



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 III - Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)



MONTGOMERY WATSON





MONTGOMERY WATSON



EngeSoft

Engenharia e Consultoria S/C Ltda

ÍNDICE

**ÍNDICE**

	Páginas
ÍNDICE	1
1. INTRODUÇÃO	6
2. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS	8
3. O PROJETO	16
3.1. <i>Identificação do Empreendedor</i>	17
3.2. <i>Localização e Acessos</i>	17
3.3. <i>Usos Múltiplos do Reservatório</i>	17
3.4. <i>Estudos de Alternativas</i>	18
3.5. <i>Estudos Básicos</i>	20
3.5.1. Estudos Topográficos	20
3.5.2. Estudos Hidrológicos	23
3.5.3. Estudos Geológicos/Geotécnicos	25
3.6. <i>Concepção e Dimensionamento do projeto</i>	29
3.6.1. Arranjo Geral das Obras	29
3.6.2. Barragem	29
3.6.3. Sangradouro	30
3.6.4. Tomada d'Água	30
3.6.5. Análise de Estabilidade	31
3.6.6. Estudos de Percolação da Barragem	32
3.6.7. Análise dos Recalques	33
3.6.8. Instrumentação	33
3.6.9. Ficha Técnica	34
3.6.10. Cronograma e Custos do Projeto	36
3.6.11. Canteiro de Obras	36
3.6.12. Projeto da Adutora de Alto Santo	36
3.7. <i>Planos e Programas Co-localizados</i>	39
4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	40
4.1. <i>Áreas de Abrangência do Estudo</i>	41
4.2. <i>Meio Abiótico</i>	41
4.2.1. Aspectos Geológicos e Geomorfológicos	41
4.2.1.1. Geologia	41



4.2.1.2. Geomorfologia.....	42
4.2.1.3. Recursos Minerais	43
4.2.1.4. Sismicidade Induzida.....	43
4.2.2. Solos	44
4.2.2.1. Descrição dos Solos da Área do Empreendimento	44
4.2.2.2. Uso Atual dos Solos	46
4.2.3. Clima	47
4.2.4. Recursos Hídricos	48
4.2.4.1. Recursos Hídricos Superficiais.....	48
4.2.4.2 - Recursos Hídricos Subterrâneos.....	52
4.3. Meio Biótico.....	53
4.3.1. Flora.....	53
4.3.2. Fauna	53
4.3.3. Espécies Florísticas e Faunísticas Endêmicas.....	55
4.3.4. Unidades de Conservação	56
4.4. Meio Antrópico	57
4.4.1. Área de influência Funcional	57
4.4.1.1. Aspectos Demográficos.....	57
4.4.1.2. Saneamento Básico.....	58
4.4.1.3. Indicadores de Saúde.....	59
4.4.1.4. Identificação das Doenças de Veiculação ou Origem Hídrica.....	60
4.4.1.5. Atividades Econômicas	61
4.4.1.6. Estrutura Fundiária	62
4.4.2. Área de Influência Física	62
4.4.2.1. Generalidades.....	62
4.4.2.2. Situação dos Imóveis.....	63
4.4.2.3. Aspectos Demográficos.....	63
4.4.2.4. Aspectos Sociais.....	64
4.4.2.5. Aspectos Econômicos.....	66
4.4.2.6. Expectativas da População Ante a Implantação do Reservatório	68
4.4.2.7. Dados do Levantamento Cadastral	70
4.4.2.8. Terras Indígenas	72
4.4.2.9. Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico	72
5. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	74
5.1. Metodologia Adotada.....	75
5.2. Avaliação Ponderal dos Impactos Ambientais (APIA) do Projeto do Açude Riacho da Serra.....	76
5.2.1. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais	76
5.2.2. Descrição dos Impactos Ambientais Identificados	77



5.2.2.1. Impactos sobre o Meio Abiótico	77
5.2.2.2. Impactos sobre o Meio Biótico.....	80
5.2.2.3. Impactos sobre o Meio Antrópico	82
5.2.3. Avaliação dos Impactos	87
6. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	91
<i>6.1. Generalidades</i>	<i>92</i>
<i>6.2. Plano de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica</i>	<i>92</i>
6.2.1 - Generalidades	92
6.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico	93
6.2.3. Implantação de Herbário.....	93
6.2.4. Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas.....	94
6.2.5. Técnicas de Desmatamento.....	94
6.2.6. Corredores de Escape da Fauna	95
6.2.7. Recursos Florestais Aproveitáveis.....	95
6.2.8. Custos e Cronograma Físico do Desmatamento	96
<i>6.3. Plano de Proteção da Fauna</i>	<i>96</i>
<i>6.4. Plano de Recuperação das Áreas de Jazidas de Empréstimos, Bota-Foras e Canteiro de Obras.....</i>	<i>99</i>
6.4.1. Generalidades	99
6.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos.....	99
6.4.2.1. Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Áreas a serem Exploradas	99
6.4.2.2. Controle Ambiental na Atividade Mineral	100
6.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.	103
6.4.4. Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas Degradadas.....	104
<i>6.5. Plano de Limpeza da Área da Bacia Hidráulica/Relocação da Infra-Estrutura de Uso Público.....</i>	<i>105</i>
<i>6.6. Plano de Peixamento do Reservatório.....</i>	<i>107</i>
<i>6.7. Adoção de Medidas de Segurança do Trabalho</i>	<i>108</i>
<i>6.8. Programa de Educação Ambiental</i>	<i>109</i>
<i>6.9. Plano de Reassentamento da População</i>	<i>111</i>
6.9.1. Generalidades	111
6.9.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento.....	112
6.9.2.1. Compilação e Análise dos Dados Existentes.....	112
6.9.2.2. Participação da Comunidade e Integração com a População Hospedeira	113
6.9.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica.....	113
6.9.2.4. Avaliação Sócio-Econômica.....	114
6.9.2.5. Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento	115
6.9.2.6. Alternativas de Reassentamento.....	116



