologia da área do sítio do barramento e da bacia hidráulica do reservatório é constituída predominantemente por rochas cristalinas pertencentes ao Pré-Cambriano (Complexo Gnáissico-Migmatítico ou Complexo Caicó), aparecendo em menor escala as coberturas sedimentares terció-quadernárias representadas pelas Aluviões do riacho da





Serra e tributários (Desenho 05/09 do Volume II). Ocorrem, ainda, na região circunvizinha, no domínio do embasamento cristalino, corpos granitóides (Peg), com destaque para a Serra Vermelha a sudeste e a Serra do Aimoré à sudoeste do futuro reservatório. Apresenta-se a seguir uma breve descrição das litologias presentes nas áreas do sítio barrável e da bacia hidráulica do reservatório.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico ocorre no local das obras e em cerca de 96,0% da área englobada pela bacia hidráulica do reservatório, sendo a seqüência litologicamente constituída por rochas gnáissicas migmatíticas. Na área do eixo do barramento predominam os gnaisses migmatizados homogêneos ou com feições nebulíticas e/ou anetexíticas, exibindo granulometria equigranular e estrutura granítica.

Encaixado na seqüência do Complexo Gnáissico-migmatítico, observa-se à ocorrência de veios de quartzo, pegmatitos e veios graníticos de espessuras variáveis, que apresentam controle estrutural, estando associados ao preenchimento de fraturas multidirecionais nos migmatitos com estruturas planares. Estes migmatitos, em geral, apresentam coloração cinza e granulação grosseira. Os migmatitos homogêneos, por sua vez, apresentam cor cinza clara e textura média a grossa, sendo constituídos por quartzo, feldspato e biotita.

Em termos estruturais, observa-se fraturas subparalelas às direções do plano de xistosidade, ocasionadas, provavelmente, por cisalhamento, não se constatando ao longo do eixo do barramento nenhuma estrutura de cunho relevante. A Falha do Jaguaribe, situada a cerca de 5,0 km à noroeste do eixo da barramento é o elemento estrutural mais marcante na região do empreendimento.

As Aluviões ocorrem em cerca de 4,0% da área englobada pelo empreendimento aparecendo de forma mais representativa ocupando o terraço e o leito fluvial do riacho da Serra, cujo vale é mais largo, cerca de 160 m de extensão, com terraços marginais constituídos de solos com granulometria fina, de composição silto-arenosa, inundáveis durante os períodos de enchentes. Via de regra, a espessura da faixa de aluviamento é pequena, tendo-se constatado, no entanto no vale do riacho da Serra, em alguns trechos nas imediações do barramento um pacote de aluvião chegando a atingir até 10,7m de espessura.



#### *4.2.1.2. Geomorfologia*

Na região onde será assente o empreendimento observam-se três unidades de relevo: a Depressão Sertaneja, os Maciços Residuais e a Planície Fluvial do riacho da Serra e tributários. Destas morfologias apenas os maciços residuais não estão presentes nas áreas englobadas pelo sítio do barramento e pela bacia hidráulica do reservatório.

A Depressão Sertaneja é o domínio geomorfológico de maior extensão geográfica na região do empreendimento. Constitui-se numa superfície de aplainamento, onde o trabalho erosivo se fez sobre as rochas do embasamento cristalino. Caracteriza-se por apresentar topografia plana a suave ondulada, onde observa-se a presença de afloramentos rochosos esparsos.

As serras e morros residuais apresentam forte ruptura em declive, sendo constituídas predominantemente por rochas granítico-migmatíticas e gnáissicas. Apresentam-se dissecados em feições de colinas e em forma de inselbergs. Merece destaque na região a Serra Vermelha localizada a sudeste do futuro reservatório e a do Aimoré situada a sudoeste deste.

No território da área do empreendimento, destacam-se a planície fluvial do rio Figueiredo e do riacho da Serra como as mais significativas. No vale do riacho da Serra, a área ocupada pela planície fluvial apresenta-se relativamente estreita nas proximidades do barramento ora em estudo chegando em alguns trechos, no entanto, a atingir até 160 m de largura. Transversalmente, a partir do talvegue, é observada a formação de áreas de várzeas baixas sujeitas a inundação durante o período chuvoso.

#### *4.2.1.3. Recursos Minerais*

Quanto aos recursos minerais, constatou-se na região de entorno do reservatório a ocorrência de uma exploração de granito róseo na área da Serra Caiada, no município de Iracema, pela Multipolipetrus, além de depósitos deste minério nas áreas das serras Vermelha e do Aimoré, de depósitos de areia e argila ao longo da planície fluvial do rio Figueiredo, bem como de depósitos de scheelita nas imediações do açude Ema e de garimpos paralisados de ametista próximo a Chapada do Apodi, no município de Alto Santo.



Com relação à ocorrência de recursos minerais na área a ser ocupada pela bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra, durante a pesquisa de campo efetuada pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft constatou-se apenas a presença de materiais pétreos, terrosos e granulares usados pela construção civil. Segundo informações prestadas pelo DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral não foram requeridos junto a este órgão, até o presente momento, licenças para a exploração de recursos minerais na área englobada pela bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra.

Não foi constatada a presença de rochas carbonatadas na região do empreendimento, não havendo riscos de ocorrência de pontos de fuga que possam vir a comprometer a integridade do reservatório e a morfologia da região de entorno.

#### *4.2.1.4. Sismicidade Induzida*

O panorama sismotectônico da Região Nordeste revela uma maior concentração de sismos nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, onde os abalos ocorrem em áreas de rochas do embasamento e nas áreas próximas ao litoral onde se iniciam as rochas sedimentares das bacias costeiras. Nos estados da Paraíba, Piauí e Alagoas as atividades sísmicas são praticamente ausentes. Além disso, verifica-se que os sismos nordestinos dificilmente atingem magnitude 5 na escala Richter, conforme pode ser visualizado nos Quadros 4.1 e 4.2.

**Quadro 4.1 - Distribuição Geográfica dos Sismos do Nordeste de Magnitude  $mb > 3.0$** 

Estado	Até 31/12/1980		Até 31/10/1986	
	Nº	%	Nº	%
Alagoas	2	2,5	2	1,8
Bahia	19	24,1	20	18,4
Ceará	23	29,1	25	22,9
Maranhão	4	5,1	5	4,6
Paraíba	-	-	-	-
Pernambuco	9	11,4	14	12,8
Piauí	-	-	-	-
Rio G. do Norte	22	27,8	43	39,5
Sergipe	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>	<b>109</b>	<b>100</b>

FONTE: Berrocal, J. et alli, Sismicidade do Brasil JAG/USP. São Paulo, 1984.

Ferreira, J.M., Sismicidade do Nordeste do Brasil. Tese de mestrado. JAG/USP. São Paulo, 1983.

RBGf, ESB/UNB e CAI/UFRN, Boletins Sísmicos.

**Quadro 4.2 - Distribuição dos Sismos no Nordeste, segundo a Magnitude ( $mb \geq 3,0$ )**

Magnitude dos Sismos (mb)	ANOS									
	1801/1820	1821/1840	1841/1860	1861/1880	1881/1900	1901/1920	1921/1940	1941/1960	1961/1980	1981/1986(*)
3,0	-	-	-	-	-	1	2	3	8	5
3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5
3,2	-	-	-	1	-	-	-	-	3	2
3,3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2
3,4	-	-	-	1	-	1	-	-	3	4
3,5	-	-	1	-	1	2	-	-	6	2
3,6	-	-	-	-	-	1	1	-	4	2
3,7	-	-	-	1	-	3	-	-	5	1
3,8	1	-	-	-	-	1	-	-	2	5
3,9	-	-	-	-	-	2	-	1	7	-
4,0	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-
4,1	-	-	-	-	-	3	-	-	1	-
4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Magnitude dos Sismos (mb)	ANOS									
	1801/1820	1821/1840	1841/1860	1861/1880	1881/1900	1901/1920	1921/1940	1941/1960	1961/1980	1981/1986(*)
4,3	-	-	-	-	-	1	-	-	1	2
4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4,5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
4,7	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-
4,8	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-
4,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-

FONTE: Berrocal, J. et alli, Sismicidade do Brasil JAG/USP. São Paulo, 1984.

Ferreira, J.M., Sismicidade do Nordeste do Brasil. Tese de mestrado. JAG/USP. São Paulo, 1983.

RBGf, ESB/UNB e CAI/UFRRN, Boletins Sísmicos.

(\*) Excluindo o ano de 1983.

No Ceará, especificamente, já foram identificadas quatro regiões sísmicas na zona nordeste do Estado: Cascavel (Pitombeiras), Chorozinho, Pacajus e Palhano. Dessas regiões, foi Pacajus a que apresentou eventos de maior magnitude, chegando a atingir em 1980, 5,2 graus na escala Richter e intensidade VII na escala Mercalli. O Quadro 4.3 mostra a relação dos sismos com magnitudes superiores a 3,0 mb ocorridos no Estado do Ceará.

**Quadro 4.3 - Relação dos Sismos com Magnitude mb  $\geq$  3,0 ocorridos no Estado do Ceará**

Localidade	Data	Magnitude (Mb)	Intensidade (MMI) (1)	Observações
Baturité	02/1903	3,9	-	3 sismos
Baturité	02/1903	4,1	VI	2 sismos
Maranguape	24/11/1919	4,5	IV	-
Aracati	14/04/1928	4,0	VI	-
Pereiro	1968	3,9 – 4,5	V - VII	5 sismos (janeiro a março)
Beberibe	03/1974	-	V	vários sismos
São Luiz do Curu	1974/1976	3,4	VI	Sismos alternados
Ibaretama	07/1976	-	V	-



Localidade	Data	Magnitude (Mb)	Intensidade (MMI) (1)	Observações
Ibaretama	12/03/1977	3,9	-	-
Pacajus	20/11/1980	5,2	VII	-
Cascavel (Pitombeiras)	22/04/1995	3,8	VI	-

FONTE: Ferreira, J.M., Sismicidade no Rio Grande do Norte in Simpósio sobre Sismicidade Atual em João Câmara (RN). Rio de Janeiro, 10 a 11 de novembro de 1986.p.32-48.

Berrocal, J. et alli, Sismicidade do Brasil. São Paulo, JAG/USP,1984

Defesa Civil do Ceará.

Nota: (1) Intensidade Modificada de Mercalli.

Quanto à ocorrência de eventos sísmicos na área do estudo, observa-se que num raio de 100 km em torno do eixo estudado, há registro de ocorrência de atividades sísmicas em 11 localidades, cujas distâncias aproximadas das áreas dos eixos podem ser visualizadas no Quadro 4.4. Dessas regiões, quatro são consideradas áreas com tradição em eventos sísmicos (Ererê, Pereiro, Morada Nova (sede) e Ibaretama (Serra Azul)), merecendo destaque Pereiro e Ibaretama por terem apresentado eventos de maior magnitude. Em Pereiro, sismo ocorrido em 1968, chegou a atingir 4,5 graus na escala Richter e intensidade VII na escala Mercalli, enquanto que em Ibaretama o sismo ocorrido em 1977, atingiu 3,9 graus na escala Richter.

#### Quadro 4.4 - Ocorrência de Eventos Sísmicos no Entorno do Barramento (raio de 100 km)

Ocorrências Sísmicas	Distância Aproximada (km)
Ererê (1)	57,5
Pereiro (1)	55,0
Morada Nova (sede) (1)	47,5
Morada Nova (Serra do Félix)	80,0
Morada Nova/S. João Jaguaribe	35,0
Morada Nova/Aracoiaba	97,5
Banabuiú (Sitiá)	65,0
Ibaretama (Serra Azul) (1)	90,0
Russas (CE-138)	78,0
Russas (Serra do Félix)	87,5
Quixeramobim (Belém)	95,0

(1) Área com tradição em eventos sísmicos.



Tendo em conta que os eventos sísmicos registrados são de magnitude baixa a moderada, que o Açude Riacho da Serra se funda totalmente sobre rochas do embasamento cristalino e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa, com valores máximos de 14,20 m e médios de cerca de 8,00m, não são esperados questionamentos associados a sismicidade induzida que, tradicionalmente, são apenas tratadas em regiões de sismicidade moderada e para cargas hidráulicas máximas da ordem de 100 m.

#### 4.2.2. Solos

##### *4.2.2.1. Descrição dos Solos da Área do Empreendimento*

Os solos de maior expressão na área englobada pela bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra são os Litólicos Eutróficos em associação com Bruno Não Cálcicos e afloramentos de rocha. Em segundo lugar aparecem os solos Aluviais formando associação com os Solonetz Solodizados. Observa-se que em termos de potencial agrícola, cerca de 96,0% dos solos que serão submersos são impróprios para o uso com irrigação, estando os solos com potencial para desenvolvimento hidroagrícola restrito apenas às Aluviões.

O Desenho 06/09 do Volume II apresenta o mapa de solos da área englobada pela bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra e área de entorno. Apresenta-se a seguir a descrição dos tipos de solos identificados na área do empreendimento.

##### **a) Litólico Eutrófico**

Os solos Litólicos são rasos, de textura arenosa/média, apresentando pedregosidade/rochosidade superficial, drenagem moderada a acentuada, sendo bastante susceptíveis à erosão face à reduzida espessura. Não se presta ao uso agrícola, razão pela qual geralmente apresentam cobertura vegetal preservada. Apresentam fortes limitações no que se refere à deficiência d'água no período seco e à difícil mecanização, em face da pequena profundidade dos solos e da pedregosidade/rochosidade superficial. São comuns as presenças de afloramentos rochosos associados a este tipo de solo.

São geralmente destinados à pecuária extensiva, sendo necessária a introdução de pastagens artificiais e a formação de reserva forrageira para o período seco. Atualmente constata-se nas áreas onde o horizonte A é mais espesso, pequenos cultivos de subsistência.



### **b) Bruno Não Cálcico**

Os Bruno Não Cálcicos são solos moderadamente profundos a rasos, de alta fertilidade natural, imperfeitamente drenados e bastante susceptíveis a erosão, apresentando textura arenosa/média no horizonte A e argilosa no horizonte subsuperficial. Caracterizam-se por apresentar pedregosidade na superfície do solo.

São solos com altos valores de saturação de bases, argila de atividade alta, reação moderadamente ácida a praticamente neutra, possuindo em sua composição mineralógica elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas. Apresentam como fatores restritivos ao uso agrícola, a soma de bases trocáveis alta, a pedregosidade superficial, a baixa profundidade efetiva, a susceptibilidade à erosão, além da escassez d'água na maior parte do ano.

Presta-se para o cultivo do algodão arbóreo e de culturas de subsistência, adotando-se variedades de ciclo curto. A utilização com pecuária parece ser a mais indicada, sendo necessário fazer reserva de forragem para o período seco. Atualmente a exploração destes solos centra-se na pecuária extensiva, além de áreas cultivadas com algodão e pastagens naturais. São aproveitados, também, em pequena escala, com culturas de subsistência.

### **c) Solo Aluvial Eutrófico**

Os solos Aluviais apresentam fertilidade natural alta, drenagem moderada a imperfeita, sem problemas de erosão, mas com riscos periódicos de inundação. São moderadamente profundos a muito profundos. Ocupam as partes de cotas mais baixas da região, em relevo plano a suave ondulado, possuindo maior expressão geográfica quando ocorrem ao longo do rio Figueiredo.

Apresentam texturas variadas 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.

São solos de grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso, devendo ser cultivados intensivamente. A principal limitação ao uso agrícola decorre da falta d'água, face às insuficientes precipitações pluviométricas nas áreas semi-áridas. Há limitações ao uso de maquinário agrícola, principalmente nos solos





argilosos imperfeitamente drenados. Além disso, as áreas destes solos estão sujeitas aos riscos de inundações periódicas.

Nas áreas secas, há necessidade de irrigação e drenagem, as quais devem ser conduzidas rigorosamente de maneira racional, a fim de evitar os riscos de salinização dos solos, haja vista que os teores de sódio em algumas áreas são significativos.

Nas áreas de ocorrência destes solos, nota-se um aproveitamento agrícola intensivo, estando às várzeas do rio Figueiredo exploradas pela iniciativa privada através da agricultura de sequeiro.

#### **d) Solonetz Solodizado**

Os Solonetz Solodizados são solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados, bastante susceptíveis à erosão e com alto teor de sódio nos horizontes subsuperficiais. Apresentam mudança textural abrupta do horizonte A para o B. O horizonte A é fraco com textura arenosa, enquanto que o B possui textura geralmente argilosa. Ocorrem normalmente associados aos solos Aluviais, nas áreas de relevo plano que margeiam os eixos de drenagem.

Apresentam como restrição ao uso agrícola o elevado teor de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais, além de condições físicas muito desfavoráveis ao manejo, grande susceptibilidade à erosão e escassez d'água no período seco. A exemplo do que ocorre com os Planossolos Solódicos apresentam, também, problemas de estrutura colunar ou prismática no horizonte B, soma de bases trocáveis elevadas, baixa profundidade efetiva, encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento/fendilhamento no período de estiagem.

A exploração dos carnaubais nativos constitui o seu aproveitamento mais econômico. Nas áreas onde o horizonte A é mais espesso observa-se o cultivo do algodão arbóreo, cultura tolerante a teores médios de sódio, no entanto há fortes limitações quanto ao impedimento à mecanização. Atualmente a maior parte destes solos não é cultivada, sendo aproveitada com pecuária extensiva. Verifica-se, também a exploração de pequenos cultivos de subsistência.

Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial. O seu aproveitamento preferencial é dirigido para pecuária com a implantação e intensificação da utilização de novas forrageiras,



introdução do sistema de capineiras, bem como o emprego de reservas de forragens para o período seco.

#### *4.2.2.2. Uso Atual dos Solos*

Tendo como base imagens de satélite LANDSAT, na escala de 1:100.000, complementadas com levantamentos de campo, foi identificado o uso atual dos solos na região da sub-bacia do Médio Jaguaribe, onde será implantado o Açude Riacho da Serra. A referida sub-bacia caracteriza-se como uma zona de baixa a média potencialidade agrícola, onde a pecuária é a atividade principal, sendo caracterizada pela criação extensiva, em grandes propriedades, de bovinos de leite, ovinos e suínos. A agricultura tradicional integrada está baseada nos cultivos do algodão, milho e feijão com produções voltadas para subsistência e abastecimento do mercado local.

A agricultura de vazantes é prática relativamente disseminada na região dessa sub-bacia, tendo-se observado cultivos de feijão e batata-doce nas vazantes de açudes. O plantio de fruteiras apresenta-se pouco representativo, destacando-se os cultivos de coco-da-baía, o consórcio melão/melancia e a banana, além dos cajueirais em áreas de tabuleiros e pequenas chapadas. A cultura do algodão, apesar de tradicional, não tem respondido às expectativas de produção, devido ao ataque de pragas (bicudo).

No Médio Jaguaribe a situação das matas ciliares dos rios e riachos encontra-se comprometida. Nesse trecho do rio Jaguaribe é notório o grande avanço do desmatamento das matas de várzeas devido às atividades agrícolas. O trecho com mata ciliar em melhor estado de preservação nesta sub-bacia situa-se no rio Jaguaribe entre a cidade de Jaguaribe e o açude Lagoa Barra do Junqueira, trecho este que será inundado quando do enchimento total do lago do açude Castanhão.

Quanto à mata ciliar do rio Figueiredo, esta atinge uma extensão de apenas 16 km, ou seja, 13,0% da extensão total do seu talvegue, apresentando nos trechos mais preservados largura média de 146 m em cada margem. A região próxima a nascente apresenta-se bastante degradada pela ação antrópica. No trecho compreendido entre o Açude Novo e a cidade de Pereiro observa-se a presença de mata ciliar e caatinga de porte arbóreo densa protegendo ambas as margens, sendo constatado contudo a presença de áreas agrícolas significativas no entorno da cidade de Pereiro. No trecho Pereiro/Iracema a mata ciliar apresenta-se bastante fragmentada, predominando áreas antropizadas. A jusante da cidade de Iracema observa-se à substituição da vegetação



nativa por campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo, sendo notado um aumento progressivo das áreas antropizadas até a cidade de Alto Santo. O estado mais crítico de desmatamento da mata ciliar do rio Figueiredo é constatado do trecho a jusante de Alto Santo até a confluência com o rio Jaguaribe, onde se observa um alto grau de devastação predominando áreas irrigadas e antropizadas. A exemplo do que ocorre o rio Figueiredo, o riacho da Serra, também, apresenta sua mata ciliar bastante degradada, estando substituída em diversos trechos por apeamentos gramíneo/herbáceos, capoeiras de caatinga e cultivos agrícolas.

Dentre as atividades extrativas desenvolvidas no Médio Jaguaribe, as que mais se destacam são a exploração da oiticica nos municípios de Jaguaribe, Jaguaribara e Jaguaretama, castanha de caju em Pereiro e a extração de lenha em Potiretama.

A irrigação no Médio Jaguaribe encontra-se representada por quatro perímetros públicos em operação (perímetros Xique-Xique – 560,0 ha, Riacho do Sangue – 278,8 ha, Niterói – 30,0 ha e Ema – 42,0 ha). A irrigação difusa, por sua vez, encontra-se distribuída ao longo do rio Jaguaribe e tributários, mais precisamente nos trechos compreendidos entre as localidades de Cruzeirinho, em Icó, até o distrito de Mapuá, em Jaguaribe, e do antigo povoado de Poço Comprido, em Jaguaribara, até a confluência com o rio Figueiredo, onde se une com um trecho de área irrigada ao longo deste rio (cerca de 530,0 ha) que tem início na cidade de Alto Santo, prolongando-se a partir deste ponto até a região do Baixo Jaguaribe. Não foi constatada a ocorrência de áreas com irrigação difusa na bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra.

Destes perímetros irrigados, apenas o Ema encontra-se localizado na região da Bacia do Figueiredo, no território do município de Iracema, tendo como fonte hídrica o açude homônimo, que barra o riacho Bom Sucesso. O projeto conta com 18 irrigantes que exploram áreas médias de 2,35 ha irrigados por aspersão convencional. Apresenta, também, uma área de sequeiro com 293,1 ha. Ressalta-se que o referido perímetro não encontra-se posicionado na área de contribuição do Açude Riacho da Serra, visto que o riacho Bom Sucesso desagua diretamente no rio Figueiredo.

Na área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra observa-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo/herbáceo (cerca de 96,0% da área), a qual apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do riacho da Serra. Observa-se ao longo deste curso d'água e em alguns trechos de terras altas a substituição da caatinga por cultivos de subsistência (milho e feijão) e capineiras. Constata-se, ainda, a presença de



áreas degradadas pelo extrativismo da lenha e para formação de pastos, bem como áreas em descanso, prática associada à agricultura itinerante desenvolvida na região. As áreas com vegetação de caatinga de porte arbóreo encontram-se associadas, em geral, as regiões serranas posicionadas a sudeste (Serra Vermelha) e a sudoeste (Serra do Aimoré) do futuro reservatório.

Com exceção das regiões serranas acima mencionadas e das áreas associadas às chapadas do Apodi e do Atanásio/Caatinga Grande, quase toda a região da Bacia do Figueiredo, e conseqüentemente do riacho da Serra, é parte integrante da área identificada no Médio Jaguaribe pela SEMACE, como apresentando riscos de desencadeamento de processos de desertificação. Os municípios de Iracema é o que conta com maior extensão de área comprometida, apresentando 62,4% do seu território englobado nesta área. Em Alto Santo este percentual atinge 46,7% de sua área total.

O georeferenciamento elaborado no âmbito do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe através de imagens de satélite LANDSAT na escala 1:100.000, revela para a Bacia do Jaguaribe diversos segmentos de uso. Com relação às áreas que já sofreram a intervenção do homem para a prática da agricultura, pecuária e outros usos, constata-se que 27,4% da área total da Sub-bacia do Médio Jaguaribe já sofreu processo de antropização. As áreas preservadas nesta sub-bacia, correspondentes à vegetação nativa ocupam 65,6% da sua área total. O Desenho 07/09 do Volume II mostra o uso atual dos solos na região onde será implantado o empreendimento.

#### 4.2.3. Clima

##### 4.2.3.1. Generalidades

Segundo a classificação de Köppen, a área do empreendimento possui um clima do tipo BSw'h' - quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasada para o outono. Dentro dos parâmetros estabelecidos por Gaussen, o clima local é 4 bth - termoxeroquimênico médio tropical quente, com o período de estiagem durando de 5 a 6 meses e um índice xerotérmico entre 100 e 150.

Para caracterização do clima da área do projeto, optou-se pela adoção dos dados provenientes da estação hidroclimatológica de Morada Nova, a qual localiza-se relativamente próxima à área do estudo e apresenta uma boa disponibilidade e qualidade de dados. O Quadro 4.5 mostra os principais parâmetros climáticos da região do projeto, os quais são descritos a seguir.



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.5**  
**Parâmetros Climatológicos da Área do Projeto**  
**Estação Morada Nova**

Parâmetros Climatológicos	Unidade	Mês												Ano
		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
• Pluviometria Média	mm	78,7	112,8	214,5	186,7	115,7	70,6	33,8	11,6	9,5	4,4	5,0	29,0	872,2
• Temperatura Média	°C	26,9	27,3	26,7	26,6	26,7	26,0	26,0	26,6	27,6	27,9	28,4	28,3	27,1
• Temperatura Máxima Média	°C	35,1	33,8	32,3	31,9	31,9	31,8	32,6	34,2	35,3	36,1	34,5	35,7	33,8
• Temperatura Mínima Média	°C	22,3	23,5	23,0	21,8	22,6	21,4	20,8	20,6	21,4	22,1	20,8	22,9	21,9
• Umidade Relativa	%	65,8	72,0	80,3	79,5	75,0	73,7	67,6	61,4	57,5	58,0	58,3	61,4	67,5
• Insolação	h	232,6	203,1	206,3	197,9	233,5	248,9	259,0	279,9	282,7	297,0	279,2	262,7	2.982,6
• Nebulosidade	décimos	5,5	5,8	6,7	6,1	5,5	4,8	4,4	3,0	3,1	3,3	3,9	4,5	4,7
• Evaporação de Piché	Mm	207,7	149,8	87,7	90,1	112,4	123,7	179,6	243,8	246,7	279,3	259,9	249,5	2.235,3
• Evapotranspiração Potencial	mm	189,1	150,0	135,0	126,4	120,3	117,5	142,0	172,3	183,1	201,4	196,2	202,0	1.935,3

FONTE: INMET, Normais Climatológicas (1961/1990). Brasília, INMET, 1992.



#### *4.2.3.2. Pluviometria*

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre, 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 março/maio respondendo por 59,3% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice atinge 89,3%. A pluviometria média anual é de 872,2 mm, podendo-se constatar desvios acentuados em torno desta média, em decorrência da distribuição irregular das chuvas.

#### *4.2.3.3. Temperatura*

A temperatura média anual oscila entre 26,0°C e 28,4°C, apresentando, no decorrer do dia, valores mínimos entre 6 e 7 horas e máximos entre 14 e 15 horas. Os meses de outubro, novembro e dezembro apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de junho e julho. A média das máximas é de 33,8°C e a média das mínimas é de 21,9°C. Devido à proximidade da linha do Equador, a oscilação térmica anual não ultrapassa a 3°C.

#### *4.2.3.4. Umidade Relativa*

A umidade relativa média anual para uma série de dados compreendida entre 1961 e 1990, é de 67,5%. A umidade relativa apresenta seus maiores valores no trimestre mais úmido (março/maio), quando ultrapassa 79,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 58,0%, de agosto a dezembro.

#### *4.2.3.5. Ventos*

Os ventos atingem velocidades variáveis entre 1,9 e 3,4 m/s na estação chuvosa e entre 3,4 e 4,4 m/s na estação seca, observando-se uma média anual de 3,2 m/s. A direção predominante dos ventos é Nordeste, na primeira dominância, enquanto que os ventos leste mostram-se relevantes na segunda dominância. Vale ressaltar a ocorrência de uma circulação mar-terra de intensidade forte a moderada, conhecida na região por "Aracati", que percorre o vale do Jaguaribe a partir das primeiras horas da noite.



#### 4.2.3.6 - Insolação e Nebulosidade

A insolação média anual é da ordem de 2.982,6 horas, o que corresponderia, em tese, a aproximadamente 68,0% dos dias do ano, com luz solar direta. O trimestre de maior insolação é o de agosto/outubro e o de menor insolação é o de fevereiro/abril.

A nebulosidade definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, chegando a atingir 6,7 décimos no período março/abril e o mínimo de 3,0 décimos no mês de agosto, período de estiagem. A nebulosidade média anual é de 4,7 décimos.

#### 4.2.3.7. Evaporação

A evaporação média anual é da ordem de 2.235,3mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 65,3% do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 9,3mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 2,9mm/dia, sendo que o trimestre março/maio responde por apenas 12,9% da evaporação anual.

#### 4.2.3.8. Evapotranspiração Potencial (ETP)

A evapotranspiração média anual é de 1.933,0mm, com variações mensais entre 117,0mm (junho) e 202,0mm (dezembro). O período de maior evapotranspiração é o de outubro/dezembro e o de menor evapotranspiração o de abril/junho.

#### 4.2.3.9. Sinopse Climática

Em síntese, o clima da área do projeto é caracterizado pelos seguintes indicadores:

Pluviometria média anual .....	872,2mm
Semestre chuvoso e índice de concentração .....	jan/jun (89,3%)
Trimestre úmido .....	mar/mai
Trimestre seco.....	set/nov
Mês de maior pluviosidade.....	março
Temperatura média anual.....	27,1°C
Média das temperaturas mínimas .....	21,9°C
Média das temperaturas máximas .....	33,8°C



Amplitude das médias extremas.....	11,9°C
Umidade relativa média anual.....	67,5%
Período de maior umidade relativa .....	mar/mai
Período de menor umidade relativa .....	set/out
Insolação média anual .....	2.982,6 h
Período de maior insolação.....	ago/out
Período de menor insolação.....	fev/abr
Velocidade média dos ventos.....	4,7 m/s
Direção predominante dos ventos .....	NE e E
Evaporação média anual (Piché).....	2.235,3mm
Período de maior evaporação.....	out/dez
Período de menor evaporação.....	mar/mai
Evapotranspiração potencial média anual (ETP).	1.933,0mm
Período de maior ETP .....	out/dez
Período de menor ETP .....	abr/jun

#### 4.2.4. Recursos Hídricos

##### *4.2.4.1. Recursos Hídricos Superficiais*

###### **a) Hidrografia**

A bacia hidrográfica do riacho da Serra até o local do barramento, na localidade de Cacimba do Cunha, em Alto Santo, abrange uma área de 173,4 km<sup>2</sup>, estando situada na Sub-bacia do Médio Jaguaribe, mais especificamente na bacia do rio Figueiredo, da qual o riacho da Serra se constitui num dos principais tributários.

A bacia hidrográfica do rio Jaguaribe drena uma área de cerca de 72.043 km<sup>2</sup>, abrangendo quase metade do território cearense (48,7%), com o rio principal percorrendo um total de 633 km, desde suas cabeceiras até desaguar no Oceano Atlântico, nas proximidades da cidade de Aracati. Apresenta seu território subdividido em cinco sub-bacias, Salgado, Alto Jaguaribe, Banabuiú, Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe, das quais apenas a penúltima integra a área objeto do presente estudo (Desenho 08/09 do Volume II).





O trecho do rio Jaguaribe pertencente à sub-bacia de médio curso drena uma área de 10.509km<sup>2</sup> , apresentando uma extensão aproximada de 171km, medidos desde a inflexão do seu curso logo a jusante do Açude Orós até as imediações da cidade de Limoeiro do Norte. As declividades nesse trecho do rio variam de 0,02% a 0,83%, com uma média de 0,06%. Destacam-se como principais afluentes do Médio Jaguaribe, os rios Salgado e Figueiredo, pela margem direita, e os riachos Manoel Lopes e do Sangue, pela margem esquerda.

O regime do rio Jaguaribe nesse trecho, até a foz, é perene em virtude da regularização proporcionada pelo açude Orós (2.100hm<sup>3</sup>), situado na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, perfazendo um total de 280,0km de trechos perenizados. Ao longo do médio curso, os trechos perenizados correspondem a 70,0km no município de Jaguaribara; 45,0km, no município de Jaguaribe; 25,0km no município de Alto Santo; outros 25,0km no município de São João do Jaguaribe; e 7,0km no município de Tabuleiro do Norte. Dentre os afluentes que apresentam trechos perenizados citam-se os riachos Feiticeiro (25,0km) e do Sangue (30,0km).

Nesta sub-bacia o Açude Riacho da Serra barrará o riacho homônimo, cuja bacia hidrográfica drena uma área de 173,4km<sup>2</sup>. O riacho da Serra nasce na Serra do Aimoré e desemboca no rio Figueiredo à sudeste da cidade de Alto Santo, destacando-se como seus formadores os riachos do Aimoré e das Flores.

O nível de açudagem na região do Médio Jaguaribe é baixo, destacando-se atualmente, os açudes Ema (10,4hm<sup>3</sup>), em Iracema; Taborna (10,2hm<sup>3</sup>) e Saldanha (11,4hm<sup>3</sup>), em Alto Santo; Joaquim Távora (23,6hm<sup>3</sup>), em Jaguaribe e Riacho do Sangue (61,4hm<sup>3</sup>), em Solonópole. Estima-se que o número total de açudes nesta sub-bacia atinja 1.300 unidades, com volume global de armazenamento de aproximadamente 567hm<sup>3</sup>. Atualmente encontra-se em construção nesta sub-bacia, o açude Castanhão com capacidade para acumular 4.452hm<sup>3</sup>. Na bacia do rio Figueiredo constata-se a presença de 62 reservatórios com capacidades de acumulação variando de 150.000m<sup>3</sup> a 11,4hm<sup>3</sup>, com destaque para os açudes Saldanha, Ema e Taborna. Na bacia do riacho da Serra merece destaque apenas o açude Mancinho, posicionado a montante do futuro Açude Riacho da Serra, não exercendo, no entanto, influência hidrológica sobre o futuro reservatório dado o seu pequeno porte.



## **b) Fontes de Poluição Hídrica Existentes e Potenciais**

### Poluição por Efluentes de Esgoto Urbano

Um dos principais problemas enfrentados pela região da Bacia do Jaguaribe é a poluição dos seus recursos hídricos. Figuram como principais fontes de poluição o lançamento de efluentes domésticos, industriais e hospitalares a céu aberto, ou sua canalização direta para os cursos d'água sem tratamento prévio, e a precariedade das soluções individuais (fossas).

Na Sub-bacia do Médio Jaguaribe as cidades com maior potencial poluidor dos recursos hídricos são Jaguaribe e Tabuleiro do Norte. Apenas uma sede municipal desta sub-bacia é provida com esgotamento sanitário, São João do Jaguaribe, com índice de cobertura de 39,3%, cujos efluentes do sistema são lançados no rio Jaguaribe. O município de Jaguaribe conta com projeto para implantação de esgotamento sanitário de sua sede desenvolvido no âmbito do PASS/BID, com o tratamento dos efluentes centrado no uso de lagoas de estabilização.

Objetivando analisar o potencial das cargas poluidoras aportantes aos recursos hídricos no território dos municípios de Alto Santo e Iracema, foram estimadas as vazões de efluentes sanitários gerados pelos núcleos urbanos aí existentes, bem como as contribuições em termos de carga orgânica (DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, STD, Cloretos e Alcalinidade), cujos resultados são apresentados no Quadro 4.6. As cidades de Iracema e Alto Santo contribuem com um aporte de efluentes sanitários de 10,48 l/s e 6,35 l/s, enquanto que os distritos de Castanhão, Ema e São José apresentam vazões de efluentes sanitários variando de 0,17 l/s a 1,30 l/s. Ressalta-se, no entanto, que nenhum destes núcleos urbanos encontra-se posicionado na bacia de contribuição do futuro Açude Riacho da Serra, sendo os riscos de poluição das águas aí represadas pelo aporte de efluente sanitários considerados nulos.

Quanto à poluição do aquífero Aluvial, por efluentes sanitários das cidades localizadas sobre este manancial, que serve de fonte hídrica para o abastecimento de boa parte dos núcleos urbanos da região. Apenas a cidade de Alto Santo, na bacia do rio Figueiredo, está enquadrada nesta situação.

**Quadro 4.6 - Cargas Poluidoras dos Efluentes Domésticos**

Municípios/Distritos	Ano 2000							
	Cargas Poluidoras (kg/dia)							
	População (hab)	Vazão Efluente Sanitário (l/s)	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	STD	Cloretos	Alcalinidade
Alto Santo	5.445	7,31	0,37	0,06	0,01	0,87	0,04	0,18
Alto Santo	4.732	6,35	0,32	0,05	0,01	0,76	0,04	0,16
Castanhão	713	0,96	0,05	0,01	0,00	0,11	0,00	0,02
Iracema	8.258	11,95	0,60	0,09	0,03	1,44	0,07	0,29
Ema	968	1,30	0,06	0,01	0,00	0,16	0,01	0,03
Iracema	7.164	10,48	0,53	0,08	0,03	1,26	0,06	0,26
São José	126	0,17	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
Total	13.703	19,26	0,97	0,15	0,04	2,31	0,11	0,47

### Poluição Industrial

A Sub-bacia do Médio Jaguaribe abriga 19,2% das indústrias potencialmente poluidoras dos recursos hídricos existentes na Bacia do Jaguaribe, destacando-se onze fábricas de laticínios, todas localizadas no município de Jaguaribe; três indústrias de detergentes, sendo uma em Tabuleiro do Norte e as outras em Jaguaribe; e uma indústria Têxtil em Pereiro. Os municípios de Iracema e Alto Santo não contam com indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos em seus territórios. Ressalta-se, no entanto, que, a exemplo do que ocorre no Estado do Ceará como um todo, o ramo Matadouros e Frigoríficos encontra-se presente na quase totalidade dos municípios da Sub-bacia do Médio Jaguaribe, funcionando, geralmente, de forma clandestina, sem registro nos órgãos competentes, não apresentando condições mínimas de abate

Na bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra, por sua vez, não foi constatada a presença de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos, visto que o seu território não conta com núcleos urbanos.

### Impactos Associados às Atividades Agrícolas

A atividade hidroagrícola na Sub-bacia do Médio Jaguaribe apresenta-se bastante expressiva, estando em operação quatro perímetros públicos de irrigação, cujas áreas totalizam 440,8ha, conforme pode ser visualizado no Quadro 4.7. Destes, apenas os perímetros irrigados Ema e Xique-xique encontram-se posicionados nos territórios dos municípios de Iracema e Alto Santo, respectivamente, entretanto, ambos estão



localizados fora da área da bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra, estando o primeiro situado ao longo das várzeas do riacho Bom Sucesso e o outro nos tabuleiros que margeiam o rio Jaguaribe. Atualmente encontra-se em implantação os perímetros irrigados Altinho (202,0ha), em Tabuleiro do Norte e Curupati (528,5ha), em Jaguaribara, ambos situados fora da bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra.

A irrigação desenvolvida pela iniciativa privada apresenta-se bastante expressiva na região do Médio Jaguaribe, chegando a representar 45,0% da área total irrigada, nesta sub-bacia. Compreende dois trechos ao longo do rio Jaguaribe, um dos quais se estende da localidade de Cruzeirinho, em Icó, até as proximidades de Mapuá, distrito de Jaguaribe, e o outro trecho se estende das imediações do eixo da barragem Castanhão, une-se com a área irrigada ao longo do rio Figueiredo que tem início a jusante da cidade de Alto Santo, e prolonga-se até a região do Baixo Jaguaribe. Não foi constatada a presença de áreas de irrigação difusa na bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra, podendo os riscos de poluição das águas aí represadas pelo aporte de agrotóxicos serem considerados praticamente nulos.

**Quadro 4.7 - Médio Jaguaribe - Perímetros Públicos de Irrigação**

<b>Bacia Hidrográfica/Município</b>	<b>Projeto</b>	<b>Área (ha)</b>
Alto Santo	Xique-Xique (1ª Etapa)	90,0
Iracema	Ema	42,0
Solonópole	Niterói	30,0
Jaguaretama	Riacho do Sangue	278,8
Área Total Irrigada (ha)		440,8

Fonte: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará, 1997. Fortaleza, 1998.

### Riscos de Salinização das Águas Represadas

As condições climáticas da região, caracterizadas pelas altas taxas de evaporação, aliadas à localização de açudes em áreas onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) nas suas bacias de contribuição, torna relativamente elevado os riscos de salinização das águas aí represadas. Caso estes solos não estejam presentes, o risco é baixo e nas situações intermediárias o risco é médio. Entretanto esse risco depende também das



condições de renovação da água do açude, que podem ser representadas pelo tempo médio de detenção da água no reservatório. Tempo de detenção superior a um ano significa risco alto, entre um ano e seis meses, risco médio e menos de seis meses, risco baixo.

No caso específico do Açude Riacho da Serra, não se observa na sua bacia de contribuição, nem tão pouco na área de sua bacia hidráulica a presença de solos salinos, o que aliado ao fato do tempo de detenção da água no reservatório não se apresentar muito significativo (0,9anos), reduz sensivelmente os riscos de salinização das águas aí represadas. Assim sendo, esta questão não precisa ser considerada na operação deste reservatório

### **c) Qualidade das Águas Superficiais**

Não foi possível apresentar no presente relatório dados sobre a qualidade das águas do riacho da Serra em termos físico-químicos e bacteriológicos, devido ao seu caráter intermitente, devendo por ocasião do período chuvoso ser efetuada pela SRH uma campanha de amostras com esta finalidade.

Para análise da qualidade dos recursos hídricos superficiais da região foram apropriados, então, os dados do Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade efetuado pela COGERH, na Bacia do rio Figueiredo da qual o riacho da Serra se constitui num dos principais tributários.

Quanto ao nível de salinidade, as campanhas de monitoramento empreendidas pela COGERH, em meados de 2001, revelam que os cinco açudes monitorados na bacia do rio Figueiredo (açudes Aduino Bezerra, Canafístula, Ema, Madeiro e Potiretama) apresentam águas com níveis de salinidade média (CE entre 0,25 e 0,75 miliSiemens, a 25°C) a alta (CE entre 0,75 e 2,25 miliSiemens, a 25°C), conforme pode ser visualizado no Quadro 4.8. Ressalta-se, no entanto, que nenhum destes reservatórios encontram-se posicionados na área da bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra.

**Quadro 4.8 - Nível de Salinidade dos Reservatórios**

Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m <sup>3</sup> )	Cota (m)	Volume (%)	Cloretos (mg/l)	Cond. Elétrica (mS/cm)	Classe Irrigação
Adauto Bezerra	Pereiro	5.250.000	96,76	38,85	178,8	0,800	C <sub>3</sub>
Canafistula	Iracema	13.109.999	96,62	25,62	75,6	0,520	C <sub>2</sub>
Ema	Iracema	10.390.000	17,96	15,72	61,8	0,500	C <sub>2</sub>
Madeiro	Pereiro	2.809.999	86,84	18,25	67,7	0,530	C <sub>2</sub>
Potiretama	Potiretama	6.329.999	91,84	5,34	515,8	1,730	C <sub>3</sub>

FONTE: COGERH/SEMACE, Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará. Fortaleza, COGERH, 2001 (Boletim Informativo).

#### 4.2.4.2 - Recursos Hídricos Subterrâneos

Os sistemas aquíferos que ocorrem na bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra podem ser classificados como aquíferos sedimentares, representados pelas Aluviões do referido riacho, e cristalinos, estes últimos chegando a ocupar cerca de 96,0% da área da bacia. Dentro do contexto aqui estudado, a implantação do Açude Riacho da Serra poderá influir na alimentação destes aquíferos através de processos de infiltração vertical.

O aquífero cristalino apresenta a sua capacidade de armazenamento associada à extensão, grau de abertura e conexão das zonas de fraturamento das rochas. A recarga é feita através da pluviometria, rede hidrográfica e Aluviões, apresentando, no entanto, a circulação restrita. A alimentação, em geral, está condicionada à presença das Aluviões nos leitos dos cursos d'água, ou a mantos de intemperismo, sendo fora destas zonas as possibilidades de alimentação das fendas praticamente nulas.

Apresentam baixa vulnerabilidade à poluição, devido à baixa permeabilidade dos litótipos, que impedem o avanço acelerado das cargas poluentes quando comparado com outros aquíferos, apresentando tempo de trânsito de uma carga contaminante maior.

Quanto à qualidade das águas, o aquífero cristalino apresenta águas de baixa qualidade, dado a elevada concentração salina, que está relacionada a três causas básicas: concentração de sais da rocha, decorrente da circulação deficiente; solubilização de sais da rocha em consequência de um longo tempo de contato, e infiltração de sais do meio



não saturado para o interior dos aquíferos durante o processo de recarga através das águas pluviais.

O aquífero Aluvial apresenta 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, na área em apreço, é considerado médio. Quanto à qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade a poluição, apresentam águas de boa potabilidade com resíduo seco, quase sempre, inferior a 500mg/l. Apresentam boa permeabilidade e boa capacidade de armazenamento (porosidade).

### **4.3. MEIO BIÓTICO**

#### **4.3.1. Flora**

A cobertura vegetal predominante na área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra é a caatinga hiperxerófila, a qual se caracteriza por apresentar elevado grau de xerofitismo, caráter caducifoliar e frequência de plantas espinhosas. Em termos fitofisionômicos a cobertura vegetal da área apresenta na sua quase totalidade uma fisionomia arbustiva densa com espécies arbóreas remanescentes, apresentando-se relativamente degradada nas imediações das várzeas do riacho da Serra. Encontra-se associada aos domínios do embasamento cristalino, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade e presença de pedregosidade superficial.

Na área da bacia hidráulica do reservatório a caatinga hiperxerófila apresenta-se relativamente descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura itinerante, pecuária extensiva e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada, sendo relativamente comum o aparecimento de uma vegetação secundária (capoeira) que não oferece nenhuma proteção ao solo e não possui nenhum valor econômico.

Aparecem entre as espécies arbóreas desta comunidade: pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), aroeira (*Schinus terenbinthifolius*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), pau d'arco roxo



(*Tabebuia impetiginosa*), angico (*Piptadenia macrocarpa*) e jucá (*Caesalpinia ferrea*), entre outras. O estrato arbustivo é composto por marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), matapasto (*Cassia sericea*), velame (*Croton campestris*) e mofumbo (*Combretum leprosum*). Nas áreas com cobertura vegetal degradada é comum a presença da jurema preta (*Mimosa acutitipula*).

Na planície fluvial do riacho da Serra e de seus tributários observa-se a presença de uma mata ciliar, que contrasta com a vegetação caducifólia e de baixo porte dos interflúvios. Dentre as espécies que habitam esse ecossistema figuram a carnaúba (*Copernicea prunifera*), o mulungu (*Erythrina velutina*), o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e a oiticica (*Licania rigida*), além de espécies arbustivas, gramíneas, ciperáceas e trepadeiras. A mata ciliar do riacho da Serra apresenta-se bastante descaracterizada, estando substituída em diversos pontos por capeamentos gramíneo/herbáceos e capoeiras de caatinga de porte arbustivo.

