



Julho de 2002

**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**



**SRH** Secretaria dos Recursos Hídricos

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

**BARRAGEM MISSI**

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

**VOLUME III - Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA)**



**MONTGOMERY WATSON**





MONTGOMERY WATSON



## ÍNDICE

---

**ÍNDICE**

	<b>Páginas</b>
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS</b> .....	<b>8</b>
<b>3. O PROJETO</b> .....	<b>17</b>
3.1. <i>Identificação do Empreendedor</i> .....	18
3.2. <i>Localização e Acessos</i> .....	18
3.3. <i>Usos Múltiplos do Reservatório</i> .....	18
3.4. <i>Estudos de Alternativas</i> .....	19
3.5. <i>Estudos Básicos</i> .....	24
3.5.1. <i>Estudos Topográficos</i> .....	24
3.5.2. <i>Estudos Hidrológicos</i> .....	27
3.5.3. <i>Estudos Geológicos/Geotécnicos</i> .....	29
3.6. <i>Concepção e Dimensionamento do Projeto</i> .....	33
3.6.1. <i>Arranjo Geral das Obras</i> .....	33
3.6.2. <i>Barragem Principal</i> .....	33
3.6.3. <i>Barragens Auxiliares</i> .....	34
3.6.4. <i>Sangradouro</i> .....	35
3.6.5. <i>Tomada d'Água</i> .....	35
3.6.6. <i>Tratamento da Fundação</i> .....	36
3.6.7. <i>Análise de Estabilidade</i> .....	36
3.6.8. <i>Estudos de Percolação da Barragem</i> .....	38
3.6.9. <i>Análise dos Recalques</i> .....	39
3.6.10. <i>Ficha Técnica</i> .....	39
3.6.11. <i>Cronograma e Custos do Projeto</i> .....	41
3.6.12. <i>Projeto da Adutora de Amontada</i> .....	41
3.7. <i>Planos e Programas Co-localizados</i> .....	44
<b>4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL</b> .....	<b>45</b>
4.1. <i>Área de Abrangência</i> .....	46
4.2. <i>Meio Abiótico</i> .....	46
4.2.1. <i>Aspectos Geológicos e Geomorfológicos</i> .....	46
4.2.1.1. <i>Geologia</i> .....	46
4.2.1.2. <i>Geomorfologia</i> .....	48
4.2.1.3. <i>Recursos Minerais</i> .....	48
4.2.1.4. <i>Sismicidade Induzida</i> .....	49
4.2.2. <i>Solos</i> .....	50



4.2.2.1. Descrição dos Solos da Área do Empreendimento.....	50
4.2.2.2. Uso Atual dos Solos .....	52
4.2.3. Clima.....	54
4.2.4. Recursos Hídricos .....	56
4.2.4.1. Recursos Hídricos Superficiais .....	56
4.2.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos.....	59
4.3. Meio Biótico .....	60
4.3.1. Flora.....	60
4.3.2. Fauna.....	61
4.3.3. Espécies Florísticas e Faunísticas Endêmicas .....	64
4.3.4. Unidades de Conservação .....	65
4.4. Meio Antrópico.....	65
4.4.1. Área de Influência Funcional .....	65
4.4.1.1. Aspectos Demográficos.....	65
4.4.1.2. Infra-estrutura Física e Social.....	67
4.4.1.3. Atividades Econômicas .....	69
4.4.1.4. Estrutura Fundiária .....	70
4.4.1.5. Patrimônio Histórico, Arqueológico e Áreas Indígenas .....	71
4.4.2. Área de Influência Física .....	71
4.4.2.1. Generalidades.....	71
4.4.2.2. Situação dos Imóveis.....	72
4.4.2.3. Aspectos Demográficos.....	72
4.4.2.4. Aspectos Sociais.....	73
4.4.2.5. Aspectos Econômicos .....	75
4.4.2.6. Expectativas da População Atingida .....	77
4.4.2.7. Desapropriações .....	81
<b>5. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>86</b>
5.1. Metodologia Adotada .....	87
5.2. Avaliação Ponderal dos Impactos Ambientais (APIA) do Projeto da Barragem Missi.....	89
5.2.1. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais.....	89
5.2.2. Descrição dos Impactos Ambientais Identificados .....	89
5.2.2.1. Impactos sobre o Meio Abiótico .....	89
5.2.2.2. Impactos sobre o Meio Biótico .....	94
5.2.2.3. Impactos sobre o Meio Antrópico .....	97
5.2.3. Avaliação dos Impactos .....	103
<b>6. PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>108</b>
6.1. Generalidades.....	109
6.2. Plano de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica .....	109