6.9.2.7. Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento.....	116
6.9.2.8. Arcabouço Legal	116
6.9.2.9. Elaboração de Programas Sócio-Econômicos	117
6.9.2.10. Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento	118
6.10. Plano de Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	118
7. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO.....	121
7.1. Generalidades.....	122
7.2. Gerenciamento dos Recursos Hídricos Represados/Estabelecimento de Outorgas e Tarifação D'água.....	122
7.3. Plano de Monitoramento da Qualidade da Água Represada	124
7.4. Plano de Monitoramento dos Níveis Piezométrico e do Reservatório.....	126
7.4.1. Monitoramento do Nível Piezométrico.....	126
7.4.2. Monitoramento do Nível do Reservatório	127
7.5. Plano de Monitoramento da Sedimentação no Reservatório.....	128
7.6. Plano de Administração da Faixa de Proteção do Reservatório.....	129
7.7. Zoneamento de Usos no Reservatório.....	130
7.8. Manutenção da Infra-Estrutura Implantada.....	131
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	133
9. BIBLIOGRAFIA	137
10. EQUIPE TÉCNICA	143
ART	145
ENCARTE	147



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 n°02/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 à 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 nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- 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 n° 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;
- Portaria n° 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 n° 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;
- Decreto n° 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 n° 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 n° 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 n° 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 n° 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 n° 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. O Desenho 01/02, no Encarte, mostra a localização da área do projeto destacando as áreas de influência física e funcional do reservatório.

Desde Fortaleza, o acesso ao sítio do barramento é feito através da BR-116 até o entroncamento com a CE-138, onde se percorre 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.

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 locais 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). O Quadro 3.1 apresenta algumas características básicas das alternativas de barramentos estudadas para uma mesma capacidade de acumulação (20,0 hm³). 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 a rolo (CCR), o Eixo II continuaria proporcionando o menor volume de maciço com cerca de 43.260 m³, seguido pelo Eixo III com 49.394 m³. Os custos de implantação das obras e do m³ 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 ³)	Extensão (m)	Altura Máxima (m)	Altura Média (m)	Volume do Maciço (m ³)
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, em face da 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.

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 escore.

Com base nos critérios preconizados pela matriz de decisão anteriormente apresentada foram efetuadas 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.

3.5. Estudos Básicos

3.5.1. Estudos Topográficos

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; 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

**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 ³ 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 infra-estrutura	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.

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



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 e 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.

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 km² e mapas digitais na escala 1:5.000 da bacia hidráulica que totalizaram 26,0 km².

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 locadas, 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.

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 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. 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.

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 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 hietogramas 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 3.5.

Quadro 3.5 – Vazões e Lâminas de Sangria

Cota de Sangria (m)	TR = 1.000	Anos	TR = 10.000	Anos
	Q (m ³ /s)	h (m)	Q (m ³ /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 3.6.

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 m³ regularizado anual associado ao volume armazenado. Com base nos estudos efetuados chega-se a conclusão que o volume máximo de 23,47 hm³ (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 m³/s e 1,99 m, enquanto que para o período de 10.000 anos esses valores são de 721 m³/s e 2,60 m. As vazões regularizadas para o volume de 23,47hm³ 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

A geologia da região onde se localiza o projeto apresenta um predomínio de rochas cristalinas, pertencentes ao Complexo Caicó, cujos litotipos petrográficos são compostos

**Quadro 3.6 – Estudo Incremental de Capacidade do Açude (HEC - 3)**

GARANTIA (%)	V= 13,18 hm ³		V= 16,03 hm ³		V= 23,47 hm ³		V= 27,94 hm ³		V= 32,96 hm ³	
	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.



por gnaisses e migmatitos. 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 síltico-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. 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.

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 depósitos aluvionares constatados ao longo do riacho da Serra formam extensos terraços de topografia plana, 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. 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.