Quanto aos aspectos biológicos dos reservatórios existentes na região, dado o regime intermitente dos cursos d'água estes sistemas lacustres são pouco expressivos, apresentando o zoneamento vertical padrão dos acúmulos d'água regionais, ou seja:

- Zona limnítica, caracterizada pela ausência de macrófitas;
- Zona flutuante/bentônica, onde dado a escassez d'água na região, os açudes apresentam uma redução na diversidade e na biomassa das comunidades betônicas, favorecendo espécies flutuantes como capa rosa (*Lemna minor*), aguapé (*Eichhornia crassipes*), etc;
- Zona anfíbia, onde se constata a ocorrência de espécies vegetais como junco (*Eleocharis* sp.), tabua (*Typha* sp.) e salsa (*Ipomoea asarifolia*);
- Zona ecótona, cuja cobertura vegetal é constituída por espécies como calumbi (*Mimosa pigra*) e salsa (*Ipomoea asarifolia*).

O Quadro 4.9 apresenta uma listagem das principais espécies da flora existentes na área do projeto.





MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.9**  
**Inventário da Flora da Região do Projeto**

Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Formas de Aproveitamento (1)				Ecossistema (2)			Estrato	Nível de Ocorrência
			MA	FR	ME	EC	CH	LR	ZA		
ANACARDIACEAE	Schinus terebinthifolius	Aroeira	X		X		X			arbóreo	raro
APOCINACEAE	Aspidosperma pirifolium	Pereiro	X				X	X		arbóreo	ocasional
ASCLEPIADACEAE	Calotropis gigantea	Ciumeiro			X	X	X		X	arbustivo	ocasional
BIGNONIACEAE	Tabebuia impetiginosa	Pau d'Arco Roxo	X				X			arbóreo	raro
BORRAGINACEAE	Auxemma oncocalix	Pau branco	X		X		X	X		arbóreo	raro
CACTACEAE	Cereus jamacaru	Mandacaru				X	X			arbustivo	freqüente
	Cereus gounellei	Xique-xique					X			arbustivo	freqüente
CAPARIDACEAE	Cleome spinosa	Mussambê			X			X		arbustivo	freqüente
CYPERACEAE	Eleocharis sp.	Junco						X		herbáceo	freqüente
COMBRETACEAE	Combretum leprosum	Mofumbo			X		X	X		arbustivo	abundante
CONVOLVULACEAE	Ipomoea asarifolia	Salsa					X	X	X	herbáceo	abundante
EUPHORBIACEAE	Croton sanderianus	Marmeleiro Preto	X		X		X	X		arbustivo	abundante
	Croton campestris	Velame			X		X	X		arbustivo	abundante
	Jatropha gossypifolia	Pinhão-roxo				X			X	arbustivo	abundante
	Jatropha urens	Cansação			X		X			arbustivo	freqüente
	Lemna minor	Capa rosa			X			X		aquática	abundante
GRAMINEAE	Brachiaria plantaginea	Capim milhã				X	X	X	X	herbáceo	abundante
	Elyonurus adustus	Capim amargoso					X			herbáceo	abundante
LABIADACEAE	Hyptis suaveolens	Bamburral			X		X		X	subarbustivo	freqüente
LEGUMINOSAE (CAES)	Caesalpinia ferrea	Jucá			X	X	X			arbóreo	Raro
	Caesalpinia pyramidalis	Catingueira	X		X	X	X	X		arbóreo	Ocasional
	Cassia sericea	Matapasto			X	X	X		X	arbustivo	Abundante

**Quadro 4.9 (cont.)**  
**Inventário da Flora da Região do Projeto**

Familia	Nome Científico	Nome Vulgar	Formas de Aproveitamento (1)				Ecossistema (2)			Estrato	Nível de Ocorrência
			MA	FR	ME	EC	CH	LR	ZA		
LEGUMINOSAE (MIM)	Mimosa caesalpiniaefolia	Sabiá	X		X	X	X	X		arbóreo	raro
	Piptadenia macrocarpa	Angico	X		X	X	X			arbóreo	raro
	Mimosa acustistipula	Jurema preta	X		X		X		X	arbóreo/arbustivo	abundante
	Mimosa pigra	Calumbi						X		arbustivo	freqüente
	Mimosa sensitiva	Malícia					X		X	arbustivo	freqüente
LEGUMINOSAE (PAPIL)	Erythrina velutina	Mulungu			X		X	X		arbóreo	freqüente
	Geoffraea spinosa	Marizeira		X	X	X		X		arbóreo	ocasional
	Luetzelburgia auriculata	Pau Mocó					X			arbóreo	ocasional
	Stylosanthes angustifolia	Vassourinha				X	X			arbustivo	abundante
NYMPHACEAE	Nymphaea ampla	Aguapé da flor branca						X		aquática	freqüente
NICTAGINACEAE	Boerhaavia hirtusa	Pega-pinto			X	X	X			herbáceo	abundante
PALMACEAE	Copernicia prunifera	Carnaúba	X		X	X		X		arbóreo	Abundante
PONTEDERIACEAE	Eichhornia crassipes	Aguapé da flor roxa			X	X		X		aquática	freqüente
RANACEAE	Zizyphus joazeiro	Juazeiro		X	X	X	X	X		arbóreo	ocasional
ROSACEAE	Licania rígida	Oiticica	X			X		X		arbóreo	ocasional
TYPHACEAE	Typha sp.	Tabua						X		aquática	freqüente

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2000

Braga, R., Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará. Fortaleza, 1953. 523 p.

(1) MA = Valor madeiro, FR = Produtora de fruto comestível, ME = Valor medicinal e EC = Valor econômico (forrageiro, químico, etc.).

(2) CH = Caatinga hiperxerófila, LR = Ambiente lacustre ribeirinho e ZA = Zona antrópica.

(3) Espécies introduzidas na região.



#### 4.3.2. Fauna

A semi-aridez característica da região aliada aos desmatamentos e a caça predatória, vem contribuindo para redução das populações e do número espécies da fauna. Os mamíferos de grande e médio porte se encontram extintos ou em vias de extinção na região, sendo os espécimes remanescentes de pequeno tamanho e reprodutivamente prolíficos, apresentando em geral, hábitos noturnos.

Os mamíferos de maior porte são, em geral, arredios, refugiando-se nas áreas serranas e outros locais de difícil acesso, tendo como membros: gato mourisco, gato maracajá, gato do mato e veado, etc. Os mamíferos de pequeno e médio porte por serem mais ágeis para fugir habitam nas caatingas e capoeiras, podendo-se citar como exemplos: preá, tatu, peba. Algumas espécies freqüentam, também, áreas antropizadas, entre elas raposa, peba, preá e cassaco. Os mamíferos não possuem espécies típicas do ambiente lacustre/ribeirinho, contudo algumas espécies costumam freqüentar esta região em busca de água.

A situação dos mamíferos na região do projeto pode ser sintetizada da seguinte forma: espécies extintas ou ameaçadas de extinção - gato mourisco, gato maracajá, gato do mato, veado, tatu; espécies freqüentes - peba, cassaco; espécies abundantes - preá, raposa, guaxinim.

A avifauna apresenta-se diversificada, abrangendo todos os níveis tróficos, entretanto sofre com a caça predatória dado os seus valores canoros. A situação das aves na área pode ser sintetizada da seguinte forma: espécies extintas ou ameaçadas de extinção - periquito, seriema, carcará, sabiá; espécies freqüentes e/ou abundantes - rolinhas, pardal, galo de campina, garça, tetéu, nambus, anuns.

Observa-se na região o predomínio de grupos de aves adaptadas ao ambiente hostil da caatinga, podendo-se mencionar entre estas espécies: rolinhas, juriti, avoante, graúna, corrupião, nambus, galo de campina, golinha, sabiá, carcará e gavião, entre outros. Dentre as aves que freqüentam as áreas de entorno dos ecossistemas aquáticos figuram galinha d'água, golinha, galo de campina, anuns, corrupião, papa arroz, carcará e tetéu, entre outros. Já as zonas antropizadas são visitadas por um pequeno número de espécies, as quais se apresentam mais adaptadas à presença humana: pardal, anuns, tetéu, garça carrapateira, carcará.



Os répteis da região estão representados predominantemente por lagartos e ofídeos. Os camaleões e tejos são freqüentes, embora sofram a ação da caça e do desmatamento. As cobras não venenosas apresentam-se abundantes, principalmente, nas imediações dos cursos e mananciais d'água. As cobras venenosas, por sua vez, tem com espécies mais citadas a jararaca, a cascavel e a coral verdadeira, as quais são relativamente raras dado o combate que lhes é dado pela população rural.

A maioria dos répteis da região vive nas caatingas e capoeiras (camaleões, tejus, tijubinas), ocorrendo ainda espécies de ofídeos e lagartos que visitem com freqüência as áreas de entorno dos cursos e mananciais d'água.. Nas áreas antrópicas é relativamente comum a presença de calangos.

O grupo faunístico que apresenta maior diversidade de espécies e um maior contingente populacional na área do estudo são os insetos, os quais estão representados principalmente por espécies fitófagas (bicudo, abelhas, formigas, borboletas, lagartas, etc.), ocorrendo, também, a presença de espécies hematófagas (muriçoca, mutuca). A maioria dos insetos vive nas áreas de caatinga e várzeas dos cursos d'água, entretanto o número de espécies que freqüenta as zonas antrópicas é, também, relativamente significativo, com destaque para: bicudo do algodoeiro, mosca comum, muriçoca, gafanhoto, barata, entre outros.

Os aracnídeos estão representados por aranhas, escorpiões e lacraias, tendo como habitat principal a caatinga, constituindo exceção algumas espécies de aranhas que ocorrem, também, nas áreas de várzeas e zonas antrópicas.

A ictiofauna da região encontra-se representada por um pequeno número de espécies, que apresentam-se adaptadas à ecologia regional. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, cará, piaba e piau comum. Foi constatada na área a presença da traíra, do tucunaré, da pirambeba e da piranha, espécies carnívoras consideradas inimigas da piscicultura. Algumas espécies de peixes executam o fenômeno da piracema na época da desova (curimatã, piau, piaba). Foi constatada a presença de espécies icticas exóticas, aclimatizadas nos açudes da região tais como a carpa comum, bem como espécies provenientes de outras bacias nacionais como o tambaqui da Bacia Amazônica.

Os anfíbios, representados por sapos rãs habitam as áreas de entorno dos cursos e mananciais d'água, alimentando-se preferencialmente de insetos. O Quadro 4.10 sumariza as espécies da fauna existentes na região.



#### 4.3.3. Espécies Florísticas e Faunísticas Endêmicas

Não existe para o Estado do Ceará, estudo específico 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 de 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 pelo Herbário Prisco Viana da UFC - Universidade Federal do Ceará e o inventário de plantas representativas do Nordeste, especialmente do Ceará, elaborado por BRAGA (1976), com a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção, publicada pela Portaria IBAMA no. 06-N, de 15 de janeiro de 1992, constata-se que apenas cinco espécies florísticas encontradas no território cearense integram a citada lista: *Astronium urundeuva* Engl (Aroeira da Serra ou Aroeira Legítima), *Schinopsis brasiliensis* Engl. Var *glabra* Engl. (Braúna), *Dorstenia cayapia* Vell. (Contra-Erva), *Pilocarpus trachylophys* Holmes (Jaborandi-do-Ceará ou Arruda do Mato) e *Pilocarpus jaborandi* Holmes (Jaborandi Branco). As duas primeiras espécies estão enquadradas na categoria vulnerável, enquanto que as demais se encontram em perigo de extinção.



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.10 - Inventário da Fauna da Área do Projeto**

Classe	Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Habitat <sup>(1)</sup>			Nível de Ocorrência
				CH	LR	ZA	
AVIS	Accipitridae	<i>Polyborus plancus brasiliensis</i>	Gavião	X		X	ocasional
	Ardeidae	<i>Casmerodius albus</i>	Garça		X		ocasional
	Columbidae	<i>Columbina minuta</i>	Rolinha Pé de Anjo	X			abundante
		<i>Columbina picui</i>	Rolinha Branca	X			abundante
		<i>Scardafella squammata</i>	Rolinha Cascavel	X			abundante
		<i>Zenaida auriculata virgata</i>	Avoante	X			ocasional
		<i>Leptoptila verreauxi</i>	Juriti	X			freqüente
	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Sabiá Branca	X			raro
	Cantharidae	<i>Caragyps atuatus</i>	Urubu	X		X	freqüente
		<i>Cariama cristata</i>	Seriema		X		raro
	Tinamidae	<i>Crypturellus parvirostris</i>	Nambu de Pé Vermelho	X			freqüente
		<i>Crypturellus tataupa</i>	Nambu de Pé Roxo	X			freqüente
	Falconidae	<i>Polyborus plancus</i>	Carcará	X	X	X	freqüente
	Fringillidae	<i>Paroaria dominicana</i>	Galo de Campina	X	X		freqüente
		<i>Sporophila albogularis</i>	Golinha		X		freqüente



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.10 (Cont.)  
Inventário da Fauna da Área do Projeto**

Classe	Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Habitat <sup>(1)</sup>			Nível de Ocorrência
				CH	LR	ZA	
	Cuculidae	Crotophaga ani	Anum Preto	X	X	X	abundante
		Guira guira	Anum Branco		X	X	freqüente
	Icteridae	Gnorinopsar chopi	Graúna	X			freqüente
		Icterus jamacaii	Currupião Vermelho	X			freqüente
		Agelaius ruficapillus	Papa-Aroz	X			freqüente
	Picidae	Colaptes campestris	Pica-pau de Campo	X			freqüente
		Leuconerpes candidus	Pica-pau Branco	X			freqüente
	Piscitacidae	Forpus xanthopterygius	Periquito Papacu		X		raro
	Ploceidae	Passer domesticus	Pardal			X	abundante
	Strigidae	Speotyto cunicularia	Coruja	X			ocasional
		Fulica armillata	Galinha d'Água		X		ocasional
	Caradriidae	Belnopterus chilensis cayennensis	Tetéu		X		abundante
INSECTA <sup>(2)</sup>	Hymenoptera	Vários gêneros e espécies	Abelhas	X			ocasional
		Vários gêneros e espécies	Formiga	X	X	X	abundante
	Diptera	Musca domestica	Mosca comum			X	abundante
		Vários gêneros e espécies	Mutuca	X			freqüente
		Vários gêneros e espécies	Muriçoca			X	abundante
	Homoptera	Periplaneta americana	Barata			X	freqüente



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.10 (Cont.)**  
**Inventário da Fauna da Área do Projeto**

Classe	Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Habitat <sup>(1)</sup>			Nível de Ocorrência
				CH	LR	ZA	
	Lepdoptera	Vários gêneros e espécies	Borboletas e Lagarta	X	X	X	abundante
	Orthoptera	Schistocerca gregaria	Gafanhoto	X		X	ocasional
ARACHINIDA	Araneidea	Vários gêneros e espécies	Aranha	X	X	X	abundante
	Scorpionidae	Bothriurus sp	Escorpião	X			raro
CHILOPODA	-	Scutigera aracnoide	Lacraia	X			ocasional
MAMMALIA	Felidae	Felis wiedii	Gato Maracajá	X			raro
		Felis yagouaroundi	Gato Mourisco	X	X		raro
		Felis tigrina	Gato do Mato	X			raro
	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus novemcinctus	Tatu	X	X		raro
		Euphractus sexcinctus setosus	Peba	X	X		ocasional
	Didelphidae	Didelphis sp.	Cassaco	X		X	freqüente
	Caviidae	Galea spixii spixii	Preá	X	X		abundante
	Cervidae	Mazama rufina nana	Veado garapu	X			raro





MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.10 (Cont.)  
Inventário da Fauna da Área do Projeto**

Classe	Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Habitat <sup>(1)</sup>			Nível de Ocorrência
				CH	LR	ZA	
	Procyonidae	Procyon cancrivorus cancrivorus	Guaxinim	X	X		abundante
	Canidae	Cerdocyon tous azarae	Raposa	X	X		abundante
REPTILIA	Iguanidae	Iguana iguana	Camaleão	X			freqüente
	Teiidae	Cnemidophorus ocellifer	Calango			X	freqüente
		Ameiva ameiva	Tijubina	X			freqüente
		Tupinambis teguixin	Teju	X			freqüente
	Viperidae	Bothrops erythromelas	Jararaca	X			rara
		Crotalus terrificus terrificus	Cascavel	X			rara
		Micrurus ibiboboca	Coral	X	X		rara
	Colubridae	Philodryas olfersii	Cobra verde	X			freqüente
		Dryophylax pallidus	Cobra corre campo	X			freqüente
		Clelia occipolutea	Cobra preta	X	X		freqüente
AMPHIBIA	Bufo	Bufo bufo	Sapo		X		ocasional
	Ranidae	Vários Gêneros e Espécies	Rã		X		ocasional
	Leptodactylidae	Leptodactylus sp.	Jia		X		ocasional



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.10 (Cont.)  
Inventário da Fauna da Área do Projeto**

Classe	Família	Nome Científico	Nome Vulgar	Habitat <sup>(1)</sup>			Nível de Ocorrência
				CH	LR	ZA	
PISCES	Characidae	Hoplias malabaricus	Traíra		X		freqüente
		Colossoma macroponum	Tambaqui		X		ocasional
		Prochilodus cearaensis	Curimatã comum		X		freqüente
		Oreochromus hornorum	Tilápia		X		ocasional
		Astyanax bimaculatus	Piaba chata		X		freqüente
		Serrasalmus nattereri	Piranha Vermelha		X		freqüente
		Serrasalmus piraya	Piranha Preta		X		freqüente
		Serrasalmus sp.	Pirambeba		X		freqüente
		Leporinus friderici	Piau comum		X		freqüente
	Cichlidae	Geophagus brasiliensis	Cará		X		freqüente
	Cyprinidae	Cyprinus carpio (3)	Carpa comum		X		ocasional

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

NOTA: (1) CH - Caatinga Hiperxerófila, LR - Ambiente Lacustre/Ribeirinho e ZA - Zona Antrópica

(2) No lugar do nome da família foi mencionada a ordem, a qual pertence cada animal

(3) Espécies aclimatizadas.



Por sua vez, nos estudos desenvolvidos para o Projeto Áridas pelo convênio FUNCEME/UECE/SEMACE (1994) é apresentada uma listagem das principais espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado do Ceará, contando com 38 espécies, para as quais são discriminados os nomes científico e vulgar, família, ecossistema ao qual encontra-se vinculada e categoria de vulnerabilidade, conforme pode ser visualizado no Quadro 4.11. Das espécies constantes na referida lista cinco ocorrem na região onde será implementado o projeto ora em análise, estando todas enquadradas na categoria vulnerável, são estas: pereiro preto (*Aspidosperma pyriformium*), pau d'arco roxo (*Tabebuia impetigiosa*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), jucá (*Caesalpinia ferrea*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

Com relação às espécies faunísticas ameaçadas de extinção no território cearense, foram efetuados levantamentos de dados junto ao IBAMA e a SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente, os quais forneceram subsídios para a elaboração da listagem apresentada no Quadro 4.12. Das espécies que ocorrem na região do empreendimento ora em análise, apenas três integram a listagem anteriormente apresentada, estando duas enquadradas na categoria de espécie ameaçada de extinção (gato do mato - *Felis tigrina* e gato maracajá - *Felis Wiedii*) e outra na categoria vulnerável à avoante (*Zenaida auriculata*).



Quadro 4.11

## Principais Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Ceará

Família/ Nome Científico	Nome Vulgar	Ecossistema	Categoria de Vulnerabilidade (1)
<b>ANACARDIACEAE</b>			
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schatt.	Gonçalo-Alves	Matas Secas	E
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Fr. All. ( <i>Astronium urundeuva</i> Engl.)	Aroeira	Serras e Tabuleiros Litorâneos	V
<i>Schinopsis glabra</i> (Engl.) F. Barkley & T. Meyr. ( <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.)	Braúna	Caatinga	V
<b>APOCINACEAE</b>			
<i>Aspidosperma pirifolium</i> Mart.	Pereiro-preto	Caatinga	V
<b>BIGNONIACEAE</b>			
<i>Tabebuia aurea</i> Benth & Hooker	Craibeira	Tab. Litorâneos/Cerrado	V
<i>Tabebuia impetigiosa</i> (M. ex DC.) Standl	Pau-d'arco-roxo	Caatinga/Matas Secas	V
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nicholson	Pau-d'arco-amarelo	Matas Secas/Matas Úmidas	V
<b>BOMBACACEAE</b>			
<i>Pseudobombax grandiflorum</i> (Cav.) A. Robyns	Embiratanha	Caatinga	V
<b>BORRAGINACEAE</b>			
<i>Auxemma glazioviana</i> Taub.	Pau-branco-louro	Caatinga	V
<i>Auxemma oncalyx</i> Taub.	Pau-branco-preto	Caatinga	V
<b>BROMELIACEAE</b>			
<i>Neoglaziovia variegata</i> (Arr. Cam.) Mez.	Caroá	Carrasco/Matas Secas	E
<b>BURSERACEAE</b>			
<i>Commiphora leptophloeos</i> (M.) Gillet.	Imburana	Caatinga	V
<b>CAESALPINIACEAE</b>			
<i>Apuleia leiocarpa</i> Macbr.	Jutaí	Fl. Retag. Dunas	R
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.	Jucá	Caatinga/Matas Secas	V
<i>Caesalpinia lelostachya</i> (Benth.) Ducke	Pau-ferro	Tab. Litorâneos/Matas Úmidas	V
<i>Hymanaea courbaril</i> L.	Jatobá	Matas Úmidas/Matas Secas/ Cerradão/Tab. Litorâneos	V
<b>CARIACEAE</b>			
<i>Jaracatia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Jaracatiá	Matas Secas/Matas Úmidas	E
<b>COMBRETACEAE</b>			
<i>Thiloa glaucocarpa</i> Eichl.	Sipaúba	Carrasco/Caatinga	V

**Quadro 4.11 (cont.)  
Principais Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Ceará**

<b>Família/Nome Científico</b>	<b>Nome Vulgar</b>	<b>Ecosistema</b>	<b>Categoria de Vulnerabilidade (1)</b>
<b>EHRETIACEAE</b>			
<i>Cordia tetrandia</i> Aubl.	Jangada	Tab. Litorâneos	E
<i>Cordia trichotoma</i> (Steud) Vell	Freijó	Matas Secas/Matas Úmidas	V
<b>EUPHORBIACEAE</b>			
<i>Manihot glaziovii</i> Muel. Arg.	Maniçoba	Matas Secas/Matas Úmidas	V
		Tab. Litorâneos	
<b>FABACEAE</b>			
<i>Amburana cearensis</i> (Fr. All.) A. C. Smith	Cumarú	Caatinga	V
<i>Centrobium microchaete</i> (Mart. Ex Benth.) Lima	Potumuju	Matas Secas/Matas Úmidas/Tab. Litorâneos	E
<i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	Violete	Caatinga/Matas Secas	E
<i>Myroxylon periuferum</i> L.	Bálsamo	Matas Úmidas/Matas Secas	E
<b>MELIACEAE</b>			
<i>Cedrela odorata</i> Linn.	Cedro	Matas Secas/Matas Úmidas	E
<b>MIMOSACEAE</b>			
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth	Angico-preto	Caatinga	V
<i>Chloroleucon foliolosum</i> (Benth) G.P. Lewis	Arapiraca	Caatinga/Tab. Litorâneos	V
<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth	Sabiá	Caatinga	V
<i>Parapiptadenia zenhtneri</i> M.P. Lms & Lima	Angico-branco	Caatinga	V
<i>Plathymenia foliosa</i> Benth	Pau-amarelo	Cerrado/Matas Secas	V
<b>MORACEAE</b>			
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trechul.	Inharé	Matas Secas	E
<i>Chlorophora tinctoria</i> Gaudich	Tatajuba	Fl. Retag. Dunas/Matas Úmidas	R
<b>ORCHIDACEAE</b>			
<i>Cattleya labiata</i> Lindl.	Orquídea	Matas Úmidas	E
<b>PODOCARPACEAE</b>			
<i>Podocarpus sellowii</i> Klotzsch	Pinheiro	Matas Úmidas	R
<b>RUTACEAE</b>			
<i>Pilocarpus trachyllophus</i> Holmes.	Jaborandi	Matas Secas	E
<b>SAPOTACEAE</b>			
<i>Manilkara rufula</i> (Miq.) Lam.	Maçaranduba	Matas Úmidas	E
<i>Manilkara triflora</i> (Fr. All.) Monachino	Maçaranduba	Tab. Litorâneos	E

FONTE: SEPLAN, Projeto Áridas. Fortaleza, FUNCEME/UECE/SEMACE, 1994. p.144-181.  
(Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).

(1) R - Espécie rara (Taxa com pequenas populações que se encontram em condições de enfrentar eventuais pressões de extinção. Localizam-se, geralmente, em áreas geográficas ou habitats restritos, ou encontram-se em ocorrências escassas sobre uma serra mais extensa; E - Espécie em perigo (Taxa em perigo de extinção, cuja sobrevivência é improvável se os fatores causais continuarem operando. Inclui taxa cujos números foram reduzidos a um nível crítico, ou cujos habitats foram drasticamente reduzidos, estando sujeitos a um perigo imediato de extinção) e V- Espécie vulnerável (Taxa com probabilidade de passar à categoria "em perigo" em futuro próximo se os fatores causais, tais como exploração excessiva ou destruição dos habitats, ou outra alteração ambiental, continuarem operando).

**Quadro 4.12 - Principais Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Ceará**

Classe/Nome Científico	Nome Vulgar	Categoria de Vulnerabilidade (1)
<b>AVIS</b>		
<i>Amazona aestiva</i>	Papagaio Verdadeiro	E
<i>Ara maracoma</i>	Maracanã Verdadeira	E
<i>Aratinga solstitialis</i>	Jandaia	E
<i>Cairina moschata</i>	Pato da Asa Branca	E
<i>Carduelis - yarell</i>	Pintassilgo	E
<i>Columba cayennensis</i>	Pomba Galega	E
<i>Magaxenops paraguayae</i>	Bico-Virão	E
<i>Oryzoborus angolensis</i>	Curió	E
<i>Penelope jacucaca</i>	Jacu Verdadeiro	V
<i>Pyrrhura leucotis</i>	Periquito Sujo	E
<i>Procnias averano</i>	Araponga	V
<i>Rhea americana</i>	Ema	E
<i>Selenidera gouldii</i>	Tucano da Serra de Baturité	E
<i>Sicalis flaveola</i>	Canário-da-Terra	E
<i>Touit surda</i>	Apuim-de-Cauda-Amarela	E
<i>Zenaida auriculata</i>	Avoante	V
<b>MAMMALIA</b>		
<i>Felis concolor</i>	Sussuarana, Onça-Parda	E
<i>Felis pardalis</i>	Jagatirica	E
<i>Felis tigrina</i>	Gato-do-Mato	E
<i>Felis wiedii</i>	Gato-do-Mato Maracajá	E
<i>Panthera onca</i>	Onça-Pintada, Canguçu, Jaguar	E
<b>REPTILIA</b>		
<i>Dermodochelys coriacea</i>	Tartaruga-de-Couro, Tartaruga Gigante	E
<i>Eretmodochelys imbricata</i>	Tartaruga-de-Pente	E
<b>INSECTA</b>		
<i>Leptagrion dardanoi</i>	Libélula-Lavadeira	E

FONTE: SEMACE (Departamento Florestal), 1999.

IBAMA (Divisão de Fiscalização), 1999.

(1) E - Espécie ameaçada de extinção e V - Espécie vulnerável.

#### 4.3.4. Unidades de Conservação

A região do estudo conta apenas com uma unidade de conservação, a Estação Ecológica do Castanhão representativa do ecossistema de Caatinga. A referida unidade de conservação encontra-se em fase de estudo pela SEMACE para regulamentação do diploma legal, devendo contar com uma área de no mínimo 800 ha, e embora englobe terras dos municípios de Jaguaribara e Alto Santo, na região da Serra da Micaela, não será afetada pelo empreendimento. Com efeito o Açude Riacho da Serra não irá interferir com a área da referida unidade de conservação, nem tão pouco irá resultar em pressão antrópica sobre seu território, visto que esta dista cerca de 10 km da sua bacia hidráulica.



#### 4.4. MEIO ANTRÓPICO

##### 4.4.1. Área de influência Funcional

###### 4.4.1.1. Aspectos Demográficos

Compõem a área de influência funcional do empreendimento, os municípios de Alto Santo e Iracema, que em conjunto ocupam uma área geográfica de 2.083,8 km<sup>2</sup>, correspondendo a 1,4% do território estadual, sendo Alto Santo o município de maior extensão (1.317,2km<sup>2</sup>).

De acordo com o IBGE, em 2000, a população total para o conjunto dos municípios contemplados era constituída por 28.535 habitantes. O município de Alto Santo é o mais populoso chegando a representar 53,9% da população total. Em termos de distribuição da população total por local de residência, constatou-se que 48,03% das pessoas residiam na zona urbana e 51,97% na zona rural. A cidade de Iracema se constitui no maior centro urbano da área de estudo, razão pela qual este município detém a maior taxa de urbanização, 62,84%, enquanto que Alto Santo apresenta uma taxa de urbanização de 35,38% (Quadro 4.13).

A densidade demográfica calculada para o conjunto dos municípios foi de 13,69 hab/km<sup>2</sup>, bem menor que a carga demográfica constatada para o Estado (50,91 hab/km<sup>2</sup>). Merece destaque o município de Iracema que apresentou uma carga demográfica de 17,14 hab/ km<sup>2</sup> contra 11,69 hab/ km<sup>2</sup> apresentado por Alto Santo.

**Quadro 4.13 - Evolução e Distribuição Geográfica da População (2000)**

Município	População 2000				Área (km <sup>2</sup> )	Densidade Demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	Taxa Urbanização (%)	Taxa Geométrica de Crescimento Anual (1991/2000) (%)		
	Total	Urbana		Rural				Total	Urbana	Rural
		Total	Sede							
Alto Santo	15.392	5.445	4.732	9.947	1.317,2	11,69	35,38	1,38	3,72	0,28
Iracema	13.143	8.259	7.164	4.884	766,6	17,14	62,84	-0,71	2,08	-4,15
Total	28.535	13.704	11.896	14.831	2.083,8	13,69	48,03	0,36	2,70	-1,40
Ceará	7.418.476	5.304.554	3.264.554	2.113.922	146.348,3	50,91	71,50	1,71	2,73	-0,47

FONTE: IBGE, Censo Demográfico, 2000.



A análise da taxa anual de crescimento da população total verificada no período intercensitário de 1991/2000, demonstrou sinais de crescimento na população do município de Alto Santo (1,38% ao ano), enquanto que o município de Iracema registrou estagnação no seu contingente populacional. Nesse período, os dois municípios apresentaram incremento nos contingentes de suas populações urbanas, ao contrário do que foi constatado para a zona rural, onde se verificou regressão no crescimento das populações rurais de Iracema (-4,15% a.a.), enquanto que o município de Alto Santo (0,28 % a.a.) apresentou estagnação de sua população rural.

Em termos médios, para o conjunto dos municípios, observou-se estagnação na população total e incremento na população urbana, com taxas de 0,36% e 2,70% ao ano, respectivamente. Com relação à taxa de crescimento da população rural, verificou-se uma evasão populacional de -1,40% ao ano. O fluxo migratório campo/cidade vem sendo agravado por fatores como predomínio da pecuária em detrimento da agricultura, concentração da estrutura fundiária e ausência de empreendimentos fixadores da mão-de-obra, além dos sucessivos períodos de seca que assolam a região. Tal processo se mostra gerador de graves problemas sociais, uma vez que a infra-estrutura dos centros urbanos receptores não está preparada para receber esse excedente.

#### *4.4.1.2 - Indicadores Sociais*

Analisando o nível de instrução da população, em 2000, observou-se que a taxa de analfabetismo constatada para o conjunto dos municípios atinge 37,3% de analfabetos entre a população maior de cinco anos de idade, valor mais elevado que o registrado para o Estado do Ceará (29,3%). A menor taxa de analfabetismo nessa faixa etária foi observada no município de Iracema (35,9%) contra os 38,5% apresentados pelo município de Alto Santo. Caso fosse adotado um critério mais rigoroso para mensuração dos índices de analfabetismo, tal como o utilizado pela UNESCO, que considera como alfabetizada apenas as pessoas que cursaram até a 4ª série, a taxa de analfabetismo da região, com certeza, se elevaria consideravelmente.

Quanto aos Índices de Desenvolvimento Humanos Municipais (IDH-M) apresentados pelos municípios que integram a área de estudo, os dados publicados pelo PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro relativos ao período 1970/2000, revelam que os dois municípios apresentaram sensíveis melhoras nos valores do IDH-M, que passaram





de 0,248 (Alto Santo) e 0,236 (Iracema) no ano de 1971 para 0,654 e 0,660 em 2000, respectivamente (Quadro 4.14).

Quanto ao PIB per capita, os dados do IPLANCE - Instituto de Planejamento do Ceará para o ano de 1996, revelam que o município de Iracema é o que apresenta menor nível de renda por habitante na área do estudo, respondendo por R\$ 1.828,13, enquanto que Alto Santo responde pelo PIB per capita mais alto da região (R\$ 3.655,31).

**Quadro 4.14 - IDH-M dos Municípios**

Discriminação	IDH-M			
	1970	1980	1991	2000
Alto Santo	0,248	0,304	0,413	0,654
Iracema	0,236	0,353	0,394	0,660
Ceará	0,293	0,440	0,517	0,699

FONTE: PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro.

Em relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (2000) indicam que 82,63% dos chefes de domicílios do município de Iracema recebem mensalmente rendimentos menores que dois salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população deste município. Já em Alto Santo, 86,36% dos chefes de domicílios estão enquadrados nesta faixa de renda. 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 de terras, a falta de oportunidade de empregos e a precariedade dos serviços básicos.

#### *4.4.1.3. Saneamento Básico*

O abastecimento d'água nos núcleos urbanos da área do estudo é operado pela CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Em 2000, a área contemplada contava com 1.337 economias ativas, atendendo a um total de 2.892 domicílios, o que corresponde a um índice de cobertura de 51,1%. No município Iracema o índice de cobertura atendia a 70,0% do total de domicílios, enquanto que Alto Santo apresentava baixo índice de cobertura com valor de 34,7% (Quadro 4.15).

**Quadro 4.15 - Formas de Abastecimento d'Água**

Discriminação	Total de Domicílios	Formas de Abastecimento d'Água			Rede Geral			
		Rede Geral	Poços	Outros	Índice de Cobertura (%)	Nº de Economias Ativas	Fonte Hídrica	Tipo de Tratamento
Alto Santo	3.036	1.055	525	1.456	34,75	775	02 poços amazonas e 02 poços tubulares	ETA compacta de fibra de vidro c/aerador e filtros de fluxo ascendente
Iracema	2.621	1.837	347	437	70,09	562	Açude Ema e Canafistula	ETA compacta modular de fibra de vidro c/ filtros de fluxo ascendente
<b>Total</b>	<b>5.657</b>	<b>2.892</b>	<b>872</b>	<b>1.893</b>	<b>51,12</b>	<b>1.337</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

FONTE: IBGE, Censo demográfico, 2000.

CAGECE, Boletim Informativo, 2000.

Quanto a fonte hídrica dos sistemas de abastecimento d'água, a cidade de Iracema, utiliza mananciais de superfície (açudes Ema/Canafistula), enquanto que Alto Santo adota o uso de águas subterrâneas (poços amazonas e tubulares). Os sistemas produtores estão sujeitos as secas que assolam a região, com os reservatórios chegando a apresentar reduções significativas do volume armazenado durante os períodos de estiagens, comprometendo o suprimento da cidade de Iracema (Quadro 4.16). Situação semelhante é vivenciada pelo aquífero Aluvial, que apresenta depleção do lençol freático.

Com relação ao tipo de tratamento dado à água, os sistemas de abastecimento d'água existentes nos municípios estudados adotam o uso de ETA compacta de fibra de vidro com filtros de fluxo ascendente, constituindo exceção apenas Alto Santo, cuja ETA é dotada, também, com aerador.

Quanto ao esgotamento sanitário, segundo informações da CAGECE, os dois núcleos urbanos da área do estudo não são dotados com sistema de coleta e tratamento de esgotos. De acordo com o Censo Demográfico de 2000 do IBGE, o destino dos efluentes sanitário nos municípios da área do estudo apresenta um predomínio do uso de fossas rudimentares, com 34,5% dos domicílios adotando este tipo de instalação sanitária, aparecendo em seguida às fossas sépticas com 20,0%. A canalização para a rede de



drenagem pluvial ou diretamente para os cursos d'água é constatada em apenas 8,4 % dos domicílios, enquanto que 1,0% destina seus efluentes para valas ou outros escoadouros. O número de domicílios que não contam com qualquer instalação sanitária apresenta-se relativamente representativo, atingindo 36,1% (Quadro 4.17).

**Quadro 4.16 - Evolução do Volume Armazenado nos Reservatórios**

Açude	Município	Capacidade de Acumulação (m³)	Evolução do Volume Armazenado (%)						
			01/07/95	01/07/96	01/07/97	01/07/98	01/07/99	01/07/00	1/07/00
Canafistula	Iracema	13.109.999	96,4	98,0	72,2	30,7	29,6	36,3	21,0
Ema	Iracema	10.390.000	100,0	96,9	55,4	17,7	19,1	35,5	15,9

FONTE: COGERH, Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará. Fortaleza, COGERH,2001.

**Quadro 4.17 - Escoadouro da Instalação Sanitária - 2000**

Discriminação	Total de Domicílios	Total de Domicílios com Banheiros e Sanitários	Tipo de Esgotamento Sanitário						Não Tinham Banheiro Nem Sanitário
			Rede Dren. Pluvial	Fossa Séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, Lago ou Mar	Outro Escoadouro	
Alto Santo	3.668	2.052	214	437	1.324	12	35	30	1.616
Alto Santo	3.036	1.757	72	428	1.193	12	35	17	1.279
Castanhão	632	295	142	9	131	-	-	13	337
Iracema	3.231	2.355	329	942	1.056	13	3	12	876
Ema	530	318	20	8	285	2	-	3	212
Iracema	2.621	2.002	309	934	737	10	3	9	619
São José	80	35	-	-	34	1	-	-	45
Total	6.899	4.407	543	1.379	2.380	25	38	42	2.492

FONTE: IBGE, Censo Demográfico, 2000.

Quanto ao destino dos resíduos sólidos, segundo dados do Censo Demográfico de 2000, o conjunto dos municípios da área do estudo conta com 46,0% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública. A cidade de Iracema é a que apresenta melhor situação, contando com uma cobertura da coleta pública de lixo que atinge 67,2% dos seus domicílios (Quadro 4.18). Os núcleos urbanos com piores percentuais de atendimento estão representados pelos povoados de São José, que não conta com sistema de coleta, e Castanhão, com índices de cobertura de 28,0%.

**Quadro 4.18 - Destino Final dos Resíduos Sólidos - 2000**

Discriminação	Domicílios Particulares Permanentes				
	Total Domicílios	Coletado	Queimado	Enterrado	Outro Destino (1)
Alto Santo	3.668	1.200	704	55	1.709
Alto Santo	3.036	1.023	602	47	1.364
Castanhão	632	177	102	8	345
Iracema	3.231	1.973	297	11	950
Ema	530	212	57	5	256
Iracema	2.621	1.761	207	4	649
São José	80	-	33	2	45
Total	6.899	3.173	1.001	66	2.659

FONTE: IBGE, Censo Demográfico, 2000.

(1) Jogado em terreno baldio, logradouros, cursos e mananciais d'água, etc.

As práticas de incineração e enterramento do lixo produzido são pouco difundidas com 15,5% dos domicílios da área do estudo adotando uma destas práticas. Em contrapartida, o lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados apresenta-se bastante representativo em ambos os municípios, com Alto Santo apresentando 46,6 de seus domicílios executando esta prática, enquanto que em Iracema este percentual cai para 29,4%.

#### 4.4.1.4. Indicadores de Saúde

Como parâmetros para avaliar a qualidade de vida da população dos municípios estudados foram analisadas às suas condições de saúde. A Taxa de Mortalidade Infantil apresenta-se mais elevada no município de Alto Santo atingindo, no ano de 1999, 39,20‰, enquanto que no município de Iracema este valor foi de 20,73‰. Dentre as causas apontadas como agravante da TMI cita-se à desnutrição e a diarreia, doenças decorrentes, sobretudo, do baixo nível de renda das famílias, que reflete diretamente sobre sua alimentação, e das condições sanitárias locais (Quadro 4.19).

**Quadro 4.19 - Indicadores de Saúde**

Discriminação	Leito p/1000 hab. (1998)	TMI (‰) (1999)	Programa de Saúde da Família - 1998							
			Agentes de Saúde	Família Assistida	População Assistida	Crianças Acompanhadas (%)				
						Até 4 meses só mamando	0-11 meses com vacinação em dia	0-11 meses subnut.	12-23 meses subnut.	Peso < 2,6 kg ao nascer
Alto Santo	2,32	39,20	29	2.669	11.858	36	84	8	19	5,1
Iracema	2,04	20,73	28	3.237	14.275	46	92	12	24	5,8

FONTE: IPLANCE, Perfil Básico Municipal, 2000.



Tendo em vista que a qualidade de vida começa na infância, refletindo sobremaneira na qualidade de vida da família e do futuro adulto, alguns indicadores se mostram importantes como o índice de crianças mamando, vacinação, subnutrição e peso ao nascer. O Programa de Saúde da Família conta, nos municípios da área do estudo, com 57 agentes de saúde acompanhando 5.906 famílias, o que resulta num contingente populacional assistido da ordem de 26.133 pessoas.

Os resultados obtidos pelo referido programa no ano de 1998, revelam que, dentre as crianças assistidas foram constatados percentuais de 36,0% a 46,0% de crianças até quatro meses de idade só mamando, ainda longe do ideal de 100,0% de mães amamentando. Dentre as crianças de 0 a 11 meses de idade, 84,0 a 92,0% estavam com as vacinas em dia e 8,0 a 12,0% encontravam-se subnutridas, este último percentual se eleva quando se trata da faixa etária de 12 a 23 meses, atingindo de 19,0 a 24,0% de crianças subnutridas. O índice de crianças propensas a adoecerem ou morrerem em virtude do baixo peso ao nascer ser inferior a 2,5 kg chegou a 5,1 em Alto Santo e 5,8 em Iracema.

Quanto à infra-estrutura do Setor Saúde dos municípios, em 1998, as relações leitos/habitantes apresentavam-se deficitárias, variando de 2,04 a 2,32 leitos para cada grupo de 1.000 habitantes, quando o recomendável pela OMS é de 5 leitos/1.000 habitantes. Quanto ao número de médicos por habitante, os municípios estudados apresentaram valores ligeiramente superiores ao estabelecido pela OMS, com esta relação atingindo 1:1.184 em Alto Santo e 1:1.095 em Iracema.

#### *4.4.1.5. Identificação das Doenças de Veiculação ou Origem Hídrica*

As doenças de veiculação e/ou origem hídrica constituem importantes indicadores das condições de saúde e saneamento básico da população de uma determinada região. Além disso, modificações no regime natural das águas superficiais, como é o caso do projeto ora em análise, facilitam ou agravam a transmissão de doenças tropicais como esquistossomose, hepatite, cólera, dengue, diarreias e amebíases, entre outras.

Na região onde será implantado o Açude Riacho da Serra, os municípios de Alto Santo e Iracema apresentam-se indenes em relação à incidência de esquistossomose, de acordo com os dados da FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, referentes ao ano de 1999. Ressalta-se, no entanto, que a FUNASA e a Secretaria Estadual de Saúde mantêm controle desta doença em ambos os municípios, tendo em vista a existência de



perímetros de irrigação em seus territórios. Outra doença grave identificada na região foi à hepatite, que teve no período de 1995/99, 92 casos notificados na região, distribuídos pelos municípios de Alto Santo (32 casos) e Iracema (25 casos).

Dentre as doenças de veiculação hídrica, a diarreia se destaca com maior número de casos notificados nos municípios considerados. Em 1997, foram notificados 647 casos em Alto Santo e 529 casos em Iracema. A falta de infra-estrutura de saneamento básico é apontada como a principal causa de incidência dessa doença, ocorrendo sobretudo na zona rural e no período das chuvas, quando as fontes de abastecimento humano ficam vulneráveis à contaminação.

Embora não esteja inclusa no rol das doenças de veiculação ou de origem hídrica, merece destaque a ocorrência na região de 12 casos de leishmaniose visceral (calazar) no período 1995/99, a maioria destes concentrados no município de Iracema (90,0%), tendo sido constatado no município de Alto Santo apenas um caso isolado. Esta doença crônica sistêmica tem como transmissor um mosquito hematófago, o flebótomo *Lutzomyia longipalpis* e tem sua expansão geográfica associada a fatores como condições precárias das habitações, seca, queimadas e desmatamentos. Com a implementação do desmatamento da bacia hidráulica do reservatório há riscos de desencadeamento de surtos epidêmicos, devendo o empreendedor e as autoridades do setor saúde tomarem precauções quanto a esta situação.

#### *4.4.1.6. Atividades Econômicas*

##### **a) Setor Primário**

De acordo com o IBGE, em 1995, a atividade agropecuária predominante nos municípios contemplados era a agricultura, participando com 52,0% do valor bruto da produção do setor. No município de Alto Santo a agricultura responde por 64,55% da renda agropecuária, enquanto que em Iracema observa-se um predomínio da pecuária na formação do VBP do setor, respondendo por 73,75%.

Em termos de área colhida, sobressaiam-se, em 1999, as culturas da castanha de caju e feijão, com um total de 5.040 ha e 4.570 ha colhidos, respectivamente. Em seguida vinha o milho com 1.840 ha cultivados e o algodão herbáceo com 1.150 ha. O município de Alto Santo se sobressai como maior produtor de castanha de caju, feijão, banana e arroz na área estudada, chegando a deter 99,2%, 79,8%, 98,9% e 98,2% da produção total destas culturas, respectivamente. As culturas do algodão herbáceo e do milho têm como



maior produtor o município de Iracema, que responde por 64,5% e 67,9% da produção total, respectivamente. Quanto ao valor da produção, a cultura mais representativa foi o feijão, vindo logo em seguida a castanha de caju, o algodão herbáceo e a banana (Quadro 4.20).

A pecuária do conjunto dos municípios estudados apresentava como principal efetivo de grande porte, em 1995, o rebanho bovino (22.919 cabeças) voltado para a produção de leite. Quanto aos efetivos de pequeno e médio porte, destacaram-se os plantéis avícola com 55.114 cabeças, ovino (18.050 cabeças) e suíno (9.922 cabeças). Geralmente, boa parte desses efetivos de pequeno e médio porte é destinada à subsistência dos produtores (Quadro 4.21).