6.2.1. Generalidades.....	109
6.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico.....	110
6.2.3. Implantação de Herbário.....	111
6.2.4. Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas.....	111
6.2.5. Técnicas de Desmatamento.....	112
6.2.6. Corredores de Escape da Fauna .....	112
6.2.7. Recursos Florestais Aproveitáveis .....	113
6.2.8. Custos e Cronograma Físico do Desmatamento.....	114
6.3. Plano de Proteção da Fauna.....	114
6.4. Plano de Recuperação das Áreas de Jazidas de Empréstimos, Bota-Foras e Canteiro de Obras .....	117
6.4.1. Generalidades.....	117
6.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos .....	118
6.4.2.1. Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Áreas a Serem Exploradas.....	118
6.4.2.2. Controle Ambiental na Atividade Mineral .....	118
6.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.....	122
6.4.4. Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas Degradadas .....	124
6.5. Plano de Remoção/Relocação da Infra-Estrutura.....	124
6.6. Plano de Peixamento do Reservatório.....	127
6.7. Adoção de Medidas de Segurança do Trabalho.....	129
6.8. Programa de Educação Ambiental.....	130
6.9. Plano de Reassentamento da População.....	132
6.9.1. Generalidades.....	132
6.9.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento .....	133
6.9.2.1. Compilação e Análise dos Dados Existentes.....	133
6.9.2.2. Participação da Comunidade e Integração com as Populações Hospedeiras.....	134
6.9.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica .....	135
6.9.2.4. Avaliação Sócio-Econômica .....	136
6.9.2.5. Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento .....	137
6.9.2.6. Alternativas de Reassentamento.....	137
6.9.2.7. Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento .....	138
6.9.2.8. Arcabouço Legal .....	138
6.9.2.9. Elaboração de Programas Sócio-Econômicos .....	139
6.9.2.10. Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento .....	140
6.10. Plano de Relocação de Cemitérios.....	141
6.10.1. Generalidades.....	141
6.10.2. Principais Impactos Ambientais de Cemitérios.....	143
6.10.3. Medidas a Serem Adotadas na Implantação de Cemitérios .....	143
6.10.4. Translado dos Restos Mortais .....	147



6.11. Plano de Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico.....	149
<b>7. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO.....</b>	<b>152</b>
7.1. Generalidades.....	153
7.2. Gerenciamento dos Recursos Hídricos Represados /Estabelecimento de Outorgas e Tarifação d'Água.....	153
7.3. Plano de Monitoramento da Qualidade da Água Represada.....	156
7.4. Plano de Monitoramento dos Níveis Piezométrico e do Reservatório.....	159
7.4.1. Monitoramento do Nível Piezométrico.....	159
7.4.2. Monitoramento do Nível do Reservatório.....	160
7.5. Plano de Monitoramento da Sedimentação no Reservatório.....	160
7.6. Plano de Administração da Faixa de Proteção do Reservatório.....	162
7.7. Zoneamento de Usos no Reservatório.....	163
7.8. Manutenção da Infra-Estrutura Implantada.....	164
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>166</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>171</b>
<b>10. EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>176</b>
<b>ART.....</b>	<b>178</b>



MONTGOMERY WATSON



## 1. INTRODUÇÃO

---



## 1. INTRODUÇÃO

O Consórcio Montgomery-Watson/Engesoft e a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE-CE) celebraram o Contrato nº02/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH-CE 2001, que tem como objetivo os Estudos de Alternativas, EIA/RIMA's, 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 da Barragem Missi, 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;
- Projeto;
- Diagnóstico Ambiental;
- Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais;
- Planos de Medidas Mitigadoras;
- Gerenciamento dos Recursos Hídricos e Monitoramentos;
- Conclusões e Recomendações;
- 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) – Plantas;
- Volume III – Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA).