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 e 6 sondagens mistas ao longo do eixo do barramento. 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, com o objetivo de julgar as possibilidades de consolidação por injeções.

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.

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 locadas quatro jazidas de material terroso (J-1 a J-4), um areal e uma pedreira. Após a locação das áreas foram feitas cubagens dos materiais e estabelecidas distâncias médias de transporte. Constatou-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 3.7, tendo sido estudadas através de malhas quadráticas de sondagens a pá e picareta.

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. 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.

**Quadro 3.7 - Características das Jazidas de Empréstimos**

Discriminação	J-01	J-02	J-03	J-04
Área Utilizável (m ²)	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 ³)	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.

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

O fechamento do vale do rio será feito por meio de uma 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. O sangradouro do tipo canal escavado em rocha, terá uma largura de 120,0 m, estando situado na ombreira esquerda do maciço. Por sua vez, a tomada d'água composta de um tubo de aço com 500 mm de diâmetro, envolvida por uma estrutura de concreto armado, terá a regulação do fluxo efetuada por 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 que ficará ligado a um enrocamento de jusante por meio de um tapete filtrante. O seu topo foi fixado na cota 89,99 m, cota da cheia decamilenar, entre as estacas 05 e 55. 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, talude de jusante de 1:1,5 e talude de montante de 1:1.

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 colocada 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 a espessura será de 1,2 m. 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

O sangradouro será localizado na ombreira esquerda do maciço, ficando sua soleira posicionada na cota 88,0 m, a qual corresponde a um armazenamento d'água de 23,47 hm³. Será constituído por 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 m³/s, com lâmina máxima de 1,99 m. Não será necessário a execução de muros laterais visto que na cota da soleira a escavação é em rocha, entretanto devido a irregularidade das escavações 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. A galeria foi dimensionada para uma vazão de 0,37 m³/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, regime permanente e rebaixamento rápido.

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 adotado foi o mesmo.

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 3.8 e 3.9.

**Quadro 3.8 - 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 3.9 - 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).

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.

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 $1,67 \times 10^{-7}$ m³/S/m para o maciço da barragem e de $4,86 \times 10^{-7}$ m³/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. O recalque elástico esperado é de 212,46mm, devendo esse rebaixamento do coroamento ser corrigido antes da colocação do revestimento primário.

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:

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA	
IDENTIFICAÇÃO	
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
BACIA HIDROGRÁFICA	
Área:	173,4 km ²
Precipitação Média Anual:	834 mm
Evaporação Média Anual:	2.235 mm
CARACTERÍSTICA DO RESERVATÓRIO	
Área da Bacia Hidráulica (Cota 88,00 m):	420,73 ha
Volume Acumulado (Cota 88,00 m):	23,47 hm ³
Volume Afluente Médio Anual:	25,23 hm ³
Volume do reservatório (Cota 75,50 m):	0,23 hm ³
Volume de Alerta (Cota 80,00 m):	3,03 hm ³
Vazão Regularizada (90%):	0,37 m ³ /s
Volume Afluente Máx. de Projeto (Tr=1000 anos):	737 m ³ /s
Vazão Máx. de Projeto Amortecida (TR=1.000 anos):	459 m ³ /s
Volume Afluente Máx. de Verificação (Tr=10.000 anos):	1071 m ³ /s
Vazão Máx. de Verificação Amortecida (TR=10.000 anos):	721 m ³ /s
Nível d'água Max. Normal:	88,00 m
Nível D'Água Max. Maximorum (TR=1.000 anos):	89,99 m

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA**

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 ³
Volume do Maciço (Espaldares e Núcleo):	368.351,80 m ³
Volume de Enrocamento (<i>Rip-rap e Rock-fill</i>):	40.383,20 m ³
Volume de Transições:	10.872,80 m ³
Volume de Areia (Filtro e Transições):	32.538,29 m ³
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
Volume de Escavação	1034 m ³
Volume de Concreto Armado:	94,95 m ³
Volume do Concreto de Regularização:	26,82 m ³
Comprimento:	90,0 m
Localização:	Ombreira Esquerda / Estaca 12+10
SANGRADOURO	
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 ³ /s

**FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM RIACHO DA SERRA**

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 ³
em rocha	23.724,80 m ³

3.6.10. Cronograma e Custos do Projeto

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. As obras pertinentes à construção da Barragem Riacho da Serra foram orçadas em R\$ 8.065.091,37, a preços de dezembro de 2002.

3.6.11. 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 contarão 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.

3.6.12. 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 captação deverá ser feita diretamente na Barragem Riacho da Serra, 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. 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

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 m³/h cada, perfazendo uma capacidade de filtração de 96 m³/h. Não se faz necessário a instalação de mais unidades de filtragem, 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 m³/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 m³/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 m³ 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 m³).

Complementando o sistema de reservação será construído mais um reservatório apoiado com capacidade de 250 m³, garantindo assim a reservação necessária para o final de plano (620 m³).