**Quadro 4.21 - Efetivos de Rebanhos - 1995**

Municípios	Bovino	Suíno	Ovino	Caprino	Aves
Alto Santo	10.165	4.443	7.792	647	25.013
Iracema	12.754	5.479	10.258	292	27.101
<b>Total</b>	<b>22.919</b>	<b>9.922</b>	<b>18.050</b>	<b>937</b>	<b>52.114</b>
<b>Ceará</b>	<b>2.266.278</b>	<b>1.210.735</b>	<b>1.333.385</b>	<b>1.080.452</b>	<b>19.681.267</b>

FONTE: IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará - 1997. 2v.

#### **b) Setor Secundário**

O setor industrial dos municípios da área de influência funcional dispunha, em 1998, de 32 estabelecimentos vinculados à indústria de transformação. O maior número de estabelecimentos industriais pertencia ao gênero Produtos Minerais Não Metálicos totalizando 12 estabelecimentos (37,5% do total de indústrias), seguindo-se o gênero das indústrias de Produtos Alimentares com nove indústrias (28,1%).

No município de Alto Santo foi observado o maior número de indústrias de transformação com 18 estabelecimentos, ou seja, 56,3% do total. Também foi este município o que apresentou maior número de cerâmicas, representando 92,3% do total de indústrias do ramo. O município de Iracema conta com 14 estabelecimentos (43,7% do total), destacando-se os gêneros de Produtos Alimentares e Perfumaria, Sabões e Velas com quatro estabelecimentos cada (Quadro 4.22).



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.20 – Área Colhida, Produção e Valor da Produção Agrícola – 1999**

Culturas	Municípios						Total		
	Alto Santo			Iracema			Área Colhida (ha)	Prod. (t)	Valor (R\$ 1.000)
	Área Colhida (ha)	Prod. (t)	Valor (R\$ 1.000)	Área Colhida (ha)	Prod. (t)	Valor (R\$ 1.000)			
Algodão herbáceo	350	154	101,54	800	280	196,00	630	434	297,40
Arroz	100	500	142,50	60	9	3,00	160	509	145,50
Banana (1)	72	94	206,80	1	1	2,00	73	95	208,80
Castanha de caju	5.000	750	600,00	40	6	5,00	5.040	756	605,00
Feijão	3.000	1.024	716,80	1.570	259	177,00	4.570	1.283	893,80
Mandioca	-	-	-	1	6	-	1	6	-
Milho	250	75	17,63	1.590	159	37,00	1.840	234	54,63

FONTE: IPLANCE, Perfil Básico Municipal, 2000.

(1) Produção expressa em mil cachos.





### c) Setor Terciário

Quanto ao setor terciário foram cadastrados, em 1998, 350 estabelecimentos comerciais, na sua grande maioria pertencente ao ramo do comércio varejista, e 15 estabelecimentos prestadores de serviços na região estudada. Os principais estabelecimentos de comércio varejista pertenciam aos ramos de Produtos de Gênero Alimentício e Vestuário, Tecidos, Calçados, Armarinhos e Miudezas. Os municípios de Iracema detinha 58,3% das casas comerciais e 86,7% dos estabelecimentos de serviços existentes na área do estudo, respectivamente.

#### 4.4.1.7. Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária vigente na área dos municípios estudados revela de imediato, a grande concentração fundiária típica da Região Nordeste, onde a pequena propriedade prevalece em número sobre a média e a grande propriedade ocupando, entretanto, um baixo percentual da área total.

**Quadro 4.22 - Indústrias de Transformação, por Gênero de Atividade - 1998**

Municípios	Total	Gênero de Atividade							
		Produtos Minerais Não Metálicos	Metalurgia	Madeira	Química	Perfumaria, Sabões e Velas	Têxtil	Vest, Calç, Artif. de Tecidos, Couros e Peles	Produtos Alimentares
Alto Santo	18	12	-	-	-	-	-	1	5
Iracema	14	1	1	2	1	4	-	1	4
Total	32	13	1	2	1	4	-	2	9

Fonte: IPLANCE, Perfil Básico Municipal, 2000.

Em 1999, conforme dados do INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, verificou-se no conjunto dos municípios, a existência de 800 estabelecimentos rurais ocupando uma área de 126.610 ha. Desse total, 57,6% dos imóveis são classificados como minifúndio, ocupando um pequeno percentual da área total (8,5%). Por outro lado, as propriedades classificadas como média/grande, ocupando 69,8% da área, representam somente 12,8% do total de estabelecimentos rurais (Quadro 4.23).

Nos municípios da área do estudo foi contatada a existência, em 1999, de oito projetos de assentamento do INCRA, abrangendo uma área total de 11.460 ha, chegando a representar 4,8% da área com projetos de assentamento do Estado. Estes assentamentos encontram-se distribuídos pelos municípios de Alto Santo e Iracema, com quatro



assentamentos cada, beneficiando um total de 370 famílias (Quadro 4.24). Nenhum destes assentamentos encontra-se incluso na área da bacia hidráulica do futuro Açude Riacho da Serra..

**Quadro 4.23 – Estrutura Fundiária – 1999**

Municípios	Total		Minifúndios e Não Classificados		Pequena Propriedade		Média Propriedade		Grande Propriedade	
	Nº Estab.	Área (ha)	Nº Estab.	Área (ha)	Nº Estab.	Área (ha)	Nº Estab.	Área (ha)	Nº Estab.	Área (ha)
Alto Santo	264	54.759,7	162	3.799,2	57	6.085,7	26	11.284,5	19	33.590,3
Iracema	536	71.850,3	299	6.969,2	180	21.329,2	45	20.468,7	12	23.083,2
Total	800	126.610,0	461	10.768,4	237	27.414,9	71	31.753,2	31	56.673,5

FONTE: IPLANCE, Perfil Básico Municipal, 2000.

**Quadro 4.24 - Assentamentos Federais, segundo os Municípios (1999)**

Municípios	Nome do Assentamento	Área (ha)	Famílias Beneficiadas
Alto Santo	Baixa Nova	703	24
	Caroba	2.055	55
	Ipanema	2.829	94
	Riacho Seco/Bela Vista	1.884	63
Iracema	Boa Esperança	1.128	32
	Cupira	863	34
	Touro	1.278	43
	Rodeio	720	25
Total	-	11.460	370
Ceará	-	238.259	6.714

FONTE: INCRA, 1999.

#### 4.4.2. Área de Influência Física

##### 4.4.2.1. Generalidades

A pesquisa de campo realizada na área da bacia hidráulica da Barragem Riacho da Serra, em meados de março de 2002 por equipe do Consórcio Montgomery Watson/Engesoft, englobou as 12 propriedades atingidas pela implantação do açude. Para facilidade de análise, as propriedades pesquisadas foram estratificadas em classes de propriedades, compreendendo uma área total de 9.307,0 ha, conforme pode ser



visualizado no Quadro 4.25. Ressalta-se que o percentual de 8,3% das propriedades pesquisadas não tinha área informada.

**Quadro 4.25 - Distribuição das Propriedades Pesquisadas**

<b>Estrato de Área (ha)</b>	<b>Nº de Propriedades Pesquisadas</b>	<b>% sobre o Nº Total</b>	<b>Área Total (ha)</b>	<b>% sobre a Área Total</b>
<200	02	16,7	174,0	1,9
200-500	03	25,0	807,0	8,7
>500	06	50,0	8.326,0	89,4
Sem Área Informada	01	8,3	-	-
Total	12	100,0	9.307,0	100,0

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

Observa-se na área pesquisada uma forte concentração da ocupação da terra, haja vista o expressivo percentual de propriedades com área superior a 500 ha (50,0% das propriedades).

#### *4.4.2.2. Situação dos Imóveis*

O Quadro 4.26 versa sobre o local de residência dos proprietários, formas de exploração e situação jurídica dos imóveis. Constatou-se que grande parte dos proprietários (75,0%) reside fora do imóvel pesquisado, tendo domicílio estabelecido nas cidades de Alto Santo, Fortaleza e São Paulo.

Com relação à exploração da terra, verifica-se uma predominante participação de proprietários nesta atividade (58,3%), aparecendo em escala mais reduzida, a exploração através de parceria (25,0%) e arrendamento (16,7%). Não foi constatada a existência de propriedades sem exploração. Quanto à situação jurídica, todos os imóveis pesquisados são legalmente registrados.

Os diversos parâmetros analisados nos itens a seguir, constituem o retrato sócio-econômico da área impactada, apesar da área pesquisada extrapolar a bacia hidráulica do reservatório.



MONTGOMERY WATSON



Engesoft  
Engenharia e Consultoria S/C Ltda

**Quadro 4.26**  
**Local de Residência do Proprietário, Formas de exploração e Situação Jurídica da Propriedade**  
**- valores percentuais -**

Estrato de Área (ha)	Local de Residência do Proprietário		Formas de Exploração				Situação Jurídica	
	Na Propriedade	Fora da Propriedade	Diretamente pelo Proprietário	Arrendamento	Parceria	Sem Exploração	Domínio	Posse
<200	-	100,0	100,0	-	-	-	100,0	-
200-500	33,3	66,7	33,3	33,3	33,4	-	100,0	-
>500	16,7	83,3	50,0	16,7	33,3	-	100,0	-
Sem Área Inf.	100,0	-	100,0	-	-	-	100,0	-
Total	25,0	75,0	58,3	16,7	25,0	-	100,0	-

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.



#### 4.4.2.3. Aspectos Demográficos

Residem atualmente na área, 64 pessoas, compreendendo 15 famílias e abrangendo proprietários residentes e moradores. O Quadro 4.27 retrata a distribuição da população por sexo e faixa etária. A análise do quadro apresentado permite destacar os seguintes pontos:

- A população da área é bastante jovem, visto que 39,1% tem menos de 18 anos de idade e apenas 9,4% são maiores de 60 anos;
- As famílias são pouco numerosas, com 4,3 pessoas, em média;
- Observa-se um predomínio no percentual de pessoas pertencentes ao sexo feminino (54,7%) sobre aquelas pertencentes ao sexo masculino (45,3%).

Ressalta-se que a participação da população composta por proprietários não residentes e seus familiares que também, teoricamente, se apropriam da renda agrícola gerada, é correspondente a cerca de 31 pessoas distribuídas em 9 famílias (3,4 pessoas/família).

Com relação à densidade demográfica, a área coberta pela pesquisa apresenta uma carga demográfica menor que a dos municípios da área de influência funcional. Verifica-se, também, que a densidade demográfica da área tem uma correlação negativa com o tamanho das propriedades, visto que as propriedades menores apresentam maior concentração populacional (Quadro 4.28).

**Quadro 4.28 – Densidade Demográfica Rural**

LOCALIDADE	DENSIDADE DEMOGRÁFICA (HAB/KM <sup>2</sup> )
Área da Pesquisa	<b>0,69</b>
Propriedades <50 ha	9,77
Propriedades 200 - 500 ha	1,37
Propriedades >500 ha	0,36
Propriedades Sem Área Informada	-
Município de Alto Santo	7,55
Município de Iracema	6,37

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

IPLANCE, Anuário Estatístico do Ceará, 2000.



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.27 - Distribuição da População Residente**

Estrato de Área (ha)	Faixa Etária												Total	Nº de Famílias
	Sexo Masculino				Sexo Feminino				Subtotal					
	0-18	19-39	40-60	>60	0-18	19-39	40-60	>60	0-18	19-39	40-60	>60		
<200	-	6	-	-	6	4	1	-	6	10	1	-	17	4
200-500	2	1	2	1	2	2	-	2	4	3	2	3	12	3
>500	4	6	3	2	8	4	2	1	12	10	5	3	30	7
Sem Área Inform.	1	1	-	-	2	1	-	-	3	2	-	-	5	1
Total	7	14	5	3	18	11	3	3	25	25	8	6	64	15

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.



#### 4.4.2.4. Aspectos Sociais

##### **a) Nível de Instrução**

O Quadro 4.29 mostra o nível de instrução da população residente na área da pesquisa. Considerando-se a população maior de sete anos de idade, 48,2% se enquadram como analfabetos e semi-analfabetos, o que pode ser considerado como um número elevado, mesmo se tratando de uma área situada no sertão nordestino.

A área pesquisada não conta com escolas. Os estabelecimentos de ensino estão localizados em comunidades próximas, sendo o trajeto escola-moradia feito geralmente a pé ou de bicicleta. A evasão escolar é grande, principalmente quando falta a merenda escolar e durante o período chuvoso, quando os jovens ajudam os pais na agricultura.

##### **b) Saúde**

Segundo os indicadores levantados por ocasião da pesquisa de campo, a área apresenta uma deficiente infra-estrutura do setor saúde. Qualquer tipo de tratamento médico requer que a população se desloque para a sede municipal de Alto Santo. As principais moléstias detectadas na população são doenças respiratórias, verminoses, disenterias e desnutrição. A vacinação é efetuada geralmente, nas cidades citadas ou nas localidades próximas durante as campanhas de vacinação patrocinadas pelo governo.

As condições sanitárias vigentes na área são, em grande parte, responsáveis pelo agravamento dos padrões de saúde. Conforme o Quadro 4.30, que trata dos aspectos sanitários da área, observa-se que mais da metade das residências (58,3%) é desprovida de instalações sanitárias, com as águas servidas e dejetos humanos depositados a céu aberto. O suprimento d'água para consumo humano é obtido, em geral, de fontes como açudes e/ou cacimbas (66,6%). O tratamento dado à água de beber deixa a desejar, pois ainda é expressivo o percentual de famílias adotando a simples coação (25,0%). Apesar disso, é significativo o percentual de famílias que dispensam cuidados no tratamento da água, com 75,0% efetuando a filtração.



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.29 – Nível de Instrução da População Residente**

Estrato de Área (ha)	Faixa Etária																Subtotal				Total
	7-18				19-39				40-60				>60				An	Alf	1ºg	2ºg	
	An	Alf	1ºg	2ºg	An	Alf	1ºg	2ºg	An	Alf	1ºg	2ºg	An	Alf	1ºg	2ºg					
<200	-	-	2	-	-	6	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	7	6	-	13
200-500	1	-	2	-	-	-	3	-	-	1	1	-	2	1	-	-	3	2	6	-	11
>500	1	2	7	-	3	1	5	-	3	2	-	-	-	-	1	-	7	5	13	-	25
Sem Área Inf.	-	-	2	-	1	1	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	1	4	-	7
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>12</b>	<b>15</b>	<b>29</b>	<b>-</b>	<b>56</b>

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.





MONTGOMERY WATSON



### Quadro 4.30 - Aspectos Sanitários

- valores percentuais -

Estrato de Área (ha)	Instalações Sanitárias		Fonte de abastecimento d'Água para Consumo Humano				Tratamento Dado à Água Destinada ao Consumo Humano		
	Com Fossa	Não Existe	Rio/cacimba	Cacimba	Açude/cacimba	Açude	Filtração	Coação	Nenhum
<200	100,0	-	-	-	100,0	-	100,0	-	-
200-500	-	100,0	33,3	33,3	33,4	-	33,3	66,7	-
>500	50,0	50,0	-	33,3	16,7	50,0	83,3	16,7	-
Sem Área Inf.	-	100,0	-	-	-	100,0	100,0	-	-
Total	41,7	58,3	8,4	25,0	33,3	33,3	75,0	25,0	-

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.



### c) Associativismo

Não foi constatada na área englobada pela pesquisa, a formação de grupos sociais que através da organização comunitária procurem conseguir superar os obstáculos existentes melhorando assim a qualidade de vida da área. A participação dos entrevistados em sindicatos e cooperativas pode ser visualizada no Quadro 4.31.

Observa-se que o grau de associativismo é baixo na área, pois apenas 16,7% dos entrevistados declararam ser sócios de sindicatos rurais. A frequência de participação nas reuniões promovidas por estas entidades é mensal (100,0%). A participação dos entrevistados em cooperativas ou outras associações de classes atingiu o mesmo percentual, 16,7% do total.

### d) Força de Trabalho

O Quadro 4.32 apresenta o contingente da população residente que se encontra apto aos trabalhos agrícolas.

**Quadro 4.32 – Contingente Apto aos Trabalhos Agrícolas**

Estrato de Área (ha)	Homens			Mulheres			Total
	10 - 20	20 - 60	> 60	10 - 20	20 - 60	> 60	
< 200	01	05	-	01	05	-	12
200 - 500	02	03	01	01	02	02	11
>500	04	07	02	04	04	01	22
Sem Área Inf.	01	01	-	01	01	-	04
T otal	08	16	03	07	12	03	49

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

Para o cálculo da força de trabalho real da população, em termos de jornadas totais, foi considerado que o trabalho dos indivíduos de baixa idade, das mulheres e dos idosos não pode ser computado como jornada integral de que possa dispor a região para os trabalhos agrícolas. Assim sendo, foram adotados os seguintes coeficientes técnicos de avaliação da força de trabalho:



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.31 – Grau de Associativismo**  
**- valores percentuais -**

<b>Estrato de Área (ha)</b>	<b>Filiação a Sindicatos e/ou Associações</b>		<b>Frequência de Participação nas Reuniões</b>		<b>Filiação a Cooperativas</b>	
	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Quinzenal</b>	<b>Mensal</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
<200	-	100,0	-	-	-	100,0
200-500	33,3	66,7	-	100,0	33,3	66,7
>500	16,6	83,3	-	100,0	16,7	83,3
Sem Área Inf.	-	100,0	-	-	-	100,0
Total	16,7	83,3	-	100,0	16,7	83,3

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.



<b>Categorias</b>	<b>Coeficientes</b>
Menores de 10 anos	-
Mulheres 10 - 60 anos	0,50
Mulheres > 60 anos	-
Homens 10 - 20 anos	0,75
Homens 20 - 60 anos	1,00
Homens > 60 anos	0,50

Tomando-se por base a população apta aos trabalhos agrícolas (Quadro 2.32) e aplicando os coeficientes indicados, obtém-se a força de trabalho real da área pesquisada, conforme os valores constantes no Quadro 4.33.

**Quadro 4.33 – Estimativa da Força de Trabalho Real**

<b>Estrato de Área (ha)</b>	<b>Força de Trabalho Real (jornada)</b>
< 200	8,75
200 - 500	6,50
>500	15,00
Sem Área Informada	2,75
Total	33,00

A força de trabalho real da área pesquisada foi estimada em 33 jornadas diárias. Considerando que o número de famílias é de 15, obtém-se uma força de trabalho média de 2,2 jornadas/família/dia.

O caráter sazonal da atividade agrícola implica em picos elevados de emprego em determinadas épocas do ano (plantio e colheita), enquanto que, na entressafra a mão-de-obra fica totalmente ociosa. As dificuldades impostas pela semi-aridez da região induzem o homem a migrar para outras regiões em busca de maiores oportunidades de emprego.

#### **e) Infra-estrutura Básica Existente**

A área pesquisada apresenta deficiência em equipamentos de serviços básicos para atendimento da população rural, não tendo sido constatada na área das propriedades rurais a presença de escolas e postos de saúde. A infra-estrutura pública atingida pela construção da Barragem Riacho da Serra encontra-se restrita a trechos de estradas



vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e aos povoados da região, além de trechos de rede elétrica de baixa tensão. No mais, apenas benfeitorias pertencentes a particulares serão atingidas.

A área não dispõe de rede telefônica e a rede de energia elétrica existente serve 41,7% das propriedades pesquisadas. As propriedades que não são servidas com energia elétrica (58,3%) apresentam distâncias variando de 6 a 12 km até a rede de energia mais próxima.

#### *4.4.2.5. Aspectos Econômicos*

##### **a) Exploração Agrícola**

###### Área Ocupada pelas Culturas

O Quadro 4.34 mostra a ocupação dos solos na área coberta pela pesquisa, referente ao ano agrícola de 2001. Os dados levantados dizem respeito aos plantios de culturas puras anuais e permanentes. Da análise do quadro, as seguintes observações podem ser ressaltadas:

- A superfície total cultivada na área da pesquisa é de 106,7 ha, representando apenas 1,2% da área total pesquisada, demonstrando as dificuldades da área em termos de aproveitamento agrícola;
- Analisando a área cultivada nas diversas classes de propriedades, constata-se que o percentual de aproveitamento dos solos é mais significativo nas propriedades do estrato 200-500 ha (1,5%), seguindo-se o estrato >500 ha com 1,0% de suas terras cultivadas;
- As culturas mais representativas, em termos de área ocupada, são o capim elefante (50,6%), milho (27,2%) e o feijão (19,2% da área cultivada);



MONTGOMERY WATSON



Engenharia e Consultoria S/C Ltda.

**Quadro 4.34**  
**Área Cultivada Segundo as Culturas**

Culturas Puras e Consorciadas	Estrato de Área (ha)								Área Total Cultivada por Cultura	% em Relação à Área Total Cultivada
	<200		200-500		>500		Sem Área Inf.			
	Área	%	Área	%	Área	%	Área	%		
Algodão Herbáceo	-	-	2,0	16,7	-	-	-	-	2,0	1,9
Cana-de-açúcar	-	-	-	-	1,0	1,2	-	-	1,0	0,9
Capim elefante	-	-	5,0	41,7	49,0	56,5	-	-	54,0	50,6
Coco-da-baía	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,2	0,2
Feijão	-	-	2,0	16,7	15,5	17,9	3,0	37,5	20,5	19,2
Milho	-	-	3,0	24,9	21,0	24,2	5,0	62,5	29,0	27,2
<b>Total</b>	-	-	<b>12,0</b>	<b>100,0</b>	<b>86,7</b>	<b>100,0</b>	<b>8,0</b>	<b>100,0</b>	<b>106,7</b>	<b>100,0</b>

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.



- Ocorre ainda, na área, o cultivo do algodão herbáceo, representando 1,9% da área total produtiva, como também as culturas da cana-de-açúcar e coco-da-baía, representando, respectivamente, 0,9% e 0,2% da área total cultivada.

### Produção Agrícola Total

O Quadro 4.35 mostra, por estrato de área, os quantitativos totais e valores das produções das agrícolas no ano de 2001. Da análise do referido quadro os seguintes pontos podem ser ressaltados:

- A cultura mais representativa em termos de valor da produção é o capim elefante, contribuindo com 56,8% da renda agrícola, seguido do milho e do feijão, com 21,3% e 18,7%, respectivamente;
- O estrato das propriedades com área >500 ha responde por 86,8% do valor da produção agrícola da área pesquisada.

A produção agrícola da área pesquisada não é comercializada, sendo destinada exclusivamente à subsistência do produtor rural e do rebanho bovino.

### Nível Tecnológico da Agricultura Praticada

O nível tecnológico da agricultura praticada na área pesquisada é mínimo, tendo-se detectado poucas propriedades utilizando, principalmente, defensivos agrícolas e adubos orgânicos e/ou químicos.

De acordo com os entrevistados, a assistência técnica ao produtor rural, de competência da EMATERCE, não é exercida na área. O crédito agrícola não foi utilizado nos últimos cinco anos.

A irrigação é praticada em 41,7% das propriedades pesquisadas, sendo o método mais utilizado a aspersão convencional. Em relação a equipamentos agrícolas, apenas duas propriedades (16,7% do total) possuem trator, já 75,0% das mesmas possuem cultivador movido à tração animal. Outros equipamentos bastante utilizados são máquinas forrageiras, pulverizador costal, motobomba, além dos pequenos instrumentos como enxada, foice, chibanca, entre outros.

**Quadro 4.35**  
**Produção Agrícola**  
**- R\$ de Outubro de 2002 -**



MONTGOMERY WATSON



Culturas Puras e Consorciadas	Estrato de Área (ha)								Total da Área	
	<200		200-500		>500		Sem Área Inf.		Quant. (kg)	Valor (R\$)
	Quant. (kg)	Valor (R\$)	Quant. (kg)	Valor (R\$)	Quant. (kg)	Valor (R\$)	Quant. (kg)	Valor (R\$)		
Algodão Herbáceo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cana-de açúcar	-	-	-	-	20.000	400,00	-	-	20.000	400,00
Capim elefante	-	-	60.000	1.200,00	445.000	8.900,00	-	-	505.000	10.100,00
Coco-da-baía (1)	-	-	-	-	600	168,00	-	-	600	168,00
Feijão	-	-	-	-	3.180	2.798,40	600	528,00	3.780	3.326,40
Milho	-	-	-	-	9.360	3.182,40	1.800	612,00	11.160	3.794,40
<b>Total</b>	-	-	-	<b>1.200,00</b>	-	<b>15.448,80</b>	-	<b>1.140,00</b>	-	<b>17.788,80</b>

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

(1) Produção em frutos.





## b) Exploração Pecuária

### Rebanho Existente

Os efetivos dos animais existentes nas propriedades pesquisadas, envolvendo animais de grande, médio e pequeno porte, podem ser visualizados no Quadro 4.36. O rebanho bovino apresenta-se mais representativo na área (935 cabeças), seguindo-se de perto pelos efetivos ovino e avícola, com respectivamente, 700 e 319 cabeças. O criatório de animais de pequeno e médio porte destina-se basicamente à subsistência dos agricultores.

Apropriando-se do efetivo bovino, rebanho de maior expressividade econômica, por estrato de área e com base na área total de cada classe, o Quadro 4.37 retrata a densidade do plantel bovino para a área da bacia hidráulica.

**Quadro 4.36 – Efetivos do Rebanho (cabeças)**

Estrato de Área (ha)	Bovinos	Eqüinos	Muares	Asininos	Ovinos	Caprinos	Suínos	Aves
< 200	45	03	02	01	-	-	-	10
200 - 500	77	10	03	13	195	22	06	62
>500	783	17	07	11	475	-	38	217
Sem Área Inf.	30	01	-	-	30	-	10	30
Total	935	31	12	25	700	22	54	319

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

**Quadro 4.37 – Densidade do Plantel Bovino**

Estrato de Área(ha)	Efetivo Bovino (cabeças)	Área dos Estratos (km <sup>2</sup> )	Densidade Bovina (cabeças/km <sup>2</sup> )
< 200	45	1,74	25,86
200 - 500	77	8,74	8,81
>500	783	83,26	9,40
Sem Área Informada	30	-	-
Total	935	93,07	10,04

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

Observa-se que o efetivo de bovinos por área atinge maiores valores nas propriedades > 500 ha (783 cabeças). O estrato de propriedades com menos de 200 ha é o que apresenta maior densidade (25,86 cabeças/ km<sup>2</sup>), decrescendo à medida que aumenta a área das



propriedades. A densidade bovina média encontrada para a área pesquisada (10,04 cabeças/km<sup>2</sup>) é inferior ao valor registrado para o Estado do Ceará, que é de 18,9 cabeças/km<sup>2</sup>.

### Produção Animal Total

O Quadro 4.38 mostra os quantitativos e valores da produção animal, por estrato de área, referentes ao ano de 2001. Da análise do quadro podem ser destacadas as seguintes observações:

- Em termos de valor da produção, a produção de leite bovino assume grande importância, representando 62,8% do valor total da produção animal, vindo em seguida o queijo, com 21,0% do valor total;
- As produções de carne bovina, ovina e caprina são voltadas exclusivamente para o autoconsumo;
- As propriedades com áreas >500 ha são responsáveis por 69,4% do valor total da produção pecuária da área;
- 77,0% da produção pecuária é voltada para a comercialização, enquanto 23,0% é autoconsumida.

A comercialização dos animais em pé e da carne é feita, parte, na propriedade, e parte na sede do município, durante o verão, principalmente a marchante. O leite e o queijo são comercializados na sede do município, diretamente ao consumidor ou para unidades de beneficiamento como a Indústria de Laticínios Maranguape e a Parmalat. Com relação à produção de ovos, esta é comercializada na também na sede do município diretamente ao consumidor (Quadro 4.39).

Quadro 4.38  
Produção Pecuária  
- R\$ de Outubro de 2002 -



Produtos	Estrato de Área (ha)																Total da Área			
	<200				200-500				>500				Sem Área Informada							
	Quant.	Valor (R\$)	% Com.	% Autoc.	Quant.	Valor (R\$)	% Com.	% Autoc.	Quant.	Valor (R\$)	% Com.	% Autoc.	Quant.	Valor (R\$)	% Com.	% Autoc.	Quant.	Valor (R\$)	% Com.	% Autoc.
Carne Bovina (kg)	250	750,00	-	100,0	260	1.131,00	-	100,0	1.680	7.308,00	-	100,0					250	750,00	-	100,0
Carne Ovina (kg)					75	326,25	-	100,0									1.940	8.439,00	-	100,0
Carne Caprina (kg)																	75	326,25	-	100,0
Carne Suína (kg)													30	90,00	83,3	16,7	30	90,00	83,3	16,7
Carne Avícola (kg)	40	87,20	-	100,0	100	218,00	-	100,0	120	261,60	-	100,0					260	566,80	-	100,0
Bovino em pé (cab)	1	400,00	100,0	-					4	1.380,00	100,0	-					5	1.780,00	100,0	-
Ovino em pé (cab)					38	1.550,00	100,0	-	53	2.162,00	100,0	-					91	3.712,00	100,0	-
Caprino em pé (cab)					4	163,20	100,0	-									4	163,20	100,0	-
Leite Bovino (l)	5.000	5.400,00	100,0	-	3.600	3.888,00	-	100,0	55.450	59.886,00	84,4	15,6					64.050	69.174,00	80,9	19,1
Queijo (kg)					1.680	7.560,00	89,3	10,7	864	3.888,00	92,6	7,4	2.600	11.700,00	100,0	-	5.144	23.148,00	98,8	1,2
Ovos (un)					820	82,00	-	100,0	16.310	1.631,00	-	100,0	3.600	360,00	88,9	11,1	20.730	2.073,00	15,4	84,6
<b>Total</b>	-	<b>6.637,20</b>	<b>87,4</b>	<b>12,6</b>	-	<b>14.918,45</b>	<b>11,5</b>	<b>88,5</b>	-	<b>76.516,60</b>	<b>75,4</b>	<b>24,6</b>	-	<b>12.150,00</b>	<b>99,5</b>	<b>0,5</b>	-	<b>110.222,25</b>	<b>77,0</b>	<b>23,0</b>

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

**Quadro 4.39 - Comercialização da Produção Pecuária**  
**- valores percentuais-**

Discriminação	Estrato de Área (ha)				Total
	<200	200-500	>500	Sem Área Inf.	
Carne/Animal em pé					
<u>Local de Venda</u>					
▪ Na propriedade	100,0	50,0	-	100,0	50,0
▪ Outro Município	-	-	-	-	-
▪ Sede do Município	-	50,0	100,0	-	50,0
<u>Tipo de Comprador</u>					
▪ Consumidor	-	-	-	100,0	16,6
▪ Frigorífico	-	50,0	-	-	16,7
▪ Outro Criador	-	-	50,0	-	16,7
▪ Marchante	100,0	50,0	50,0	-	50,0
<u>Época da Venda</u>					
▪ Durante o Inverno	100,0	-	50,0	-	33,3
▪ Durante o Verão	-	100,0	50,0	100,0	66,7
Leite/Queijo					
<u>Local de Venda</u>					
▪ Na Propriedade	-	-	-	-	-
▪ Na Sede do Município	100,0	100,0	75,0	100,0	85,7
▪ Outro Município	-	-	25,0	-	14,3
<u>Tipo de Comprador</u>					
▪ Consumidor	-	100,0	25,0	100,0	42,9
▪ Intermediário	-	-	25,0	-	14,2
▪ Unidade de Beneficiamento	100,0	-	50,0	-	42,9
Ovos					
<u>Local de Venda</u>					
▪ Na Propriedade	-	-	-	-	-
▪ Na Sede do Município	-	-	-	100,0	100,0
<u>Tipo de Comprador</u>					
▪ Consumidor	-	-	-	100,0	100,0
▪ Intermediário	-	-	-	-	-

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.



### Nível Tecnológico da Pecuária

Dentre os indicadores do nível tecnológico da pecuária da área, observa-se que a vacinação e a vermifugação são as práticas mais difundidas entre os criadores, sendo utilizadas em todas as propriedades entrevistadas. O rebanho bovino se caracteriza pela presença de animais SRD, criados extensivamente e destinados à produção de leite.

#### **c) Valor Bruto da Produção e Renda Líquida**

Consolidando os valores constantes nos Quadros 2.35 e 2.38 obtém-se o Valor Bruto da Produção (VBP) da área coberta pela pesquisa, cujos valores são apresentados no Quadro 4.40, distribuídos por estratos de área. A análise dos números contidos no referido quadro permite ressaltar os seguintes pontos:

- Para a área como um todo, a atividade pecuária é a mais expressiva na formação do VBP (86,1%), seguindo-se a agricultura com 13,9%;
- A agricultura da área, como demonstram os números, é incipiente, destinando-se, praticamente, à subsistência do homem do campo e suporte do rebanho bovino, mediante a plantação de capineiras;
- O VPB tende a crescer conforme aumenta a área das propriedades.

As despesas incorridas pelas propriedades com a aquisição de insumos fora da área, pagamento da mão-de-obra e de outros serviços podem ser visualizadas no Quadro 4.41. Deduzindo-se do VBP as cifras correspondentes às despesas agropecuárias, obtém-se a renda líquida, dela não se tendo reduzido o autoconsumo.

O Quadro 4.42 discorre sobre a renda líquida anual distribuída por estrato de área, em valores totais, por hectare e por pessoa. A análise desse quadro permite destacar os seguintes pontos:

- A renda líquida por hectare apresenta uma tendência de diminuição com o crescimento da área das propriedades, apresentando para a área total o valor de R\$ 12,23, cifra considerada muito baixa;



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.40 – Valor Bruto da Produção<sup>(1)</sup>**

Estrato de Área (ha)	Agricultura		Pecuária		VBP	% sobre o Total
	Valor (R\$ 1,00)	% sobre VBP	Valor (R\$ 1,00)	% sobre VBP		
<200	-	-	6.637,20	6,0	6.637,20	5,2
200-500	1.200,00	6,8	14.918,45	13,5	16.118,45	12,6
>500	15.448,80	86,8	76.516,60	69,5	91.965,40	71,8
Sem Área Inf.	1.140,00	6,4	12.150,00	11,0	13.290,00	10,4
Total	17.788,80	100,0	110.222,25	100,0	128.011,05	100,0

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

(1) Valores expressos em reais de outubro de 2002.



MONTGOMERY WATSON



**Quadro 4.41 - Despesas com Insumos, Mão-de-obra e Aluguel de Equipamentos (1)**

Discriminação	Estrato de Área (ha)								Total	
	< 200		200 - 500		>500		Sem Área Inf.			
	Valor (R\$ 1,00)	% sobre Desp.	Valor (R\$ 1,00)	% sobre Desp.	Valor (R\$ 1,00)	% sobre Desp.	Valor (R\$ 1,00)	% sobre Desp.	Valor (R\$ 1,00)	% sobre Desp.
Insumos Agropec.	234,50	9,8	222,70	86,4	4.534,50	39,7	23,30	26,7	5.015,00	35,5
Mão-de-obra Temp.	1.800,00	75,5	-	-	5.760,00	50,5	64,00	73,3	7.624,00	53,9
Aluguel de Equip.	350,00	14,7	35,00	13,6	1.120,00	9,8	-	-	1.505,00	10,6
<b>TOTAL</b>	<b>2.384,50</b>	<b>100,0</b>	<b>257,70</b>	<b>100,0</b>	<b>11.414,50</b>	<b>100,0</b>	<b>87,30</b>	<b>100,0</b>	<b>14.144,00</b>	<b>100,0</b>

FONTES: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

(1) Valores expressos em reais de outubro de 2002.



MONTGOMERY WATSON



Engesoft  
Engenharia e Consultoria S/C Ltda

**Quadro 4.42 - Renda Líquida Anual <sup>(1)</sup>**

<b>Estrato de Área (ha)</b>	<b>Renda Líquida (R\$)</b>	<b>Por Hectare (R\$)</b>	<b>Por Pessoa<sup>(2)</sup> (R\$)</b>
<200	4.252,70	24,44	202,51
200-500	15.860,75	19,65	689,60
>500	80.550,90	9,67	1.830,70
Sem Área Informada	13.202,70	-	1.886,10
<b>Total</b>	<b>113.867,05</b>	<b>12,23</b>	<b>1.198,60</b>

FONTE: Montgomery Watson/Engesoft, Pesquisa de Campo, 2002.

(1) Valores expressos em reais de outubro de 2002.

(2) Inclusive as famílias dos proprietários que residem fora da propriedade.





- A renda “per capita” atinge para a área total um valor anual de R\$ 1.198,60, o que, em termos de salários mínimos mensais<sup>(1)</sup>, corresponde a cerca de 55,0% do salário mínimo vigente. Tal valor se mostra baixo, principalmente quando se considera a má distribuição dessa renda.

Ressalte-se que esta renda deve ser acrescida de outros rendimentos identificados na área e de fontes não diretamente vinculadas à agropecuária, tais como aposentadorias rurais e outras atividades exercidas pelos proprietários. Entretanto, os valores indicados correspondem à quase totalidade da renda das famílias da área e, de modo particular, fornecem a renda agropecuária propriamente dita, parâmetro que tem maior interesse no estudo da renda da população.

#### *4.4.2.6. Expectativas da População Ante a Implantação do Reservatório*

As expectativas da população da área pesquisada, representada pelos 12 entrevistados, confirmam a precariedade das condições de vida vigente na área. A principal aspiração da população da área é a obtenção de condições mais dignas, buscando solucionar os problemas de escassez de recursos hídricos, saúde, educação e desemprego.

No que diz respeito à implementação da Barragem Riacho da Serra é unânime o conhecimento da obra na região. Todos os entrevistados já ouviram falar do projeto e o nível de aceitação da obra é satisfatório, visto que 91,2% destes declararam estar de acordo com a implantação do empreendimento, pois acreditam que o mesmo será de grande valor para a região, garantindo a água no período seco, possibilitando o desenvolvimento da agricultura irrigada e da pesca, além de trazer muitas oportunidades de emprego para a região.

O percentual de entrevistados contrários à implantação do empreendimento perfaz 8,3%, mais especificamente um proprietário que se ressentiu em ter que sair da área onde vive a tantos anos.

---

<sup>(1)</sup> Salário mínimo vigente em outubro/2002 igual a R\$ 180,00.



Quando indagados sobre a forma adequada ou desejada para indenização das terras e benfeitorias atingidas pela implantação da barragem, todos declararam preferir receber indenização em dinheiro, justa e em tempo hábil, das terras e benfeitorias para se estabelecerem como melhor lhes aprouver, em local de sua escolha ou na área remanescente da propriedade.

Em suma, a expectativa da população da área das propriedades pesquisadas é traduzida pela busca de melhores condições de vida, embora esse anseio esbarre muitas vezes nas incertezas decorrentes do processo desapropriatório, frente à ameaça de perda de suas terras e de suas residências.

Foram ainda, consultadas durante a pesquisa de campo diversas instituições do município de Alto Santo que podem ser engajadas no processo de reassentamento da população desalojada da área do empreendimento, entre elas, as secretarias de Administração e Saúde, a Câmara Municipal, a EMATERCE e o Sindicato dos Trabalhadores Rurais. A opinião dos titulares e/ou encarregados desses órgãos quanto à construção do açude apresenta-se unânime quanto à importância do empreendimento para a região, como pode ser ressaltado pelos seguintes comentários:

- “O açude é uma obra há muito tempo reivindicada pela população, pois o problema de abastecimento de água da cidade é caótico.” (Presidente da Câmara dos Vereadores de Alto Santo);
- “É uma obra muito importante para a região, pois vai trazer água para a sede do município e permitir a irrigação nos ribeirinhos do riacho da Serra.” (Secretário Municipal de Administração);
- “É de grande valia para a cidade de Alto Santo por causa da escassez de água.” (Auxiliar de Saneamento da FUNASA).

Solicitados a opinar sobre a forma mais indicada de efetuar o reassentamento da população a ser desalojada, foram emitidos os seguintes comentários pelos entrevistados:



- “Seria bom que o reassentamento fosse feito nas proximidades da cidade, devido à facilidade na hora de comprar e vender.” (Diretor de Secretaria do Fórum de Alto Santo);
- “As localidades de Lagoa da Serra, Boa Vista, Lagoa do Meio, Cristo Rei, Cacimba do Cunha, são terras boas para o cultivo, além de já contarem com estradas e rede elétrica.” (Secretário Municipal de Administração).

Solicitados a indicar tipos de atividades que as pessoas poderiam desenvolver na área do reassentamento, foram emitidas as seguintes sugestões:

- “O desenvolvimento da agricultura irrigada, pesca e implantação de mirocooperativas de beneficiamento.” (Presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Alto Santo);
- “Implantação de projetos de fruticultura, agricultura, piscicultura, entre outras.” (Técnico Agrícola da EMATERCE de Alto Santo).

Dado o melhor conhecimento da população envolvida sobre a região em que vivem, foi solicitado que estes indicassem, próximo ao reservatório a ser construído, áreas adequadas para reassentar as famílias desalojadas, tanto no que se refere à qualidade dos solos, quanto à infra-estrutura de recursos hídricos, viária e elétrica, tendo-se chegado às seguintes indicações:

- Terras de propriedade do Sr. Nilton Duarte;
- Terras de propriedade do Sr. Osaiás.

Ressalta-se que as referidas localidades serão submetidas, posteriormente, à análise por técnicos do Consórcio Montgomery Watson/Engesoft, quando da execução dos estudos de alternativas vocacionais para o reassentamento da população alvo.

#### *4.4.2.7. Dados do Levantamento Cadastral*

Tendo em vista que as terras que serão inundadas pela implantação do Açude Riacho da Serra, assim como as que serão englobadas pela sua faixa de proteção, pertencem a terceiros, faz-se necessário à efetivação de um processo desapropriatório que regulamente esta situação.



Diante disso, a SRH contratou o Consórcio Montgomery Watson/Engesoft para realizar o levantamento cadastral na área diretamente atingida pela construção do reservatório, a qual abrange terras dos municípios de Iracema e Alto Santo.

O levantamento cadastral adotou o emprego de topografia clássica para a demarcação das áreas de interesse para desapropriação. Os limites dessas áreas, bem como os limites das propriedades foram demarcados através da implantação de uma linha de base e de poligonais de contorno, as quais tiveram seus vértices plotados em campo e posteriormente desenhados em plantas cadastrais.

A partir dos dados obtidos pela topografia foram definidas as coordenadas da área a desapropriar de cada imóvel e calculada a sua extensão territorial, bem como as coordenadas da poligonal envolvente. Outras equipes de campo complementaram o trabalho avaliando as terras, culturas e benfeitorias pertencentes a proprietários e moradores, além de fazer levantamento das divisas dos imóveis e de sua titulação através de pesquisa em cartório. Resultaram como produtos finais do levantamento cadastral os seguintes serviços:

- Planta de toda a área do perímetro, com delimitação dos imóveis, nome dos proprietários e código da SRH;
- Relação, por ordem numérica, de todos os imóveis com nome do proprietário e área a ser desapropriada;
- Planta individual de cada imóvel, em formato A4, em escala variável, contendo o nome do proprietário, o código do imóvel, limitantes e distâncias entre pontos notáveis;
- Memorial descritivo de cada imóvel;
- Planta cadastral, contendo:
  - Cópia da planta individual;
  - Cópia do memorial descritivo;
  - Laudo de avaliação do imóvel, contendo o nome do proprietário, a localização do imóvel, o decreto de desapropriação, a relação de todos os elementos dos itens Terra, Cobertura Vegetal e Benfeitorias;



- Relatório de cálculo da poligonal;
- Cópias de documentação.

Foram cadastradas 12 propriedades, das quais três pertencem a espólios, estando enquadradas nesta situação os seguintes imóveis: BRS-01 pertencente ao espólio de Otacílio Diógenes Maia, BRS-07 pertencente ao espólio de José Cavalcante de Oliveira e BRS-10 pertencente ao espólio de Francisco Holanda de Moraes. Constatou-se, ainda, que um proprietário conta com mais de um imóvel englobado pela bacia hidráulica do futuro reservatório. Tal situação se aplica aos lotes BRS-11 e BRS-12, ambos pertencentes ao Sr. Joaquim Nogueira Bessa.

Foi constatada, ainda, a existência de 14 famílias de moradores sem benfeitorias vinculados aos lotes BRS-02 (4 moradores), BRS-03 e BRS-12 (2 moradores cada), BRS-04, BRS-05, BRS-07, BRS-08, BRS-09 e BRS-11 (1 morador cada) e de uma família de herdeiro morador com benfeitorias vinculado ao lote BRS-10.

O Quadro 4.43 apresenta uma listagem dos imóveis a serem desapropriados, contendo o nome dos proprietários e moradores atingidos pela implantação do Açude Riacho da Serra.

**Quadro 4.43 - Relação dos Proprietários e Moradores**

<b>Lote</b>	<b>Nome</b>	<b>Condição</b>
BRS-01	Espólio Otacílio Diógenes Maia	PR (AR)
BRS-02	Francisca Gizele Diógenes	PNR
BRS-02A	Francisco das Chagas Vieira	MSB
BRS-02B	Terezinha Nunes Pereira Vieira	MSB
BRS-02C	Francisco Júnior Diógenes Olegário	MSB
BRS-02D	Ivani Cardoso da Silva	MSB
BRS-03	José Diógenes Maia	PNR
BRS-03A	Manuel Antônio de Oliveira	MSB
BRS-03B	José Libanir Cardoso da Silva	MSB
BRS-04	José Afonso Cabó Lôbo	PNR
BRS-04A	Antônio Matias Lobo	MSB
BRS-05	Carlos Wagner Silveira Gomes	PNR
BRS-05A	Raimundo Nonato Oliveira	MSB



<b>Lote</b>	<b>Nome</b>	<b>Condição</b>
BRS-06	José de Paula Nogueira	PNR
BRS-07	Espólio José Cavalcante de Oliveira	
BRS-07A	Josenias Felinto da Silva	MSB
BRS-08	Leopécio Cunha	
BRS-08A	José Uene Rodrigues Gurgel	MSB
BRS-09	Francisco Gomes da Silva	PNR
BRS-09A	José Nilton Gomes	MSB
BRS-10	Espólio Francisco de Holanda Moraes	PNR
BRS-10A	Francisco Guerra Moraes	HMCB
BRS-11	Joaquim Bessa Nogueira	PNR
BRS-11A	Cícero Honorato Alves	MSB
BRS-12	Joaquim Bessa Nogueira	PNR
BRS-12A	Augusto Felinto da Silva	MSB
BRS-12B	José Felinto da Silva	MSB

Fonte: Montgomery Watson/Engesoft, Levantamento Cadastral da Área do Açude Riacho da Serra, 2002.

De acordo com o levantamento realizado deverá ser alvo a priori do processo de reassentamento 14 famílias de moradores e uma família de herdeiro morador, perfazendo ao todo um contingente populacional de cerca de 62 pessoas, distribuídas em 15 famílias. A quase totalidade dos proprietários residem fora do imóvel, constituindo exceção apenas um único proprietário (BRS-01) que reside na área remanescente da propriedade. Todas as propriedades a serem desapropriadas contarão com áreas remanescentes.