MONTGOMERY WATSON



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

---



## 2. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

O Estado do Ceará vem sendo constantemente assolado por secas periódicas, razão pela qual o aproveitamento dos recursos hídricos é de fundamental importância para o seu processo de desenvolvimento. Tendo em vista que o problema de escassez da água associado ao crescimento acelerado da população, vem provocando o aparecimento de regiões cujas potencialidades hídricas estão esgotadas ou sujeitas a racionamento do uso da água nos períodos de estiagens prolongadas, torna-se necessário a implantação de reservatórios e de sistemas adutores 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 ao 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 nº 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;
- Portaria nº 07, de 01 de dezembro de 1988, da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos;
- Portaria IBAMA nº 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;



- Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências;
- Portaria IBAMA nº 57, de 05 de junho de 1997: institui o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, que tem por finalidade normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro;
- Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

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

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

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



- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto sócio-ambiental relevante em projetos de construção de barragens, o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado e dá outras providências;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

Por sua vez, o Decreto nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994, regulamenta o Artigo 4º da Lei nº 11.996/92, na parte referente à outorga de direito do uso dos recursos hídricos e cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Segundo reza o referido decreto, dependerá de prévia outorga da Secretaria de Recursos Hídricos (SRH-CE), o uso de águas dominiais do Estado que envolva:

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



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

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

Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia da SRH-CE, 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-CE em meados de 1991, e a proposta para enquadramento dos principais cursos d'água do Estado do Ceará, elaborada pela SEMACE, tendo como base à 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 figuram como dispositivos legais as leis orgânicas dos municípios de Miraíma e Amontada.

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 está executando 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 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 Missi é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH-CE), inscrita no CGC/MF nº 11.821.253/0001-42, estabelecida a Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, 01 - Centro Administrativo do Cambeba, 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 Missi será formada pelo barramento do rio homônimo, cuja bacia hidrográfica ocupa uma posição centro-ocidental no município de Miraíma, no Estado do Ceará. A barragem fechará o boqueirão existente na região denominada Fazenda Conceição, a 21,0 km da sede do município de Miraíma. O reservatório terá sua bacia hidráulica totalmente inclusa no território do referido município. O Desenho 01/01 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-222 até a cidade de Umirim. A partir daí, toma-se à direita a CE-BR-402/CE-354 até a cidade de Amontada percorrendo-se cerca de 63,0 km. Toma-se, então, a rodovia implantada CE-176, em direção a Miraíma por 15,0 km até o local denominado Juremal. O acesso ao local do barramento se faz através de uma estrada carroçável, que parte da CE-176, na qual se segue por cerca de 5,0 km até o local do boqueirão.

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

A Barragem Missi servirá para múltiplos usos, dentre os quais citam-se o abastecimento d'água regularizado à cidade de Amontada, a perenização do vale do rio Missi 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 do 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 rio Aracatiaçu do trecho a montante de Amontada até a cidade de Miraíma; o riacho Missi, afluente da margem direita do rio Aracatiaçu, da sua confluência com o rio principal até o local conhecido como Fazenda Conceição; o trecho do riacho Missi a montante da via férrea até a localidade de Poço da Onça e o rio Cruxati, a jusante de Amontada, no trecho compreendido entre a saída dos afluentes riacho das Enxadas e riacho dos Tanques. Nos rios Aracatiaçu e Cruxati a topografia das ombreiras é muito suave não tendo sido identificado nenhum boqueirão viável.

Com base na pesquisa de campo efetuada foram selecionadas três alternativas de eixos barráveis (Eixo I – Açude São Pedro de Timbaúba, Eixo II – Fazenda Conceição e Eixo III – Poço da Onça).

A primeira alternativa consiste no alteamento da barragem do açude São Pedro da Timbaúba, situado dentro da zona urbana de Miraíma e distante 28,0 km a montante de Amontada, com uma capacidade de acumulação atual de 19,0 hm<sup>3</sup>, que equivale a apenas 24,0% do volume afluente médio anual. O alteamento proposto das cotas de coroamento e da cota de sangria seria de 2,0 m aumentando a acumulação do reservatório em 8,2 hm<sup>3</sup>, aumentando sua capacidade de acumulação para 27,3 hm<sup>3</sup>, que representa 34,0 % do deflúvio médio anual.