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 m³, construído pela Prefeitura e que encontra-se atualmente desativado, que abastecerá futuramente o bairro de Pão de Açúcar.

O sistema de poços que integra o atual sistema em operação na cidade de Alto Santo será desativado. 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 m³ (construído pela Prefeitura para atender o bairro Pão de Açúcar), 1 reservatório elevado com 120 m³ e um reservatório apoiado de 150 m³ (integrantes do sistema operado pela CAGECE em Alto Santo) e 1 reservatório apoiado com capacidade de 250 m³, perfazendo ao todo uma reservação de 620 m³.

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



EngeSoft

Engenharia e Consultoria S/C Ltda

4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL



4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1. Áreas de Abrangência do Estudo

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.

A área de influência funcional do empreendimento compreende aquelas áreas que serão influenciadas pela operação do reservatório, quais sejam: a cidade de Alto Santo contemplada com o reforço no seu abastecimento d'água, 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. 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.

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.

Em termos estruturais, observam-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 apresenta-se dominante na região do empreendimento, correspondendo a uma superfície de aplainamento, resultante do trabalho erosivo sobre as rochas do Complexo Caicó. Apresenta 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. 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, estando as várzeas baixas sujeitas a inundação durante o período chuvoso.

4.2.1.3. Recursos Minerais

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 Estado do Ceará conta com quatro regiões sísmicas identificadas na porção nordeste do seu território: 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.

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 4.1. 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 4.1 - 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, acredita-se que não haverá riscos de ocorrência de sismicidade induzida pelo reservatório.

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 Cálculos 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.

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. 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.

Os Bruno Não Cálculos são solos moderadamente profundos a rasos, de alta fertilidade natural, textura arenosa/média no horizonte A e argilosa no horizonte B, e drenagem imperfeita. 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.

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 e do riacho da Serra.

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.

Os Solonetz Solodizados são solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados, bastante susceptíveis à erosão. 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. 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.



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

4.2.2.2. Uso Atual dos Solos

De acordo com as imagens de satélite LANDSAT, na escala de 1:100.000, complementadas com levantamentos de campo, o uso atual dos solos na região onde será implantado o Açude Riacho da Serra, 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, 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).

Na Bacia do Figueiredo, a mata ciliar do rio principal atinge uma extensão de 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 a 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 no rio Figueiredo, o riacho da Serra, também, apresenta sua mata ciliar bastante degradada, estando substituída em diversos trechos por capeamentos gramíneo/herbáceos, capoeiras de caatinga e cultivos agrícolas.

A irrigação na região da Bacia do Figueiredo encontra-se representada pelo perímetro público de irrigação Ema (42,0 ha) localizado no território do município de Iracema, tendo como fonte hídrica o açude homônimo, que barra o riacho Bom Sucesso. Ressalta-se que o referido perímetro não se encontra posicionado na área de contribuição do Açude Riacho da Serra, visto que o riacho Bom Sucesso deságua diretamente no rio Figueiredo. A irrigação difusa, por sua vez, encontra-se distribuída ao longo do rio Figueiredo (cerca de 530,0 ha), tendo 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.

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.

4.2.3. Clima

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.

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. A pluviometria média anual é de 872,2 mm.



A temperatura média anual oscila entre 26,0°C e 28,4°C. 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. Já a umidade relativa média anual é de 67,5%, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (março/maio), quando ultrapassa 79,0%.

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.

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.

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.

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.

4.2.4. 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 km², 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 km², 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 10.509km², 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 (2.100hm³), 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 173,4km². 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 (10,4hm³), em Iracema; Taborna (10,2hm³) e Saldanha (11,4hm³), em Alto Santo; Joaquim Távora (23,6hm³), em Jaguaribe e Riacho do Sangue (61,4hm³), em Solonópole. Estima-se que o número total de açudes nesta sub-bacia atinja 1.300



unidades, com volume global de armazenamento de aproximadamente 567hm³. Atualmente encontra-se em construção nesta sub-bacia, o açude Castanhão com capacidade para acumular 4.452hm³. Na bacia do rio Figueiredo constata-se a presença de 62 reservatórios com capacidades de acumulação variando de 150.000m³ a 11,4hm³, 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

Quanto ao potencial das cargas poluidoras aportantes aos recursos hídricos no território dos municípios de Alto Santo e Iracema, 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 efluentes 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.

Poluição Industrial

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 região, 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 Bacia do rio Figueiredo apresenta-se pouco expressiva, estando em operação apenas o perímetro irrigado Ema posicionado no território do município de Iracema, estando, no entanto, localizado ao longo das várzeas do riacho Bom Sucesso, fora da área da bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra.

Quanto a irrigação desenvolvida pela iniciativa privada, esta associada ao trecho 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.

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.

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 (0,9 anos), 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 Aduauto Bezerra, Canafistula, 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). Ressalta-se, no entanto, que nenhum destes reservatórios encontram-se posicionados na área da bacia de contribuição do Açude Riacho da Serra.