#### *4.4.2.8. Terras Indígenas*

De acordo com informações fornecidas pela FUNAI – Fundação Nacional do Índio, não há ocorrência de reservas indígenas na área da bacia hidráulica do futuro Açude Riacho da Serra, nem tão pouco nos territórios dos municípios que integram a Sub-bacia do Médio Jaguaribe.

#### *4.4.2.9. Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico*

Não foi constatado na área da bacia hidráulica do futuro reservatório a ocorrência de monumentos históricos, sítios arqueológicos e paleontológicos, ou cavernas e grutas



tombados, em processo de tombamento ou apenas identificados preliminarmente pelos órgãos competentes.

Segundo informações do IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, não constam nos arquivos deste órgão o registro de sítios arqueológicos nos municípios de Alto Santo e Iracema. Entretanto foi alertado pelo referido órgão o fato da região em estudo possuir grande significância histórica e cultural para o Ceará, nela localizando-se os primeiros núcleos de ocupação do Vale do Jaguaribe. Aí se instalaram as primeiras fazendas de gado do chamado Ciclo do Couro, na denominação de Capistrano de Abreu, durante o período de colonização européia, das quais se originaram vilas e cidades.

De acordo com os estudos desenvolvidos no âmbito do Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA do PROGERIRH, elaborado pela SRH, em meados de 2000, há indícios da existência de algumas ocorrências paleontológicas na região objeto do presente estudo. Tais ocorrências foram registradas no município de Alto Santo ocorrendo em áreas que distam de 10 a 50km da sede do município citado.



MONTGOMERY WATSON



## **5. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS**

---





## 5. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

### 5.1. METODOLOGIA ADOTADA

O método de avaliação adotado para a análise ambiental do projeto será a Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvida por BIANCHI et alli, em 1989, a partir do método matricial de Leopold.

A matriz de avaliação ambiental proposta por Bianchi dispõe os componentes do meio ambiente nas abcissas e os componentes do empreendimento, segundo as suas diferentes fases, no eixo das ordenadas, permitindo o confronto dos componentes. Os impactos previstos são representados por uma célula na matriz, localizada no cruzamento da ação impactante com o componente ambiental impactado.

Cada célula matricial é dividida em quatro campos, destinados a identificação do caráter benéfico (+), adverso (-) ou indefinido ( $\pm$ ), e a valoração dos atributos do impacto considerado, ou seja, magnitude, importância e duração, para os quais são atribuídos pesos de 1 a 3, conforme especificado abaixo:

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

Na identificação dos impactos de caráter indefinido são utilizadas, ainda, as letras (P), (M) ou (G) para designar a probabilidade de ocorrência destes impactos como pequena, média ou grande.

Objetivando melhorar a visualização da dominância do caráter dos impactos na matriz, o método adota a prática de colorir de verde as células matriciais correspondentes a impactos benéficos, de vermelho as correspondentes a impactos adversos e de amarelo as correspondentes a impactos indefinidos. As tonalidades forte, média e clara dessas



cores indicam, respectivamente, a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto.

A avaliação do projeto é feita sob dois enfoques "com" e "sem" a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas. São feitas, ainda, análises setoriais, segundo os meios abiótico, biótico e antrópico das áreas de influência física e funcional do empreendimento e de forma global considerando as duas áreas de influência como um todo.

Para o cálculo do índice de avaliação ponderal é utilizada a seguinte fórmula:

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

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

Os valores determinados para o IAP permitem uma caracterização bastante sintética dos empreendimentos analisados, ou seja:

$IAP < 1$  - Empreendimentos adversos e/ou mal definidos sob o ponto de vista ambiental;

$IAP \geq 1$  - Empreendimentos benéficos e bem definidos sob o ponto de vista ambiental.

Ressalta-se que, quanto maior for o valor do IAP, a partir da unidade, tanto mais benéfico e melhor definido será o empreendimento.

## **5.2. AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (APIA) DO PROJETO DO AÇUDE RIACHO DA SERRA**

### **5.2.1. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais**

A matriz de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao projeto do Açude Riacho da Serra é apresentada no Desenho 09/09 do Volume II. Os impactos foram lançados segundo as áreas de influência física (subdividida em área de inundação e área das obras civis, canteiro de obras, jazidas de empréstimo e bota-foras) e funcional do empreendimento.



Foram apresentadas como componentes do projeto as medidas de proteção ambiental recomendadas, que não constam originalmente do projeto, mas que foram incorporadas para fins de análise.

A descrição detalhada dos impactos esperados durante a implantação e operação do empreendimento é apresentada no Quadro 5.1 no final deste capítulo, sendo apresentada de forma mais resumida no item a seguir.

## 5.2.2. Descrição dos Impactos Ambientais Identificados

### 5.2.2.1. Impactos sobre o Meio Abiótico

Por ocasião da implantação do projeto os impactos adversos incidentes sobre o meio abiótico da área das obras civis decorrem, principalmente, dos desmatamentos localizados e dos terraplenos (cortes, aterros e escavações) necessários à execução das obras. Haverá produção em larga escala de poeiras e ruídos causando temporariamente prejuízos a qualidade do ar, além de pequenas vibrações sísmicas ocasionadas pelo uso de explosivos durante as escavações da fundação da barragem. Haverá, ainda, desencadeamento de processos erosivos com conseqüente perda da qualidade dos solos e carregamento superficial de sedimentos finos para os cursos d'água periféricos, contribuindo para o assoreamento e turbidez destes por ocasião do período chuvoso.

A exploração das jazidas de empréstimos requererá a retirada da camada fértil do solo, expondo-o a ação de agentes erosivos, com risco de instabilidade dos taludes laterais das cavas de jazidas de material terroso e granular. Haverá carregamento de sedimentos para os cursos d'água periféricos produzindo turbidez e assoreamento, além de redução das taxas de infiltração das águas pluviais, com reflexos negativos sobre a recarga dos aquíferos. A poeira e os ruídos gerados serão decorrentes dos desmatamentos pontuais, dos terraplenos, do intenso tráfego de máquinas e veículos pesados, das operações da usina de concreto e da central de britagem, e dos usos de explosivos na exploração das pedreiras.

O desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório (420,73 ha), provocará uma redução nas taxas de infiltrações das águas pluviais, principalmente nas áreas onde a permeabilidade do solo é baixa, com reflexos negativos sobre a recarga dos aquíferos. O clima da área de entorno do reservatório será ligeiramente alterado, ocorrendo uma pequena elevação da temperatura do ar, ao nível de microclima, devido a erradicação da



cobertura vegetal, visto que a bacia hidráulica apresenta cerca de 60,0% de sua área com cobertura vegetal relativamente preservada. Em contrapartida, o desmatamento tem como objetivo a preservação da qualidade da água represada, visando evitar a eutrofização pelo apodrecimento da vegetação que seria inundada.

Os impactos gerados durante a remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica (poeira, ruídos, erosão dos solos e assoreamento/turbidez dos cursos d'água) serão pouco significativos, estando restritos a áreas pontuais, dado que não foi identificada a presença de povoados na área da bacia hidráulica do reservatório e que o número de habitações atingidas encontra-se restrito a apenas 15 imóveis posicionados em áreas pontuais dispersas.

Quanto à possível presença de patrimônio paleontológico nas áreas das obras de civis, das jazidas de empréstimos e da bacia hidráulica do reservatório, os levantamentos de campo executados não detectaram nenhuma evidência da presença de sítios paleontológicos. Entretanto, como o município de Alto Santo conta com registros de sítios paleontológicos efetuados pelos órgãos competentes e como as ocorrências de fósseis são, em geral, mais comuns nas planícies fluviais e leitos dos cursos d'água, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras, de modo a evitar a destruição de evidências caso elas ocorram na área do estudo.

Quanto à perda de solos agricultáveis decorrentes da formação do reservatório, pode-se afirmar que cerca de 96,0% dos solos existentes na área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra apresentam muito baixo ou nenhum potencial para o desenvolvimento da irrigação. Apresentam como restrições ao uso agrícola a pedregosidade e/ou rochosidade superficial, a pouca profundidade efetiva e a susceptibilidade a erosão, no caso dos Litólicos e Bruno Não Cálcicos e problemas de encharcamento durante o período chuvoso e de ressecamento/fendilhamento nas estiagens e teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais no caso dos Solonetz. Os Aluviões apresentam potencial agrícola elevado, entretanto são pouco representativos em termos geográficos e sofrem riscos de inundações periódicas.

Merece ressalva, ainda, o fato do Açude Riacho da Serra não contar com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais na sua bacia de contribuição, além de apresentar tempo de detenção da água não muito elevado (1,1 anos), sendo portanto os riscos de salinização das águas represadas pouco significativo.



Haverá redução temporária do volume d'água escoado pelo riacho da Serra durante o período chuvoso por ocasião da execução das obras de engenharia; alterações no nível do lençol freático das áreas de entorno do reservatório com o enchimento do reservatório, não sendo esperado, contudo, elevação excessiva, devido o Açude Riacho da Serra encontrar-se quase totalmente assente sobre rochas cristalinas; e redução do incremento anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas de jusante que não terão os nutrientes dos solos renovados naturalmente. Poderá vir a ocorrer desencadeamento de processos erosivos a jusante do reservatório, uma vez que a retenção de sedimentos pelo eixo do barramento liberará para jusante uma água potencial erosivo alto e que o riacho da Serra neste trecho apresenta uma planície fluvial que chega a atingir larguras de até 160 m. 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 no trecho de jusante, provocando o entupimento destas.

Com a operação do reservatório haverá um aumento na disponibilidade de recursos hídricos na Bacia do Figueiredo proporcionada pela perenização do riacho da Serra e pela própria presença do reservatório, possibilitando o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, bem como da cidade de Alto Santo, beneficiando no ano 2023 uma população da ordem de 7.462 habitantes. Haverá, ainda, o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas áreas ribeirinhas de jusante e da piscicultura extensiva no lago a ser formado, e a dessedentação animal. A regularização de vazão para o suprimento destas atividades permitirá a renovação periódica da água armazenada no Açude Riacho da Serra, evitando a perda de sua qualidade.

A irrigação difusa proporcionada pela operação do empreendimento ora em pauta, provocará um aumento no consumo de fertilizantes e pesticidas, sendo elevados os riscos de poluição hídrica principalmente nas áreas periféricas ao trecho perenizado do riacho da Serra. Este impacto pode ser revertido com a difusão de técnicas sobre o uso e manejo correto de agrotóxicos, bem como de métodos alternativos de controle de pragas, junto aos produtores rurais da região.

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 um sistema de esgotamento sanitário na cidade de Alto Santo.



Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários e industriais não precisam ser considerados já que o Açude Riacho da Serra não conta com núcleos urbanos na sua bacia de contribuição. Situação semelhante é observada no que se refere aos riscos de poluição das águas represadas pelo aporte de agrotóxicos. Com efeito, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição do referido reservatório e a irrigação difusa é uma prática pouco disseminada na região, dado a escassez de recursos hídricos e o baixo potencial agrícola dos solos.

Quanto à possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, o Açude Riacho da Serra 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 afluições significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos não podem ser armazenados a jusante.

Quanto a possibilidade do Açude Riacho da Serra poder provocar sismicidade induzida, como os sismos registrados na área de influência do reservatório são de magnitude baixa a média, e como este encontra-se integralmente assente sobre o embasamento cristalino e apresenta carga hidráulica baixa (valor máximo de 25,0 m e normal de 23,0 m) esta é praticamente nula. Com efeito, as questões associadas a sismicidade induzida são tradicionalmente tratadas apenas em regiões de sismicidade moderada e para cargas hidráulicas máximas da ordem de 100 m.

#### *5.2.2.2. Impactos sobre o Meio Biótico*

Inicialmente com a desapropriação dos imóveis haverá incentivo ao aumento da exploração extrativa vegetal, visando a obtenção de benefícios em termos monetários. A flora será impactada de forma negativa e haverá uma pequena evasão da fauna para as áreas periféricas. Durante a implantação do canteiro de obras, os desmatamentos requeridos também serão pouco relevantes, estando restritos a uma área pontual, incorrendo em impactos adversos sobre a flora e degradação do habitat da fauna, só que numa escala relativamente reduzida.

O maior impacto adverso incidente sobre o meio biótico encontra-se associado ao desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório, devido a erradicação extensiva da vegetação. Haverá perda do patrimônio florístico e genético da flora e destruição do habitat da fauna terrestre e da avifauna, o que pode resultar em extinção de algumas espécies nativas, alterando a composição da fauna.



Na área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra a fisionomia da vegetação apresenta-se variável, observando-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo/herbáceo (cerca de 96,0% da área), a qual apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do riacho da Serra. A mata ciliar do riacho da Serra apresenta-se bastante descaracterizada, estando substituída em diversos pontos por cultivos agrícolas, capoeiras de caatinga de porte arbustivo e capeamentos gramíneo/herbáceos.

Quanto à área a ser desmatada, a bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra engloba uma área aproximada de 420,73 ha na cota de coroamento (cota 92,5 m), da qual será necessário desmatar apenas até a faixa da cota 88,0 m (cota de cheia máxima 89,99 m menos faixa de mata para o refúgio da fauna aquática), sendo também deduzidas as áreas com cobertura vegetal degradada pela ação antrópica, passando a perfazer uma área aproximada de 337,0 ha. Adicionando-se a extensão relativa as jazidas de empréstimo a serem exploradas, ou seja, 42,56 ha, a área a ser desmatada eleva-se para 379,56 ha.

A fauna da região é composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, apresentando-se pouco diversificada. Não foram constatados endemismos na composição da flora ou da fauna, e as áreas previstas para as obras do empreendimento, bem como da bacia hidráulica do reservatório não estão posicionadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas. Com efeito, a unidade de conservação situada mais próximo da área do reservatório, representada pela Reserva Ecológica do Castanhão dista cerca de 10 km da área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra.

A fauna expulsa da área da bacia hidráulica durante a operação de desmatamento migrará para a região circunvizinha passando a competir com a fauna aí existente em termos territoriais e alimentares. Haverá migração de animais peçonhentos e o afastamento de algumas espécies de pássaros provocará o incremento nas populações de insetos, inclusive os vetores de doenças e pragas agrícolas. O carreamento de sólidos para o leito dos cursos d'água, com conseqüente assoreamento e turbidez, perturbará os hábitos da fauna aquática.

Por ocasião da construção das obras de engenharia os impactos incidentes sobre o meio biótico estão associados, principalmente, aos terraplenos (cortes, aterros e escavações) necessários e a exploração de jazidas de empréstimo. Os principais impactos decorrentes



destas atividades serão perda do patrimônio florístico e expulsão da fauna em áreas pontuais.

As vias de serviços implantadas cortaram os caminhos preferenciais da fauna expondo-a ao contato humano, resultando em incentivo a caça predatória e aumentando os riscos de atropelamentos. Além disso, a fauna terá seus hábitos alterados devido ao tráfego intenso de máquinas e veículos pesados e ao uso de explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações requeridas na fundação, dado os elevados níveis de ruídos produzidos.

Durante a operação de terraplenagem haverá desagregação de material sólido e o carreamento de sedimentos para os cursos d'água com conseqüente assoreamento e turbidez, prejudicando a fauna aquática. A interrupção temporária do fluxo d'água no leito do riacho da Serra, durante a execução das obras de engenharia prejudicará a fauna aquática. Ressalta-se ainda que a presença física do barramento 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 pontuais associados a relocação das residências para as áreas remanescentes das propriedades e/ou a construção da agrovila destinada ao reassentamento das famílias desalojadas, caso se faça necessário a sua implementação.

Com o enchimento do reservatório será formado um habitat permanente para a fauna aquática, entretanto algumas espécies ícticas podem não se adaptar 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 da água represada no Açude Riacho da Serra, preservando a sua qualidade e beneficiando de forma indireta o bioma aquático.

#### *5.2.2.3. Impactos sobre o Meio Antrópico*

Por ocasião da aplicação da pesquisa sócioeconômica houve a divulgação da notícia de que seria implantado um reservatório na região para abastecimento da cidade de Alto Santo, bem como para a perenização de um trecho do riacho da Serra, proporcionando o suprimento hídrico da população ribeirinha de jusante, o desenvolvimento da irrigação difusa e a dessedentação animal. Tal notícia impactou de forma favorável 91,2% do contingente populacional da área, os quais alegaram que a economia da região será beneficiada com o fornecimento d'água regularizado. Apenas uma pequena parcela da





população (8,3%) demonstrou receio de não receber indenizações justas e em tempo hábil e se ressentiu em ter que sair da área onde vive a tantos anos.

Quanto à desapropriação de terras, esta resultará na desapropriação parcial do território de 12 imóveis rurais e conseqüente mobilização de um contingente populacional formado por cerca de 64 pessoas distribuídas em 15 famílias de moradores. Ressalta-se, que a maior parte dos proprietários residem fora dos imóveis e que o único proprietário residente na área tem sua habitação posicionada na área remanescente da propriedade. Além disso, todas as propriedades contarão com áreas remanescentes, podendo a população desalojada continuar residindo nestas áreas, caso não queiram ir para uma agrovila. Com efeito, as 12 propriedades que terão suas áreas parcialmente submersas pelo reservatório, perfazem uma área total de 9.307,0 ha. Como a área da bacia hidráulica da Açude Riacho da Serra perfaz apenas 420,73 ha e observa-se o predomínio de grandes propriedades na região, pode-se afirmar que os imóveis contarão com áreas remanescentes, fato que é referendado pelos dados do levantamento cadastral.

Não foi, ainda, decidido pela SRH-CE, em comum acordo com o contingente populacional afetado, que medida será seguida no processo de reassentamento das famílias desalojadas, entretanto tendo em vista que todos os imóveis atingidos terão áreas remanescentes, pode-se adotar o sistema de permuta, ou seja, casa por casa, caso a população opte pela adoção deste sistema. Para as famílias que não optarem por este tipo de reassentamento, serão estudadas outras soluções, envolvendo desde o reassentamento a jusante ou a montante do reservatório em agrovila, até o reassentamento em núcleos urbanos próximos e a compensação monetária, sempre em comum acordo com a preferência do indivíduo atingido.

Além da geração de abalos ou até mesmo ruptura de relações familiares e sociais, é previsível, também, a ocorrência de tensão social face às incertezas criadas pelo processo desapropriatório, havendo o temor dos valores das indenizações não serem compatíveis com os valores dos bens desapropriados.

O reassentamento da população desalojada devido envolver questões emocionais e de ordem cultural, embora seja efetuado dentro das normas técnicas, pode não atender 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 da área de influência física do empreendimento.



Quanto às atividades econômicas paralisadas, centradas na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência, estas são pouco significativas, visto que a maior parte dos solos da área apresentam restrições ao uso agrícola. A infra-estrutura privada abandonada será de pouca monta, estando restrita a habitações, estábulos, currais, cercas e depósitos. Não haverá desemprego significativo da mão-de-obra, uma vez que a população pode continuar explorando o restante de suas terras. Com relação às infra-estruturas de uso público atingidas, estas se encontram representadas apenas por trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão que atendem as propriedades rurais.

Durante a implantação das obras, a cidade de Alto Santo, localizada nas imediações da área do projeto, terá suas funções econômicas e sociais sensivelmente alteradas pelo início dos trabalhos e, em particular, pelo aparecimento do contingente obreiro, sendo previsível a ocorrência dos seguintes impactos:

- Geração de mini-inflação dado o aumento da demanda por bens e serviços na região, sem o correspondente aumento na oferta, tendo como principais prejudicados os habitantes locais, cujas rendas não acompanham os aumentos de preços. O contingente obreiro encontra-se de certa forma protegido contra este processo inflacionário, visto que os salários destes são superiores à média regional. Além disso, o comércio informal, que geralmente se desenvolve no entorno do canteiro de obras, irá interferir na disponibilidade de bens e serviços, aumentando sua oferta e sua demanda como consumidor, com este setor tendo um papel significativo na geração da mini-inflação regional;
- Possível ocorrência de choques culturais entre os costumes da população nativa e os do contingente obreiro, com reflexos sobre as relações familiares e sociais;
- Pressão de demanda sobre o conjunto de serviços públicos existentes, dimensionados apenas para o atendimento da população local;
- Interferência no mercado de trabalho da região, através da oferta de um elevado número de empregos com salários superiores aos da região para mão-de-obra não qualificada (cerca de 150 empregos), provocando evasão da mão-de-obra dos setores econômicos, principalmente o setor primário. 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;



- Reativação da economia regional, devido aos gastos com pagamentos de salários, a compra de material de construção, explosivos e gêneros alimentícios para a alimentação dos trabalhadores engajados na obra, etc.

A implantação das estradas de serviços e a manutenção da malha viária existente, facilitará o deslocamento de pessoas e o escoamento da produção agropecuária da região, com reflexos positivos sobre a opinião pública. Além disso, o reservatório servirá de hidrovía, permitindo o deslocamento da população através de um meio de transporte mais econômico.

Os problemas de saúde associados à fase de implantação do reservatório são decorrentes principalmente do agrupamento do contingente obreiro numa determinada área, associado a um cronograma de execução rígido, que obriga o desenvolvimento de várias atividades ao mesmo tempo, marcando o ritmo de todo o processo, estando representados, principalmente por:

- Possibilidade de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro e favorecidas pelas novas condições sanitárias agravadas com o aumento da população;
- intenso tráfego de máquinas e caminhões pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo a população;
- Riscos de solapamento dos taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e dos areais, dado a consistência pouco coesa do solo;
- Riscos de acidentes com explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações da fundação.

Haverá, ainda, riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos durante a execução do desmatamento da área da bacia hidráulica, tanto para os trabalhadores engajados nesta atividade, como para a população periférica. Assim sendo, durante a execução das obras de engenharia é perfeitamente previsível a ocorrência de pressão sobre a infraestrutura do setor saúde da região, dimensionado apenas para o atendimento da população nativa.

Quanto aos problemas causados ao tráfego de veículos e ao deslocamento de pedestres, por ocasião da relocação dos trechos das estradas vicinais que permitem o acesso a



propriedades rurais da região, estes impactos podem ser reduzidos através da construção de desvios temporários de tráfego. Estes trechos devem ser alvo de intensa sinalização, sendo para tanto contactado o órgão competente.

A operação de desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório permitirá não só a geração de empregos diretos, como o surgimento de várias oportunidades de empregos indiretos através do aproveitamento dos subprodutos dos desmatamentos (lenha, carvoaria, etc.), beneficiando o setor terciário.

Os riscos de depredação do patrimônio arqueológico não são considerados significativos, já que os municípios de Alto Santo e Iracema não contam com registros de sítios arqueológicos efetuados pelo órgão competente. Entretanto, como a obra a ser construída encontra-se posicionada sobre o leito e a planície fluvial do riacho da Serra, locais que segundo a experiência são propícios a ocorrência deste tipo de patrimônio, 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.

Concluídas as obras de engenharia 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. Assim sendo, tanto os trabalhadores como 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.

A operação do reservatório contribuirá para o desenvolvimento das atividades do setor primário da região, visto que os solos aluviais existentes ao longo do riacho da Serra poderão ser explorados pela iniciativa privada através do desenvolvimento da irrigação difusa, obtendo mais de uma safra por ano. Além disso, a produção de culturas nobres (fruticultura), permitirá ao homem do campo a obtenção de rendas superiores às obtidas pela agricultura de subsistência, o que terá reflexos positivos sobre a tributação.

Haverá, ainda, o desenvolvimento da piscicultura extensiva com o peixamento do reservatório pelo órgão empreendedor e conseqüente formação de colônias de pescadores no lago a ser formado, além da dessedentação animal.

O empreendimento ora em análise garantirá, ainda, o reforço ao abastecimento d'água humano e industrial da cidade de Alto Santo, beneficiando no ano de 2023, horizonte do projeto, uma população urbana da ordem de 7.462 habitantes, além da população



residente ao longo do trecho perenizado do riacho da Serra. Com a garantia de um fornecimento d'água regularizado haverá incentivo ao desenvolvimento dos setores secundário e terciário da cidade de Alto Santo.

O fornecimento d'água regularizado melhorará os padrões de higiene da população, além de permitir o consumo de água de boa qualidade, impactando de forma benéfica à saúde da população, além de reduzir a pressão sobre a infra-estrutura do setor saúde.

Quanto à ocupação da mão-de-obra, haverá uma elevação na oferta de empregos associados ao desenvolvimento da irrigação difusa e as atividades industriais e de comércio e serviços.

Além disso, as atividades de operação e manutenção do reservatório requererão serviços que geram uma oferta adicional de empregos permanentes. O aumento do nível de renda do homem rural, por sua vez, permitirá um maior consumo de bens e serviços, dinamizando as atividades econômicas da cidade de Alto Santo. Serão reduzidos os problemas sócio-econômicos associados ao fenômeno das secas, dado a fixação do homem no campo e conseqüente diminuição da migração campo-cidade e da pressão sobre os núcleos urbanos da região.

### 5.2.3. Avaliações Setoriais

Os Quadros 5.2 e 5.3 mostram os resultados obtidos nas análises setoriais desenvolvidas com o projeto na sua versão original e com a incorporação das medidas de proteção ambiental (MPA's) preconizadas, respectivamente.

A avaliação do conjunto da área de influência física, representada pela área de inundação e pelas áreas das obras civis, do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimos se mostra desfavorável (IAP = 0,5420), sendo a situação revertida com a aplicação das MPA's (IAP = 1,1617), embora com uma faixa de domínio não muito significativa.

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 hidráulicos. 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 ao caso do Açude Riacho da Serra, que apresenta cerca de 96,0% dos solos a serem



submersos como não propícios ao uso agrícola, não resultando, portanto, na paralisação de atividades econômicas significativas. Além disso, embora haja desapropriação de imóveis, será necessário a relocação de apenas 15 famílias para as áreas remanescentes das propriedades ou para uma agrovila, caso se faça necessário a construção desta. A adoção das MPA's eleva o IAP do meio antrópico de 0,8904 para 1,1524. O meio abiótico consegue de certa forma absorver as adversidades passando o IAP de 0,3493 para 1,1626, o mesmo ocorrendo com o meio biótico, que também melhora sensivelmente o valor apresentado pelo IAP do projeto original (IAP = 0,3362) conseguindo reverter os impactos negativos ai incidentes (IAP = 1,1725).

Para a área de inundação o índice de avaliação ponderal eleva-se de 0,8808 para 1,7367 com a incorporação das MPA's. Com a formação do reservatório o meio natural desta área é contemplado pelo aumento da disponibilidade de recursos hídricos numa região assolada por secas periódicas. Além disso, será criado um habitat permanente para a fauna aquática e os solos a serem submersos são em sua maioria pouco propícios ao uso agrícola, o que resulta num balanceamento dos impactos. Assim sendo, os valores dos IAP's deste meio apresentam-se próximos da unidade (meio abiótico - IAP = 0,9810 e meio biótico - IAP = 0,8041), sendo as adversidades aí incidentes revertidas com a adoção das MPA's, passando estes meios a apresentarem valores do IAP da ordem de 2,9635 e 2,2154, respectivamente. O meio antrópico, por sua vez, consegue reverter as adversidades aí incidentes apenas com uma pequena margem de segurança, com o valor do IAP passando de 0,8706 no projeto original para 1,0934 com a adoção das MPA's.

Merece menção ainda o fato da grande maioria dos impactos adversos incidentes sobre a área de influência física, 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, do canteiro 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 0,0531 no projeto original para 0,3186) e biótico (cujo IAP é nulo no projeto original passando para 0,4225), 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 poucos benefícios incidentes sobre o meio natural, eleva o IAP do conjunto da área das obras civis de 0,1484 para 0,4928.



**QUADRO 5.2**  
**ANÁLISE SETORIAL DO PROJETO ORIGINAL**

<b>Discriminação</b>	<b>Peso dos Benefícios</b>	<b>Peso das Adversidades</b>	<b>Peso das Indefinições</b>	<b>Peso Total dos Impactos</b>	<b>Índice de Benefícios (%)</b>	<b>Índice de Adversidades (%)</b>	<b>Índice de Indefinições (%)</b>	<b>Índice de Avaliação Ponderal (%)</b>
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA</b>								
<b>Área de inundação</b>	<b><u>214</u></b>	<b><u>150</u></b>	<b><u>93</u></b>	<b><u>457</u></b>	<b><u>46,83</u></b>	<b><u>32,82</u></b>	<b><u>20,35</u></b>	<b><u>0,8808</u></b>
Meio abiótico	52	41	12	105	49,52	39,05	11,43	0,9810
Meio biótico	41	44	7	92	44,57	47,83	7,60	0,8041
Meio antrópico	121	65	74	260	46,54	25,00	28,46	0,8706
<b>Área das obras civis, etc.</b>	<b><u>31</u></b>	<b><u>195</u></b>	<b><u>14</u></b>	<b><u>240</u></b>	<b><u>12,92</u></b>	<b><u>81,25</u></b>	<b><u>5,83</u></b>	<b><u>0,1484</u></b>
Meio abiótico	6	113	0	119	5,04	94,96	0,00	0,0531
Meio biótico	0	68	3	71	0,00	95,77	4,23	0,0000
Meio antrópico	25	14	11	50	50,00	28,00	22,00	1,0000
<b>Total</b>	<b><u>245</u></b>	<b><u>345</u></b>	<b><u>107</u></b>	<b><u>697</u></b>	<b><u>35,15</u></b>	<b><u>49,50</u></b>	<b><u>15,35</u></b>	<b><u>0,5420</u></b>
Meio abiótico	58	154	12	224	25,89	68,75	5,36	0,3493
Meio biótico	41	112	10	163	25,16	68,71	6,13	0,3362
Meio antrópico	146	79	85	310	47,10	25,48	27,42	0,8904
<b>ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL</b>								
Meio abiótico	61	119	17	197	30,96	60,41	8,63	0,4484
Meio biótico	25	109	0	134	18,66	81,34	0,00	0,2294
Meio antrópico	323	96	34	453	71,30	21,19	7,51	2,4843



## QUADRO 5.3

## 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 FÍSICA								
<b>Área de inundação</b>	<b>422</b>	<b>150</b>	<b>93</b>	<b>665</b>	<b>63,46</b>	<b>22,56</b>	<b>13,98</b>	<b>1,7367</b>
Meio abiótico	157	41	12	210	74,77	19,52	5,71	2,9635
Meio biótico	113	44	7	164	68,90	26,83	4,27	2,2154
Meio antrópico	152	65	74	291	52,23	22,34	25,43	1,0934
<b>Área das obras civis, etc.</b>	<b>103</b>	<b>195</b>	<b>14</b>	<b>312</b>	<b>33,01</b>	<b>62,50</b>	<b>4,49</b>	<b>0,4928</b>
Meio abiótico	36	113	0	149	24,16	75,84	0,00	0,3186
Meio biótico	30	68	3	101	29,70	67,33	2,97	0,4225
Meio antrópico	37	14	11	62	59,68	22,58	17,74	1,4802
<b>Total</b>	<b>525</b>	<b>345</b>	<b>107</b>	<b>977</b>	<b>53,74</b>	<b>35,31</b>	<b>10,95</b>	<b>1,1617</b>
Meio abiótico	193	154	12	359	53,76	42,90	3,34	1,1626
Meio biótico	143	112	10	265	53,97	42,26	3,77	1,1725
Meio antrópico	189	79	85	353	53,54	22,38	24,08	1,1524
ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL								
Meio abiótico	150	119	17	286	52,45	41,61	5,94	1,1030
Meio biótico	150	109	0	259	57,92	42,08	0,00	1,3764
Meio antrópico	622	102	34	758	82,05	13,46	4,49	4,5710





Para a área de influência funcional como um todo, o projeto original revela-se favorável (IAP = 1,0907), 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 funcional (meio abiótico - IAP = 0,4484 e meio biótico - IAP = 0,2294). Em contrapartida esta área conta com uma elevada concentração de impactos benéficos incidindo principalmente sobre o meio antrópico (IAP = 2,4843), o que permite uma compensação entre os benefícios e adversidades aí incidentes. Em suma, no que se refere à área de influência funcional 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 2,4200, 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 = 4,5710). O meio natural, também, será beneficiado com a adoção das MPA's, passando a apresentar valores do IAP igual a 1,1030 para o meio abiótico e 1,3764 para o meio biótico.

#### 5.2.4. Avaliação Global

A análise global do projeto do Açude Riacho da Serra, executada através da junção dos resultados obtidos para o conjunto das áreas de influência física e funcional do empreendimento, é apresentada no Quadro 5.4. 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.



MONTGOMERY WATSON



### QUADRO 5.4

#### ANÁLISE GLOBAL DO PROJETO

<b>Discriminação</b>	<b>Peso dos Benefícios</b>	<b>Peso das Adversidades</b>	<b>Peso das Indefinições</b>	<b>Peso Total dos Impactos</b>	<b>Índice de Benefícios (%)</b>	<b>Índice de Adversidades (%)</b>	<b>Índice de Indefinições (%)</b>	<b>Índice de Avaliação Ponderal (%)</b>
PROJETO ORIGINAL	654	669	158	1.481	44,16	45,17	10,67	0,7908
PROJETO ORIGINAL + MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	1.447	675	158	2.280	63,46	29,61	6,93	1,7367
PROJETO ORIGINAL + MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL + 50% DE CONVERSÃO DO PESO DE INDEFINIÇÕES EM PESO DE BENEFÍCIOS	1.526	675	79	2.280	66,93	29,61	3,46	2,0239
PROJETO ORIGINAL + MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL + 100% DE CONVERSÃO DO PESO DE INDEFINIÇÕES EM PESO DE BENEFÍCIOS	1.605	675	0	2.280	70,39	29,61	0,00	2,3772



O projeto do empreendimento em sua versão original apresenta um IAP igual a 0,7908. Com a adoção das MPA's há uma sensível melhora deste índice, elevando o seu valor para 1,7367. Desta forma, fica comprovado que o projeto em sua versão original não contempla ações que visem à reparação dos impactos causados sobre o meio ambiente decorrente 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 (6,93%), pode ser reduzido através da adoção das medidas mitigadoras recomendadas no Quadro 5.1, apresentado no final deste capítulo. 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 2,0239. Considerando uma conversão de 100% do peso de indefinições em peso de benefícios, o empreendimento passaria a ter um IAP igual a 2,3772.

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. 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 funcional.

Ressalta-se, contudo, que é típico de projetos hidráulicos que as MPA's não consigam reverter totalmente os impactos incidentes sobre o meio antrópico da área de influência física, devido a necessidade de deslocamento de um grande contingente populacional. No caso específico do Açude Riacho da Serra isto não ocorre, visto que a área a ser ocupada pelo reservatório atingirá apenas 15 habitações e apresenta uma exploração agrícola pouco representativa, centrada na agricultura de subsistência. Além disso, todas as propriedades atingidas contam com áreas remanescentes, onde a população desalojada pode ser reassentada através da permuta de casas, caso não se opte pela construção de uma agrovila.

**AÇUDE RIACHO DA SERRA****ABREVIATURAS E SIGLAS USADAS NA ELABORAÇÃO DO QUADRO 5.1**

<b>BUTANTÃ</b>	<b>Instituto Butantã;</b>
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos;
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas;
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde;
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
LAROF	Laboratório de Ofiologia de Fortaleza;
PMAS	Prefeitura Municipal de Alto Santo;
PMI	Prefeitura Municipal de Iracema;
SAS	Secretaria de Ação Social;
SEAGRI	Secretaria da Agricultura Irrigada;
SEC	Secretaria de Educação e Cultura;
SEMACE	Superintendência Estadual do Meio Ambiente;
SESAC	Secretaria de Saúde do Estado do Ceará;
SOHIDRA	Secretaria de Obras Hidráulicas;
SRH-CE	Secretaria dos Recursos Hídricos;



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>	<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
MEIO ABIÓTICO (ÁREA DE INUNDAÇÃO)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação e salvamento do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio paleontológico.</li> </ul>	Y <sub>5</sub> X <sub>12</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Segundo a experiência a ocorrência de fósseis, é mais comum nas planícies fluviais, onde freqüentemente são encontradas ossadas fossilizadas de animais pré-históricos. A implementação de um plano de identificação e resgate do patrimônio paleontológico, evitará a destruição de evidências da passagem destes animais no território cearense, casos estes ocorram na área do estudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar estudos paleontológicos na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, visando inicialmente a identificação de sítios paleontológicos. Deverão ser efetuadas posteriormente prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>DNPM</li> <li>IPHAN</li> <li>SECULT</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. material particulado, vs. poluição sonora.</li> </ul>	Y <sub>11</sub> X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produção de material particulado, ruídos e fumaça numa escala relativamente elevada já que cerca de 58,0% da cobertura vegetal da área encontra-se preservada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na escolha dos locais e horários para a queima de restos deverá ser levado em conta a direção dos ventos dominantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. qualidade das águas superficiais vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y <sub>11</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>7</sub> X <sub>8</sub> X <sub>9</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A erradicação da cobertura vegetal provocará o desencadeamento de processos erosivos favorecendo o carreamento de sedimentos para os cursos d'água durante o período chuvoso, provocando turbidez. Os impactos sobre a qualidade dos solos são desprezíveis, uma vez que com a formação do reservatório esta área será submersa.</li> <li>O desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório evitará a eutrofização das águas a represadas, beneficiando indiretamente a qualidade das águas subterrâneas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração e implementação de um projeto de desmatamento racional.</li> <li>Execução do desmatamento da área da bacia hidráulica durante o período de estiagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>Empreiteira</li> <li>SEMACE</li> <li>IBAMA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpeza da área da bacia hidráulica vs. material particulado, vs. poluição sonora.</li> </ul>	Y <sub>12</sub> X <sub>1</sub> X <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Geração de poeira e ruídos numa escala bastante reduzida e em áreas pontuais dispersas.</li> </ul>	-	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpeza da área da bacia hidráulica vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.</li> </ul>	Y <sub>12</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A demolição de habitações, currais, pocilgas, fossas, etc., e o tratamento adequado do material resultante evitará a formação de sub-ambientes lenticos dentro do reservatório, bem como a disseminação de seres patogênicos, uma vez que os processos de depuração biológica serão mantidos. A qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos será beneficiada indiretamente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementação do programa de limpeza da área da bacia hidráulica do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>Empreiteira</li> <li>SEMACE</li> </ul>



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>	<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
• Limpeza da área da bacia hidráulica vs. erosão.	Y <sub>12</sub> X <sub>8</sub>	• Desencadeamento de processos erosivos pontuais considerados desprezíveis, tendo em vista a breve formação do reservatório.	-	-
• Formação do reservatório vs. disponibilidade de águas superficiais.	Y <sub>14</sub> X <sub>3</sub>	• O futuro reservatório terá uma capacidade de acumulação da ordem de 23,47 milhões de m <sup>3</sup> d'água, que servirá para o abastecimento d'água da cidade de Alto Santo e da população ribeirinha de jusante. Além do suprimento d'água para o desenvolvimento hidroagrícola à jusante do barramento (irrigação difusa) e para a dessedentação animal.	-	-
• Formação do reservatório vs. disponibilidade de solos.	Y <sub>14</sub> X <sub>6</sub>	• Submersão de 420,73 ha de solos pertencentes a terceiros, dos quais a maior parte apresenta sérias restrições ao uso agrícola, que vão desde a pouca profundidade efetiva e a presença de pedregosidade/rochosidade na superfície até o risco de inundações periódicas durante o período chuvoso e a elevada saturação com sódio trocável. Cerca de 58,0% da área do reservatório mantém sua cobertura vegetal preservada e apenas 1,2% da área é explorada com agricultura.	• Indenização justa e em tempo hábil.	• SRH-CE
• Formação do reservatório vs. sismicidade.	Y <sub>14</sub> X <sub>10</sub>	• Apesar do reservatório se situar próximo a áreas com tradição em eventos sísmicos (Ererê, Pereiro, Morada Nova (sede) e Ibaretama (Serra Azul), posicionadas a 57,5km; 55,0 km; 47,5 km e 90,0km do eixo do barramento, respectivamente), acredita-se que não haverá riscos de sismicidade induzida, pois o açude é de médio porte, com uma baixa coluna d'água e encontra-se completamente assente sobre rochas do embasamento cristalino.	-	-
• Formação do reservatório vs. recursos minerais.	Y <sub>14</sub> X <sub>11</sub>	• Submersão apenas de ocorrências de materiais pétreos, terrosos e granulados que poderiam ser utilizados pela construção civil. Não foi constatada a presença de áreas com exploração requerida junto ao DNPM dentro da área da bacia hidráulica do futuro reservatório.	-	-



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>	<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Formação do reservatório vs. clima.</li></ul>	Y <sub>14</sub> X <sub>13</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>Amenização climática nas áreas circunvizinhas ao reservatório, dado o aumento da umidade relativa do ar e conseqüentemente da evaporação da água.</li></ul>	-	-
<ul style="list-style-type: none"><li>Regularização de vazão/abastecimento d'água urbano vs. qualidade das águas superficiais.</li></ul>	Y <sub>15</sub> X <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>O fornecimento de uma vazão regularizada de 0,37 m<sup>3</sup>/s (90% de garantia) para a área de jusante quer seja pela perenização do riacho da Serra, permitindo o desenvolvimento da irrigação difusa, além do abastecimento da população ribeirinha e da dessedentação animal, quer seja pela adução d'água para abastecimento público da cidade de Alto Santo possibilitará a renovação periódica do volume d'água represado diminuindo os riscos de eutrofização do reservatório.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Controle e gerenciamento dos recursos hídricos represados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SRH-CE/COGERH</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Peixamento do reservatório e desenvolvimento da pesca vs. qualidade das águas superficiais.</li></ul>	Y <sub>16</sub> X <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>Caso seja adotado no peixamento do reservatório a introdução de espécies icticas destinadas ao combate de doenças de veiculação hídrica e à melhoria da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico o fator ambiental citado será amplamente beneficiado. Entretanto caso seja adotado o processo de salga do pescado e este for efetuado às margens do reservatório haverá riscos de carreamento do sal para as águas represadas prejudicando a sua qualidade.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Proibição da salga do pescado às margens do reservatório</li><li>Peixamento do reservatório com espécies destinadas à recomposição da ictiofauna, à pesca comercial, ao combate de doenças de veiculação hídrica, à melhoria da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico e ao aumento da disponibilidade de alimento natural para a ictiofauna.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SRH-CE/COGERH</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>Delimitação e monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. assoreamento</li></ul>	Y <sub>21</sub> X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub> X <sub>9</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>A faixa de proteção funciona como um filtro, servindo de barreira ao aporte de sedimentos e material poluente, preservando a qualidade da água do reservatório, e a sua capacidade de acumulação. A qualidade das águas subterrâneas será beneficiada indiretamente.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Policiamento educativo visando a manutenção da faixa de proteção do reservatório, integrando nesta atividade a própria comunidade local.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SRH-CE/COGERH</li></ul>



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>	<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Zoneamento de usos no reservatório vs. qualidade das águas superficiais.</li></ul>	Y <sub>22</sub> X <sub>4</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Esta atividade tem como objetivo afastar para áreas distantes dos pontos de captação d'água para abastecimento humano os usos que são incompatíveis com este fim, como forma de melhorar a qualidade da água a ser aduzida. Dentro de um raio de 500 m em torno de pontos de captação para abastecimento doméstico não devem ser permitidos outros usos. Desta forma, deverá ser proibido nesta área as atividades de lavagem de roupas, banhos e pesca, as quais podem resultar em poluição das águas e consequente elevação nos custos de tratamento da água fornecida para jusante.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Restringir os usos incompatíveis na área de captação d'água para abastecimento humano.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SRH-CE/COGERH</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gerenciamento e controle do uso da água vs. disponibilidade das águas superficiais.</li></ul>	Y <sub>23</sub> X <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>• O gerenciamento e controle do uso da água visa evitar que a água represada seja utilizada de forma desordenada, sendo para tanto estabelecidos critérios de usos e racionamento o seu consumo sempre que se fizer necessário, garantindo assim a disponibilidade dos recursos hídricos na região.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incluir o Açude riacho da Serra no programa de gerenciamento e controle do uso da água posto em prática pela SRH/COGERH.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SRH-CE/COGERH</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. disponibilidade das águas superficiais.</li></ul>	Y <sub>24</sub> X <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"><li>• A adoção do sistema de outorgas e tarifação d'água já utilizado em outras regiões do Estado do Ceará, permitirá o estabelecimento de cotas d'água para consumo dos usuários e a cobrança de tarifas como forma de controle para o uso desordenado da água, sendo estabelecido anualmente um programa a ser cumprido de conformidade com a disponibilidade d'água existente no reservatório e os usos a que se destina.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Implementação do sistema de outorga e tarifação d'água desenvolvido pela SRH/COGERH.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SRH-CE/COGERH</li></ul>





**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>	<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>Programa de educação ambiental vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. assoreamento.</li></ul>	Y25    X4 X5 X9	<ul style="list-style-type: none"><li>O programa de educação ambiental permitirá a conscientização dos usuários do reservatório quanto às questões ambientais vigentes na região do empreendimento, tais como necessidade de preservação da faixa de proteção do reservatório, riscos de poluição da água represada, uso e ocupação do solo adequado, deposição adequada do lixo doméstico, etc., irá impactar de forma benéfica os componentes citados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Elaboração de cartilha educacional a ser distribuída junto à população.</li><li>Realização de palestras para associações e/ou grupos formais, tendo em vista promover a participação da população na defesa do meio ambiente.</li><li>Realização de reuniões com os professores de 1º grau atuantes nas escolas da região para a incorporação do enfoque ambiental nas disciplinas constantes nos currículos.</li><li>Divulgar informações práticas de uso e conservação dos recursos naturais, através de programas radiofônicos, de televisão e em jornais, visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o meio ambiente.</li><li>Promover seminário sobre Educação Ambiental para os técnicos das diversas instituições que atuam nos municípios de Alto Santo e Iracema, visando debater com essas equipes os aspectos operativos referentes à inserção de práticas conservacionistas no planejamento das atividades que desenvolvem na região.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>SRH-CE/COGERH</li><li>IBAMA</li><li>SEMACE</li></ul>