A segunda opção de barramento situa-se no riacho Missi, na Fazenda Conceição, a cerca de 13 km a montante de Amontada, correspondendo ao local indicado nos estudos de hierarquização elaborados pela SRH-CE, em meados de 1997. Foram



estudadas duas opções de barragens em terra, face a possibilidade de uma grande espessura do aluvião. A primeira opção (Eixo II - a) constituiu-se de um maciço com núcleo delgado de material argiloso (CL) e espaldares de montante e jusante em solo areno-argiloso (SC). A segunda opção estudada foi uma barragem homogênea em solo CL (Eixo II - b). Para o canal de sangria foram estudadas várias combinações de larguras e tipo de soleira espessa e com vertedor Creager, tendo sido escolhido o de menor custo global.

O terceiro local viável para localização do barramento também se situa no riacho Missi, a cerca de 9,0 km da via férrea que liga Fortaleza a Sobral, próximo a localidade de Poço da Onça. Para esta alternativa foi estudada a construção de uma barragem do tipo gravidade em CCR, com vertedouro centralizado na região da calha do rio, totalizando um volume total de concreto de 65.500 m<sup>3</sup>. As condições de fundação do boqueirão apresentam-se propícias a adoção deste tipo de barragem e a região conta com fontes de agregados a pequenas distâncias. O Quadro 3.1 apresenta algumas características básicas das alternativas de barramentos estudadas, bem como seus custos de implantação e o custo do m<sup>3</sup> regularizado.

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

### QUADRO 3.1 - CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DAS ALTERNATIVAS DE BARRAMENTO PROPOSTAS

DISCRIMINAÇÃO	ÁREA INUNDADA (km <sup>2</sup> )	VOLUME DE ACUMULAÇÃO (hm <sup>3</sup> )	VAZÃO REGULARIZADA (m <sup>3</sup> /S)	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO RELATIVO * (R\$)	CUSTO DO m <sup>3</sup> ARMAZENADO (R\$)
Eixo I	-	8,2	-	1.740.514,88	0,21
Eixo II (a)	588,30	18,03	0,314	4.058.102,09	0,23
Eixo II (b)	588,30	18,03	0,314	4.175.814,86	0,23
Eixo III	277,64	28,0	-	7.807.080	0,28

FONTE: SRH-CE, Projeto Executivo da Barragem Missi. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Relatório Preliminar 4).

\* No custo de implantação relativo não constam os serviços comuns a todas alternativas

**QUADRO 3.2 - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS ADUTORES**

DISCRIMINAÇÃO	EXTENSÃO DA ADUTORA (m)	DN (mm)	CUSTO TOTAL (R\$)
Eixo I	14.000	200	1.128.095,65
Eixo II	32.000	200	2.578.387,33
Eixo III (a)	32.000	200	2.658.504,33
Eixo III (b)	33.000	200	3.190.899,26

FONTE: SRH-CE, Projeto Executivo da Barragem Missi. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Relatório Preliminar 4).

Quanto às condições ambientais e socioeconômicas vigentes nas áreas dos eixos barráveis constatou-se que no Eixo I serão desapropriados 40 imóveis rurais, a grande maioria composta por lotes do Perímetro Irrigado pertencente ao DNOCS. O número de famílias a serem reassentadas é praticamente nulo, uma vez que apenas duas habitações serão atingidas. As interferências com infra-estruturas de uso público estão restritas a trechos de rede elétrica de baixa tensão e de estradas vicinais, além de sistemas de irrigação na área do perímetro irrigado.

A submersão de solos agricultáveis apresenta-se significativa quando comparada com os outros eixos, em face da presença de solos explorados com irrigação intensiva. Não foi constatada a presença de áreas de relevante interesse ecológico, tais como reservas indígenas, unidades de conservação, patrimônios arqueológico e paleontológico, ou com espécies endêmicas da flora ou da fauna.

Os riscos de salinização das águas represadas são considerados médios face a presença de solos salinos na bacia de contribuição, 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 apresentam-se relativamente elevados. Apesar do reservatório se situar imediatamente a montante da cidade de Miraíma, há riscos da cidade se desenvolver em direção a este manancial hídrico, podendo vir num futuro próximo a causar a sua poluição. Além disso, o perímetro irrigado ficara localizado em suas margens.