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. Apresenta potencial hidrogeológico baixo. Quanto à qualidade das águas, o aquífero cristalino apresenta águas de baixa qualidade, dado a elevada concentração salina.

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.



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.

Aparecem entre as espécies arbóreas desta comunidade: pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pau branco (*Auxemma onocalyx*), 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 acustitipula*).

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.

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.

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.

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 do algodoeiro, abelhas, formigas,



borboletas, lagartas, etc.), ocorrendo, também, a presença de espécies hematófagas (muriçoca, mutuca).

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 se apresentam 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.

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 consultar 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.

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. 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. 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*).

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 juntos ocupam uma área geográfica de 2.083,8 km², correspondendo a 1,4% do território estadual. De acordo com o IBGE, em 2000, a população total para o conjunto dos municípios contemplados era constituída por 28.535 habitantes. Nesse ano a taxa de urbanização atingiu um percentual de 48,03%.

A densidade demográfica calculada para o conjunto dos municípios foi de 13,69 hab/km², bem menor que a carga demográfica constatada para o Estado (50,91 hab/km²).

A análise da taxa anual de crescimento da população total verificada no período intercensitário de 1991/2000, demonstrou para o conjunto dos municípios, 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.

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.

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.

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).

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.

4.4.1.2. 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% .

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. 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% destinam 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% .

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. 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%.

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%.

4.4.1.3. Indicadores 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.

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.

4.4.1.4. Identificação das Doenças de Veiculação ou Origem Hídrica

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.

4.4.1.5. 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.

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 planteis 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.

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.

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. O município de Iracema detinha 58,3% das casas comerciais e 86,7% dos estabelecimentos de serviços existentes na área do estudo, respectivamente.

4.4.1.6. 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.

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.

4.4.2. Área de Influência Física

4.4.2.1. Generalidades

A pesquisa de campo realizada na área da bacia hidráulica do Açude 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 4.2. Ressalta-se que o percentual de 8,3% das propriedades pesquisadas não tinha área informada.

Quadro 4.2 – Distribuição das Propriedades Pesquisadas

Estrato de Área (ha)	Nº de Propriedades Pesquisadas	% sobre o Nº Total	Área Total (ha)	% sobre a Área Total
<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

Constata-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.

4.4.2.3. Aspectos Demográficos

Residem atualmente na área, 64 pessoas, compreendendo 15 famílias e abrangendo proprietários residentes e moradores. 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 (0,69 hab/km²) que a dos municípios da área de influência funcional (Alto Santo – 7,55 hab/km² e Iracema - 6,37 hab/km²). 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.

4.4.2.4. Aspectos Sociais

a) Nível de Instrução

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. Observa-se que mais da metade das residências (58,3%) é desprovida de instalações sanitárias, com as águas servidas e dejetos humanos



sendo 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.

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.

Observa-se que o grau de associativismo é baixo na área, pois apenas 16,7% dos entrevistados declararam serem sócios de sindicatos rurais. A freqüência 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

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

Para a área de influência física como um todo, 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.

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). 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.

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.

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.



b) Exploração Pecuária

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. A densidade bovina média encontrada para a área pesquisada (10,04 cabeças/km²) é inferior ao valor registrado para o Estado do Ceará, que é de 18,9 cabeças/km².

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. No geral, cerca de 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.

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

Para a área de influência física 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.



Deduzindo-se do VBP as cifras correspondentes às despesas agropecuárias, obtém-se a renda líquida, dela não se tendo reduzido o autoconsumo. 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. 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, corresponde a cerca de 55,0% do salário mínimo vigente em outubro de 2002. 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 do Açude 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.



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.

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 micro-cooperativas 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 ao acesso aos recursos hídricos e a infra-estrutura viária e elétrica, tendo sido indicadas por estes as terras dos seguintes proprietários: Sr. Nilton Duarte e 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 locais 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.

Foram cadastradas 12 propriedades, das quais três pertencem a espólios, estando enquadrados 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 4.3 apresenta uma listagem dos imóveis a serem desapropriados, contendo o nome dos proprietários e moradores atingidos pela implantação do Açude Riacho da Serra.

Quadro 4.3 – Relação dos Proprietários e Moradores

Lote	Nome	Condição
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
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



Lote	Nome	Condição
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 constatada 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



EngeSoft
Engenharia e Consultoria S/C Ltda

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 ≥ 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 02/02 no Encarte. Os impactos foram lançados segundo as áreas de influência física 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.

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 há 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 do 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; possível ocorrência de choques culturais entre os costumes nativos e os do contingente obreiro, com reflexos sobre as relações familiares e sociais; pressão sobre a infra-estrutura existente, dimensionados apenas para o atendimento da população local; dinamização da economia regional e interferência no mercado de trabalho da região, através da oferta de um elevado número de empregos para mão-de-obra não qualificada, provocando evasão da mão-de-obra dos setores produtivos tradicionais. Entretanto estes impactos não serão tão relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada, se caracterizando como expulsadora de mão-de-obra;

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;
- O 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. Avaliação dos Impactos

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 a 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 ressaltar 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



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.