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>	<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento da qualidade da água represada vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.</li> </ul>	Y <sub>26</sub> X <sub>4</sub> X <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tal atividade permitirá a preservação da qualidade da água represada garantindo assim o suprimento dos aquíferos com água de boa qualidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorar a qualidade da água represada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento do nível do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais.</li> </ul>	Y <sub>27</sub> X <sub>3</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O controle da vazão fornecida para jusante, evitará reduções drásticas do nível do reservatório, garantindo o abastecimento d'água nos períodos de estiagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorar os níveis do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento da sedimentação no reservatório, vs. disponibilidade das águas superficiais vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y <sub>29</sub> X <sub>3</sub> X <sub>4</sub> X <sub>9</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tal atividade permitirá um maior controle das atividades desenvolvidas na bacia contribuinte e a adoção imediata de medidas visando reduzir o aporte de sedimentos e de material poluente ao reservatório, com vistas a manutenção da sua capacidade e da qualidade da água represada.</li> <li>Ressalta-se que os solos da área são medianamente profundos a rasos, portanto predisposto ao carreamento acelerado de sólidos, e que a cobertura vegetal apresenta-se degradada em diversos trechos não constituindo uma proteção muito eficiente contra o estabelecimento de processos erosivos e de aporte de sedimentos ao reservatório. Assim sendo, faz-se necessário o controle da agricultura itinerante e da pecuária extensiva praticados na bacia de contribuição do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento das taxas de sedimentação no reservatório.</li> <li>Delimitação de uma faixa de proteção em torno do reservatório, de acordo com o preconizado pela Resolução CONAMA n° 004/85.</li> <li>Reflorestamento de áreas degradadas no entorno do reservatório e controle das atividades agropastoris predatórias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> <li>IBAMA</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção da infra-estrutura implantada vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. erosão</li> </ul>	Y <sub>30</sub> X <sub>3</sub> X <sub>8</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta atividade evitará o desencadeamento de processos erosivos que possam vir a serem provocados pelas chuvas ou pela ocorrência de percolação d'água ao longo do eixo do barramento preservando não só a própria integridade do empreendimento, como a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar a manutenção da infra-estrutura implantada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
MEIO BIÓTICO (ÁREA DE INUNDAÇÃO)					
• Desapropriação da área do empreendimento vs. vegetação de caatinga, vs. mata ciliar.	Y <sub>4</sub>	X <sub>14</sub> X <sub>15</sub>	• A desapropriação das terras provocará o aumento do extrativismo vegetal (lenha e carvão vegetal) com vistas a obtenção de recursos monetários. Tal procedimento causará danos a cobertura vegetal, todavia como a área do reservatório será alvo de desmatamento para preservação da qualidade da água represada, esta ação já está contribuindo para a redução da densidade vegetal.	• Conscientizar a população sobre os limites das áreas a serem desmatadas, de modo que não haja degradação da cobertura vegetal da faixa de proteção do reservatório.	• SRH-CE
• Desapropriação da área do empreendimento vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>4</sub>	X <sub>17</sub> X <sub>18</sub>	• Migração, em pequena escala, de mamíferos, répteis e aves para áreas circunvizinhas devido ao aumento do extrativismo vegetal.	-	-
• Manejo da fauna vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>10</sub>	X <sub>17</sub> X <sub>18</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A execução de uma operação de manejo da fauna que tiver dificuldade de locomoção para áreas de reservas ecológicas, implementada concomitantemente com às atividades de desmatamento, beneficiará a fauna terrestre.</li> <li>• Migração de animais peçonhentos e de algumas espécies de mamíferos para as áreas periféricas, aumentando os riscos de acidentes com a população periférica.</li> <li>• Com a migração das aves insetívoras, haverá aumento das populações de insetos, inclusive os vetores de doenças e as pragas que atacam a agricultura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura e encaminhamento de animais peçonhentos ou debilitados para instituições de pesquisa.</li> <li>• Alertar a população e as autoridades sobre a migração de animais peçonhentos ou perigosos, e promover o aparelhamento dos postos de saúde da região, principalmente com estocagem de soros antiofídicos.</li> <li>• Os trabalhadores engajados na atividade de manejo da fauna deverão receber treinamento sobre formas de captura, acondicionamento e transporte de animais, além de identificação de animais peçonhentos e prestação de primeiros socorros. Devem, também, trajar roupas adequadas, com botas e luvas de cano longo em material resistente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empreiteira</li> <li>• SRH-CE</li> <li>• IBAMA</li> <li>• SEMACE</li> <li>• LAROF</li> <li>• BUTANTÃ</li> <li>• FUNASA</li> <li>• SESAC</li> </ul>
• Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. vegetação de caatinga, vs. mata ciliar, vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>11</sub>	X <sub>14</sub> X <sub>15</sub> X <sub>17</sub> X <sub>18</sub>	• A vegetação da área do reservatório encontra-se relativamente preservada (cerca de 58,0% da área) e sua fauna apresenta-se diversificada. O desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório, resultará portanto em perdas relativamente significativas no patrimônio florístico. Ha-	• Implementação de um projeto de desmatamento racional, o qual deverá ser executado durante o período de estiagem, de modo a não coincidir com a época de procriação da maioria dos pássaros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Empreiteira</li> <li>• SRH-CE</li> <li>• IBAMA</li> <li>• SEMACE</li> </ul>



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
			verá destruição do habitat da fauna, podendo vir a provocar extinção de algumas espécies, alterando assim a sua composição.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os trabalhadores envolvidos na atividade de desmatamento deverão receber treinamento na identificação de animais peçonhentos e na prestação de primeiros socorros, além de trajarem roupas adequadas com botas e luvas de cano longo feitas de material resistente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SESAC</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.</li> </ul>	Y11	X16 X18	<ul style="list-style-type: none"> <li>O desmatamento zoneado da área da bacia hidráulica permitirá a formação de zonas para produção e alimentação da ictiofauna, além de evitar a eutrofização da água represada. Todo o bioma aquático será beneficiado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adotar o desmatamento para a erradicação da cobertura vegetal da bacia hidráulica do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Formação do reservatório vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.</li> </ul>	Y14	X16 X17 X18 X19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os impactos sobre a fauna terrestre e a avifauna serão irrelevantes, visto que já foi efetuado o desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório e o manejo da fauna. Apenas alguns indivíduos da fauna que retornarem ao antigo habitat serão alvo de operações de salvamento.</li> <li>Criação de um amplo habitat para o bioma aquático, sendo que algumas espécies da ictiofauna podem não se adaptar as condições lânticas do meio aquático.</li> <li>Interrupção da migração dos peixes de piracema na época da desova, podendo vir a ocorrer extinção de espécies.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução de operação de salvamento dotada de barcos e equipamentos adequados.</li> <li>Peixamento do reservatório com espécies destinadas à recomposição da ictiofauna, à pesca comercial, ao combate de doenças de veiculação hídrica, à melhoria da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico e ao aumento da disponibilidade de alimento natural para a ictiofauna.</li> <li>Implementação de obras que evitem a interrupção da piracema (escada de peixes, elevadores, passagem para peixes, eclusas de Borlan, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>DNOCS</li> <li>IBAMA</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regularização de vazão/abastecimento d'água urbano vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.</li> </ul>	Y15	X16 X19	<ul style="list-style-type: none"> <li>O fornecimento de uma vazão regularizada para perenização do riacho da Serra, aliado a captação d'água para abastecimento doméstico permitirá a renovação periódica da água represada, evitando a eutrofização do reservatório, beneficiando consequentemente o bioma aquático. Caso o nível d'água</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar a operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> </ul>



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
			do reservatório chegue a atingir pontos críticos o bioma aquático serão prejudicado.		
• Delimitação e monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>21</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• Com a manutenção da faixa de proteção do reservatório, que serve de filtro, evitando o seu assoreamento e poluição, beneficiando o bioma aquático.	• Monitoramento da faixa de proteção do reservatório através do estabelecimento de um policiamento educativo, devendo ser engajada nesta atividade a comunidade local.	• SRH-CE/COGERH
• Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>23</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• Tal atividade evitará que o uso desordenado da água represada provoque o rebaixamento excessivo do nível do reservatório. Além disso, a exigência que a destinação da água para determinados usos se pautem num rígido controle ambiental, evitará a poluição da água represada. Todos os componentes citados serão beneficiados.	• Operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes e estabelecimento do gerenciamento e controle do uso da água de acordo com o programa ora em implantação no Estado.	• SRH-CE/COGERH
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>24</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• O estabelecimento de outorgas e tarifação da água derivada do Açude riacho da Serra evitará o seu uso desordenado, garantindo assim que o manancial hídrico não atinja níveis críticos, o que terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.	• Implementação do sistema de outorga e tarifação d'água de acordo com o programa ora em implantação no Estado.	• SRH-CE/COGERH
• Programa de educação ambiental vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>25</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• Com a conscientização dos usuários do reservatório sobre as questões ambientais inerentes a sistemas lacustres, bem como sobre as medidas que devem ser implementadas para minorar os impactos causados nos ecossistemas locais pelas atividades sócio-econômicas desenvolvidas na região, impactará de forma benéfica o bioma aquático.	• Implementar um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>26</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• O controle da qualidade da água, visando à adoção de medidas corretivas caso se faça necessário, terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.	• Monitoramento periódico da qualidade da água represada.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>27</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• Esta atividade permitirá a correta operação do reservatório, evitando que este atinja níveis d'água considerados críticos, o que certamente beneficiará o bioma aquático.	• Monitoramento dos níveis do reservatório.	• SRH-CE/COGERH



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Monitoramento da sedimentação no reservatório vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y <sub>29</sub>	X <sub>16</sub> X <sub>19</sub>	• O monitoramento da sedimentação permitirá um controle do aporte de sedimentos e poluentes ao reservatório, através da adoção de medidas mitigadoras. Assim sendo, evitará a poluição das águas represadas, bem como a redução da capacidade de acumulação do reservatório, beneficiando o bioma aquático.	• Monitoramento periódico da sedimentação no reservatório.	• SRH-CE/COGERH
MEIO ANTRÓPICO (ÁREA DE INUNDAÇÃO)					
• Estudos básicos vs. opinião pública.	Y <sub>1</sub>	X <sub>23</sub>	• A difusão da notícia de que seria construída uma barragem na região impactou favoravelmente cerca de 91,2% da população entrevistada, os quais alegaram que a economia da região será beneficiada com o fornecimento d'água regularizado, uma vez que será permitido o desenvolvimento da irrigação difusa e da pesca no lago a ser formado, além da dessedentação animal e do abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante. Os entrevistados que se apresentaram contrários a construção do reservatório (8,3%) demonstraram ressentimento quanto a terem de sair da área onde vivem a muitos anos, observou-se também um certo receio quanto ao pagamento de valores justos para as indenizações justas.	• Informar a população sobre os objetivos do projeto e os procedimentos que serão adotados no processo desapropriatório.	• SRH-CE
• Cadastro vs. opinião pública.	Y <sub>2</sub>	X <sub>23</sub>	• Confirmação da construção da barragem e da desapropriação das terras a serem inundadas, gerando tensão social só que numa escala pouco significativa, já que a maioria da população entrevistada (91,2%) é favorável a implantação do empreendimento e apenas uma pequena parcela teme não receber indenizações justas e/ou demonstraram-se reticentes quanto a terem de sair da área, devido residirem nesta a bastante tempo.	• Informar a população sobre o processo de desapropriatório.	• SRH-CE
• Cadastro vs. habitações, vs. rede viária, vs. rede elétrica, vs. estrutura fundiária, vs. setor primário.	Y <sub>2</sub>	X <sub>27</sub> X <sub>28</sub> X <sub>29</sub> X <sub>30</sub> X <sub>31</sub>	• O levantamento cadastral de toda a infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica do reservatório servirá de subsídio para definição das indenizações, além de permitir identificar as infra-estruturas de uso público que precisam ser relocadas.	-	-



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
• Pesquisa sócio-econômica vs. opinião pública.	Y <sub>3</sub>	X <sub>23</sub>	• A pesquisa sócio-econômica realizada permitiu visualizar as expectativas da população quanto à implantação do reservatório e ao processo indenizatório. Além disso, divulgou junto a população os objetivos e o alcance social do projeto, com reflexos positivos sobre a opinião pública.	-	-
• Desapropriação da área do empreendimento vs. mobilidade, vs. relações familiares e sociais.	Y <sub>4</sub>	X <sub>20</sub> X <sub>21</sub>	• O estímulo a migração da população decorrente da desapropriação causando ruptura de laços familiares ou de amizade pode ser considerada como pouco significativo já praticamente todas as propriedades contarão com áreas remanescentes e que a maioria dos proprietários residem fora do imóvel. Além disso, o contingente da população que não detém a posse da terra não é muito significativo, estando composto por apenas 15 famílias.	• Esclarecimento da população sobre o processo de reassentamento.	• SRH-CE
• Desapropriação da área do empreendimento vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário.	Y <sub>4</sub>	X <sub>24</sub> X <sub>25</sub> X <sub>31</sub>	• Haverá interrupção da produção agropecuária, provocando uma pequena queda no nível de emprego, com reflexos sobre o setor primário e sobre o nível de renda da população vinculada a este setor.	• Engajar a população sem emprego nas atividades que surgirão com a implementação do reservatório.	• SRH-CE
• Desapropriação da área do empreendimento vs. habitações.	Y <sub>4</sub>	X <sub>27</sub>	• A SRH ainda não se posicionou sobre a solução a ser adotada para este caso dado que o projeto de reassentamento encontra-se ainda em fase de elaboração pelo Consórcio Montgomery Watson / Engesoft. Ressalta-se, no entanto, que a quase totalidade dos proprietários residem fora do imóvel (91,7%). Além disso, nenhum destes terá sua habitação atingida e todas as propriedades contarão com áreas remanescentes. Assim sendo, as 15 habitações atingidas são todas pertencentes a moradores sem benfeitorias (93,3%) ou a herdeiros (6,7%), os quais podem ser reassentados nas áreas remanescentes, através da adoção do sistema de permuta de casas.	• Elaboração do projeto de reassentamento da população	• Montgomery Watson/Engesoft • SRH-CE • SAS



**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>		<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
			<p>Apesar disto no projeto de reassentamento a ser efetuado serão estudadas alternativas múltiplas de reassentamento de acordo com as características do grupo populacional atingido. A política de reassentamento atualmente adotada pela SRH-CE sugere que sejam postas em prática as seguintes opções, sempre levando em conta a preferência do indivíduo atingido: reassentamento nas áreas remanescentes, reassentamento a jusante ou a montante do reservatório, reassentamento em centros urbanos próximos e a compensação monetária, entre outros.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>No caso do reassentamento em áreas remanescentes serão examinados o tamanho da área remanescente, os tipos de solo, a declividade do terreno e outros fatores que influenciam a produtividade, de modo a assegurar que cada família consiga um nível de produção melhor ou igual ao que possuía anteriormente. Para reassentamento em novas áreas, serão identificados locais alternativos adequados para instalação de uma agrovila e de lotes agrícolas a uma distância razoável da localização atual dos agricultores deslocados. Para as famílias que optarem pelo reassentamento urbano serão identificados locais adequados nos centros urbanos vizinhos. Desta forma, este setor será impactado adversamente a priori (abandono da infra-estrutura), sendo, no entanto, beneficiado pelo melhor padrão de qualidade apresentado pelos imóveis construídos pela SRH-CE.</li></ul>		





**QUADRO 5.1**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desapropriação da área do empreendimento vs. rede viária, vs. rede elétrica, vs. estrutura fundiária.</li> </ul>	Y4	X28 X29 X30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Será necessário a relocação de trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais da área e de rede elétrica de baixa tensão existentes na área da bacia hidráulica do reservatório.</li> <li>A estrutura fundiária da região será alterada, pois 12 propriedades terão suas terras total ou parcialmente desapropriadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicar à COELCE e às Prefeituras Municipais de Alto Santo e Iracema, os problemas criados com a provável submersão de trechos de estradas vicinais e de rede elétrica de baixa tensão, para que sejam adotadas as medidas cabíveis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>COELCE</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desapropriação da área do empreendimento vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y4	X32	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementos na arrecadação tributária decorrentes do pagamento do imposto territorial rural devido pelos proprietários, que constitui condição <i>sine qua non</i> para a liberação das indenizações.</li> <li>A queda na arrecadação tributária provocada pela paralisação das atividades econômicas na região será pouco significativa, pois a economia da área está centrada na pecuária extensiva, atividade que poderá continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Por sua vez, a agricultura praticada na área praticamente inexistente, sendo voltada quase que exclusivamente para o autoconsumo.</li> </ul>	-	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação e salvamento do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. elementos culturais, vs. patrimônio arqueológico.</li> </ul>	Y5	X22 X34	<ul style="list-style-type: none"> <li>Em geral, áreas selecionadas para a implantação de obras hidráulicas são consideradas como de alto potencial arqueológico, devido estarem assente sobre a planície fluvial de cursos d'água. Estas áreas apresentam alta incidência de artefatos pré-históricos por serem áreas preferenciais para assentamentos humanos devido a oferta de água, alimentos e matéria-prima para a fabricação de instrumento líticos. Desta forma, a implementação de um plano de identificação e salvamento do patrimônio arqueológico, evitará a destruição de evidências da passagem do homem pré-histórico no território cearense, caso estas ocorram na área de estudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar estudos na área da bacia hidráulica do reservatório, visando inicialmente a identificação de sítios arqueológicos. Deverão ser efetuadas posteriormente prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.</li> <li>Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra, como escavações e terraplena</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>IPHAN</li> <li>SECULT</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
				gens. Neste caso, o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das obras naquele local até a chegada dos técnicos para resgate do material, dentro dos critérios científicos.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalação do canteiro de obras vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais.</li> </ul>	Y <sub>6</sub>	X <sub>21</sub> X <sub>22</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possível ocorrência de choques culturais entre os costumes da população nativa e aqueles trazidos pelo contingente obreiro engajado nas obras, podendo vir a impactar adversamente as relações familiares e sociais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ação social junto à população nativa e ao grupo de trabalhadores engajados na obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> <li>SAS</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalação do canteiro de obras vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.</li> </ul>	Y <sub>6</sub>	X <sub>23</sub> X <sub>24</sub> X <sub>25</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pequeno incremento na oferta de empregos para mão-de-obra não especializada, com reflexos positivos sobre a opinião pública e o nível de renda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Publicação da oferta de empregos e esclarecimentos sobre o caráter temporário destes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalação do canteiro de obras vs. saúde.</li> </ul>	Y <sub>6</sub>	X <sub>26</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riscos de importações de doenças devido à chegada de trabalhadores vindos de outras regiões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução de exame médico pré-admissional nos trabalhadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SESAC</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.</li> </ul>	Y <sub>7</sub>	X <sub>23</sub> X <sub>24</sub> X <sub>25</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elevação da oferta de empregos com reflexos positivos sobre o nível de renda e a opinião pública, que, no entanto, poderá ficar irritada com os níveis de poluição sonora e do ar provocados pelo uso de explosivos na exploração da pedreira e pela movimentação de veículos e máquinas pesadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgação da oferta de empregos e do seu caráter temporário.</li> <li>Notificação da população sobre os horários do uso de explosivos e adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, além de requerimento de licença para a sua utilização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>Exército</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. saúde.</li> </ul>	Y <sub>7</sub>	X <sub>26</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produção de poeira e ruídos em larga escala, além de riscos de acidentes envolvendo o solapamento de taludes nas jazidas de material terroso e granular e explosivos no caso da pedreira, com reflexos negativos sobre a saúde do contingente obreiro e da população periférica, com esta última ficando também exposta ao contato com as novas doenças trazidas pelo contingente obreiro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controle médico pré-admissional dos trabalhadores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SESAC</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução das obras de engenharia vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.</li> </ul>	Y8	X21 X22 X23 X24 X25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento considerável da oferta de empregos, com engajamento de trabalhadores da região, os quais adquirirão experiência neste tipo de serviço e terão seu nível de renda elevado. A opinião pública será impactada de forma positiva, podendo vir a ocorrer reações adversas caso as indenizações pagas não tenham um valor que compense de forma justa os bens desapropriados. Além disso, a chegada de trabalhadores provenientes de outras regiões poderá resultar em choques culturais entre os costumes da população nativa e aqueles trazidos pelo contingente obreiro, com reflexos sobre as relações familiares e sociais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgação da oferta e esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução das obras de engenharia vs. saúde.</li> </ul>	Y8	X26	<ul style="list-style-type: none"> <li>Possível elevação da incidência de novas moléstias devido o maior afluxo de trabalhadores vindos de outras regiões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controle médico pré-admisional na contratação dos trabalhadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SESAC</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reassentamento da população afetada vs. mobilidade, vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais, vs. opinião pública.</li> </ul>	Y9	X20 X21 X22 X23	<ul style="list-style-type: none"> <li>O reassentamento da população afetada nas áreas remanescentes das propriedades, em agrovila a ser implantada na região periférica ao reservatório ou em núcleos urbanos próximos, evitará a sua migração para os grandes centros urbanos, onde passaria a exercer pressão sobre a infra-estrutura dimensionada apenas para atender a população nativa, constituindo assim grupos marginalizados. Além disso, evitará a ruptura de laços de amizade e familiares. Ressalta-se, no entanto, que a opinião pública só será impactada de forma positiva, caso o reassentamento a ser posto em prática corresponda às expectativas formuladas pela população alvo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração e implementação do projeto de reassentamento da população afetada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montgomery Watson/ Engesoft</li> <li>SRH-CE</li> <li>SAS</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reassentamento da população afetada vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y9	X24 X25 X31 X32	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interrupção permanente das atividades agropecuárias desenvolvidas na área desapropriada, com reflexos pouco significativos sobre os níveis de emprego e renda e sobre a tributação, já que 86,1% da renda gerada nas propriedades está vinculada a pecuária, atividade que pode continuar a ser exercida nas áreas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração e implementação do projeto de reassentamento da população afetada, o qual deve contemplar um programa de reativação da economia da área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montgomery Watson/ Engesoft</li> <li>SRH-CE</li> <li>SAS</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
			remanescentes das propriedades.		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reassentamento da população afetada vs. saúde.</li> </ul>	Y <sub>9</sub>	X <sub>26</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caso a população seja reassentada em agrovilas, ou em núcleos urbanos próximos o aumento da densidade demográfica fatalmente poderá provocar uma maior incidência das doenças existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oferta de serviços médicos preventivos a população e dotação do local destinado ao reassentamento da população de infra-estrutura de saneamento básico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>SESAC</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manejo da fauna vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde.</li> </ul>	Y <sub>10</sub>	X <sub>24</sub> X <sub>25</sub> X <sub>26</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A execução do manejo da fauna concomitantemente com a operação de desmatamento resultará num leve aumento da oferta de empregos, com reflexos positivos sobre o nível de renda.</li> <li>Haverá riscos de acidentes com o contingente obreiro envolvendo animais peçonhentos, mamíferos e aracnídeos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos.</li> <li>Treinamento de trabalhadores sobre identificação de animais peçonhentos, técnicas de primeiros socorros e formas de captura, acondicionamento e transporte de animais silvestres.</li> <li>A equipe envolvida nos trabalhos deverá estar adequadamente trajada com botas e luvas de cano longo confeccionadas em material resistente.</li> <li>Dotar os postos de saúde da região de estoques de soros antiofídicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SESAC</li> <li>IBAMA</li> <li>LAROF</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde, vs. setor primário.</li> </ul>	Y <sub>11</sub>	X <sub>24</sub> X <sub>25</sub> X <sub>26</sub> X <sub>31</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A produção e comercialização dos subprodutos (carvão, mel, lenha, madeira, etc.) resultará na geração de empregos e renda, além de ter reflexos positivos sobre o setor primário. Os riscos de ocorrência de acidentes envolvendo animais, ainda são relativamente grandes muito embora já tenha sido efetivado o manejo da fauna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos ofertados.</li> <li>Treinamento de trabalhadores sobre identificação de animais peçonhentos, técnicas de primeiros socorros e formas de captura, acondicionamento e transporte de animais silvestres.</li> <li>A equipe envolvida nos trabalhos deverá estar adequadamente trajada com botas e luvas de cano longo confeccionadas em material resistente.</li> <li>Dotar os postos de saúde da região de estoques de soros antiofídicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SESAC</li> <li>IBAMA</li> <li>LAROF</li> <li>SEMACE</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Limpeza da área da bacia hidráulica vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y <sub>12</sub>	X <sub>24</sub> X <sub>25</sub>	• Leve incremento da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada, com reflexos positivos sobre o nível de renda.	• Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos.	• Empreiteira • SRH-CE • PMAS • PMI
• Formação do reservatório vs. rede viária.	Y <sub>14</sub>	X <sub>28</sub>	• Serão submersos trechos de estradas vicinais, o que dificultará o acesso a algumas propriedades. Em compensação o reservatório servirá de hidrovia facilitando o deslocamento através de um meio de transporte mais econômico.	• Comunicar as Prefeituras Municipais de Alto Santo e Iracema para que sejam adotadas as medidas cabíveis. • Relocação dos trechos de estradas submersos com padrão de qualidade igual ou superior ao outrora existente e construção de ancoradouros.	• SRH-CE • PMAS • PMI
• Formação do reservatório vs. valores paisagísticos.	Y <sub>14</sub>	X <sub>33</sub>	• A formação do reservatório numa região de clima semi-árido sujeita a estiagens periódicas representa uma melhora significativa nos valores paisagísticos da região.	-	-
• Delimitação e monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. valores paisagísticos.	Y <sub>21</sub>	X <sub>33</sub>	• A faixa de proteção serve como barreira contra o aporte de sedimentos e poluentes ao reservatório, desta forma a sua preservação beneficia não só a qualidade da água armazenada, como também os valores paisagísticos.	• Implementar e monitorar uma faixa de vegetação com largura de 100 m em torno da bacia hidráulica do reservatório, conforme preconiza a Resolução CONAMA n° 004/85.	• SRH-CE/COGERH
• Programa de educação ambiental vs. valores paisagísticos.	Y <sub>25</sub>	X <sub>33</sub>	• Tal atividade inculcará junto à população noções sobre meio ambiente e formas de preservá-lo, impactando de modo benéfico os valores paisagísticos.	• Implementação de um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. valores paisagísticos.	Y <sub>26</sub>	X <sub>33</sub>	• A manutenção da qualidade da água represada evitará a eutrofização do reservatório, tendo portanto reflexos positivos sobre os valores paisagísticos.	• Monitoramento da qualidade da água represada.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. valores paisagísticos.	Y <sub>27</sub>	X <sub>33</sub>	• A gestão dos recursos hídricos evitará a estagnação d'água no reservatório, além de evitar que este atinja níveis críticos, comprometendo o fornecimento de vazão regularizada para jusante. Os valores paisagísticos serão beneficiados indiretamente.	• Efetuar a operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes.	• SRH-CE/COGERH



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>		<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento da sedimentação no reservatório vs. valores paisagísticos.</li> </ul>	Y <sub>29</sub>	X <sub>33</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta atividade permite detectar a ocorrência de focos de poluição e erosão na bacia hidrográfica contribuinte e a adoção das medidas mitigadoras cabíveis. Com isso, fica garantida a preservação da qualidade da água represada, além da capacidade de acumulação do reservatório. Os valores paisagísticos serão impactados de forma benéfica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoramento dos níveis de sedimentação no reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> </ul>
<b>MEIO ABIÓTICO (ÁREA DAS OBRAS CIVIS)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação e salvamento do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio paleontológico.</li> </ul>	Y <sub>5</sub>	X <sub>45</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tal atividade evitará a destruição de evidências paleontológicas que indicam a passagem de animais pré-históricos no território cearense, caso estes ocorram na área do estudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar estudos paleontológicos nas áreas das obras civis e das jazidas de empréstimos, visando a identificação de sítios paleontológicos. Deverão ser efetuadas posteriormente prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.</li> <li>Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra. Neste caso o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das obras naquele local até a chegada dos técnicos para resgate do material, dentro dos critérios científicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>DNPM</li> <li>IPHAN</li> <li>SECULT</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalação do canteiro de obras vs. material particulado, vs. poluição sonora.</li> </ul>	Y <sub>6</sub>	X <sub>35</sub> X <sub>36</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pequena geração de poeira e ruídos numa área restrita.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na instalação da usina de concreto e da central de britagem levar em consideração a direção dos ventos dominantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalação do canteiro de obras vs. qualidade das águas superficiais vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. qualidade das águas subterrâneas vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y <sub>6</sub>	X <sub>37</sub> X <sub>38</sub> X <sub>39</sub> X <sub>40</sub> X <sub>41</sub> X <sub>42</sub> X <sub>43</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os desmatamentos e terraplenos executados durante a construção das edificações e estradas de serviços, deixarão os solos expostos a ação dos agentes erosivos, resultando em carreamento de sólidos para os cursos d'água durante o período chuvoso.</li> <li>Caso não seja instalada uma infra-estrutura de esgotamento sanitário adequada na área do canteiro de obras haverá poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.</li> <li>Haverá redução da infiltração de águas pluviais, pois o solo desnudo permite uma maior velocidade da água que desliza sobre sua superfície, prejudicando a recarga do aquífero cristalino.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. Adoção do uso de fossas sépticas na infra-estrutura de esgotamento sanitário, as quais devem ser localizadas distantes dos cursos d'água.</li> <li>Localização dos paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, livre de inundações e de mudanças freqüentes de temperatura ou de ventos fortes, conforme reza as normas do Exército.</li> <li>Construção apenas das vias de serviços imprescindíveis à execução das obras e aproveitamento das estradas vicinais existentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> <li>Exército</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. material particulado, vs. poluição sonora.</li> </ul>	Y <sub>7</sub>	X <sub>35</sub> X <sub>36</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durante a exploração das jazidas haverá elevada produção de material particulado, além do barulho das detonações de explosivos usados na pedreira. A operação da central de britagem, também, provocará poeira e ruídos numa escala considerável.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Umidificação das áreas de jazidas e das vias de serviços, além da otimização dos caminhos.</li> <li>Emprego de explosivos em horários pré-determinados e com notificação a população circunvizinha.</li> <li>Adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>Exército</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y7	X37 X38 X40 X41 X42 X43	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os desmatamentos e a retirada da camada de solo fértil das áreas de jazidas facilitará o desencadeamento de processos erosivos durante o período chuvoso, provocando o assoreamento dos cursos e mananciais d'água e o aumento da turbidez. Haverá redução da recarga do aquífero, visto que a falta de uma cobertura vegetal que retenha o escoamento superficial da água precipitada reduzirá as taxas de infiltração.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estocagem do solo fértil resultante das atividades de decapeamento para posterior utilização durante o tratamento paisagístico a ser efetuado nas áreas degradadas.</li> <li>Evitar ao máximo a estocagem de material de empréstimo, coordenando a sua utilização nas obras, concomitantemente com a exploração.</li> <li>Controle na deposição de rejeitos, considerando a localização e cota da pilha em relação à área da jazida, a topografia da área de deposição, a natureza dos materiais constituintes e o tipo de transporte e de estabilização utilizados.</li> <li>Nas jazidas de material terroso e nos areas devem ser efetivados controles de deslizamentos de encostas, visando a fixação de áreas instáveis.</li> <li>Implementação de sistemas de drenagem nos taludes das frentes de lavra, das encostas marginais, dos locais de deposição de rejeitos e dos cortes de estradas visando reduzir o carreamento de sedimentos para as áreas circunvizinhas.</li> <li>Reconstituição paisagística das áreas de lavras que não serão submersas (70,0% da jazida J-01, toda a área das jazidas J-02, J-03 e J-04), após o seu aban-dono, através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com gramíneas e plantas nativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> <li>DNPM</li> </ul>





**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. sismicidade.	Y <sub>7</sub>	X <sub>44</sub>	• A detonação de explosivos durante a exploração da pedra, causará pequenas ondas sísmicas.	• Uso de explosivos em horários pré-determinados e com notificação prévia a população circunvizinha. • Adoção de normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização.	• Empreiteira • SRH-CE • Exército
• Execução das obras de engenharia vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y <sub>8</sub>	X <sub>35</sub> X <sub>36</sub>	• Os desmatamentos e movimentos de terra necessários, além do uso de explosivos e de máquinas e caminhões pesados produzirão poeira e ruídos numa escala relativamente elevada.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. • Umidificação do trajeto de máquinas e veículos.	• Empreiteira • SRH-CE • Exército
				• Comunicar a população periférica o horário do uso de explosivos. • Adoção de normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização.	
• Execução das obras de engenharia vs. qualidade das águas superficiais, qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y <sub>8</sub>	X <sub>37</sub> X <sub>41</sub> X <sub>42</sub> X <sub>43</sub>	• Os desmatamentos localizados e movimentos de terra contribuirão para o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento e turbidez dos cursos d'água durante o período chuvoso.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário e deposição adequada de rejeitos.	• Empreiteira • SRH-CE
• Execução das obras de engenharia vs. sismicidade	Y <sub>8</sub>	X <sub>44</sub>	• O tráfego constante de caminhões e máquinas pesadas, aliado a detonação de explosivos provocarão pequenas vibrações sísmicas.	• Uso de explosivos em horário pré-determinados, sob criterioso plano de fogo e com notificação da população circunvizinha. • Adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização.	• Empreiteira • SRH-CE • Exército



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y <sub>20</sub>	X <sub>37</sub> X <sub>38</sub> X <sub>41</sub> X <sub>42</sub> X <sub>43</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A recuperação das áreas degradadas, através do seu reflorestamento, protegerá os solos contra a ação dos agentes erosivos, reduzindo o aporte de sedimentos aos cursos d'água. Haverá, ainda, um aumento das taxas de infiltração das águas pluviais beneficiando a recarga do aquífero.</li> <li>Ressalta-se que apenas 30,0% da jazida J-01, as pedreiras e os areiais não são passíveis de tratamento paisagístico, visto que a primeira será submersa, as duas pedreiras requerem apenas a adoção de mitigadoras durante a exploração e que os areiais localizam-se integralmente nas calhas do rio Figueiredo e do riacho da Serra, requerendo apenas a suavização dos taludes e a adoção de regras rigorosas na sua exploração de modo a não degradar a mata ciliar e não formar crateras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconstituição paisagística das áreas degradadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção da infra-estrutura implantada vs. erosão.</li> </ul>	Y <sub>30</sub>	X <sub>42</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A manutenção periódica das obras de engenharia e da proteção dos taludes do eixo do barramento e das ombreiras evitará o desencadeamento de processos erosivos, garantindo a integridade do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manutenção periódica da infra-estrutura implantada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>
MEIO BIÓTICO (ÁREA DAS OBRAS CIVIS)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalação do canteiro de obras vs. vegetação de caatinga, vs. fauna terrestre, vs. avifauna.</li> </ul>	Y <sub>6</sub>	X <sub>46</sub> X <sub>49</sub> X <sub>50</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A erradicação da vegetação na área do canteiro de obras e para a construção das vias de serviço causará danos ao patrimônio florístico com reflexos negativos sobre fauna dado a destruição do seu habitat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. vegetação de caatinga, vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.</li> </ul>	Y <sub>7</sub> X <sub>46</sub> X <sub>47</sub> X <sub>48</sub> X <sub>49</sub> X <sub>50</sub> X <sub>51</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os desmatamentos e os decapeamentos dos solos trarão danos ao patrimônio florístico. A fauna terrestre e a avifauna perderão os seus habitat's e migrarão para as áreas periféricas, passando a competir com a fauna aí existente em termos territoriais e alimentares. A fauna e flora aquáticas serão afetadas pela geração de turbidez e pelo carreamento de sedimentos para os cursos d'água durante o período chuvoso.</li> <li>Muito embora o areial JA-02 se situe no leito do rio Figueiredo há riscos de degradação da mata ciliar, caso não sejam obedecidos os limites da área da lavra. Já no caso específico do areial do riacho da Serra, como este se encontra totalmente incluso na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, a obediência aos limites da área de lavra não é tão rigorosa, já que toda a área será alvo da operação de desmatamento para evitar a eutrofização do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração e implementação de um projeto de reconstituição paisagística das áreas das jazidas de empréstimos que não serão submersas (70,0% da área da jazida J-01 e toda a área das jazidas J-02, J-03 e J-04).</li> <li>Estabelecimento de regras rigorosas a serem seguidas durante a exploração do areial do rio Figueiredo, visando a não degradação da mata ciliar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> <li>IBAMA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução das obras de engenharia vs. vegetação de caatinga, vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.</li> </ul>	Y <sub>8</sub> X <sub>46</sub> X <sub>47</sub> X <sub>48</sub> X <sub>49</sub> X <sub>50</sub> X <sub>51</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os desmatamentos e terraplenos necessários causarão danos à cobertura vegetal, com conseqüente destruição do habitat da fauna terrestre e da avifauna. O aumento da turbidez dos cursos d'água durante o período chuvoso perturbará os hábitos da fauna aquática, além de causar danos a vegetação aquática, principalmente ao fitoplâncton.</li> <li>Como o riacho da Serra apresenta caráter intermitente, durante a época de estiagem a execução das obras não afetará a flora e fauna aquática. Com a chegada do período chuvoso, no entanto faz-se necessário a construção de ensecadeiras de modo a reduzir os impactos sobre o bioma aquático e permitir a continuidade das obras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudar a melhor medida a ser adotada para minimizar os impactos sobre o bioma aquático, durante a implantação das obras no período chuvoso.</li> <li>Redução dos desmatamentos e movimentos de terra ao mínimo necessário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>		<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. vegetação de caatinga, vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.</li> </ul>	Y <sub>20</sub>	X <sub>46</sub> X <sub>47</sub> X <sub>48</sub> X <sub>49</sub> X <sub>50</sub> X <sub>51</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O recomposição paisagística das áreas degradadas (jazidas de empréstimo que não serão submersas, bota-foras, caminhos de serviços e canteiro de obras) reduzirá a incidência de processos erosivos e conseqüentemente o assoreamento e a turbidez dos cursos d'água, beneficiando todo o bioma aquático. Além disso, a fauna terrestre e a avifauna terão os seus habitat's reconstituídos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reforestamento das áreas degradadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>
<b>MEIO ANTRÓPICO (ÁREA DAS OBRAS CIVIS)</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desapropriação da área do empreendimento vs. estrutura fundiária, vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y <sub>4</sub>	X <sub>54</sub> X <sub>56</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Será necessária a desapropriação da área das obras civis e das jazidas de empréstimo que se localizam fora da bacia hidráulica do reservatório.</li> <li>Os proprietários terão de pagar o imposto territorial rural devido, por ocasião do recebimento das indenizações, beneficiando a arrecadação tributária.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indenização com valores justos e em tempo hábil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificação e salvamento do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio arqueológico.</li> </ul>	Y <sub>5</sub>	X <sub>58</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tal atividade evitará a destruição de evidências da passagem do homem pré-histórico pelo território cearense, caso estas ocorram na área do estudo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar estudos nas áreas das obras civis e das jazidas de empréstimos visando inicialmente à identificação de sítios arqueológicos. Posteriormente deverão ser efetuadas prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.</li> <li>Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra. Neste caso o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das obras naquele local até a chegada dos técnicos para resgate do material, dentro dos critérios científicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>IPHAN</li> <li>SECULT</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
• Instalação do canteiro de obras vs. saúde.	Y <sub>6</sub>	X <sub>52</sub>	• O canteiro de obras deverá contar com um posto de saúde devidamente aparelhado, dado os elevados riscos de acidentes durante a execução das obras, o que terá reflexos positivos sobre a saúde dos operários.	• Montagem e aparelhamento de um posto de saúde na área do canteiro de obras.	• Empreiteira • SESAC
• Instalação do canteiro de obras vs. setor terciário.	Y <sub>6</sub>	X <sub>55</sub>	• Estímulo ao estabelecimento de comércio informal (ambulantes) nas imediações do canteiro de obras.	-	-
• Instalação do canteiro de obras vs. valores paisagísticos.	Y <sub>6</sub>	X <sub>57</sub>	• A instalação do canteiro de obras causará degradação ao meio ambiente dado os desmatamentos e terraplenos requeridos, o que aliado a deposição inadequada de bota-foras e de resíduos sólidos repercutirá de forma adversa sobre os valores paisagísticos da região.	• Procurar instalar o canteiro de obras em local com cobertura vegetal já degradada. • Implementar um projeto de reconstituição paisagística da área do canteiro de obras e dos bota-foras.	• SRH-CE • Empreiteira • SEMACE
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. saúde.	Y <sub>7</sub>	X <sub>52</sub>	• Produção de poeira e ruídos em larga escala prejudicando a saúde dos trabalhadores, além disso há o risco de acidentes com explosivos durante a exploração das pedreiras e de desmoronamentos de encostas nas jazidas de material terroso e nos areais.	• Os operários devem trajar roupas adequadas, além de usarem capacetes, abafadores de ruídos e máscaras. Devem receber treinamento para o uso de explosivos e serem estimulados a obedecerem às regras de segurança. • Deve ser estabelecido um monitoramento diário das cavas das jazidas de material terroso e dos areais para a detecção de possíveis instabilidades de taludes.	• Empreiteira • SESAC • SEMACE
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. setor terciário.	Y <sub>7</sub>	X <sub>55</sub>	• Aumento do comércio informal nas áreas circunvizinhas ao canteiro de obras, principalmente no dia do pagamento dos salários ao contingente obreiro.	-	-
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. valores paisagísticos.	Y <sub>7</sub>	X <sub>57</sub>	• A exploração de jazidas requer desmatamentos e grandes movimentos de terra, com a conseqüente formação de crateras, impactando adversamente o meio natural, sendo necessária a implementação de projetos de recuperação das áreas degradadas.	• Implementação de um projeto de reconstituição paisagística das cavas das jazidas J-02, J-03 e J-04 e de 70,0% da área da jazida J-01.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • IBAMA



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Execução das obras de engenharia vs. saúde.	Y <sub>8</sub>	X <sub>52</sub>	• A poeira e os ruídos gerados terão reflexos adversos sobre a saúde dos trabalhadores, o que aliado aos riscos de acidentes eleva substancialmente os impactos sobre a saúde decorrente da implementação das obras civis.	• Os trabalhadores devem trajar roupas adequadas, além de usarem capacetes, abafadores de ruídos e máscaras. Além disso, devem receber treinamento e serem estimulados a obedecerem às regras de segurança.	• Empreiteira • SESAC • SEMACE
• Execução das obras de engenharia vs. setor terciário.	Y <sub>8</sub>	X <sub>55</sub>	• Aumento do comércio informal nas imediações do canteiro de obras.	-	-
• Adoção de normas de segurança no trabalho vs. saúde.	Y <sub>19</sub>	X <sub>52</sub>	• A empreiteira através de palestras ilustrativas deve orientar os operários a seguirem regras rigorosas de segurança no trabalho, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida evitará não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas.	• A adoção de normas rigorosas de segurança no trabalho.	• Empreiteira
• Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. valores paisagísticos.	Y <sub>20</sub>	X <sub>57</sub>	• A recuperação das áreas degradadas impactará favoravelmente os valores paisagísticos da região.	• Reconstituição paisagística das áreas degradadas.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • IBAMA



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
MEIO ABIÓTICO					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Execução das obras de engenharia vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. nível freático.</li> </ul>	Y <sub>8</sub>	X <sub>61</sub> X <sub>62</sub> X <sub>65</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A implementação de ensecadeiras para facilitar a execução das obras durante o período chuvoso provocará uma redução no escoamento natural do riacho da Serra, resultando numa redução da recarga do aquífero aluvial com conseqüente rebaixamento do nível freático. Haverá, também, aumento de turbidez das águas superficiais, dado a deposição inadequada dos materiais utilizados durante o processo construtivo ou dos rejeitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar ao máximo a estocagem de material de empréstimo, coordenando a utilização destes nas obras concomitantemente com as suas explorações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reassentamento da população afetada vs. material particulado, vs. poluição sonora.</li> </ul>	Y <sub>9</sub>	X <sub>59</sub> X <sub>60</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Será necessária a relocação de no máximo 15 famílias, boa parte das quais podem vir a ser remanejadas para as áreas remanescentes das propriedades. Outras opções de reassentamento que serão estudadas a depender das características da população são a relocação para a agrovila a ser construída nas imediações do reservatório ou para os núcleos urbanos próximos. A construção das novas residências provocará poeira e ruídos em áreas pontuais, numa escala relativamente reduzida, atingindo maiores proporções caso se faça necessário à construção de uma agrovila dado a maior concentração de habitações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. Se possível construir as novas habitações em áreas com cobertura vegetal já degradada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reassentamento da população afetada vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y <sub>9</sub>	X <sub>62</sub> X <sub>66</sub> X <sub>67</sub> X <sub>68</sub> X <sub>69</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os desmatamentos e terraplenos necessários para a construção das novas habitações nas áreas remanescentes das propriedades serão de pequena monta e em áreas pontuais dispersas, portanto os impactos incidentes sobre os componentes ambientais citados serão pouco significativos. Esses impactos serão mais significativos caso se faça necessário a construção de uma agrovila, dado o maior número de habitações a serem construídas numa única área.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário e proibição da construção de habitações dentro da faixa de proteção do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. material particulado.</li> </ul>	Y <sub>11</sub>	X <sub>59</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A poeira e a fumaça geradas durante a operação de desmatamento da área do reservatório afetará a qualidade do ar das áreas circunvizinhas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Na escolha do local e horário para a queima de restos levar em conta a direção dos ventos dominantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>



**‘QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. nível freático, vs. clima.</li> </ul>	Y11	X61 X62 X64 X65 X71	<ul style="list-style-type: none"> <li>A erradicação da cobertura vegetal na área da bacia hidráulica do reservatório provocará elevações da temperatura, resultando em perdas d'água por evaporação, com conseqüente redução da recarga dos aquíferos. Além disso, o desencadeamento de processos erosivos e de carreamento de sedimentos para os cursos d'água durante o período chuvoso provocarão assoreamento e turbidez da água suprida para jusante. Todos os componentes ambientais citados serão impactados adversamente. No entanto a execução do desmatamento evitará a eutrofização da água a ser armazenada no futuro reservatório, garantindo o fornecimento d'água de boa qualidade para a cidade de Alto Santo e para as áreas ribeirinhas de jusante, além de beneficiar indiretamente os aquíferos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração e execução de um projeto de desmatamento racional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> <li>IBAMA</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpeza da área da bacia hidráulica vs. qualidade das águas superficiais.</li> </ul>	Y12	X62	<ul style="list-style-type: none"> <li>A retirada de edificações, currais, fossas, esterqueiras, etc., evitará a poluição da água represada, dado a eliminação de focos potenciais de seres patogênicos, além de facilitar a ocorrência de processos de aeração das águas. Conseqüentemente a água suprida para jusante será de boa qualidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efetuar a limpeza da área da bacia hidráulica do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocação da infra-estrutura de uso público vs. material particulado, vs. poluição sonora, vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.</li> </ul>	Y13	X59 X60 X62 X66 X67 X68 X69	<ul style="list-style-type: none"> <li>Será necessária a relocação apenas de trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão que atendem as propriedades da região. Os desmatamentos e movimentos de terra necessários impactarão de forma negativa os fatores ambientais citados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução dos desmatamentos e dos movimentos de terra ao mínimo necessário.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empreiteira</li> <li>SRH-CE</li> </ul>