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.

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

6.2.1 - Generalidades

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 nº 004/85; 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.

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.

Para tanto, deverão ser executadas as seguintes tarefas: elaboração de perfis representativos de cada fâcie vegetal identificada na área; 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. 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 frontal reta-S, cujo rendimento aproximado é de 1,0 ha/hora. Nas operações de enleiramento, para que não ocorra o carreamento 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. Recomenda-se a execução do desmatamento durante o



período de estiagem, dado a maior disponibilidade de mão-de-obra na região, principalmente, no caso da 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.

A população nativa e os próprios trabalhadores devem ser alertados para o fato dos corredores de escape constituírem áreas proibidas ao trânsito de pessoas, pois os animais acuados poderão provocar acidentes. Além disso, deve ser estabelecido uma fiscalização que proíba a caça durante os trabalhos de desmatamentos.

6.2.7. Recursos Florestais Aproveitáveis

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 e fator de empilhamento (Fe) de cada bloco. 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

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. 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. Os custos a serem incorridos na execução do desmatamento da área da bacia hidráulica já se encontram inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

6.3. Plano de Proteção da Fauna

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 ser 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).

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.

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 e acondicionadas em caixas especiais. 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.

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. 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.

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, e outros. 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. 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, valor expresso 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.

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”.

- **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.

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.

As pilhas de rejeitos constituídas por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos e material com granulometria de areia) devem ser formados por basculamento direto do terreno, sem compactação, e devem apresentar um ângulo de face de 37° , que é o próprio ângulo de repouso do material. Quanto aos materiais coesivos, a inclinação dos taludes e as alturas permitidas são determinadas por testes de estabilidade. Antes da compactação deve ser colocada uma camada de material drenante entre o terreno da fundação e a pilha de rejeito e efetuada 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.

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. 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 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

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. 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.

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.

Os componentes da infra-estrutura privada existente 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.

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 corresponde, de acordo com dados do cadastro, 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 incluídos.

6.6. Plano de Peixamento do Reservatório

Para o povoamento do Açude Riacho da Serra recomenda-se, inicialmente, a adaptação de espécies nativas da bacia do rio Figueiredo às condições lânticas 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: posição na cadeia trófica, potencial reprodutivo, produtividade da biomassa, facilidade de manejo, fonte protéica e energética, palatabilidade e boa aceitação comercial, entre outros.

Dentre as várias espécies propostas para o peixamento do Açude Riacho da Serra, citam-se: curimatã-comum (*Prochilodus cearensis*) piaú lavrado (*Leporinus fasciatus fasciatus*), sardinha (*Triportheus angulatus angulatus*), carpa (*Cyprinus carpio*) tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piaú 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 reofílicas, 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, piaú 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.

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; dotar os operários de proteção apropriada e tornar obrigatório o seu uso; instruir os trabalhadores a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inconvenientes; evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhes tirar os pregos; 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 e 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 ficar a cargo desta, tendo em vista que trata-se de uma exigência da legislação trabalhista.

6.8. Programa de Educação Ambiental

Entre os principais fatores de origem humana que ocorrem e/ou são passíveis de ocorrer na área estão: desmatamento da vegetação marginal dos cursos d'água para o plantio 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 focar 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.

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; Dados relativos a mapa da bacia hidrográfica do Açude Riacho da Serra; ficha técnica do Açude Riacho da Serra; levantamento cadastral; levantamentos topográfico e pedológico; contratos legais padrões entre o Estado e os colonos; modelos de questionários; modelo de convênios para suprimento d'água e outros serviços e dados relativos à infra-estrutura dos núcleos urbanos da região.



6.9.2.2. Participação da Comunidade e Integração com a População Hospedeira

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. 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.

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.

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.



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 e serviços de transporte; serviços utilitários, como eletricidade, abastecimento d'água; infra-estruturas sociais como postos de saúde, escolas, mercados, agências de correio; infra-estrutura comunitária, como igrejas, campos de futebol, etc. e 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 infra-estrutura 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.

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. 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. 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.



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. 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.

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

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.

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.

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.

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.

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.

O material resgatado nos levantamentos de campo deverá ser encaminhado para instituições científicas apropriadas, visando seu armazenamento e disponibilização para pesquisa. Nessas instituições deverá, se possível, ser implantado um Ecomuseu para guarda, proteção e exposição da coleção resgatada.

A responsabilidade pelo desenvolvimento das atividades concernentes ao salvamento do patrimônio histórico, arqueológico e paleontológico deverá ser da SRH-CE, 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, as quais devem ser desenvolvidas a nível de projetos específicos: 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.

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.

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.

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

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.

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 nº 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.

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 conseqüência, 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.