**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y14	X61			
• Formação do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y14	X61	• Serão armazenados 23,47 milhões de m <sup>3</sup> de água, o que permitirá o fornecimento de uma vazão regularizada para a área de jusante, mesmo durante os períodos de estiagem, já que o açude ora estudado é interanual.	• Operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes.	• SRH-CE/COGERH
• Formação do reservatório vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. nível freático.	Y14	X63 X65	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento considerável das taxas de infiltração, favorecendo a recarga dos aquíferos situados sob a coluna d'água ou nas circunvizinhanças do reservatório. Nas planícies de inundação situadas à jusante, no entanto, haverá uma redução da recarga, devido à contenção parcial da cheias durante o período chuvoso.</li> <li>• Com o aumento da recarga dos aquíferos nas áreas circunvizinhas ao reservatório poderá ocorrer a formação de charcos nos setores mais deprimidos do relevo, com risco de salinização dos solos, além de provocarem a proliferação de insetos.</li> </ul>	• Monitoramento do nível piezométrico nas áreas circunvizinhas ao reservatório, visando à implementação de obras de drenagem caso se faça necessário.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SRH-CE/COGERH</li> <li>• SEMACE</li> <li>• FUNASA</li> <li>• SESAC</li> </ul>
• Formação do reservatório vs. qualidade dos solos, vs. erosão.	Y14	X67 X68	• A presença do barramento funcionará como uma barreira, reduzindo a deposição dos sedimentos carreados pelo rio na área de jusante, com reflexos negativos sobre a fertilidade dos solos das planícies de inundação que deixarão de ter seus nutrientes renovados naturalmente durante o período chuvoso. Haverá, ainda, um aumento da erosão dos solos ribeirinhos devido à água desprovida de sedimentos ser mais agressiva.	-	-
• Formação do reservatório vs. clima.	Y14	X71	• Com a formação do reservatório haverá um aumento da umidade relativa do ar, amenizando as condições climáticas nas áreas periféricas.	-	-



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regularização da vazão/abastecimento d'água urbano vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas.</li> </ul>	Y15	X61 X62 X63 X64	<ul style="list-style-type: none"> <li>O Açude Riacho da Serra assegurará o fornecimento d'água regularizado a cidade de Alto Santo. Além disso, servirá de fonte hídrica para a população ribeirinha e permitirá o desenvolvimento da irrigação difusa e a dessedentação animal, através da perenização do riacho da Serra.</li> <li>Os volumes de água derivados para jusante provocarão um pequeno aumento na recarga do aquífero aluvial, o que, no entanto, poderá não compensar a redução nas infiltrações provocada pela contenção parcial do pico de cheia durante o período chuvoso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> <li>CAGECE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. material particulado, vs. poluição sonora.</li> </ul>	Y17	X59 X60	<ul style="list-style-type: none"> <li>A vazão fornecida para a área de jusante permitirá o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada. Durante o desmatamento das áreas agrícolas serão gerados poeiras e ruídos em áreas pontuais dispersas ao longo do trecho do riacho da Serra que será perenizado.</li> </ul>	-	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. nível freático.</li> </ul>	Y17	X61 X63 X65	<ul style="list-style-type: none"> <li>A operação dos sistemas de irrigação aumentará a disponibilidade d'água superficial e favorecerá a infiltração. Poderá também ocorrer a elevação do nível freático até alturas indesejáveis, decorrentes da adoção de métodos de irrigação que requeiram grandes volumes d'água principalmente nos locais onde a irrigação difusa é praticada em áreas de várzeas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difundir junto aos produtores rurais as vantagens de adotar métodos de irrigação que requeiram pequeno volume d'água (gotejamento, micro-aspersão, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.</li> </ul>	Y17	X62 X64	<ul style="list-style-type: none"> <li>O uso desregrado agrotóxicos e fertilizantes poderá vir a resultar em poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos com resíduos de pesticidas, além de provocar substancial elevação nos teores de sais presentes na água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgação de normas técnicas para o uso criterioso de fertilizantes e defensivos agrícolas.</li> <li>Programa de educação ambiental dirigido aos proprietários rurais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>SEMACE</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y17	X67 X68 X69	• Caso ocorram elevações excessivas do nível freático decorrente da utilização de métodos de irrigação que impliquem em uso excessivo de água, a qualidade dos solos poderá ser comprometida pela salinização. Além disso, o manejo inadequado dos solos e a não adoção de técnicas conservacionistas poderão causar o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água periféricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Divulgação de normas técnicas sobre manejo do solo, e incentivo a adoção de práticas de conservação dos solos.</li> <li>• Incentivar o uso de métodos de irrigação que não incorram em consumo excessivo de água (gotejamento, micro-aspersão, etc.).</li> </ul>	• SRH-CE
• bDelimitação e monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. clima.	Y21	X62 X64 X71	• A preservação da faixa de vegetação que circunda todo o reservatório, servindo de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes, permitirá a conservação da água represada beneficiando indiretamente os componentes ambientais citados. Além disso, a presença desta cobertura vegetal amenizará as condições climáticas nas áreas circunvizinhas ao reservatório.	• Estabelecimento de um policiamento educativo para a manutenção da faixa de proteção do reservatório, procurando engajar nesta atividade a comunidade local.	• SRH-CE/COGERH
• Zoneamento de usos no reservatório vs. qualidade das águas superficiais.	Y22	X62	• Tal atividade garantirá o fornecimento de água de boa qualidade através da proibição, num raio de 500 m em torno do ponto de captação d'água para abastecimento humano, de usos incompatíveis com este fim.	• Restringir os usos incompatíveis nas áreas de captação d'água para abastecimento humano.	• SRH-CE/COGERH
• Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y23	X61	• O gerenciamento e controle do uso da água represada garantirão o fornecimento d'água regularizado para área de jusante.	• Implementação do programa de gerenciamento e controle do uso da água desenvolvido pelo Governo Estadual.	• SRH-CE/COGERH
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y24	X61	• Com o estabelecimento de cotas d'água para os usuários e a cobrança de tarifas serão evitados desperdícios de água, garantindo o seu fornecimento regularizado.	• Estabelecimento do sistema de outorgas e tarifação d'água desenvolvido pelo Governo Estadual.	• SRH-CE/COGERH



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Programa de educação ambiental vs. qualidade das águas superficiais.	Y25	X62	• Esta atividade permitirá a preservação da qualidade da água represada no reservatório garantindo assim o suprimento de água de boa qualidade para a área de jusante.	• Implementação de um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.	Y26	X62 X64	• O controle e manutenção da qualidade da água represada terão reflexos positivos sobre os componentes ambientais citados.	• Monitoramento periódico da qualidade da água represada.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y27	X61	• O gerenciamento da água represada, através do controle do nível do reservatório evitará que em época de estiagem ocorra colapso no fornecimento d'água para jusante.	• Monitoramento do nível do reservatório e execução da sua operação de acordo com as vazões afluentes.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. sismicidade.	Y27	X70	• Caso ocorram sismos perceptíveis de forma sucessiva, deve-se averiguar se existe correlação entre este fenômeno e o nível d'água existente no reservatório. Muito embora a região onde está localizado o reservatório apresente sismicidade média a baixa, acredita-se que não haverá geração de sismos induzidos pela barragem, dado a sua baixa coluna d'água e ao fato dessa estar completamente assente sobre rochas do embasamento cristalino.	-	-
• Monitoramento da sedimentação no reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. erosão.	Y29	X61 X68	• O controle da sedimentação no reservatório permitirá a manutenção da sua capacidade de acumulação, garantindo o fornecimento d'água para jusante, uma vez que alerta sobre a ocorrência de focos de erosão e poluição na bacia hidrográfica contribuinte, permitindo a rápida implementação das medidas cabíveis.	• Monitoramento da sedimentação no reservatório.	• SRH-CE/COGERH
• Manutenção da infra-estrutura implantada vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y30	X61	• Esta atividade resguardará a própria integridade do empreendimento garantindo o suprimento d'água para a área de jusante.	• Manutenção periódica da infra-estrutura implantada.	• SRH-CE



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>		<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
MEIO BIÓTICO					
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>7</sub>	X <sub>75</sub> X <sub>76</sub>	• A degradação do habitat da fauna nas áreas de jazidas de empréstimo, provocará a sua fuga para as áreas circunvizinhas, onde passará a competir em termos territoriais e alimentares com as espécies aí existentes.	• Implementação de um projeto de recuperação paisagística das áreas de empréstimo que não serão submersas ( 70,0% da área da jazida J-01 e toda a área das jazidas J-02, J-03 e J-04).	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • IBAMA
• Execução das obras de engenharia vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>8</sub>	X <sub>75</sub> X <sub>76</sub>	• Durante a construção das obras civis haverá desmatamentos, terraplenagens e tráfego de máquinas e veículos pesados, o que certamente afugentará a fauna para as áreas periféricas, onde entrará em conflito com as espécies que aí habitam.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • IBAMA
• Execução das obras de engenharia vs. fauna aquática.	Y <sub>8</sub>	X <sub>77</sub>	• A construção de enscadeiras visando o desvio do curso do riacho da Serra durante o período chuvoso reduzirá os impactos incidentes sobre a fauna aquática, entretanto facilitará a execução da pesca predatória.	• Proibir temporariamente a atividade pesqueira nas imediações das obras.	• Empreiteira • SRH-CE • IBAMA
• Reassentamento da população afetada vs. vegetação de caatinga, vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>9</sub>	X <sub>72</sub> X <sub>75</sub> X <sub>76</sub>	• A relocação das habitações nas áreas remanescentes das propriedades ou na agrovila, caso sua construção se faça necessária, resultará em desmatamentos degradando o habitat da fauna. Ressalta-se, no entanto, que estes impactos apresentam reduzida magnitude, devido ocorrer em áreas pontuais dispersas, apresentando-se mais significativos apenas na área destinada à agrovila dada a sua maior extensão territorial.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário e procurar localizar a agrovila e as habitações a serem construídas nas áreas remanescentes das propriedades em locais que já apresentem a sua cobertura vegetal degradada.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • IBAMA
• Manejo da fauna vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y <sub>10</sub>	X <sub>75</sub> X <sub>76</sub>	• A fauna remanejada da área da bacia hidráulica do futuro reservatório irá competir com a fauna periférica em termos territoriais e alimentares.	-	-
• Relocação da infra-estrutura de uso público vs. vegetação de caatinga, vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y <sub>13</sub>	X <sub>72</sub> X <sub>73</sub> X <sub>74</sub> X <sub>75</sub>	• Os desmatamentos necessários, bem como a movimentação de máquinas e veículos pesados afugentará a fauna terrestre e a avifauna durante a construção dos trechos das estradas vicinais,	• Redução dos desmatamentos e dos movimentos de terra ao mínimo necessário.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	■	X76 X77	enquanto que o bioma aquático será prejudicado pela turbidez e assoreamento dos cursos d'água.		• IBAMA
• Formação do reservatório vs. fauna terrestre, vs. avifauna.	Y14	X75 X76	• Os animais que após as operações de manejo da fauna e de desmatamento retornarem ao antigo habitat, com o enchimento do reservatório tornarão a migrar para as áreas circunvizinhas passando a competir com a fauna periférica.	-	-
• Regularização de vazão/abastecimento d'água urbano vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y15	X73 X74 X75 X76 X77	• A perenização do riacho da Serra favorecerá a manutenção das suas matas ciliares, beneficiando a fauna terrestre e a avifauna que terão o seu habitat preservado, além de disporem de uma fonte hídrica permanente para sanar a sede. O bioma aquático será beneficiado com a formação de um habitat permanente.	-	-
• Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. mata ciliar, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y17	X73 X75 X76 X77	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O desmatamento das áreas agrícolas ao longo do trecho perenizado do riacho da Serra resultará na erradicação da cobertura vegetal da sua planície aluvial, com conseqüente degradação dos habitats da fauna terrestre e da avifauna.</li> <li>• A fauna aquática será prejudicada com o aporte de sedimentos decorrentes do desenvolvimento de processos erosivos e com a poluição dos recursos hídricos decorrentes do uso desordenado de agrotóxicos e fertilizantes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar a redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.</li> <li>• Incentivar a adoção de práticas de conservação dos solos e difundir normas técnicas do uso e manejo adequados de agrotóxicos e fertilizantes.</li> </ul>	• SRH-CE
• Desenvolvimento industrial vs. vegetação aquática, vs. fauna aquática.	Y18	X74 X77	• O desenvolvimento do setor secundário contribuirá para o aumento do aporte de efluentes industriais aos cursos d'água com reflexos negativos sobre a ictiofauna.	• Exigência de implementação de sistemas de tratamento de efluentes industriais no licenciamento de novas indústrias.	• SEMACE
• Delimitação e monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y21	X73 X74 X75 X76 X77	• A manutenção da faixa de proteção do reservatório evitará não só a poluição da água represada, como também o assoreamento do lago, preservando assim a sua capacidade de acumulação e garantindo o suprimento d'água de boa qualidade para jusante. Todo o bioma periférico será beneficiado.	• Policiamento educativo da faixa de proteção do reservatório visando garantir a sua manutenção, procurando engajar nesta atividade a comunidade local.	• SRH-CE/COGERH



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y23	X73 X74 X75 X76 X77	• Tal atividade garante a perenização do riacho da Serra beneficiando todos os componentes ambientais citados.	• Implementação do programa de gerenciamento e controle do uso da água desenvolvido pelo Governo do Estado.	• SRH-CE/COGERH
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y24	X73 X74 X75 X76 X77	• O controle do uso da água represada através do estabelecimento de cotas e da cobrança de tarifas evitará o seu desperdício garantindo a perenização do riacho da Serra e beneficiando o bioma da área de jusante.	• Estabelecimento do sistema de outorga e tarifação d'água desenvolvido pelo Governo Estadual.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y26	X73 X74 X75 X76 X77	• A manutenção da qualidade da água represada que será suprida para jusante beneficiará a mata ciliar do riacho da Serra, além da fauna, principalmente, a aquática.	• Monitoramento periódico da qualidade da água represada.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. mata ciliar, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. avifauna, vs. fauna aquática.	Y27	X73 X74 X75 X76 X77	• O controle do nível do reservatório permitirá uma melhor gestão da água represada garantindo o fornecimento da vazão regularizada para a área de jusante. A mata ciliar do riacho da Serra será beneficiada, bem como a fauna terrestre, a avifauna e todo bioma aquático.	• Monitoramento do nível do reservatório e execução da sua operação de acordo com as vazões afluentes.	• SRH-CE/COGERH
<b>MEIO ANTRÓPICO</b>					
• Pesquisa sócio-econômica vs. opinião pública.	Y3	X80	• Divulgação dos objetivos e usos múltiplos do reservatório (abastecimento d'água doméstico e industrial, pesca, irrigação difusa etc.), o que teve reflexos positivos sobre a opinião pública.	-	-
• Desapropriação da área do empreendimento vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário.	Y4	X89 X90 X91	• O setor primário da área de influência funcional será beneficiado com um leve aumento da demanda por seus produtos, dado a interrupção da produção agropecuária na área do reservatório. Já os setores secundário e terciário sofrerão uma queda na oferta de matéria-prima. Tais impactos, no entanto, serão pouco significativos, visto que a área a ser inundada é pouco explorada em termos agrícolas e que a pecuária leiteira principal atividade desenvolvida na região pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades.	-	-



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y <sub>6</sub>	X <sub>78</sub> X <sub>79</sub>			
• Instalação do canteiro de obras vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais.	Y <sub>6</sub>	X <sub>78</sub> X <sub>79</sub>	• Dependendo do comportamento apresentado pelo contingente obreiro que será engajado nas obras, os impactos incidentes sobre os componentes ambientais citados serão benéficos ou adversos. Geralmente ocorrem choques culturais entre os costumes da população nativa e aqueles trazidos pelos recém-chegados, com reflexos sobre as relações familiares e sociais.	• Assistência social tanto para a população nativa quanto para os trabalhadores engajados na obra.	• SRH-CE • SAS • PMAS • PMI
• Instalação do canteiro de obras vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y <sub>6</sub>	X <sub>80</sub> X <sub>81</sub> X <sub>82</sub>	• Pequeno incremento na oferta de empregos para mão-de-obra não especializada, com reflexos positivos sobre a opinião pública e o nível de renda.	• Divulgação da oferta de empregos e esclarecimento da população sobre o seu caráter temporário.	• Empreiteira • SRH-CE • PMAS • PMI
• Instalação do canteiro de obras vs. saúde, vs. setor saúde.	Y <sub>6</sub>	X <sub>83</sub> X <sub>85</sub>	• Proliferação de novas moléstias trazidas pelo contingente obreiro que fixar residência na cidade de Alto Santo, favorecidas pelo agravamento das condições sanitárias decorrentes do aumento da população. Haverá sobrecarregamento da infraestrutura do setor saúde, dimensionada apenas para o atendimento da população nativa.	• Controle médico pré-admissional dos trabalhadores. • Levantamento prévio das condições da infra-estrutura do setor saúde, objetivando evitar problemas no futuro.	• Empreiteira • SESAC • PMAS
• Instalação do canteiro de obras vs. setor imobiliário.	Y <sub>6</sub>	X <sub>84</sub>	• Aumento da demanda por habitações pelos trabalhadores engajados nas obras, provocando elevação nos preços de aluguéis na região.	• Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação.	• SRH-CE • PMAS
• Instalação do canteiro de obras vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y <sub>5</sub>	X <sub>89</sub> X <sub>90</sub> X <sub>91</sub> X <sub>92</sub>	• A oferta de empregos com salários superiores aos vigentes na região provocará evasão da mão-de-obra dos setores primário e secundário. Entretanto estes impactos não serão tão relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada. O setor terciário será beneficiado com uma maior demanda por seus produtos, com reflexos positivos sobre a tributação.	• Divulgar junto à população o caráter temporário dos empregos ofertados.	• Empreiteira • SRH-CE • PMAS • PMI





**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y7	X79 X80			
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. elementos culturais, vs. opinião pública.	Y7	X79 X80	• Com o afluxo de trabalhadores provenientes de outras regiões, haverá introdução de novos costumes, podendo ocorrer choques culturais, impactando adversamente a opinião pública.	• Assistência social junto à população nativa e ao contingente obreiro.	• SRH-CE • SAS
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde, vs. setor saúde.	Y7	X81 X82 X83 X85	• Com o aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não especializada serão intensificados os riscos de acidentes com os operários dado o elevado uso de explosivos, além da importação de doenças, o que contribui para o agravamento das condições sanitárias e dos quadros de saúde, sobrecarregando a infra-estrutura existente. Em contrapartida haverá elevação na renda dos trabalhadores engajados na obra.	• Divulgação do caráter temporário dos empregos ofertados. • Controle médico pré-admissional na contratação dos trabalhadores e oferta de serviços médicos preventivos a população. • Levantamento prévio da infra-estrutura do setor saúde, de modo a dotar os postos de saúde da região com remédios e equipamentos necessários.	• SRH-CE • Empreiteira • SESAC • PMAS • PMI
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. setor imobiliário.	Y7	X84	• Aumento da demanda por habitações provocando elevação nos preços de aluguéis.	• Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação.	• SRH-CE • PMAS
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. rede viária.	Y7	X86	• Serão construídas estradas de acesso às jazidas e feita a manutenção das vias existentes, com apenas uma pequena parcela destas sendo incorporada à malha viária municipal (estradas que não forem submersas).	• Incorporação das estradas construídas à rede viária municipal.	• SRH-CE • PMAS • PMI
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y7	X89 X90 X91 X92	• Evasão da mão-de-obra dos setores primário e secundário atraída pelos salários mais elevados ofertados pela empreiteira. Ressalta-se, no entanto, que estes impactos serão pouco significativos, dado o grande número de trabalhadores ociosos existentes na região. O setor terciário sofrerá incremento na demanda por seus produtos e serviços, enquanto que a arrecadação tributária terá acréscimos na taxa do ICMS.	• Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados.	• SRH-CE • Empreiteira • PMAS • PMI



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y <sub>8</sub>	X <sub>79</sub> X <sub>81</sub> X <sub>82</sub>			
• Execução das obras de engenharia vs. elementos culturais, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y <sub>8</sub>	X <sub>79</sub> X <sub>81</sub> X <sub>82</sub>	• Com o aumento substancial da oferta de empregos haverá um grande afluxo de trabalhadores oriundos de outras regiões, com hábitos e costumes que podem chocar a população nativa. Em compensação haverá uma elevação no nível de renda dos trabalhadores engajados na obra.	• Assistência social para a população nativa e o grupo de trabalhadores engajados na obra.	• SRH-CE • SAS • PMAS • PMI
• Execução das obras de engenharia vs. opinião pública.	Y <sub>8</sub>	X <sub>80</sub>	• A concretização da implementação do empreendimento, aliada a criação de novos empregos impactará beneficemente a opinião pública, principalmente na cidade de Alto Santo que será abastecida com água do reservatório.	-	-
• Execução das obras de engenharia vs. saúde, vs. setor saúde.	Y <sub>8</sub>	X <sub>83</sub> X <sub>85</sub>	• Agravamento das condições sanitárias, devido o grande afluxo de trabalhadores, o que certamente provocará aumento da disseminação de doenças e conseqüente sobrecarregamento do setor saúde. Além disso, há os riscos de ocorrerem acidentes com o contingente obreiro.	• Controle médico na contratação dos trabalhadores. • Levantamento das condições dos postos de saúde da região visando dotá-los de uma melhor infra-estrutura.	• Empreiteira • SESAC • PMAS
• Execução das obras de engenharia vs. setor imobiliário.	Y <sub>8</sub>	X <sub>84</sub>	• Elevação da demanda por residências, aumentando os preços de aluguéis.	• Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação.	• SRH-CE • PMAS
• Execução das obras de engenharia vs. rede viária.	Y <sub>8</sub>	X <sub>86</sub>	• A manutenção das vias de acessos beneficiará a malha viária municipal.	-	-
• Execução das obras de engenharia vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y <sub>8</sub>	X <sub>89</sub> X <sub>90</sub> X <sub>91</sub> X <sub>92</sub>	• A oferta de salários superiores aos vigentes na região provocará evasão de trabalhadores vinculados aos setores primário e secundário da economia. Tais impactos, entretanto, serão pouco relevantes já que boa parte da mão-de-obra vinculada ao setor primário fica ociosa durante o período de estiagem. Em contrapartida o setor terciário terá incremento das suas atividades com reflexos positivos sobre a tributação.	• Esclarecer a população sobre o caráter temporário dos empregos ofertados.	• Empreiteira • SRH-CE • PMAS • PMI



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Reassentamento da população afetada vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. valores paisagísticos.	Y <sub>9</sub>	X <sub>81</sub> X <sub>82</sub> X <sub>93</sub>	• Haverá aumento na oferta de emprego, decorrentes da construção das habitações que serão relocadas para as áreas remanescentes das propriedades ou da construção da agrovila caso esta se faça necessária, com reflexos positivos sobre o nível de renda. Os desmatamentos e terraplenagens necessários degradarão a paisagem local.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário e reconstituição paisagística das áreas degradadas. • Na escolha do local para reconstrução das novas residências e da agrovila optar por áreas com cobertura vegetal degradada.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE
• Manejo da fauna vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y <sub>10</sub>	X <sub>79</sub> X <sub>80</sub> X <sub>81</sub> X <sub>82</sub>	• Visando reduzir os impactos sobre os animais decorrentes da atividade de desmatamento, o manejo da fauna inculcará na população conceitos relativos às necessidades de preservação das espécies nativas, o que aliado à criação de empregos impactará positivamente a opinião pública e o nível de renda.	• Divulgar os objetivos do manejo da fauna e o caráter temporário dos empregos ofertados.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • PMAS • PMI
• Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y <sub>11</sub>	X <sub>79</sub> X <sub>80</sub> X <sub>81</sub> X <sub>82</sub>	• A execução do desmatamento da bacia hidráulica do reservatório, a fim de preservar a qualidade da água represada, difundirá noções de educação ambiental junto à população nativa. Além disso, haverá geração de empregos para mão-de-obra não especializada com reflexos positivos sobre a opinião pública.	• Divulgar a finalidade do desmatamento e o caráter temporário dos empregos ofertados.	• Empreiteira • SRH-CE • SEMACE • PMAS • PMI
• Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. saúde, vs. setor saúde.	Y <sub>11</sub>	X <sub>83</sub> X <sub>85</sub>	• Muito embora tenha sido implementado o manejo da fauna para áreas de reservas ecológicas, ainda, há riscos elevados de acidentes envolvendo animais peçonhentos e mamíferos que migrarão da região onde está sendo realizado o desmatamento para as áreas circunvizinhas. O setor saúde poderá ficar sobrecarregado.	• Alertar a população e as autoridades quanto à migração de animais peçonhentos e ferozes. • Promover a estocagem de soros antiofídicos nos postos de saúde da região antes do início das atividades de manejo da fauna e desmatamento da área do reservatório. • Captura de animais peçonhentos e debilitados, os quais devem ser enviados para instituições de pesquisa.	• SRH-CE • SESAC • LAROF • BUTANTÁ



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y11	X89 X90 X91 X92	<ul style="list-style-type: none"> <li>Como o desmatamento da área do reservatório deve ser implementado preferencialmente durante o verão, não haverá uma grande evasão da mão-de-obra engajada nos setores produtivos, visto que nessa época a mão-de-obra vinculada ao setor primário encontra-se desempregada.</li> <li>O setor terciário será beneficiado com a comercialização dos subprodutos do desmatamento, o que terá reflexos positivos, também, sobre a arrecadação de impostos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgar junto à população o caráter temporário dos empregos e implementação de um plano de aproveitamento dos subprodutos do desmatamento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Limpeza da área da bacia hidráulica vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde.</li> </ul>	Y12	X79 X80 X81 X82 X83	<ul style="list-style-type: none"> <li>A retirada de edificações, cercas, fossas, esterqueiras, etc. da área a ser inundada, visando à manutenção da qualidade da água represada e a redução dos riscos de acidentes envolvendo pessoas e embarcações, terá reflexos positivos sobre a opinião pública e sobre a saúde das pessoas, além de inculir na população noções sobre educação ambiental.</li> <li>A oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada impactará de forma benéfica o nível de renda da população.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgar os objetivos da remoção da infra-estrutura existente na área de inundação e o caráter temporário dos empregos oferecidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relocação da infra-estrutura de uso público vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. rede viária, vs. rede elétrica.</li> </ul>	Y13	X80 X81 X82 X86 X88	<ul style="list-style-type: none"> <li>A relocação dos trechos das estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades e da rede elétrica de baixa tensão, será feita com melhor padrão de qualidade, o que, aliado ao pequeno aumento na oferta de empregos terá reflexos positivos sobre a opinião pública e o nível de renda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> <li>PMAS</li> <li>PMI</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Formação do reservatório vs. opinião pública</li> </ul>	Y14	X80	<ul style="list-style-type: none"> <li>O enchimento do reservatório demonstra a população que parte dos problemas gerados pelas estiagens que assolam a região serão minorados. A opinião pública será impactada favoravelmente.</li> </ul>	-	-



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y14	X83 X85			
• Formação do reservatório vs. saúde, vs. setor saúde.	Y14	X83 X85	• Caso ocorra elevação do lençol freático nas áreas circunvizinhas ao reservatório, haverá proliferação de insetos e moluscos transmissores de doenças. Além disso, a migração de animais peçonhentos provocado pelo enchimento do lago aumentará os riscos de acidentes, podendo haver sobre-carregamento do setor saúde.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementação de campanhas para o controle de insetos.</li> <li>• Alertar a população periférica e as autoridades sanitárias para o êxodo de animais peçonhentos, os quais devem ser capturados e enviados para instituições de pesquisa.</li> <li>• Dotar os postos de saúde da região de estoques de soros antiofídicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SRH-CE</li> <li>• FUNASA</li> <li>• SESAC</li> <li>• BUTANTÃ</li> <li>• LAROF</li> </ul>
• Formação do reservatório vs. rede viária.	Y14	X86	• Embora sejam submersas algumas estradas vicinais, estas ficaram praticamente desativadas com a desapropriação, e os trechos das principais estradas que permitem o acesso as propriedades, já devem estar relocados por ocasião do enchimento do reservatório. Além disso, o reservatório servirá de hidrovía, permitindo o uso de um transporte mais barato.	• Construção de ancoradouros.	• SRH-CE
• Formação do reservatório vs. valores paisagísticos.	Y14	X93	• A formação do reservatório permitirá a criação de uma paisagem mais amena numa região sujeita aos rigores da seca.	-	-
• Regularização de vazão/abastecimento d'água urbano vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água.	Y15	X81 X83 X85 X87	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A SRH-CE pretende usar a vazão regularizada pelo Açude Riacho da Serra para o abastecimento d'água da cidade de Alto Santo. Além disso, haverá o suprimento d'água a população ribeirinha jusante.</li> <li>• O fornecimento d'água regularizado elevará os padrões de higiene da população, além de permitir o consumo d'água de boa qualidade. Tudo isso impactará de forma benéfica à saúde da população, reduzindo as taxas de mortalidade infantil e a incidência de doença de veiculação ou de origem hídrica, com reflexos positivos sobre o próprio setor saúde e a opinião pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerenciamento racional da água represada.</li> <li>• Monitoramento da qualidade da água represada e tratamento adequado da água destinada ao consumo humano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SRH-CE/COGERH</li> <li>• CAGECE</li> </ul>



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

<b>AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO</b>	<b>CÉLULA MATRICIAL</b>		<b>IMPACTOS POTENCIAIS</b>	<b>MEDIDAS MITIGADORAS</b>	<b>ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Peixamento do reservatório e desenvolvimento da pesca vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y <sub>16</sub>	X <sub>80</sub> X <sub>81</sub> X <sub>82</sub> X <sub>89</sub> X <sub>90</sub> X <sub>91</sub> X <sub>92</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O enchimento do reservatório irá permitir o desenvolvimento da pesca no açude. Haverá geração de empregos e o setor primário será beneficiado com incrementos nas suas atividades, o que terá reflexos positivos sobre o nível de renda e a tributação. Os setores secundários e terciário terão aumento na demanda por seus produtos (sal, gelo e artefatos de pesca, entre outros).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Não permitir a prática da salga do pescado dentro da faixa de proteção do reservatório.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE/COGERH</li> <li>SEMACE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. opinião pública, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y <sub>17</sub>	X <sub>80</sub> X <sub>89</sub> X <sub>90</sub> X <sub>91</sub> X <sub>92</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A produção de duas safras por ano aliado ao cultivo de frutíferas, incentivará o desenvolvimento do setor primário da região. Os setores secundário e terciário serão beneficiados pelo aumento da oferta de matéria-prima e pelo incremento na demanda por seus produtos (agrotóxicos, fertilizantes, sacaria, máquinas e equipamentos, etc.). Tudo isso terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária e a opinião pública.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difundir junto aos proprietários rurais noções sobre políticas agrícolas governamentais, comercialização, armazenamento e cooperativismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. nível de emprego, vs. nível de renda.</li> </ul>	Y <sub>17</sub>	X <sub>81</sub> X <sub>82</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Com o desenvolvimento da produção hidroagrícola haverá aumento da oferta de empregos e conseqüentemente um incremento da renda e a sua desconcentração, uma vez que o processo produtivo se encontrará nas mãos de um grupo relativamente grande.</li> </ul>	-	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) vs. saúde, vs. setor saúde.</li> </ul>	Y <sub>17</sub>	X <sub>83</sub> X <sub>85</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Devido ao consumo desregrado de fertilizantes e defensivos agrícolas, haverá riscos de ocorrerem intoxicações com prejuízos à saúde dos produtores rurais e sobrecarregamento dos serviços de saúde da região.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Difundir junto aos proprietários rurais normas técnicas sobre uso e manejo de fertilizantes e defensivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SRH-CE</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desenvolvimento do setor industrial vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</li> </ul>	Y <sub>18</sub>	X <sub>81</sub> X <sub>82</sub> X <sub>89</sub> X <sub>90</sub> X <sub>91</sub> X <sub>92</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A instalação de novos empreendimentos industriais na região resultará em incrementos na geração de empregos, além de aumento na demanda por matérias-primas e produtos, dinamizando toda a economia da região.</li> </ul>	-	-



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Adoção de normas de segurança no trabalho vs. elementos culturais, vs. setor saúde.	Y19	X79 X85	• A conscientização do contingente obreiro para os riscos a que estão expostos e o estabelecimento de regras de segurança no trabalho, além de contribuir para melhorar o conhecimento dos trabalhadores neste tipo de serviço, reduz o número de acidentes evitando o sobrecarregamento do setor saúde da região.	• Estabelecimento de regras rigorosas de segurança durante a execução dos trabalhos.	• Empreiteira
• Delimitação e monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. valores paisagísticos.	Y21	X80 X83 X85 X87 X89 X90 X91 X93	• A preservação da faixa de vegetação que circunda o reservatório como forma de garantir a qualidade da água represada terá reflexos positivos sobre os componentes citados.	• Policiamento educativo da faixa de proteção do reservatório visando garantir a sua preservação, procurando engajar nesta atividade a comunidade local.	• SRH-CE/COGERH
• Zoneamento de usos no reservatório vs. sistema de abastecimento d'água.	Y22	X87	• Tal atividade visa afastar do ponto de captação d'água para abastecimento humano usos incompatíveis com este fim, melhorando a qualidade da água fornecida e conseqüentemente reduzindo os custos a serem incorridos com o seu tratamento.	• Proibir, num raio de 500 m em torno do ponto de captação d'água para abastecimento humano, o desenvolvimento de usos incompatíveis com este fim, para os quais devem ser definidas áreas específicas.	• SRH-CE/COGERH
• Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y23	X80 X83 X85 X87 X89 X90 X91 X92	• O gerenciamento e controle do uso da água represada evitarão que o rebaixamento do reservatório atinja níveis críticos, garantindo suprimento d'água para a área de jusante. Todos os componentes citados serão indiretamente beneficiados.	• Estabelecimento do sistema de gerenciamento e controle do uso da água atualmente desenvolvido pelo Governo estadual.	• SRH-CE/COGERH



**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. opinião pública.	Y24	X80	• O estabelecimento de cotas d'água para cada usuário que captar água no reservatório ou ao longo do trecho perenizado do riacho da Serra, e a sua tarifação, elevará os custos incorridos no desenvolvimento das atividades econômicas da região com reflexos negativos sobre a opinião pública.	• Esclarecer a população sobre os reais objetivos da prática de tarifação d'água adotada pelo Governo Estadual.	• SRH-CE/COGERH
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y24	X83 X85 X87 X89 X90 X91 X92	• O estabelecimento de cotas d'água para os usuários do reservatório e a sua tarifação evitará o gasto desordenado, garantindo o abastecimento d'água da cidade de Alto Santo, além da região ribeirinha de jusante, com reflexos positivos sobre os componentes citados.	• Implementação do sistema de outorgas e tarifação da água.	• SRH-CE/COGERH
• Programa de educação ambiental vs. sistema de abastecimento d'água.	Y25	X87	• A conscientização dos usuários do reservatório quanto às questões ambientais vinculadas à região, evitará a poluição dos recursos hídricos superficiais, reduzindo os custos com o tratamento da água fornecida.	• Implementação de um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário.	Y26	X80 X83 X85 X87 X89 X90 X91	• O controle da qualidade da água represada permitirá a adoção de medidas corretivas, caso ocorram aportes de materiais poluentes no reservatório. Assim sendo, o monitoramento permitirá o fornecimento de água de boa qualidade, beneficiando indiretamente todos os componentes ambientais citados.	• Monitoramento periódico da qualidade da água represada.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. valores paisagísticos.	Y26	X93	• O controle da qualidade da água represada beneficiará os valores paisagísticos na área de jusante, pois a vazão lançada na calha do riacho da Serra será de água de boa qualidade, o que evitará a degradação ambiental.	• Monitoramento periódico da qualidade da água represada.	• SRH-CE/COGERH





**QUADRO 5.1 (Continuação)**  
**DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL**

AÇÃO IMPACTANTE vs. COMPONENTE AMBIENTAL IMPACTADO	CÉLULA MATRICIAL		IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
	Y	X			
• Monitoramento do nível do reservatório vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. valores paisagísticos.	Y27	X80 X83 X85 X87 X89 X90 X91 X93	• O monitoramento do nível da água no reservatório não só evitará o rompimento do barramento decorrente do excesso de água acumulada, como garantirá o abastecimento d'água regularizado para jusante, pois evitará que o reservatório atinja níveis considerados críticos. Todos os componentes ambientais mencionados serão impactados de forma benéfica.	• Monitoramento do nível do reservatório e executar a sua operação de acordo com as vazões afluentes.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento do nível piezométrico na área de entorno do reservatório vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde.	Y28	X80 X83 X85	• O monitoramento do nível piezométrico permitirá a adoção de medidas para evitar a formação de charcos, reduzindo os focos de proliferação de insetos e moluscos nocivos à saúde, beneficiando indiretamente o setor saúde.	• Monitoramento do nível do lençol freático.	• SRH-CE/COGERH
• Monitoramento da sedimentação no reservatório, vs. opinião pública, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. valores paisagísticos.	Y29	X80 X87 X89 X90 X91 X93	• O controle do aporte de sedimentos no reservatório permitirá detectar a ocorrência de focos de poluição ou erosão na bacia hidrográfica contribuinte, além de evitar a redução da sua capacidade de afluência d'água. Desta forma, o suprimento de uma vazão regularizada para jusante fica garantida, beneficiando indiretamente os fatores ambientais citados.	• Monitoramento da sedimentação no reservatório.	• SRH-CE/COGERH
• Manutenção da infra-estrutura implantada vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário.	Y30	X83 X85 X87 X89 X90 X91	• A manutenção periódica das infra-estruturas que compõem o empreendimento, evitará o desencadeamento de processos erosivos, resguardando a integridade do próprio reservatório. Além disso, evitará desperdícios d'água decorrentes de vazamentos, e irregularidades no seu fornecimento devido a falhas de equipamentos, beneficiando indiretamente o sistema de abastecimento d'água da cidade de Alto Santo, além da população ribeirinha de jusante e da irrigação difusa desenvolvida nesta área.	• Manutenção periódica da infra-estrutura implantada.	• SRH-CE/COGERH



MONTGOMERY WATSON



## **6. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

---



## **6. PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

### **6.1. GENERALIDADES**

Para o melhor aproveitamento dos impactos benéficos e a mitigação/absorção dos impactos adversos associados a implantação e operação do empreendimento, recomenda-se a adoção de medidas de proteção ambiental, visto que a não incorporação destas poderá resultar em sérios danos ao meio ambiente natural e ao meio antrópico.

Os planos ora apresentados envolvem são constituídos apenas pelas diretrizes gerais, devendo ser posteriormente detalhados a nível de projetos específicos, adequados a realidade local. O Quadro 6.1 traz o resumo da classificação das medidas de proteção ambiental, de acordo com:

- A sua natureza - preventivas ou corretivas;
- A fase do empreendimento em que deverão ser adotadas - planejamento, implantação ou operação;
- fator ambiental a que se destina - físico, biológico ou sócio-econômico;
- prazo de permanência de sua aplicação - curto, médio ou longo; e
- A responsabilidade por sua implementação - empreendedor, poder público ou outro.

Com base nessa premissa, ficará a cargo do empreendedor a elaboração e implementação dos projetos aqui sugeridos, cabendo ao órgão ambiental competente, no caso a SEMACE, supervisionar todas as etapas de implantação dos projetos, assim como auxiliar na orientação dos serviços a serem executados.

No início da implementação de cada plano, recomenda-se a divulgação destas atividades de modo que a população nativa seja notificada de seus objetivos, alertada quanto às prováveis repercussões sobre a vida da comunidade e estimulada a exercer uma fiscalização ambiental informal.

QUADRO 6.1  
CLASSIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

DISCRIMINAÇÃO	NATUREZA		FASE DO EMPREENDIMENTO, SER ADOTADA		FATOR AMBIENTAL A QUE SE DESTINA			RAZO DE PERMANÊNCIA DA APLICAÇÃO		SPONSABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO
	PREV.	CORR.	IMPLANT.	OPER.	FÍS.	BIOL.	SÓCIO	CURTO	LONGO	
Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica	X		X		X	X		X		Empreiteira, SRH-CE e IBAMA
Plano de Proteção da Fauna	X		X			X		X		Empreiteira, SRH-CE e IBAMA
Recup.das Áreas de Jazidas, Bota-foras e Canteiro de Obras		X	X		X			X		Empreiteira, SRH-CE e IBAMA
Limp. da Área da Bacia Hidráulica/Relocação da Infra-estrutura	X		X		X			X		Empreiteira, SRH-CE, COELCE, PMAS e PMI
Plano de Peixamento do Reservatório		X		X		X			X	SRH-CE/COGERH
Adoção de Medidas de Segurança no Trabalho	X		X					X		Empreiteira
Programa de Educação Ambiental		X	X		X	X		X		SRH-CE e SEMACE
Plano de Reassentamento da População		X	X					X		SRH-CE
Gerenciamento e Controle do Uso da Água Represada	X			X	X				X	SRH-CE/COGERH
Estabelecimento de Outorgas e Tarifação d'Água	X			X	X				X	SRH-CE/COGERH
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	X		X	X	X	X			X	SRH-CE/COGERH
Monitoramento do Nível Piezométrico no Entorno do Reserv.	X		X	X	X				X	SRH-CE/COGERH
Monitoramento do Nível do Reservatório	X			X	X				X	SRH-CE/COGERH
Monitoramento da Sedimentação no Reservatório	X		X	X	X				X	SRH-CE/COGERH
Plano de Administração da Reserva Ecológica		X		X	X	X			X	SRH-CE/COGERH
Zoneamento de Usos no Reservatório	X			X	X	X	X		X	SRH-CE/COGERH
Manutenção da Infra-estrutura Implantada	X			X		X	X		X	SRH-CE/COGERH
Identif. e Salv. do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	X		X		X		X	X		SRH-CE, IPHAN e DNPM



Além das medidas mitigadoras e do programa de educação ambiental, é, ainda, parte integrante das medidas de proteção ambiental preconizadas, o gerenciamento dos recursos hídricos e os monitoramentos necessários, os quais serão apresentados no Capítulo 7 deste relatório.

## **6.2. PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL DA BACIA HIDRÁULICA**

De acordo com a Lei Federal n.º 3.824, de 23 de novembro de 1960, é obrigatório o desmatamento e conseqüente limpeza da bacia hidráulica de reservatórios, devendo ser reservadas áreas que, a critério dos técnicos, sejam consideradas necessárias à proteção da fauna aquática e das reservas indispensáveis à garantia da piscicultura.

Tendo em vista um trabalho programado que visa à melhoria da qualidade ambiental da área de influência do reservatório, o desmatamento racional da área a ser inundada objetiva, além do atendimento à legislação vigente, atingir as seguintes metas:

- Limpeza da área a ser inundada, tendo em vista a conservação da água represada;
- Salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio;
- Preservação da faixa de proteção do reservatório definida pela Resolução CONAMA n.º 004, de 18 de setembro de 1985;
- Aproveitamento dos recursos florestais gerados pelo desmatamento;
- Proteção dos trabalhadores e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra engloba uma área aproximada de 420,73 ha na cota de coroamento (cota 92,5 m), da qual será necessário desmatar apenas até a faixa da cota 88,0 m (cota de cheia máxima 89,99 m menos faixa de mata para o refúgio da fauna aquática), sendo também deduzidas as áreas com cobertura vegetal degradada pela ação antrópica, passando a perfazer uma área aproximada de 337,0 ha. Adicionando-se a extensão relativa as jazidas de empréstimo a serem exploradas, ou seja, 42,56 ha, a área a ser desmatada eleva-se para 379,56 ha.

A caracterização da composição florística-faunística da área do reservatório pode ser compreendida, com maior nível de detalhe no Capítulo 4 do presente estudo. Especial atenção deve ser dada aos Quadros 4.9 e 4.10 que apresentam as espécies que compõem



a flora e fauna local, sob a ótica da população nativa entrevistada durante a pesquisa de campo.

### 6.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico

Para a concepção do projeto de desmatamento racional na área do reservatório deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico da área, 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 fâcie vegetal identificada na área, 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 da área da bacia hidráulica 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.

### 6.2.3. 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.

#### 6.2.4. Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas

A área a ser desmatada encontra-se delimitada pela cota de máxima inundação (89,99 m), 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. Deverá ser preservada a faixa de proteção do reservatório, conforme dita o Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 004/85. Assim sendo, deve ser desapropriada pela SRH-CE uma faixa marginal de 100 m, horizontalmente medidos da cota de máxima inundação, a qual será destinada à faixa de proteção do reservatório. Esta área serve de barreira ao aporte de sedimentos e agentes poluentes, bem como de reserva vital à recuperação e/ou melhoria do sistema natural da área de influência do reservatório.

#### 6.2.5. Técnicas de Desmatamento

Na determinação das técnicas e do tipo de equipamento a ser empregado no desmatamento de determinada área devem 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.).



A área a ser englobada pela bacia hidráulica do reservatório apresenta solos rasos, com ocorrência de afloramentos rochosos, relevo plano a suave ondulado e densidade vegetacional média. 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 150 Hp, equipados com lâminas do tipo frontalreta-S, cujo rendimento aproximado é de 1,0 ha/hora. Nas operações de enleiramento, para que não ocorra o carregamento de terra juntamente com os restolhos, 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 ornitofauna e da fauna terrestre 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.





#### 6.2.6. 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 metros, 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 acucados poderão provocar acidentes. Além disso, deve ser estabelecido uma fiscalização que proíba a caça durante os trabalhos de desmatamentos.

#### 6.2.7. Recursos Florestais Aproveitáveis

Conforme pode ser visualizado no Capítulo 4 deste relatório, onde consta uma descrição geral das características da flora local, os recursos florestais da área contam com espécies de valor econômico e/ou medicinal, além daquelas fornecedoras de madeira e lenha. Com exceção das espécies destinadas à exploração extrativa da lenha, as demais espécies apresentam-se esparsamente distribuídas na área a ser desmatada. Para um melhor aproveitamento da madeira 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 na área a ser desmatada deverá ser efetuada através de amostragem aleatória de blocos com dimensões 10 m x 10m, dentro dos quais serão avaliados os seguintes parâmetros:

- Diâmetro da altura do peito (DAP) de cada espécie;
- DAP médio de cada bloco;
- Altura média (H) de cada espécie e dos blocos;
- Volume médio (V) das árvores de cada bloco;
- Fator de empilhamento (Fe) de cada bloco.

Para o cálculo do volume por bloco e a determinação do fator de empilhamento, deverá ser processada a derrubada de todas as árvores de cada bloco, as quais deverão ter o seu diâmetro medido no meio do torete. Posteriormente, toda a madeira cortada deverá ser empilhada e mensurada, determinando-se o volume da madeira empilhada.

O volume real de cada torete deverá ser calculado através da fórmula de HUBER:

$$V = gm \times L, \text{ onde:}$$

V = volume real;

gm = área transversal no meio de cada torete;

L = comprimento.

Com o valor do volume real da madeira de cada bloco, calcula-se o fator de empilhamento que é dado por:

$$Fe = \frac{V_{st}}{V_m^3}, \text{ onde:}$$

Fe = fator de empilhamento;

V.st = volume em metros stereos;



$Vm^3$  = volume em metros cúbicos.

Os valores obtidos são importantes para a análise do crescimento vegetal, bem como para a comercialização do estoque madeireiro.

#### 6.2.8. Custos e Cronograma Físico do Desmatamento

Muito embora a bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra e as jazidas a serem exploradas englobem ao todo uma área de 463,29 ha, estima-se que o somatório das áreas degradadas mais aquelas a serem destinadas à manutenção da ictiofauna, perfaçam cerca de 42,0 ha, fazendo com que seja necessário o desmatamento de apenas 379,56 ha.