À SRH-CE/COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água represada. Os custos anuais advindos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 2.520,00 (valor expresso 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

Os recursos hídricos subterrâneos e superficiais são alterados no seu equilíbrio original ante as modificações imposta pela construção de reservatórios. O ajuste dos elementos naturais, decorrentes das alterações do meio abiótico como um todo, acarreta conseqüências que, dependendo do contexto geológico-hidrológico, podem ser danosas ou benéficas.



As áreas mais afetadas são aquelas marginais 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.

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, a ser 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 m², os quais devem ser demarcados por bóias.

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.

Os custos anuais incorridos na execução do monitoramento da sedimentação foram estimados em R\$ 1.900,00 (valor expresso 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 (valor expresso em reais de dezembro de 2.002). A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH-CE/COGERH, devendo tais órgãos receber 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.

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.

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



MONTGOMERY WATSON



Engenharia e Consultoria S/C Ltda

reservatório e monitoramentos concernentes ao empreendimento. Esta medida ficará a cargo da SRH-CE/COGERH, estando seus custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia.



MONTGOMERY WATSON



EngeSoft

Engenharia e Consultoria S/C Ltda

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. Os resultados encontrados revestem-se de importância à medida que permitem visualizar que a implantação do empreendimento apesar de estar associada à geração de uma série de alterações negativas para a qualidade do meio ambiente, pode ter essa situação minorada ou até sanada com a implementação das medidas de proteção ambiental preconizadas por parte do órgão empreendedor. Conclui-se, portanto, que com a adoção de tais medidas, o projeto se torna bastante recomendável, com um pronunciado caráter benéfico para o meio antrópico e um nível de adversidades perfeitamente tolerável no que se refere ao meio natural.

Com efeito, no que se refere a submersão 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. 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.

Quanto à ocorrência de patrimônios paleontológico e arqueológico 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 destes tipos de patrimônios 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 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 aflúncias significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos não podem ser armazenados a jusante.



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.

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.

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 do 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.

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.

Quanto as expectativas da população ante a implantação do empreendimento, esta apresenta-se favorável visto que 91,2% do contingente populacional da área consideram 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 muitos anos.

Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá a regularização do abastecimento d'água da cidade de Alto Santo, atendendo no horizonte do projeto um contingente populacional de 7.462 habitantes, 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.



MONTGOMERY WATSON



EngeSoft

Engenharia e Consultoria S/C Ltda

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 n° 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.

NOME	FORMAÇÃO PROFISSIONAL	REGISTRO PROFISSIONAL	ASSINATURA
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 JOÃO FERNANDES VIEIRA NETO	3	TÍTULO Eng.civil	4	CARTEIRA Nº 7736-D
5	ENDEREÇO Rua Livreiro Edésio 129 apto 900				
6	BAIRRO D. Torres	7	CIDADE Fortaleza	8	UF CE
		9	CEP 60135-620	10	TELEFONE
11	EMPRESA EXECUTANTE ENGESOFT-ENGENHARIA E CONSULTORIA S/C LTDA			12	Nº REG CREA - CE 24288
13	ENDEREÇO Av. Padre Antonio Tomás 2420 10º andar				
14	BAIRRO Aldeota	15	CIDADE Fortaleza	16	UF CE
		17	CEP 60140-160	18	TELEFONE

PARTE CONTRATANTE

19	NOME DO CONTRATANTE SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE	20	CPF/CNPJ 11.821.253/0001-42
21	ENDEREÇO Av. General Afonso Albuquerque Lima s/n - Cambeba		
22	BAIRRO CAmbeba	23	CIDADE 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 1.205.041,93	30	VALOR DOS HONORÁRIOS
----	--	----	---------------------------------------	----	----------------------

31	NOME DO PROPRIETÁRIO SRH-CE	32	CPF/CNPJ 11.821.253/0001-42
----	--------------------------------	----	--------------------------------

33	ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima s/n		
----	--	--	--

34	BAIRRO Cambeba	35	CIDADE Fortaleza	36	UF CE	37	CEP 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 <input type="checkbox"/> CO-RESPONSÁVEL <input type="checkbox"/> EQUIPE	45	<input type="checkbox"/> SUBSTITUIÇÃO <input type="checkbox"/> NORMAL <input type="checkbox"/> COMPLEMENTAÇÃO <input type="checkbox"/>	46	<input type="checkbox"/> EMPREGADOR <input type="checkbox"/> EMPREGADO <input type="checkbox"/> AUTÔNOMO	47	ENTIDADE DE CLASSE
----	---	----	--	----	--	----	--------------------

48	VINCULADA A ART Nº	49	DO PROFISSIONAL
----	--------------------	----	-----------------

50	LOCAL E DATA	PROFISSIONAL	CONTRATANTE
----	--------------	--------------	-------------

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
52	VALOR DA TAXA A PAGAR	CEf195601082001114241004184	291,12RD1002