A execução do desmatamento demandará um período de 30 dias sendo que apenas os 15 últimos dias podem coincidir com o início do enchimento do reservatório. Estimando-se o rendimento do método mecânico com dois tratores de 120 HP (1 ha/hora cada trator) serão necessários 30 dias, com 8 horas de trabalho por dia, para que toda área seja destocada. Considerando-se o método manual com a utilização de machados e foices, estima-se que um homem pode desmatar até 0,20 ha/dia. Para que o desmatamento manual se dê em 30 dias, serão necessários 64 trabalhadores braçais, trabalhando 8 horas por dia. O Quadro 6.2 apresenta o cronograma físico das operações de desmatamento.

#### QUADRO 6.2

##### CRONOGRAMA FÍSICO DO DESMATAMENTO

ETAPAS	DIAS					
	10		20		30	
Exploração da madeira	■	■	■			
Destoca		■	■			
Enleiramento			■	■	■	
Encoivramento				■	■	■
Remoção das cinzas					■	■



Tal medida deverá ser executada pela Empreiteira, sob a fiscalização da SRH-CE e do IBAMA. Os custos a serem incorridos com o desmatamento racional da área da bacia hidráulica já estão inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

### **6.3. PLANO DE PROTEÇÃO DA FAUNA**

#### **6.3.1. Generalidades**

Os impactos incidentes sobre a fauna, dada a erradicação do seu habitat natural durante os trabalhos de desmatamento, podem ser minimizados através de sua transferência para as áreas de reservas ecológicas. A implementação de corredores de escape, durante as operações de desmatamento, permitirá a fuga da fauna que ainda permanecer na área do reservatório para as zonas de refúgio. No entanto, alguns animais que tiverem retornado ao seu antigo habitat, precisarão ser capturados para posterior soltura nas reservas.

O manejo da fauna deverá ser executado por equipe técnica especializada, contratada pelo órgão empreendedor do projeto, podendo serem engajados nesta atividade as seguintes instituições de pesquisa: Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ciência (NEPC), Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), ambos vinculados à Universidade Estadual do Ceará (UECE), Departamento de Biologia e Laboratório Regional de Ofiologia de Fortaleza (LAROF), pertencentes à Universidade Federal do Ceará (UFC). No Capítulo 4 do presente relatório consta uma breve caracterização sobre a fauna da região, bem como um inventário das espécies.

#### **6.3.2. 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 6.1 e 6.2.

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



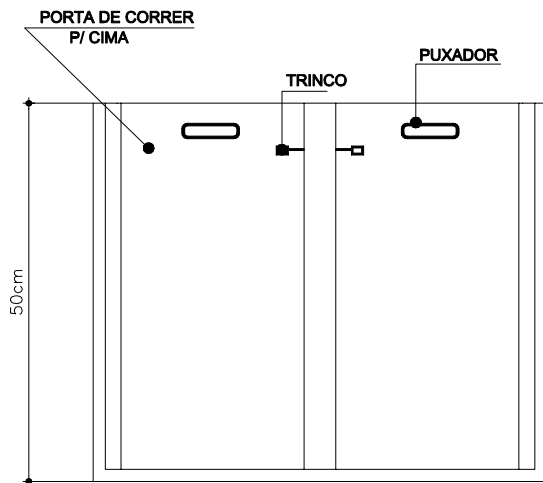
outros invertebrados deverão ser capturados com pinças e colocados em vidro de boca larga com tampa rosqueada.

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 executado 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.

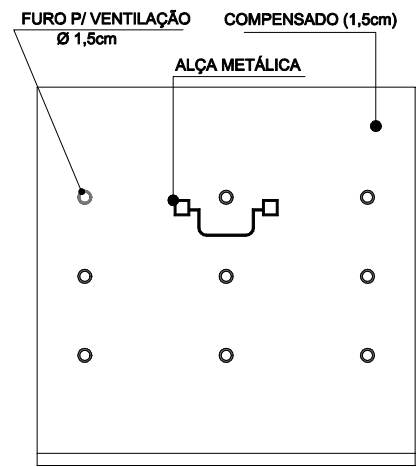
Quanto aos répteis, as serpentes deverão ser capturadas com o uso de laço ou de ganchos apropriados (Figuras 6.3 e 6.4) e acondicionadas em caixas especiais (Figura 6.5). As serpentes capturadas, deverão ser enviadas vivas para o LAROF. Pequenos lagartos e anfíbios deverão ser coletados com as mãos e transportados em sacos de pano (Figura 6.6).

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.

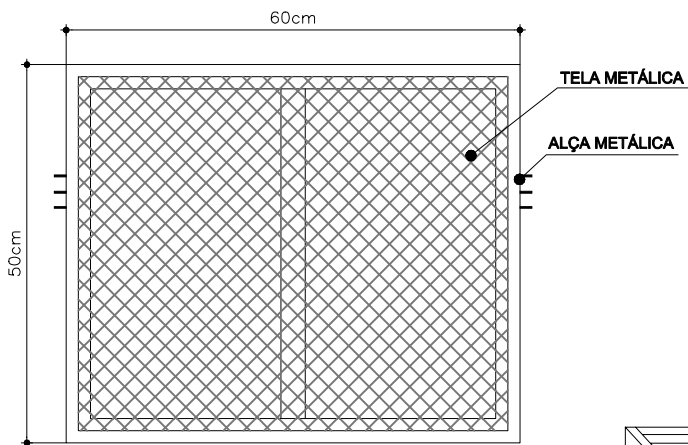
Os animais seriamente debilitados e que tenha comprometido a sua sobrevivência, e os que, porventura, morrerem durante a operação de desmatamento ou resgate deverão ser enviados vivos ou mortos para instituições de pesquisa em Fortaleza, onde serão incorporados à coleções científicas, tornando-se registros da fauna da região.



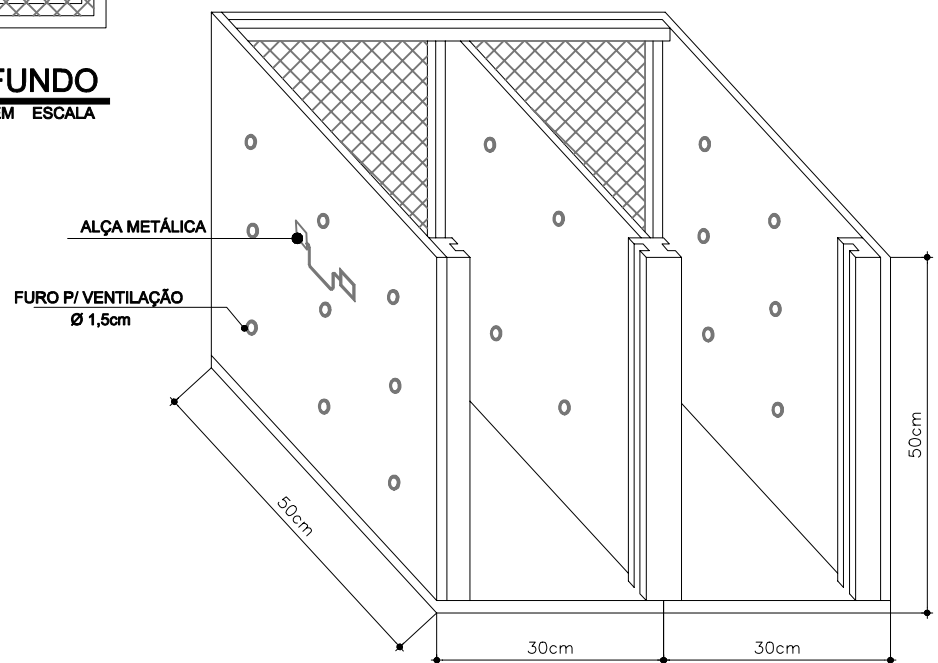
**FRENTE**  
SEM ESCALA



**LATERAL**  
SEM ESCALA

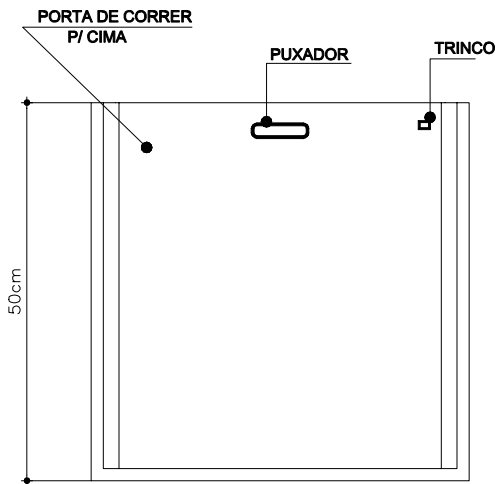


**FUNDO**  
SEM ESCALA

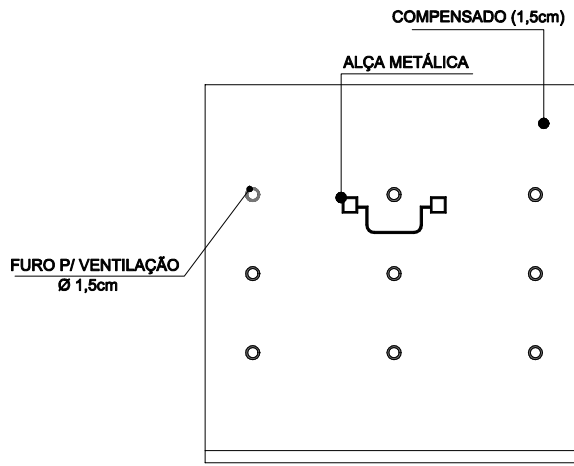


**DETALHE**  
SEM ESCALA

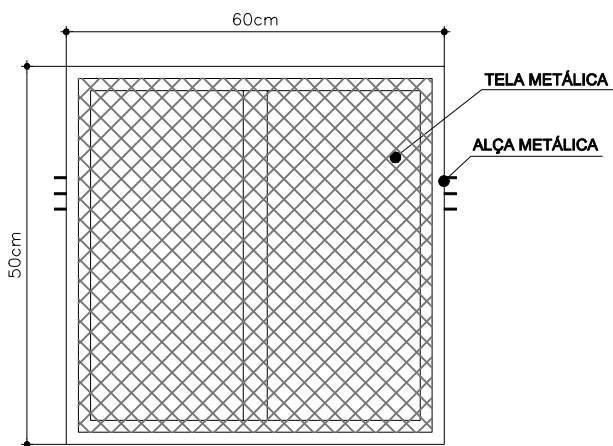
**FIG-6.1**  
**CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE**  
SEM ESCALA



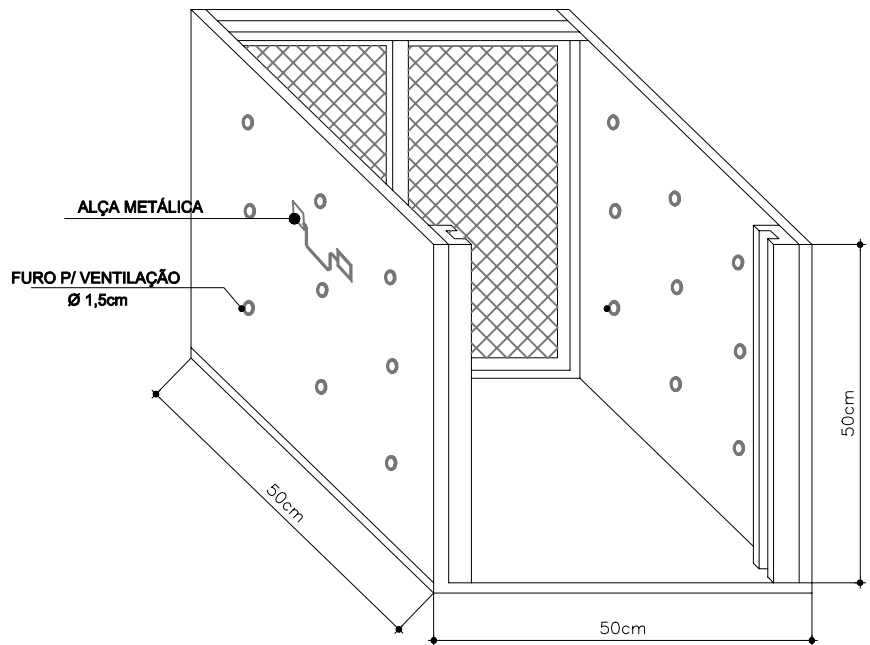
**FRENTE**  
SEM ESCALA



**LATERAL**  
SEM ESCALA

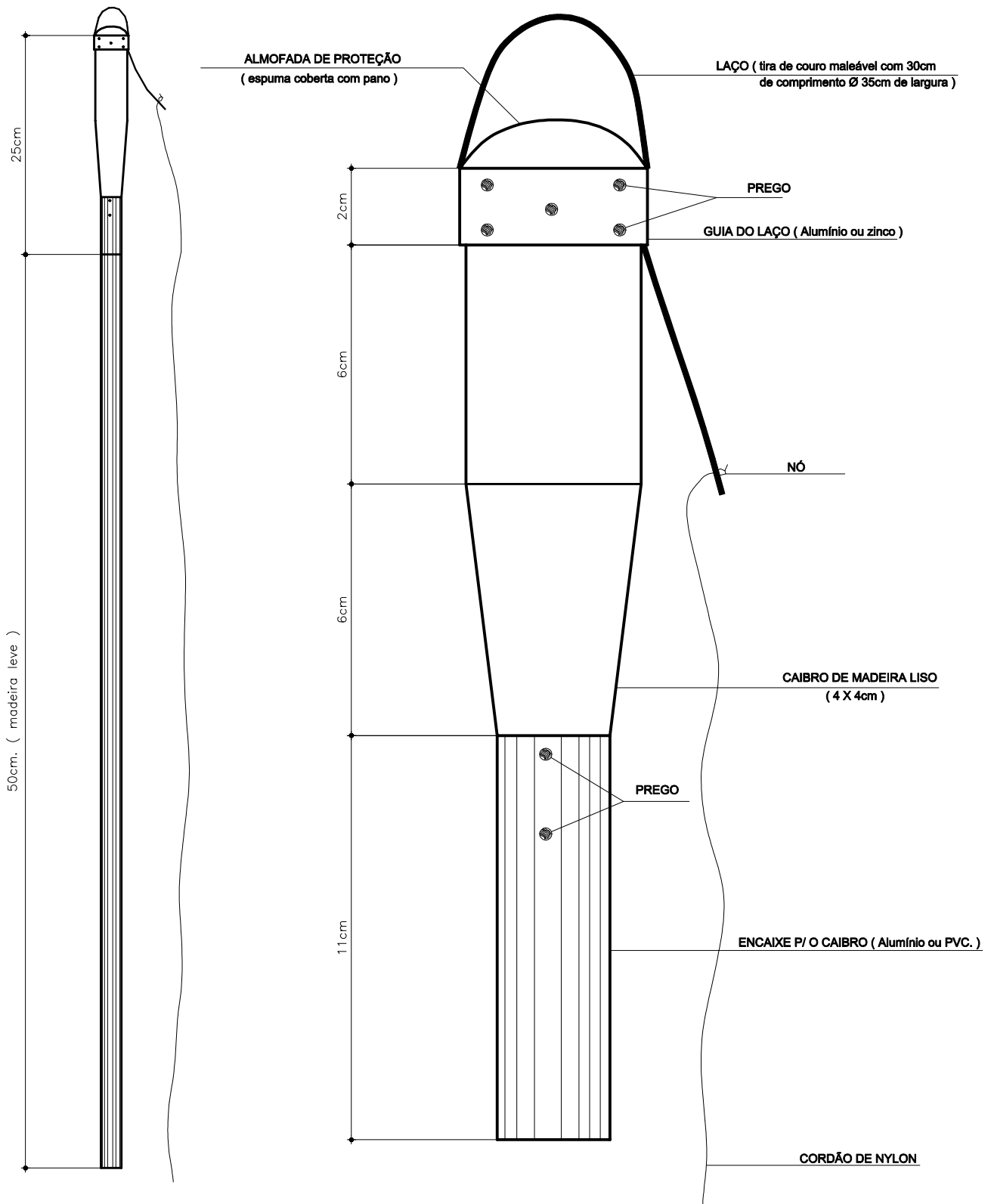


**FUNDO**  
SEM ESCALA



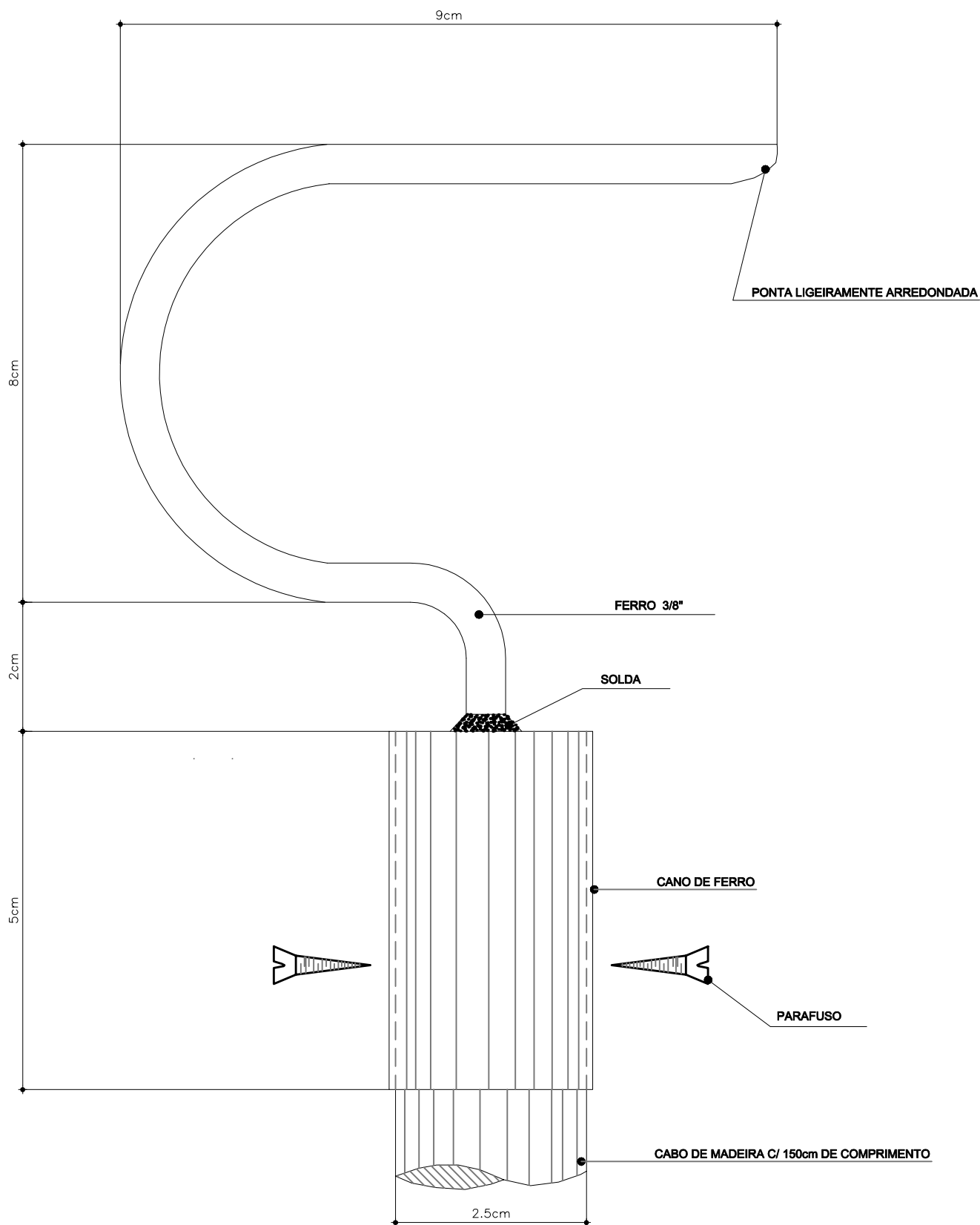
**DETALHE**  
SEM ESCALA

**FIG-6.2**  
**CAIXA PARA TRANSPORTE DE ANIMAIS DE**  
**MÉDIO PORTE**  
SEM ESCALA



**FIG-6.3**  
**LAÇO DE LUTZ, PARA CAPTURA DE SERPENTES**  
 SEM ESCALA





**FIG-6.4**  
**GANCHO MODELO BUTANTAN, TIPO CURVO**  
**PARA A CAPTURA DE SERPENTES**  
**SEM ESCALA**

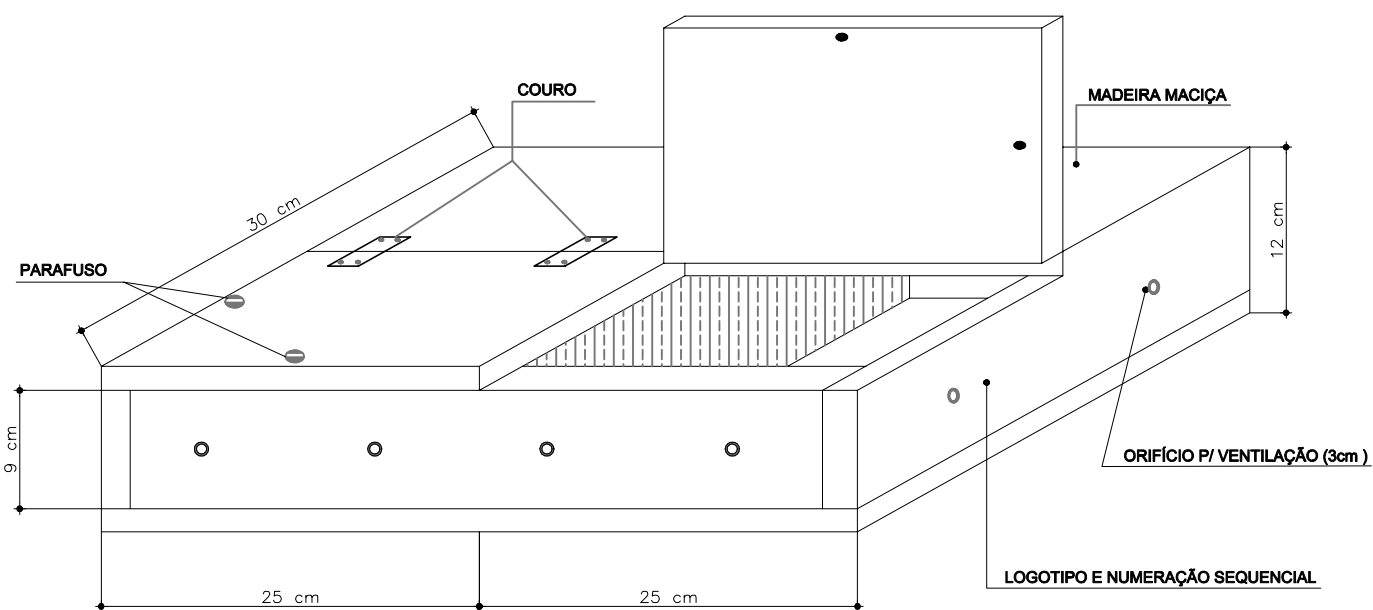
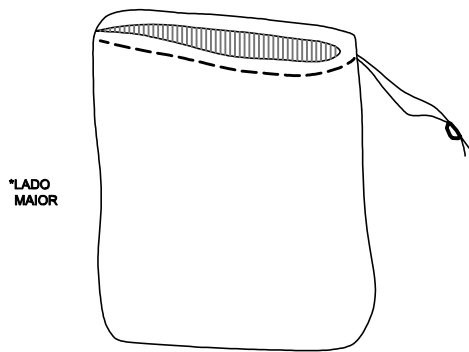
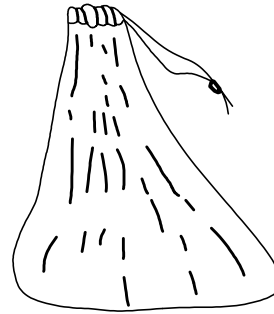


FIG-6.5  
CAIXA PARA TRANSPORTE DE OFÍDIOS  
MODELO BUTANTAN  
SEM ESCALA



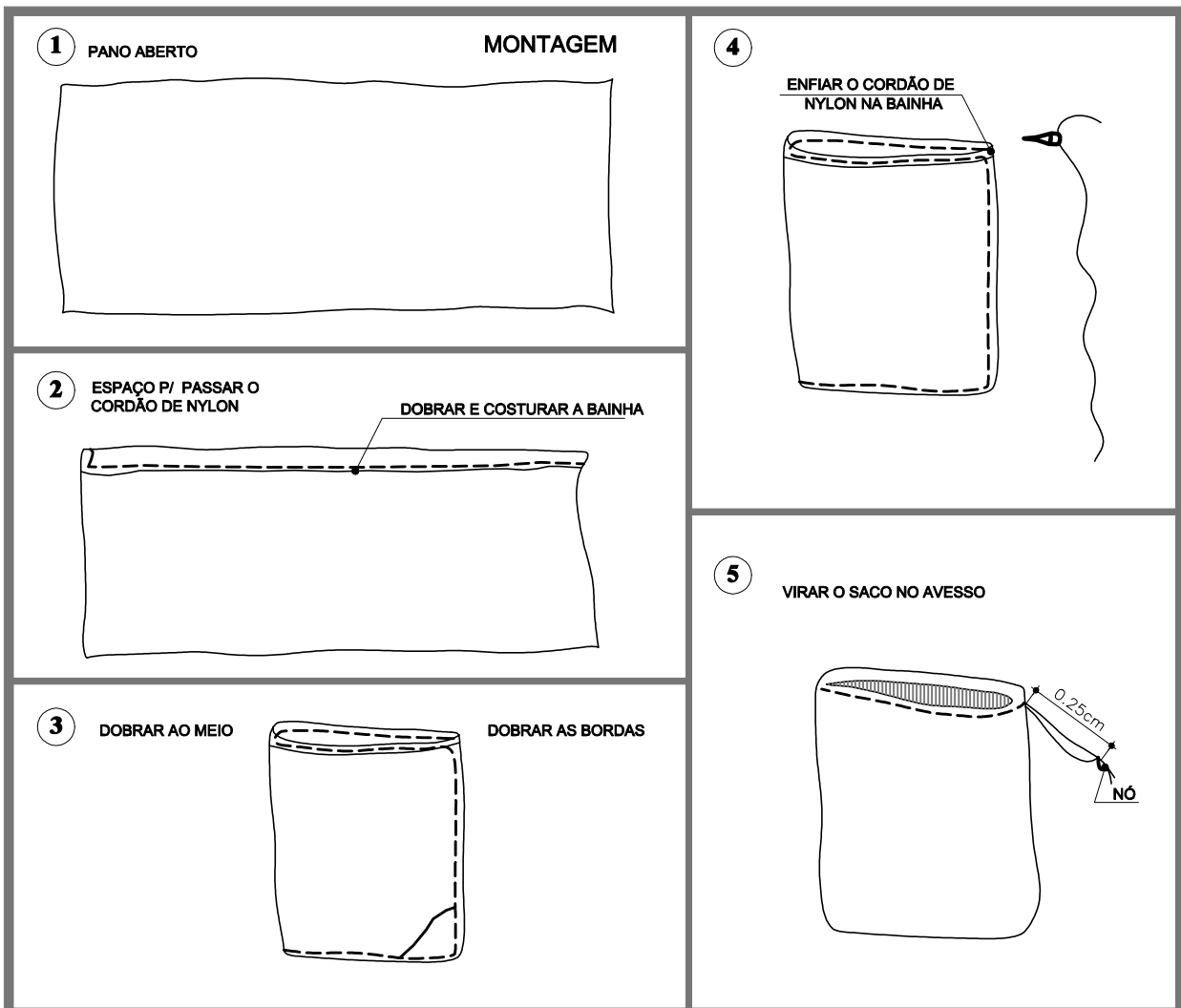
\*LADO MAIOR

**ABERTO**



**FECHADO**

\* - DIMENSÕES : Modelo I - 20cm X 30cm, Modelo II - 40cm X 50cm.



**FIG-6.6**  
**SACO DE ALGODÃO PARA TRANSPORTE**  
**DE ANIMAIS DE PEQUENO PORTE**  
 SEM ESCALA



### 6.3.3. Proteção dos Trabalhadores e da População Residente nas Adjacências

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.

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, coral, 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.

A remoção de colméias e vespeiros deverá ser feita por pessoal especializado, e devidamente equipado, sendo posteriormente transferidos para as áreas de reservas ecológicas.

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. Assim sendo, o manejo da fauna da área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra poderá ser realizado em cerca de 22 dias.

O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 10.400,00, sendo R\$ 4.500,00 relativos a mão-de-obra operária e R\$ 5.900,00 referentes aos custos extras com supervisor (R\$ 1.500,00), carro de apoio (R\$ 1.800,00) e veículo para transporte de animais (R\$ 2.600,00), tais valores encontram-se expressos em reais de dezembro de 2.002.

#### **6.4. PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS, BOTA-FORAS E CANTEIRO DE OBRAS**

##### **6.4.1. Generalidades**

As áreas de exploração de material de empréstimos, bem como as áreas destinadas ao canteiro de obras e aos bota-foras 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 geração de poeiras e ruídos provocados pelas máquinas e pelo uso de explosivos.

Assim sendo, faz-se necessário a implementação de projetos de recomposição paisagística das áreas degradadas. Ressalta-se, no entanto, que o cuidado com as áreas potencialmente degradáveis deve ser observado desde as primeiras etapas da implementação do empreendimento, com a empreiteira incorporando no processo



construtivo, medidas tais como: redução dos desmatamentos operacionais ao mínimo necessário, disposição adequada dos resíduos sólidos do canteiro de obras, dotação de infra-estrutura de esgotamento sanitário do canteiro 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 minerais, e reabilitação das áreas exploradas, das áreas de expurgo e do canteiro de obras.

#### 6.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos

##### *6.4.2.1. Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Áreas a serem exploradas*

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras do Açude Riacho da Serra são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais terrosos, granulares e rochosos.

Para obtenção do material terroso foram locadas quatro jazidas (J-01 a J-04), estando as áreas das jazidas J-02, J-03 e J-04 situadas fora da área de inundação, enquanto que a jazida J-01 conta com 30,0% da sua área dentro da bacia hidráulica do reservatório. O material granulado será obtido de dois areais, com o areal localizado no leito do riacho da Serra sendo submerso por ocasião da formação do reservatório, enquanto que o areal do rio Figueiredo encontra-se posicionado fora da área da bacia hidráulica. A pedreira P-01 está posicionada no local do sangradouro, enquanto que a Pedreira P-02 está localizada fora da área da bacia hidráulica.

##### *6.4.2.2. 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 botaforas, 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 algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas.

Durante a exploração das pedreiras, dado a proximidade destas de 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 os níveis de ruído, fumaça e poeira gerados 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 desmoronamentos e desencadeamentos 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. O reflorestamento deverá ser executado à medida 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 as áreas mineralizadas que futuramente venham a ser 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 constituídas por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos, e material com granulometria de areia) devem ser formados por basculhamento 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. Deverá ser implementada, também, a drenagem superficial 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 rejeitos no caso específico do Açude Riacho da Serra, deve ser adotado o método botânico, pois a região dispõe de material que serve de cobertura de solo. Para que haja um pronto restabelecimento da cobertura vegetal nas bermas de rejeitos, devem ser usadas técnicas que aumentem a fertilidade dos solos (adubação, adição de húmus, nutrientes, umidade e bactérias ou microrganismos), associado ao uso de sementes selecionadas.

Ressalta-se ainda que a deposição de rejeitos deve ser efetuada em curtos espaços de tempo, de modo a não atrapalhar o desenvolvimento dos trabalhos de lavra.



- **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 do Açude Riacho da Serra, será necessário a recuperação paisagística das áreas das jazidas de material terroso J-02, J-03 e J-04 localizadas fora da área da bacia hidráulica, bem como de 70,0% da área da jazida J-, perfazendo uma área total de 42,56 ha que irá requerer tratamento paisagístico e regularização da topografia.

Quanto às pedreiras, devem ser cercadas as áreas a serem utilizadas, especialmente, eventuais buracos surgidos durante a lavra, a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas.

As cavas nas jazidas de materiais terrosos e granulares devem ter seus taludes suavizados, sendo, quando necessário, utilizados materiais dos bota-foras para a reconstituição das superfícies topográficas, desde que não contenham material poluente.

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 por hidro-semeadura (aspersão de pasta formada pela mistura de sementes, fibras de madeira, adesivo resinoso, fertilizantes e água) ou pelo plantio de mudas.

A operação de hidro-semeadura de 42,56 ha pode ser conduzida por 15 homens, requerendo em média, por hectare, 40,0 toneladas de fibra de madeira, 1,2 t de fertilizantes e 10.000 litros de adesivo resinoso. Já o plantio de mudas exige a contratação de 67 homens durante 8 dias, o plantio de 400 mudas/ha e o uso de 1,2 t de adubo orgânico.



#### 6.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação do canteiro 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 da usina de concreto e da central de britagem. Deste modo, faz-se necessário à adoção das seguintes medidas:

- Reduzir os desmatamentos ao mínimo necessário;
- Na instalação da usina de concreto e da central 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 do canteiro de obras não sejam aproveitadas para o monitoramento do reservatório, a área por este ocupada deve 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.

#### 6.4.4. Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas Degradadas

A Empreiteira deverá implantar as instalações do canteiro 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, estimadas em 42,56 ha, deverá ser posta em prática logo após o abandono da lavra.

Os custos a serem incorridos na recuperação das áreas degradadas foram estimados em R\$ 34.048,00 (valor expresso em reais de dezembro de 2.002). Estas atividades são de competência direta da Empreiteira, devendo a mesma ser fiscalizada pela SRH-CE e pelo IBAMA.

### **6.5. PLANO DE LIMPEZA DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DE USO PÚBLICO**

#### 6.5.1. Generalidades

O Açude Riacho da Serra destina-se a usos múltiplos, tendo como principal finalidade de reforçar o abastecimento d'água da cidade de Alto Santo, razão pela qual a preservação da qualidade da água represada assume primordial importância, sendo para tanto, necessário a eliminação de fatores potencialmente poluentes existentes na área a ser inundada.



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

- Desfavorecem a reaeração das águas represadas, pois constituem obstáculos à migração das correntes d'água, além de diminuírem 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 CO<sub>2</sub> 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 à propagação de agentes infecciosos, além da eutrofização do lago.

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 à adoção de normas para a limpeza da área englobada pela bacia hidráulica, evitando que o processo de preservação da qualidade dos recursos hídricos represados seja dispendioso.

#### 6.5.2. Limpeza da área da Bacia Hidráulica

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



- Demolição de todas as edificações (habitações, galpões, cercas, etc.) e remoção do entulho para fora da área a ser inundada. 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 na área a ser inundada, o tratamento destes efluentes pode ser feito com a simples adição de cal hidratada e posterior aterramento com material argiloso;
- Os detritos de hortas, 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 limpeza da área da bacia hidráulica deverá ser executada à medida que os trabalhos de desmatamento forem avançando, fazendo uso sempre que possível, da mão-de-obra local. Compete à Empreiteira os trabalhos de remoção da infra-estrutura existente na bacia hidráulica, devendo a SRH-CE fiscalizar o andamento do serviço e arcar com os custos de indenização.

### 6.5.3. Relocação da Infra-estrutura de Uso Público

Boa parte da infra-estrutura a ser removida da área da bacia hidráulica do reservatório pertence a particulares, e será alvo de indenizações. A infra-estrutura de uso público existente, que necessita ser relocada, atinge pouca monta, sendo representada por trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e por trechos de rede elétrica de baixa tensão.

Por ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público da área da bacia hidráulica do reservatório, recomenda-se sejam firmados convênios com as Prefeituras Municipais de Alto Santo e Iracema, no caso das estradas vicinais e com a COELCE, no caso da rede de energia elétrica.



Os custos a serem incorridos no processo de limpeza da área da bacia hidráulica do reservatório, de acordo com dados do cadastro, corresponde a um total de R\$ 5.800,00, a preços de dezembro de 2.002. Quanto a infra-estrutura a ser relocada, deverá ser avaliado se há necessidade ou não de relocação da rede elétrica de baixa tensão, bem como dos trechos da rede viária, por ocasião da elaboração do plano de reassentamento da população, razão pela qual seus custos não foram aqui inclusos.

#### **6.6. PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO**

O programa de peixamento proposto para o Açude Riacho da Serra, contempla a exploração da piscicultura extensiva, devendo o povoamento inicial do reservatório adotar a princípio a adaptação de espécies nativas da bacia do rio Figueiredo às condições lênticas do lago formado. Posteriormente devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração do valor econômico. A escolha das espécies a serem introduzidas no açude contemplou 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 do Açude Riacho da Serra, citam-se: curimatã-comum (*Prochilodus cearensis*) piau lavrado (*Leporinus fasciatus fasciatus*), sardinha (*Triportheus angulatus angulatus*), carpa (*Cyprinus carpio*) tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piau verdadeiro (*Leporinus elongatus*) e apaiari (*Astronomus ocellatus ocellatus*).

A primeira etapa do programa de peixamento do Açude Riacho da Serra deve compreender a formação de estoque de matrizes e reprodutores. A duração prevista dessa etapa é de aproximadamente 2 anos.

No povoamento inicial deverão ser utilizados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e espécies reofilicas, que se reproduzem artificialmente. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento do açude.



A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada 2 anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, curimatã, tambaqui, piauí verdadeiro, entre outros. 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.

De acordo com pesquisas realizadas em vários açudes públicos de porte similar ao açude Riacho da Serra, um programa de alevinagem bem conduzido, pode levar à captura de aproximadamente 250 Kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento do reservatório.

À SRH-CE e a COGERH caberão implantar a administração dos recursos pesqueiros do açude, 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 que poderá ter as seguintes atribuições: comercialização; regulamentação e fiscalização da pesca no reservatório; promoção de cursos de treinamento e campanhas de conscientização sobre a importância deste tipo de uso do açude, entre outras.

O programa de peixamento do açude deverá ser iniciado logo que se complete o enchimento do lago 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 do açude. Estima-se que com essa atividade, sejam criadas 224 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 448 empregos indiretos, isto é, para ajudantes de pescador, reparo e fabricação de redes e outros artefatos pesqueiros, fabricação e comercialização de gelo, sal e outros insumos, preservação e processamento do pescado, comercialização, transporte, etc.





Os investimentos na atividade pesqueira do açude, bem como a receita gerada na ocasião da estabilização do programa de peixamento deverá ser devidamente quantificada em projeto específico, cuja elaboração deverá ser contratada pela SRH-CE. Estimativas efetuadas pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft prevê uma receita gerada na atividade pesqueira, quando da estabilização do programa de peixamento, da ordem de R\$ 973.915,00 (preço de dezembro de 2.002). Com relação aos investimentos, estimou-se um custo de R\$ 6.312,00 para o peixamento inicial do reservatório.

Tendo em vista que o Açude Riacho da Serra tem como principal objetivo o suprimento hídrico da cidade de Alto Santo, não foi recomendado o desenvolvimento da piscicultura superintensiva no lago a ser formado, tendo em vista os riscos de poluição da água represada.

#### **6.7. ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

Durante a execução das obras de engenharia os riscos de acidentes com os operários são relativamente elevados requerendo a adoção de regras rigorosas de segurança no trabalho.

A empreiteira através de palestras ilustrativas deverá educar e orientar os operários a seguirem regras rigorosas de segurança do trabalho, esclarecendo-os sobre os riscos a que eles estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida visa evitar não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas. Entre os cuidados a serem seguidos com relação à segurança podem-se citar os seguintes:

Munir os operários com ferramentas e equipamentos apropriados para cada tipo de serviço, os quais devem estar em perfeitas condições de manutenção de acordo com as recomendações dos fabricantes;

Dotar os operários de proteção apropriada: capacetes, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos , etc., e tornar obrigatório o seu uso;

Instruir os trabalhadores a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inconvenientes, 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;

Alertar sobre o risco de desmoronamento das valas escavadas na área das jazidas podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;

Estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de serviços e na estrada de acesso à área do empreendimento, de modo a evitar acidentes com veículos.

A empreiteira deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como, tétano e febre tifóide. E alertá-los para após o serviço efetuarem a higiene pessoal com água e sabão em abundância, como forma de combater as dermatoses. Deve, também, efetuar um levantamento prévio das condições de infra-estrutura do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso da ocorrência de acidentes. Deve, ainda, promover treinamentos sobre o uso e manuseio de explosivos.

A implementação desta medida ficará a cargo da Empreiteira devendo os custos da sua implementação ficarem a cargo desta, tendo em vista que trata-se de uma exigência da legislação trabalhista.

## **6.8. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Com a desestruturação dos componentes naturais da paisagem, o homem altera o equilíbrio ecológico, modificando os fluxos de matéria e de energia. Através da eliminação e degradação localizada de determinados elementos naturais, como a vegetação, o solo e a água, pode intensificar a ação dos processos geomorfogênicos que já ocorrem na área em estudo. Além disso, a faixa de entorno do reservatório, considerada de reserva ecológica, será responsável pelo enriquecimento do ecossistema local, além de atuar como área de reprodução e desenvolvimento de espécimes terrestres e aquáticas, representantes da fauna e da flora, devendo ter respeitado os seus limites.

Entre os principais tensores de origem humana que ocorrem e/ou são possíveis de ocorrer na área estão: desmatamento da vegetação marginal dos cursos d'água para o



plântio de cultivos agrícolas, formação de pastos e exploração da lenha; desencadeamento de processos erosivos e de carreamento de sedimentos com conseqüente assoreamento dos cursos d'água; diminuição da capacidade dos cursos e mananciais d'água e aporte de poluentes, causando o surgimento de turbidez e trazendo prejuízo ao pleno desenvolvimento do ecossistema; acondicionamento impróprio do lixo doméstico com riscos de poluição dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, além do uso de agrotóxicos e fertilizantes na atividade agrícola.

Com tais parâmetros em mente, é necessário que se formule um projeto de educação ambiental destinado aos proprietários e moradores da região, potenciais usuários do reservatório, pois somente com a formação de uma consciência ecológica popular se poderá alcançar uma convivência satisfatória entre o homem e o equilíbrio da natureza.

Dentro do binômio natureza/sociedade, a melhor lei é a educação. Um projeto de educação ambiental consiste na atuação junto à comunidade, visando, através da transmissão de determinadas práticas e informações, educá-la em suas relações com o meio ambiente. Nos seus objetivos, um projeto de educação ambiental deve enfatizar os seguintes pontos:

- Reuniões e outros eventos envolvendo professores das escolas da área de entorno do empreendimento, tendo como objetivo a incorporação do enfoque ambiental nas disciplinas curriculares;
- Divulgar informações sobre práticas de uso e conservação dos recursos naturais, através de rádio e televisão visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o assunto;
- Realizar palestras para associações e/ou grupos formais e informais, tendo em vista promover a participação da população na defesa e proteção do meio ambiente.

O papel da população deverá ser dinâmico, sendo imprescindível sua fiscalização junto às degradações do meio, bem como a real efetivação das diversas medidas mitigadoras a serem adotadas para o sucesso do empreendimento.

Sugere-se para tanto, que o empreendedor realize palestras com os usuários e distribua cartilhas educativas, transmitindo conhecimentos sobre as principais questões ambientais concernentes à área, procurando incutir nos mesmos noções relativas à



importância ecológica do ecossistema e da reconstituição e preservação da vegetação da área de entorno do reservatório, de modo que a faixa de proteção a ser estabelecida passe a constituir um patrimônio paisagístico do município e do estado, permitindo que eles atuem eficientemente no processo de manutenção e até mesmo de recuperação do equilíbrio ambiental da área.

A elaboração das cartilhas, bem como a definição do conteúdo das palestras e até mesmo as suas execuções poderá ficar a cargo da SEMACE em colaboração com o IBAMA. Assim sendo, faz-se necessário o estabelecimento de um convênio entre a SRH-CE e os referidos órgãos para este fim. Foi prevista uma verba de R\$10.000,00 para execução deste programa.

## **6.9. PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO**

### **6.9.1. Generalidades**

Tendo por objetivo a relocação das famílias a serem desalojadas da área objeto de desapropriação, recomenda-se a elaboração de um projeto de reassentamento rural pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural desenvolvida pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH-CE), órgão responsável pela efetivação do mesmo.

Em virtude do empreendimento constituir parte dos anseios da população local para melhoria das condições de vida da região, tão castigada pela falta de recursos hídricos permanentes, observou-se uma boa aceitação do projeto, representada pela opinião favorável emitida por 91,2% dos entrevistados. No que se refere às suas expectativas em relação à desapropriação, a grande maioria afirmou não ter para onde ir, caso necessitem ser relocados, porém, manifestaram o desejo de permanecer nas proximidades do açude.

No Quadro 4.43 do Capítulo 4 deste relatório, encontra-se apresentada à listagem dos proprietários e moradores, cujos imóveis rurais serão desapropriados para a construção do Açude Riacho da Serra.

O presente plano dispõe apenas sobre as diretrizes a serem adotadas em um projeto de reassentamento de populações. Atualmente, o Projeto de Reassentamento da população atingida pela implantação do Açude Riacho da Serra encontra-se em fase de elaboração pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft. De acordo com dados do cadastro apenas



15 habitações estão englobadas na área da bacia hidráulica do reservatório. De acordo com os dados da pesquisa sócio-econômica efetuada na área do reservatório será relocada uma população de 64 pessoas, distribuídas em 15 famílias de moradores. Ressalta-se, que a quase totalidade dos proprietários residem fora dos imóveis desapropriados, constituindo exceção um proprietário que reside na área remanescente da propriedade. Além disso, a área caracteriza-se pela elevada concentração da terra, sendo observado o predomínio de grandes e médias propriedades, com todas contando com áreas remanescentes nas quais a população desalojada pode ser relocada através do sistema de permuta de imóveis.

Uma recomendação de grande importância, a ser definida no projeto de reassentamento da população desalojada, será a retomada da atividade econômica da população local, inclusive aquela que não será relocada, visto a economia da área impactada encontrar-se centrada na pecuária extensiva. A inundação de áreas com pastagens nativas causará impacto adverso sobre o nível de renda da população. O aproveitamento hidroagrícola de terras a jusante (irrigação difusa) e o desenvolvimento da piscicultura no lago a ser formado constituem atenuantes desse problema.

Tendo em vista o número de famílias a ser relocado, surgirão diversas alternativas de reassentamento, as quais serão avaliadas em conjunto com a comunidade. Caso seja adotado o sistema de permuta de imóveis ou a construção de agrovila, recomenda-se que seja contemplado no Projeto de Reassentamento a construção das novas moradias com padrão similar ou superior ao existente na região, munidas de instalações sanitárias e devidamente rebocadas.