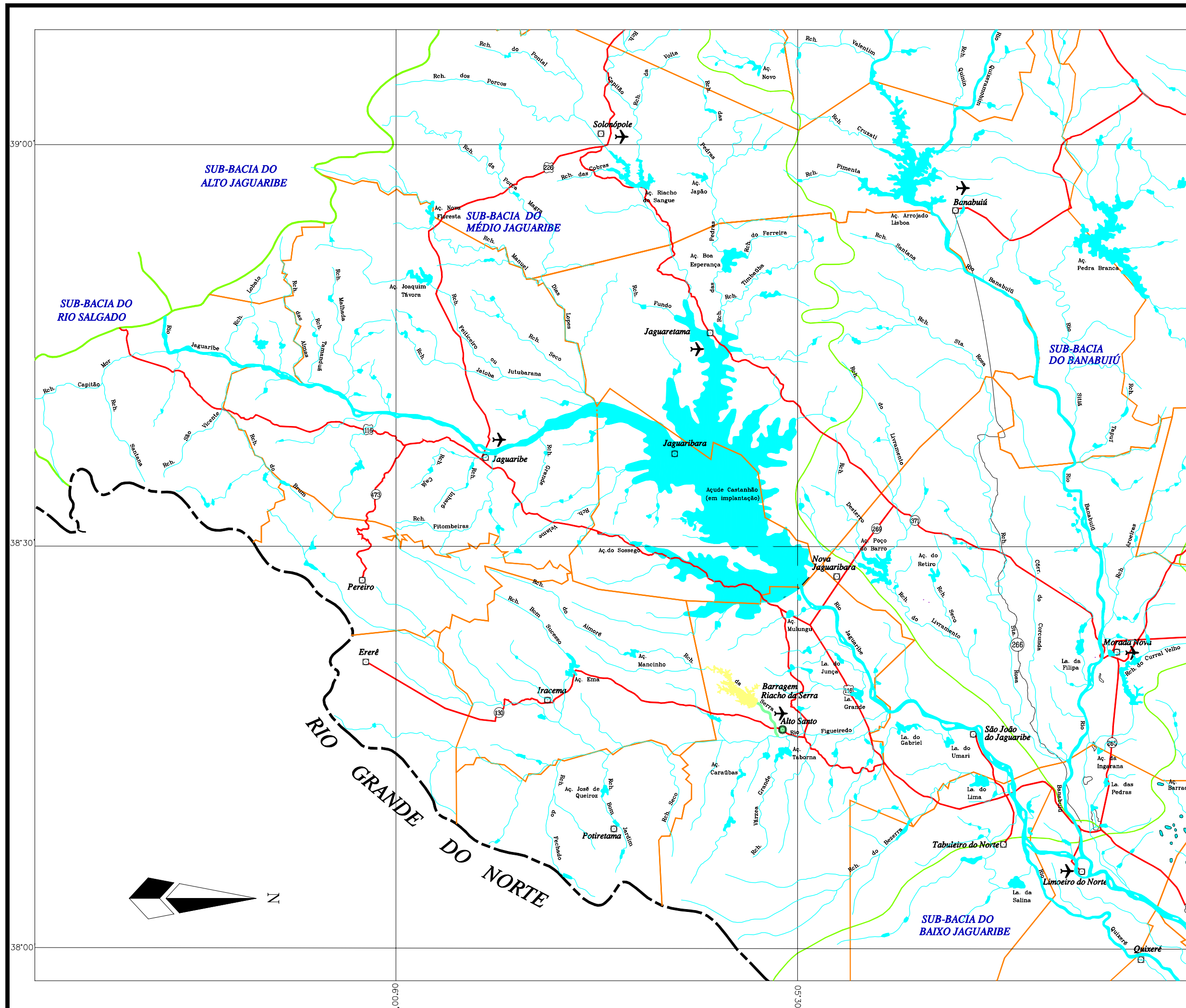
1ª Via CREA/CE - 2ª Via CONTRATADO - 3ª Via CONTRATANTE - 4ª Via OBRA/SERVIÇO - 5ª Via PREF./OUTRO ORGÃO - 6ª Via RASCUNHO - 300 bis. 10x6 de 390 001 a 393.000



MONTGOMERY WATSON



ENCARTE



CONVENÇÕES

- Limite das Sub-Bacias
- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Rodovia Pavimentada
- Rodovia em Leito Natural
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos d'Água (Rios e Riachos)
- ✈ Aerodromo
- 116 Prefixo de Rodovia Federal
- 269 Prefixo de Rodovia Estadual

LEGENDA

- Área de Influência Física
- Área de Influência Funcional

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS 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 BARRAGEM RIACHO DA SERRA

Projeto :	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	Arquivo DES_01_02_MapaLocalizacao.dwg
Visto :		Data de Emissão : MAIO/2003
Verificado :	CONSORCÍO:	Escala : 1:500.000
Aprova :		Nº do Desenho : DES_01-02

Consórcio



MONTGOMERY WATSON