## 6.9.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento

### 6.9.2.1. *Compilação e Análise dos Dados Existentes*

Antes da execução da pesquisa sócio-econômica propriamente dita, deverá ser efetuado o 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-CE; 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 mapa da bacia hidrográfica do Açude Riacho da Serra; levantamentos topográfico e pedológico; volume e níveis do açude; projeto proposto para a barragem e respectiva infra-estrutura; mapas e localização das propriedades rurais do polígono de desapropriação; contratos legais padrões entre o Estado e os colonos; modelos de questionários (levantamento de ocupantes arrendatário/posseiro e proprietário); modelo de convênios para suprimento d'água e outros serviços; resultado do cadastro, inclusive planilha e cadastros individuais; estudo de impacto ambiental; dados relativos à infra-estrutura dos núcleos urbanos da região.

#### *6.9.2.2. Participação da Comunidade e Integração com a População Hospedeira*

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, 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 da barragem e do reservatório e seu impacto;
- Informar a população sobre o Plano de Aproveitamento do Reservatório;
- Informar 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 criação do reservatório. 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 serão registrados em atas.

#### *6.9.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica*

Tal estudo tem por objetivo traçar o perfil da população rural impactada pela formação do reservatório através da aplicação de pesquisa sócio-econômica censitária, tendo como instrumento o questionário padrão da SRH-CE, 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 em face da construção do reservatório, 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. Serão aplicados questionários para levantamento de ocupantes (proprietários e arrendatários/posseiros), conforme modelo fornecido pela SRH-CE.

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.

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.

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

- Todos os ocupantes da área da barragem e do açude, inclusive da área de segurança de 100 m em torno do açude a partir da cota única de sangria;
- Todos os ocupantes das áreas ocupadas pela infra-estrutura associada à barragem (estradas, sangradouro, linhas elétricas, casas, etc.);
- Todas as pessoas temporariamente deslocadas pelas obras civis.





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 soluções próprias, englobando proprietários que em função da indenização a receber, terão condições de adquirirem áreas de produção com dimensões suficiente para sua subsistência e ascensão social;
- Famílias sem solução própria, impactados apenas no tocante às suas moradias, simples moradores sem atividade agropecuária na área a ser inundada;
- 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.

#### *6.9.2.4. Avaliação Sócio-Econômica*

A avaliação sócio-econômica tem por objetivo avaliar os efeitos da construção da barragem e respectiva infra-estrutura sobre as pessoas da região; detectar as possibilidades do desenvolvimento social proporcionado pela barragem; 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-CE, considerando cada família afetada individualmente, cumprindo assim os objetivos da Política de Reassentamento do Estado.

A avaliação sócio-econômica deverá, também, estimar os efeitos da construção da barragem, 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 classificando solos aluviais;
- 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;
- O efeito da barragem e do açude 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.

#### *6.9.2.5. 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 infraestrutura de transporte existente e planejada; as atividades produtivas existentes e a proximidade aos núcleos urbanos. Em 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.

#### *6.9.2.6. Alternativas de Reassentamento*

Com base na caracterização sócio-demográfica da população impactada deverá ser procedida à 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 infraestrutura 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 a jusante do reservatório ou a montante do reservatório em agrovila; o reassentamento em centros urbanos próximos e a compensação monetária, entre outros.

Para as opções descritas deverão ser realizadas as seguintes atividades:

- Reassentamento nas áreas remanescentes: quando for indicada a realocação nesse local, o plano examinará os lotes caso a caso, levando em consideração a preferência do atingido, os solos, a declividade 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: 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.

Serão 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.

#### *6.9.2.7. Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento*

Após a seleção das melhores alternativas de reassentamento, 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.

#### *6.9.2.8. 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 apossamentos 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.

#### *6.9.2.9. 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 em face da 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, procurar-se-á, definir modelos de produção (irrigação, pesca, etc.) capazes de melhorar as condições de vida da população 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 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 à 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 pesca comercial;
- 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 à área.

#### *6.9.2.10. Estudos e Projetos Complementares*

Além do Projeto de Reassentamento propriamente dito, torna-se necessário elaborar diversos estudos e projetos complementares para subsidiar as fases de planejamento e implantação do projeto. Entre eles, estão englobados levantamentos topográficos e pedológicos das áreas destinadas ao reassentamento, bem como o levantamento cadastral das propriedades aí existentes, e a elaboração de projetos de irrigação e/ou de peixamento do reservatório, caso não tenha sido contemplado no projeto da barragem.

#### *6.9.2.11. Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento*

Nesta fase deverão ser definidos os aspectos referentes a 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.

#### *6.9.2.12. Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento*

Por fim, será elaborado o programa de implementação do Projeto de Reassentamento, o qual contemplará 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-CE, 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-CE, 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.



### *6.9.2.13. Relatório do Projeto de Reassentamento*

O Relatório final do Projeto 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 necessário;
- Minutas dos termos de referência para estudos e projetos complementares que venham a ser necessário.

O projeto de reassentamento da população desalojada da área da bacia hidráulica do Açude Riacho da Serra deverá ser posto em prática pela SRH-CE, tendo sido previsto um custo de R\$ 270.000,00, ou seja R\$ 18.000,00/família.





## **6.10. PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO**

### 6.10.1. Generalidades

O território cearense abriga várias ocorrências de achados arqueológicos, os quais são encontrados em quase todos os municípios, sendo, no entanto, pouco estudados. O patrimônio paleontológico por sua vez é relativamente bem estudado, tanto por equipes cearenses, como de outros estados e até mesmo do exterior.

Os sítios arqueológicos constituem testemunhos da passagem do homem pré-histórico pelo território do Estado, sendo encontrados geralmente em cavernas, abrigos sob rochas, dunas, terraços fluviais, leitos de rios e tanques naturais. Esse patrimônio é representado por vestígios de pinturas e gravuras rupestres, esqueletos humanos, carvão, cerâmicas, ferramentas líticas e sambaquis.

Quanto aos sítios paleontológicos, estes estão representados no Estado do Ceará, principalmente por cavernas, tanques naturais, lagoas e depósitos fluviais, ocorrendo normalmente nas áreas das bacias sedimentares, constituindo exceção jazigos fossilíferos de idade quaternária. Os referidos depósitos se caracterizam por possuírem, geralmente, restos de paleovertebrados, sobretudo da mega-fauna pleistocênica extinta, representados por ossos e dentes fossilizados.

Na região onde será implantado o Açude Riacho da Serra não foram registradas ocorrências arqueológicas e paleontológicas pelos órgãos competentes até o presente momento. Todavia qualquer área escolhida para a implantação de obras hidráulicas pode ser considerada como de alto potencial arqueológico e paleontológico, uma vez que áreas periféricas a cursos d'água até 500 m de cada margem, além dos limites das planícies de inundação, apresentam alta incidência de artefatos pré-históricos por serem áreas preferenciais para assentamentos humanos, face à oferta de água, alimentos e matéria-prima para a fabricação de instrumentos líticos. Os fósseis, por sua vez, são mais comuns nas planícies de inundação, terraços fluviais e calhas dos rios, onde freqüentemente, são encontradas ossadas fossilizadas de grandes animais extintos, há cerca de 10 mil anos (mega-fauna quaternária).

Além disso, a região do Médio Jaguaribe, onde se situa o empreendimento ora em estudo, possui grande significância histórica e cultural para o Ceará, nela localizando-se



os primeiros núcleos de ocupação do Vale do Jaguaribe, os quais se originaram das fazendas de gado que aí se instalaram no período da colonização européia. Além disso, foi registrada a presença de sítios paleontológicos no município de Alto Santo em áreas que distam de 10 a 50 km da sede municipal, merecendo destaque a ocorrência de um achado paleontológico durante a execução das obras do açude Castanhão.

Assim sendo, deverão ser efetuados estudos científicos na área de implantação das obras, na área da bacia hidráulica do reservatório e nas áreas de empréstimos visando identificar inicialmente a evidência ou não de tais ocorrências, através da presença de material de superfície, sendo posteriormente executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.

#### 6.10.2. Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos

O procedimento de campo constitui em percorrer extensivamente a área de influência física 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, vegetação e tipo nos arredores, 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. Tendo-se 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 ser individualmente numeradas. Dá-se, então, início à análise 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.

### 6.10.3. Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico

O objetivo do referido programa consiste no delineamento das ações de salvamento que necessitam ser 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 - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, 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 ser 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.

Levantamentos arqueológicos devem ser desenvolvidos também na área de influência funcional do empreendimento. Neste caso, entretanto, deverão ser feitas apenas prospecções extensivas, com cadastro dos sítios que vierem a ser identificados. Não



deverão merecer, entretanto, maiores estudos em profundidade, como abertura de trincheiras, escavações, etc., já que não serão diretamente impactados pelo empreendimento.

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, pode-se, então, solicitar 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.

#### 6.10.4. 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 a 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. Os custos a serem incorridos com esta medida foram orçados em R\$ 10.000,00, a preços de dezembro de 2002.



MONTGOMERY WATSON



## **7. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO**

---



## **7. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO**

### **7.1. GENERALIDADES**

O gerenciamento dos recursos hídricos visa assegurar a utilização múltipla e integrada deste recurso, garantindo à população e às atividades produtivas, o fornecimento de água em qualidade e quantidade suficiente para atender suas necessidades.

Os usos do solo e as atividades desenvolvidas no território de uma bacia hidrográfica definem a quantidade e a qualidade necessárias da água. Assim, torna-se imprescindível disciplinar-se os usos do solo e da água, de modo a se obter o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

A seguir são apresentadas as diretrizes gerais para a execução do gerenciamento dos recursos hídricos represados:

- Estabelecimento de outorgas e tarifação d'água;
- Monitoramento da qualidade da água e da sedimentação no reservatório;
- Monitoramento dos níveis piezométrico e do reservatório;
- Administração da faixa de proteção do reservatório; e
- Zoneamento de usos no reservatório.

Estas diretrizes constituem práticas integrantes das medidas de proteção ambiental aqui preconizadas, objetivando a preservação do meio ambiente, bem como a integridade do empreendimento.

### **7.2. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS/ESTABELECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFAÇÃO D'ÁGUA**

Os planos e programas ligados aos recursos hídricos devem relacionar-se com os planos de desenvolvimento econômico dos âmbitos federal, estadual e municipal, de modo que o próprio investimento estabeleça formas de articulação entre as entidades de gestão do açude, e aquelas do planejamento e coordenação geral de programas públicos. Desta forma, a gestão do reservatório deve ser conduzida de acordo com uma perspectiva global, considerando a bacia hidrográfica como um todo.



O núcleo central do modelo de gestão dos recursos hídricos será constituído por um conjunto de entidades que deverá desenvolver 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.

O modelo de gestão a ser empregado deverá prever 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, deve ser uma das formas de viabilização política da gestão dos mesmos. Porém tal participação deve ser, 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 deverão deter 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 deverá prever as competências municipais e seus limites.

O Estado do Ceará atualmente 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.

Para propiciar as condições de desenvolvimento sustentável na área do açude, 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 a 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 se pode 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 à 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 à importância do gerenciamento integrado dos recursos hídricos implantado pelo governo. O gerenciamento de recursos hídricos consiste, portanto, em um conjunto de ações governamentais destinado a regular o uso, controle e preservação da água.

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, devem-se estimular a participação de usuários, instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil neste processo. Para que o gerenciamento se dê nesses moldes, faz-se necessário à 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 do reservatório;
- 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, este bem tão precioso da natureza.

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.

Para 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 alguns instrumentos legais:

- A outorga: que 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;
- A licença para obras hídricas: que se constitui numa autorização concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos à 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;
- A cobrança pelo uso da água bruta: prevista como forma de diminuir o desperdício, aumentar a eficiência no uso da água e como fonte arrecadadora de fundos para cobrir as despesas com gestão, operação e manutenção das obras hídricas.

O estabelecimento do sistema de outorga e tarifação d'água ficará a cargo da COGERH que, juntamente com a Associação dos Usuários e/ou Conselho Gestor do Açude Riacho da Serra, a ser criado posteriormente, tratará do gerenciamento do manancial.

### **7.3. PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA**

#### **7.3.1. Generalidades**

O controle sistemático da qualidade da água do Açude Riacho da Serra é de fundamental importância para a garantia dos empreendimentos localizados a jusante e o controle de atividades poluidoras na bacia hidrográfica, haja vista a destinação da água a ser reservada. Desta forma, o disciplinamento do uso deverá ser feito tanto no futuro reservatório, quanto nos eixos da bacia contribuinte.

Tendo em vista que essa água servirá para o abastecimento de populações e para o uso industrial e com irrigação difusa, sua qualidade deverá se adequar, da melhor maneira possível, aos futuros usos.



A SRH-CE e a COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água do futuro reservatório.

### 7.3.2. 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 e piscicultura, abastecimento humano, irrigação difusa, 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;
- Manter registros de todas as informações de campo, preenchendo uma ficha de coleta por amostra ou conjunto de amostras da mesma característica.

### 7.3.3. Tomada de Amostras

Para um estudo básico de avaliação de qualidade das águas, em vistas de seus usos preponderantes, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA n° 020/86 sugere-se o seguinte plano de coleta:

- Seleção de estações de monitoramento no reservatório junto à entrada dos poluentes;
- Levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras da bacia que podem influir na qualidade das águas do reservatório;
- Estabelecimento de pontos de amostragem nos principais tributários do reservatório;
- Determinação dos pontos de amostragem ao longo do corpo do reservatório.

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 do reservatório.

Durante a formação do reservatório deverão ser coletadas amostras de água para análise, desde o início até o enchimento completo do açude. 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 do reservatório, de preferência junto ao local de captação da água para abastecimento humano e próximo a possíveis atividades poluidoras situadas na bacia.



A tomada 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 n° 020 de 18 de junho de 1986, publicado no D.O.U de 30 de julho de 1986. Até que a SEMACE defina a classe em que será adequada a água do reservatório, esta deverá ser considerada como pertencente à Classe 2, a qual se destina ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional.

Nas análises deverão ser determinadas as características químicas, físicas e organolépticas e o Número Mais Provável (NPM) de coliformes fecais.

#### 7.3.4. 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 de adsorção; e/ou preservar organismos, evitando ou minimizando alterações morfológicas e fisiológicas. As técnicas de preservação mais empregadas são as seguintes:

- Adição Química: constitui um dos métodos de preservação mais convenientes apesar de não ser viável para todos os tipos de amostras pelo fato de alterar a sua composição química. O método consiste na adição, prévia ou imediatamente após a coleta de preservantes que provocam a estabilidade dos constituintes de interesse por períodos mais prolongados;
- 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. Para algumas determinações biológicas e microbiológicas essa prática é inadequada;
- Refrigeração: embora não mantenha completa integridade para todos os parâmetros, interfere de modo insignificante na maioria das determinações



laboratoriais, sendo sempre utilizada na preservação de amostras microbiológicas e algumas determinações químicas e biológicas.

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, pois durante a noite (ou na ausência de luz) as algas existentes deixarão de produzir oxigênio, passando a respirar e, em consequência, a consumir grandes quantidades desse gás dissolvido.

Se, entre a coleta e a análise do material no laboratório, decorrer um período máximo de 24 horas, nenhum cuidado adicional será necessário, além na manutenção de quantidade suficiente de oxigênio dissolvido na amostra. Caso contrário, recomenda-se à adição de conservantes à mesma.

Os custos anuais advindos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 2.520,00, assim distribuídos: 1 monitor (4 dias) - Salário + Leis Sociais + Ajuda de Custo = R\$ 800,00; Coleta de amostras no reservatório e análise no laboratório (8 amostras / Ano) = R\$ 1.120,00 e 1 carro de apoio para a equipe incluindo operação = R\$ 600,00 (valores expressos em reais de dezembro de 2.002).

#### **7.4. PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS PIEZOMÉTRICO E DO RESERVATÓRIO**

##### **7.4.1. Monitoramento do Nível Piezométrico**

O controle do nível freático mostra-se de fundamental importância, uma vez que a formação de lagos 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 consequências que, dependendo do contexto geológico-hidrológico, podem ser danosas ou benéficas.

As áreas mais afetadas são aquelas marginais ao reservatório, onde a profundidade da superfície piezométrica original era inferior à cota final do lago. 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 sub-leito 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 do Açude Riacho da Serra são esperadas pequenas alterações de nível do lençol freático, principalmente nas regiões próximas ao reservatório, já que ao longo do trecho do riacho da Serra a influência do volume da vazão regularizada será bastante 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 do reservatório e às margens do riacho da Serra. Convém iniciar o monitoramento antes da formação do reservatório para que possa ser estabelecido o efeito do enchimento e a partir daí adotar soluções para os problemas que possam surgir.

#### 7.4.2. Monitoramento do Nível do Reservatório

A exploração do reservatório, cuja vazão se destinará ao abastecimento d'água doméstico e industrial e ao desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) e a piscicultura causará impacto sobre o volume armazenado, principalmente quando se considerar as variações climáticas ocorridas na região, resultando em oscilações no nível do reservatório. Em



virtude dessas alterações, faz-se imprescindível o monitoramento do seu nível, com vistas à obtenção de elementos básicos que sirvam para propor soluções e tomadas de decisão.

Para o monitoramento do nível d'água do reservatório deverão ser efetuadas leituras periódicas da régua limnimétrica instalada no reservatório, com vistas a controlar o seu nível de exploração. As leituras deverão ser efetuadas a cada trimestre. A efetivação dessa medida constitui ponto importante para que a exploração do manancial se processe de forma segura, garantindo, assim, os objetivos pretendidos pelo projeto.

O monitoramento dos níveis piezométrico e do reservatório ficará a cargo da SRH-CE/COGERH. O custo incorrido com tal atividade encontra-se incluso no programa de administração da faixa de proteção do reservatório, descrito posteriormente.

#### **7.5. PLANO DE MONITORAMENTO DA SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO**

Uma vez implantada a barragem, a bacia será seccionada e o reservatório colherá a sedimentação oriunda de toda a área contribuinte. Portanto, a análise quantitativa e qualitativa dos sedimentos que serão depositados no reservatório permitirá o conhecimento das atividades exercidas na bacia, as quais possam vir a comprometer a qualidade do meio ambiente.

Comumente entende-se por sedimentos os materiais insolúveis que se depositam nos fundos dos corpos d'água. No entanto, alguns estudiosos consideram como sedimento, também, o material insolúvel suspenso na água, razão pela qual, utilizam-se as denominações sedimento de fundo e material particulado, respectivamente.

Após o desmatamento da área a ser inundada, deverão ser escolhidos pontos de amostragem da sedimentação, que serão materializados com marcos de concreto rentes ao solo, com áreas não inferiores a 1,0 m<sup>2</sup>. Esses marcos serão demarcados por bóias e terão suas coordenadas precisamente estabelecidas partindo-se de amarração por triangulação a pontos facilmente identificáveis nas futuras margens do lago. Deste modo, após o enchimento, 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 são 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 deve 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.

Os custos anuais incorridos na execução do monitoramento da sedimentação foram estimados em R\$ 1.900,00, os quais correspondem aos seguintes gastos: 01 monitor (02 dias) + Leis Sociais + ajuda de Custo = R\$ 400,00; Coleta de amostra e análise de laboratório (04 amostras/ano) = R\$ 1.200,00 e um carro de apoio para a equipe incluindo operação = R\$ 300,00 (valores expressos em reais de dezembro de 2.002). Esta atividade ficará a cargo da SRH-CE/COGERH.





## 7.6. PLANO DE ADMINISTRAÇÃO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, deve ser mantida uma faixa de proteção com largura mínima de 100 (cem) metros, ao redor de reservatórios d'água naturais ou artificiais situados em áreas rurais, cuja vegetação natural deve ser considerada como reserva ecológica.

O estabelecimento de uma faixa de proteção periférica ao lago visa a preservação do meio natural, com reflexos positivos sobre a vida silvestre, impedindo atividades prejudiciais ao lago, e servindo de anteparo natural ao carreamento de sedimentos causado pela erosão laminar das encostas.

A preservação da vegetação original talvez se encontre prejudicada, pois, durante a execução das obras, ela poderá ser degradada, caso não sejam adotadas medidas conservacionistas. Para que as essências originais voltem a florescer, serão necessários plantios, usando-se de espécies obtidas por ocasião do desmatamento da área de inundação, bem como nas manchas residuais das encostas adjacentes.

A proteção da reserva ecológica periférica exigirá a constituição de uma polícia florestal, que terá a seu cargo uma considerável tarefa educativa devendo ser engajada nesta atividade a própria população local. Recomenda-se o estabelecimento de um convênio entre o IBAMA e a SEMACE, com vistas a estabelecer regras a serem seguidas pela população.

É importante que a área reservada seja toda cercada, deixando-se apenas os corredores necessários para os acessos aos locais em que se desenvolvam as atividades de pesca, balneário, entre outras. Nos domínios da mesma não será tolerado o exercício de atividades agrícolas e/ou pecuárias de quaisquer espécies. No caso específico de pontos de bebida para o gado, recomenda-se a construção de valas que conduzam a água para fora da reserva, mesmo que seja preciso bombeamento. Outra atividade que pode vir a ser danosa ao ecossistema do reservatório é a pesca. A salga de peixe nas margens do lago deve ser expressamente proibida, haja vista o risco de salinização das águas represadas.

Os custos anuais incorridos com esta atividade foram orçados em R\$ 4.375,00 considerando a contratação de 1 (um) fiscal, recrutado junto à população residente na área periférica ao lago (valores expressos em reais de dezembro de 2.002). A



responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH-CE/COGERH, devendo tais órgãos receberem o apoio da SEMACE e do IBAMA.

#### **7.7. ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO**

Os usos da água armazenada no Açude Riacho da Serra devem ser controlados, visto que muitos deles podem vir a ser conflitantes, resultando na poluição de suas águas, cuja destinação principal é o abastecimento da população da cidade de Alto Santo, bem como da população ribeirinha de jusante.

Com a formação do lago, a pesca e a piscicultura serão desenvolvidas e as margens espalhadas favorecerão o lazer. Em vista disso, não faz sentido a pretensão de manter a reserva marginal criada, absolutamente intocada. Porém é necessário que sejam estabelecidos limites rigorosos para a prática dessas atividades. Ancoradouros, entrepostos de pesca e balneários deverão ter suas áreas confinadas por cercas e acompanhadas de um policiamento educativo, tendo em vista orientar para que haja uma correta disposição de dejetos inerentes a essas atividades.

Uma prática importante é o zoneamento de usos no reservatório, devendo-se procurar afastar dos pontos de captação d'água para abastecimento doméstico e industrial aqueles usos que são incompatíveis com este fim. Nesse contexto, não deve ser permitido num raio de, no mínimo, 500 m em torno de áreas destinadas à captação d'água para abastecimento humano e industrial, usos tais como banhos, lavagens de roupas, etc., devendo tais áreas ser demarcadas com cabos suspensos por bóias.

Deverá ser proibido o uso de lanchas e outros equipamentos náuticos motorizados com vistas a evitar a poluição do reservatório 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 do ecossistema aquático.

Não se deve permitir o lançamento de papéis, garrafas, latas, vidros e outros resíduos na água, nem mesmo às margens do lago, pois além de poluir o mesmo, prejudicará o valor paisagístico e estético do manancial.

As responsabilidades e custos da presente medida encontram-se inclusas no plano de administração da faixa de proteção do reservatório, descrito no item anterior.



## 7.8. MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA

As obras de engenharia constituem infra-estruturas projetadas para durar muito tempo. Entretanto, com demasiada frequência, vê-se obras com pouco tempo de implantação já apresentando sinais visíveis de deterioração. O mau funcionamento de estruturas e outras situações indesejáveis podem vir a impossibilitar o desenvolvimento das atividades rotineiras do empreendimento. Como resultado, surgem danos materiais e prejuízos financeiros, além dos inconvenientes da interrupção do suprimento da vazão regularizada.

No caso do Açude Riacho da Serra, as principais atividades de manutenção previstas são as seguintes: limpeza de entulhos, tubulações, galerias, registros, válvulas, integridade do corpo do barramento e vegetação das ombreiras.

Outras atividades de manutenção em reservatório compreendem o controle da proliferação de plantas aquáticas, remoção de grandes entulhos (por exemplo, troncos de árvores) que flutuam na água; controle da qualidade da água visando detectar possíveis focos de poluição; e, efetuação de levantamento de depósito de sólidos no fundo do reservatório. 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.

Três tipos de manutenção são passíveis de serem efetuadas no projeto, quais sejam:

- Manutenção rotineira ou normal: inclui os trabalhos necessários para - manter o sistema de reservação 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.

A atividade de manutenção do Açude Riacho da Serra ficará a cargo da SRH-CE/COGERH, que deverá 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.

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, administração da faixa de proteção do reservatório e monitoramentos concernentes ao empreendimento.

O intervalo de tempo decorrido entre as atividades de manutenção, varia, dependendo da infra-estrutura. Este intervalo de tempo é 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, responsável direto pela presente medida, implemente um programa de manutenção que contenha, pelo menos, os seguintes princípios gerais:

- Recursos disponíveis para sua execução são limitados;
- Um bom planejamento é importante nos serviços de manutenção, pois o tempo e os recursos disponíveis para sua execução são disponíveis;
- controle da produtividade de rendimento é essencial;
- Sempre que se precisar de mão-de-obra não qualificada, devem ser usados os recursos humanos da comunidade local;
- Implementação das medidas de proteção ambiental recomendadas pelo EIA/RIMA.

Esta medida ficará a cargo da SRH-CE/COGERH, estando seus custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia.



### **7.9. CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL**

Os custos a serem incorridos com a implementação do programa de monitoramento e medidas de proteção ambiental referente ao Projeto do Açude Riacho da Serra, cujas diretrizes são apresentadas nos Capítulos 6 e 7 do presente relatório, foram orçados em R\$ 355.355,00, a preços de dezembro de 2002. Ressalta-se que neste montante não estão inclusos os custos das medidas de adoção de normas de segurança no trabalho, desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório, gerenciamento dos recursos hídricos represados/ estabelecimento de outorgas, relocação da infra-estrutura de uso público atingida e manutenção da infra-estrutura implantada.

A adoção de normas de segurança no trabalho é uma exigência da legislação trabalhista devendo ser cumprida pela empreiteira sem ônus para o empreendedor. No caso específico do desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório e da manutenção da infra-estrutura implantada os custos incorridos nestas atividades são partes integrantes do orçamento do projeto de engenharia.

O Programa de Gerenciamento dos Recursos Hídricos Represados/ Estabelecimento de Outorgas e Tarifação d'Água já são exercidos pela SRH-CE não devendo incorrer em ônus para o empreendimento. Já a relocação da infra-estrutura de uso público afetada não pode ter seus custos estimados a priori, devido não ter sido, ainda, definidos que trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão irão realmente ser relocados.

Os custos referentes aos monitoramentos dos níveis piezométrico e do reservatório, bem como as atividades pertinentes ao zoneamento de usos no reservatório, encontram-se inclusos no orçamento do plano de administração da faixa de proteção. O Quadro 7.1 apresenta os valores do programa de monitoramento e das medidas de proteção ambiental preconizadas, exceto as mencionadas anteriormente.

**Quadro 7.1 - Custo das Medidas de Proteção Ambiental Preconizadas**

<b>Discriminação</b>	<b>Valor (R\$)<sup>1</sup></b>
Administração da Faixa de Proteção do Reservatório	4.375,00
Plano de Proteção da Fauna	10.400,00
Reabilitação das Áreas de Empréstimos	34.048,00
Programa de Educação Ambiental	10.000,00
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	2.520,00
Monitoramento da Sedimentação no Reservatório	1.900,00
Reassentamento da População Desalojada	270.000,00
Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	10.000,00
Limpeza da Área da Bacia Hidráulica	5.800,00
Peixamento do reservatório (Piscicultura extensiva)	6.312,00
<b>TOTAL</b>	<b>355.355,00</b>

(1) Valores expressos em reais de dezembro de 2002.



MONTGOMERY WATSON



## **8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

---



## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do projeto do Açude Riacho da Serra. É característico de projetos hidráulicos, que sua implantação esteja associada a geração de uma série de impactos adversos ao meio ambiente, os quais só podem ser minorados através da implementação de medidas de proteção ambiental (MPA's) pelo órgão empreendedor.

A análise ambiental perpetrada demonstra que o empreendimento em sua versão original apresenta um número de impactos adversos superior aos benefícios gerados, o que é característico deste tipo de obra. Ressalta-se, no entanto que os impactos adversos detectados tendem a se concentrar principalmente na fase de implantação das obras, com duração de curto e médio prazos. Já os benefícios identificados estão associados, sobretudo, à fase de operação do empreendimento, sendo compostos preferencialmente por impactos permanentes ou temporários de longa duração.

Os resultados obtidos pela avaliação empreendida permitem visualizar, que o projeto do Açude Riacho da Serra em sua versão original não contempla ações necessárias à reparação dos impactos causados ao meio ambiente decorrente de sua implantação e operação. O valor do índice de avaliação ponderal calculado é inferior a unidade ( $IAP = 0,7908$ ), o que implica que as adversidades e indefinições geradas conseguem sobrepujar os benefícios obtidos. A adoção das MPA's recomendadas, entretanto, consegue reverter à situação, tornando o projeto ambientalmente exequível, elevando o valor do IAP para 1,7367. Caso sejam convertidas 50% das indefinições em benefícios, o IAP passa para 2,0239, enquanto que com a conversão total das indefinições existentes, o projeto atingiria o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 2,3772.

A área de influência física é a mais penalizada, apresentando uma ampla gama de impactos adversos incidindo, principalmente, sobre o meio natural, já que o meio antrópico apresenta um IAP relativamente próximo da unidade, o que é atípico para este tipo de empreendimento. Tal situação decorre do fato do contingente populacional a ser relocado não ser muito significativo, já que serão relocadas apenas 15 famílias e que todas as propriedades contam com áreas remanescentes, podendo o reassentamento da população desalojada ser efetuado, em grande parte, através do processo de permuta de imóveis. A aplicação das MPA's, entretanto, torna o projeto favorável ao meio natural, o que se deve em grande parte à acumulação de água numa região sujeita aos rigores da seca, e consegue reverter com uma pequena margem os impactos incidentes sobre o





meio antrópico, devido ao envolvimento de questões emocionais que geralmente ocorre nos processos de reassentamento.

Em suma, a avaliação da área de influência física mostra-se desfavorável ao meio antrópico (IAP = 0,8904), havendo, com a aplicação das MPA's, uma sensível melhora, com projeto apresentando-se favorável para este meio (IAP = 1,1524). Tal fato revela, que o meio antrópico da área de influência física, é penalizado pela incidência de uma carga de impactos adversos não muito significativa quando se considera o tipo de empreendimento que será implementado, conseguindo revertê-los com a adoção das MPA's. A incorporação das MPA's torna o projeto favorável para a área de influência física como um todo, elevando o valor do IAP de 0,5420 para 1,1617, o que geralmente não ocorre neste tipo de empreendimento.

Já a análise da área de influência funcional revela que a implantação e operação do projeto é adversa para o meio natural (meio abiótico - IAP = 0,4484 e meio biótico IAP = 0,2294), sendo a situação revertida com a incorporação das MPA's (meio abiótico - IAP = 1,1030 e meio biótico IAP = 1,3764). O meio antrópico mostra resultados bastante favoráveis sem as MPA's (IAP = 2,4843), que aumentam sensivelmente com a adoção de tais medidas (IAP = 4,5710). Para a área de influência funcional como um todo, o IAP eleva-se de 1,0907 para 2,4200 com a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Sob o ponto de vista de um balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, merece ressalva o fato do custo de oportunidade da área englobada pela bacia hidráulica do reservatório ser relativamente baixo. Com efeito, a área é praticamente inexplorada, visto que apenas 1,2% desta é atualmente explorada com agricultura, devido às limitações apresentadas pelos solos. A renda encontra-se associada à produção pecuária, principal atividade desenvolvida na região, respondendo por 86,1% do VBP, a qual não será muito afetada pela construção do reservatório, uma vez que pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes dos imóveis rurais. Nas propriedades com melhores condições econômicas (> 500 ha) a renda anual por hectare foi estimada em R\$ 9,67 e a renda per capita mensal em R\$ 152,56, o que corresponde a cerca de 85,0% do salário mínimo vigente em outubro de 2002.

A área apresenta, ainda, elevada concentração de terras, com 50,0% das propriedades apresentando área superior a 500 ha, 25,0% estão enquadradas no estrato de área de 200-500 ha e 16,7% têm área inferior a 200 ha.



Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá a regularização do abastecimento d'água da cidade de Alto Santo, favorecendo os setores de saneamento básico e saúde pública, bem como os setores secundário e terciário da economia, sem contar que a perenização do riacho da Serra permite o desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) nas áreas aluviais de jusante, pela iniciativa privada. Haverá, ainda, o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado, viabilizando economicamente a região.

Merece ressalva, ainda, o fato de 86,1% da renda gerada nas propriedades atingidas ser vinculada à atividade pecuária, atividade que poderá continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades.

Quanto às alterações impostas ao meio natural, dado às características apresentadas pela região onde deverá ser implantado o empreendimento, estes impactos apesar de relevantes, não chegam a apresentar conseqüências sérias. Com a adoção das medidas de proteção ambiental sugeridas, boa parcela dos impactos adversos incidentes sobre o meio natural serão mitigados, beneficiando não apenas o meio ambiente em si, como também a própria integridade do empreendimento.

Além disso, no tocante aos efeitos da presença física do reservatório sobre os elementos da fauna local, composta essencialmente de herbívoros roedores, lagartos, e outros animais, cuja principal fonte de água é o próprio alimento que consome, não há grandes riscos de população excessiva, com aumentos indesejáveis de sua população, por serem praticamente indiferentes às fontes de água. Deverá, no entanto, ocorrer um aumento sazonal das populações de aves, principalmente patos selvagens e marrecos, que, no entanto, por seu caráter nômade, não deverão criar maiores problemas ao equilíbrio as populações locais. Não há o risco de migração em grande escala de espécies animais terrestres, mais dependentes de grandes estoques d'água, em função da distância que separa o futuro reservatório de outras áreas menos inóspitas onde habitam. Para que ali chegassem, tais animais precisariam suplantar grandes adversidades atravessando vastas áreas onde escasseiam recursos alimentares e água, o que inviabiliza tal efeito.

Também não haverá maiores problemas incidindo sobre a flora periférica ao reservatório decorrentes da elevação do lençol freático (apodrecimento de raízes) provocada pelo enchimento de sua da bacia hidráulica, visto que as características geológicas locais asseguram que tal efeito será de pouca monta. Sob o terreno onde se formará a bacia hidráulica existem formações rochosas impermeáveis que em combinação com o relevo



ondulado encontrado no perímetro da mesma, impedirão que ocorra a percolação da água para superfícies mais vastas. Não existirão, portanto, maiores efeitos sobre a vegetação nativa, visto que não haverá um aumento significativo da água disponibilizada no subsolo, a não ser numa pequena área do perímetro do futuro açude. Tal fato, no entanto, será de importância considerável na conservação da capacidade de acumulação do reservatório, dado que incrementará o desenvolvimento da vegetação pertencente à área de preservação permanente no seu entorno e ao longo do curso d'água que lhe abastece, que vicejará com mais vigor, o que minorará a erosão superficial.

Pelo que se deduz do exposto nos parágrafos precedentes, a implantação e operação do empreendimento é exequível, desde que sejam adotadas as MPA's recomendadas no presente estudo. Com a incorporação de tais medidas, portanto, o projeto torna-se viável, resultando em elevados benefícios para o meio antrópico e um nível de adversidades perfeitamente suportável pelos fatores naturais.



MONTGOMERY WATSON



## 9. BIBLIOGRAFIA

---



## 9. BIBLIOGRAFIA

- 1 - 01 - BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- 2 - BRAID, E.C.M., **Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 78p.
- 3 - BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 4 - BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 5 - BRASIL, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), **Avaliação das Potencialidades Hídrica e Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe-CE**. Fortaleza, CPRM, 1996. 115p. (Série Recursos Minerais-Fortaleza-V.4).
- 6 - \_\_\_\_\_, Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS), **Perenização de Rios no Nordeste por Ação do DNOCS**. Fortaleza, DNOCS, 1993. 11p.
- 7 - \_\_\_\_\_, Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), **Projeto Rio Jaguaribe-Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba**. Relatório Final de Geologia. Brasília, DNPM, 1979. 149p. (Série Geologia nº 4).
- 8 - \_\_\_\_\_, Departamento Nacional de Meteorologia (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- 9 - \_\_\_\_\_, Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (FUNCATE), **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais**. Fortaleza, VBA, 1999. 198p.
- 10 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Análise Prospectiva do Abastecimento d'Água**. Fortaleza, VBA, 2000. 364p.



- 11 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Análise Prospectiva da Irrigação**. Fortaleza, VBA, 1998. 2v.
- 12 - \_\_\_\_\_, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Censo Agropecuário 1995-1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1996. 214p.
- 13 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Censo Demográfico 2000-Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2000. 523p.
- 14 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Contagem da População 1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- 15 - \_\_\_\_\_, Ministério das Minas e Energia, **Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal**. Rio de Janeiro, MME, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais 23).
- 16 - \_\_\_\_\_, Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), **Resoluções do CONAMA, 1984/90**. Brasília, SEMA, 1991. 97p.
- 17 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências**. Brasília, SEMA, 1986. 29p.
- 18 - \_\_\_\_\_, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Recife, SUDENE, 1971. 4v. (Folha 9 - Jaguaribe - NO e Folha 10 - Jaguaribe - NE).
- 19 - CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH, 2001.
- 20 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH/SEMACE, 2001. (Boletim Informativo).
- 21 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe**. Fortaleza, ENGESOFT, 1999.



- 22 - \_\_\_\_\_, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- 23 - \_\_\_\_\_, Fundação Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE), **Anuário Estatístico do Ceará 1997**. Fortaleza, IPLANCE, 1998. 2v.
- 24 - \_\_\_\_\_, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
- 25 - \_\_\_\_\_, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v. (no prelo).
- 26 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Legislação Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1997. 37p.
- 27 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Meio Ambiente - Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476p.
- 28 - \_\_\_\_\_, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Barragem Riacho da Serra. Estudo de Alternativas de Localização da Barragem**. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.
- 29 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Riacho da Serra. Estudos Básicos**. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 4v.
- 30 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Riacho da Serra. Projeto Executivo**. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.
- 31 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Riacho da Serra. Estudo de Alternativas de Localização da Adutora**. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.
- 32 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Barragem Riacho da Serra. Projeto da Adutora de Alto Santo**. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002.
- 33 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**, Fortaleza, SRH, 1992. 4v.



- 34 - \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, **PROGERIRH - Projeto Piloto. Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA. Produto Final.** Fortaleza, TC/BR, 2000. 262p.
- 35 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará.** Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- 36 - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), **Guia Industrial do Ceará 1999.** Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 37 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos.** Fortaleza, Stylus Comunicações, 1990. 116p.
- 38 - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros.** PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 1998.
- 39 - HARGREAVES, G.H., **Disponibilidades e Deficiências de Umidades para a Produção Agrícola do Ceará, Brasil.** Universidade de Utah, 1973. 88p..
- 40 - HENRIQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos.** Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 01. 22p.
- 41 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará.** Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- 42 - MOTA,S., **Introdução à Engenharia Ambiental.** Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- 43 - \_\_\_\_\_, **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental.** Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.
- 44 - \_\_\_\_\_, **Preservação de Recursos Hídricos.** Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.
- 45 - 46 - REY, L., **Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos.** Revista Médica de Moçambique, vol.1, nº 2. Moçambique, 1982.





- 46 - SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. CETESB, 1987. 149p..
- 47 - SILVA, A.B., **Prevenção da Poluição em Águas Subterrâneas**. Belo Horizonte, 1986. 44p.
- 48 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrosócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2v.
- 49 - SOARES, A.M.L. et al., **Áreas Degradadas Susceptíveis aos Processos de Desertificação no Estado do Ceará**. Fortaleza, FUNCEME, 1992.
- 50 - TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.



MONTGOMERY WATSON



## 10. EQUIPE TÉCNICA

---



## 10. EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio responsável pela elaboração do presente Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA é formado pelas empresas Montgomery Watson e Engesoft., prestadoras de serviços na área de recursos hídricos e meio ambiente, tendo como empresa líder a Engesoft, inscrita no CGC/MF sob o nº 73879934/0001-19, com sede à Av. Padre Antônio Tomás, 2420 - 10º Andar - Aldeota, na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, cujo telefone para contato é (085) 261.3106 e o fax (085) 268.1972.

A equipe técnica engajada no Estudo de Impacto Ambiental do Açude Riacho da Serra é apresentada a seguir, sendo discriminado nome, formação, registro profissional e assinatura dos seus componentes.

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) pela elaboração do trabalho ora exposto, expedida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), também, encontra-se apresentada em anexo no final deste Capítulo.

<b>NOME</b>	<b>FORMAÇÃO PROFISSIONAL</b>	<b>REGISTRO PROFISSIONAL</b>	<b>ASSINATURA</b>
WALMIR F. DUARTE JARDIM	Engenharia Civil	CREA 10208/D	
JOÃO F. VIEIRA NETO	Engenharia Civil	CREA 7736/D-CE	
NAIMAR G. BARROSO SEVERIANO	Agro-Sócio-Economia/Meio Ambiente	CORECON 1.996/8ª R-CE	
LUIZ G. SALES JUNIOR	Biólogo	CRB 5554/5	
NADJA G. PINTO PEIXOTO	Engenharia Agrônoma	CREA 9.724/D-CE	
CARLOS V. PIRES VIEIRA	Geologia/Hidrogeologia	CREA 6.963/D-CE	



MONTGOMERY WATSON



---

**ART**



**CREA - CE**

Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ceará  
ART - ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ART Nº

Nº 399876

1

**PARTE CONTRATADA**

2	NOME DO PROFISSIONAL	3	TÍTULO	4	CARTEIRA Nº	
	JOÃO FERNANDES VIEIRA NETO		Eng.civil		7736-D	
5	ENDEREÇO Rua Livreiro Edésio 129 apto 900					
6	BAIRRO	7	CIDADE	8	UF	
	D. Torres		Fortaleza		CE	
		9	CEP	10	TELEFONE	
			60135-620			
11	EMPRESA EXECUTANTE				12	Nº REG CREA - CE
	ENGESOFT-ENGENHARIA E CONSULTORIA S/C LTDA					24288
13	ENDEREÇO Av. Padre Antonio Tomás 2420 10º andar					
14	BAIRRO	15	CIDADE	16	UF	
	Aldeota		Fortaleza		CE	
		17	CEP	18	TELEFONE	
			60140-160			

**PARTE CONTRATANTE**

19	NOME DO CONTRATANTE	20	CPF/CNPJ
	SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE		11.821.253/0001-42
21	ENDEREÇO Av. General Afonso Albuquerque Lima s/n - Cambeba		
22	BAIRRO	23	CIDADE
	Cambeba		Fortaleza
		24	UF
			CE
		25	CEP
			60830-120
		26	TELEFONE

**DADOS DO OBJETO DO CONTRATO**

27	RESUMO DO CONTRATO, DESCRIÇÃO DA OBRA E/OU SERVIÇO CONTRATADO: CONDIÇÕES, PRAZO, QUALIFICAÇÃO, CUSTO, ETC...
	Elaboração dos Estudos de Alternativas, EIAS/RIMAS, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamentos e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra/Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi, e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada. Contrato nº 02/PROGERIRH/SRH/2002 - Prazo. 510 dias

28	<input type="checkbox"/> OBRA <input checked="" type="checkbox"/> SERVIÇO <input type="checkbox"/> CARGO OU FUNÇÃO	29	VALOR DA OBRA/SERVIÇO	30	VALOR DOS HONORÁRIOS
			1.205.041,93		

31	NOME DO PROPRIETÁRIO	32	CPF/CNPJ
	SRH-CE		11.821.253/0001-42

33	ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima s/n		
----	--	--	--

34	BAIRRO	35	CIDADE	36	UF	37	CEP
	Cambeba		Fortaleza		CE		60830-120

38	ENDEREÇO DA OBRA OU SERVIÇO Diversso municipios no estado do Ceará		
----	---	--	--

39	BAIRRO	40	CIDADE	41	UF	42	CEP	43	TELEFONE

44	<input type="checkbox"/> CO-AUTOR <input type="checkbox"/> INDIVIDUAL	45	<input type="checkbox"/> SUBSTITUIÇÃO <input type="checkbox"/> NORMAL	46	<input type="checkbox"/> EMPREGADOR	47	ENTIDADE DE CLASSE
	<input type="checkbox"/> CO-RESPONSÁVEL <input type="checkbox"/> EQUIPE		<input type="checkbox"/> COMPLEMENTAÇÃO <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> EMPREGADO		<input type="checkbox"/> AUTÔNOMO

48	VINCULADA A ART Nº	49	DO PROFISSIONAL

50	LOCAL E DATA	PROFISSIONAL	CONTRATANTE
		<i>Affonso Lima</i>	

ESTE DOCUMENTO ANOTA PERANTE O CREA/CE, PARA OS EFEITOS LEGAIS, O CONTRATO ESCRITO OU VERBAL REALIZADO ENTRE AS PARTES (LEI 6.496/77)

51	DATA DO PAGAMENTO	53	AUTENTICAÇÃO MECÂNICA
			CEf195601082001114241004184 291,12RD1002
52	VALOR DA TAXA A PAGAR		

1ª Via CREA/CE - 2ª Via CONTRATADO - 3ª Via CONTRATANTE - 4ª Via OBRA/SERVIÇO - 5ª Via PREF./OUTRO ORGÃO - 6ª Via RASCUNHO - 300 bis, 10x6 de 390 001 a 393.000



MONTGOMERY WATSON



## **11. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA**

---



## 11. DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA



**Foto 01/11** - Vista, em segundo plano, da ombreira direita do barramento.



**Foto 02/11** - Vista, em segundo plano, da ombreira esquerda do barramento.



**Foto 03/11** - Vista parcial da área da bacia hidráulica do reservatório a partir da ombreira esquerda.



**Foto 04/11** - Leito do riacho da Serra num dos trechos onde sua mata ciliar apresenta-se relativamente preservada.





**Foto 05/11** - Cultivo irrigado de capineiras nas vazantes de açudes existentes na área.



**Foto 06/11** - Tipo de solo predominante na área da bacia hidráulica (Associação de Litólicos e Bruno Não Cálculos). Observa-se a excessiva pedregosidade superficial, característica destes tipos de solos.



**Foto 07/11** - Área com vegetação nativa erradicada, substituída por caapeamento gramíneo. Observa-se, á esquerda da foto, trecho de rede elétrica, que intercepta a área da bacia hidráulica.



**Foto 08/11** - Habitações existentes nas imediações do eixo do barramento.



**Foto 09/11** - Vista parcial da tipologia vegetal predominante na região do empreendimento: caatinga de porte arbustivo com árvores esparsas.



**Foto 10/11** - Vista parcial da área da bacia hidráulica. No centro da foto observa-se trecho preservado da mata ciliar do riacho da Serra.



**Foto 11/11** - Outra vista da vegetação predominante na área da bacia hidráulica do reservatório.

**Consórcio**

---



**MONTGOMERY WATSON**