No Eixo II serão desapropriados 17 imóveis rurais e o contingente populacional a ser relocado é composto por 21 famílias. As interferências com infra-estruturas de uso público estão representadas por um trecho da estrada carroçável Riachão/Amontada, trechos de estradas vicinais, trechos de rede elétrica de baixa tensão e uma escola. Quanto aos solos a serem submersos observa-se o predomínio de solos salinos (Planossolos e Solonetz), bem como de solos rasos e pedregosos (Litólicos), pouco propícios à exploração agrícola. Não foi constatada a presença de áreas de relevante interesse ecológico na área do empreendimento. Os riscos de salinização das águas represadas são semelhantes aos constatados no Eixo I, enquanto que os riscos de poluição 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.

No Eixo III serão desapropriadas 11 imóveis rurais, dentre os quais encontra-se uma área de assentamento do INCRA com 1.100 ha. Serão desalojadas 72 famílias, das quais 10 estão vinculadas a área do referido assentamento. Dentre as infra-estruturas de uso público a serem afetadas figuram trechos de rede elétrica de baixa tensão e de estradas vicinais, uma escola, uma igreja e dois cemitérios de pequeno porte. Os solos a serem submersos estão representados principalmente por Podzólicos Vermelho Amarelo rasos e com presença de cascalho na massa do solo e por Regossolos com fragipan, os quais apresentam bom potencial agrícola, tendo limitações à mecanização, no caso dos Podzólicos, e problemas de drenagem no caso dos Regossolos. Não foi constatada a presença de áreas de relevante interesse ecológico na área do empreendimento. Os riscos de salinização das águas represadas, bem como de poluição destas por efluentes sanitários e agrotóxicos são semelhantes aos constatados no Eixo II.

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.

**QUADRO 3.3 - CLASSIFICAÇÃO GERAL**

ITEM	ASPECTOS	FATOR DE PONDERAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO GERAL	PONTOS ASSOCIADOS À CLASSIFICAÇÃO
<b>1</b>	<b>Barragem</b>			
1.1	Custo de Implantação	3	Baixo	3
			Médio	2
			Alto	0
1.2	Vazão regularizada	1	Grande	2
			Média	1
			Pequena	0
1.3	Custo do m <sup>3</sup> regularizado	3	Baixo	3
			Médio	2
			Alto	0
1.4	Volume do reservatório	1	Grande	3
			Médio	2
			Pequeno	1
1.5	Área inundada	1	Pequena	3
			Média	2
			Grande	1
1.6	Impacto Ambiental (bio-físico)	2	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	0
1.7	Impacto Ambiental (sócio-econ.)	2	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	0
1.8	Reassentamento populacional	3	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	0
1.9	Remanejamento de infraestrutura	2	Pequeno	3
			Médio	2
			Grande	1
<b>2</b>	<b>Adutora</b>			
2.1	Custo de implantação e operação	3	Baixo	3
			Médio	2
			Alto	0



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

### **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 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 sua poligonal, com seccionamento a cada 50 m, 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 70 km<sup>2</sup> e mapas digitais na escala 1:5.000 da bacia hidráulica que totalizaram 28,97 km<sup>2</sup>.



As áreas das ocorrências de materiais construtivos a serem exploradas para execução da barragem tiveram suas poligonais amarradas em relação ao eixo barrável e todos os poços escavados para investigação geotécnica das jazidas locados, numerados e amarrados. Foram locadas três jazidas de material terroso (J-1 a J-3), um areal no leito do rio Missi e duas pedreiras (P-1 e P-2), tendo esta última sido descartada devido a grande cobertura de solo detectada pelos estudos geotécnicos.



**QUADRO 3.4**  
**ESTUDO DE ALTERNATIVAS - MATRIZ DE DECISÃO**

Opção de Eixo	Custo Implant.	Vazão Regularizada	Custo m <sup>3</sup> Regulariz.	Volume do Reservatório	Área Inundada	Impac. Amb. (biofísico)	Impac. Amb. (socioecon)	Reassent. População	Remanej. Infraest.	Total pontos Associados	Total Pontos Ponderados	Classificação
	Fator de Ponderação											
	3	1	3	2	1	2	2	3	2			
Eixo I	baixo	pequena	alto	pequeno	pequena	médio	pequeno	pequeno	pequeno	16	38	2º
Eixo II	médio	grande	médio	pequeno	pequena	médio	pequeno	pequeno	pequeno	19	40	1º
Eixo III	alto	grande	médio	pequeno	pequena	médio	pequeno	pequeno	pequeno	17	34	3º



### 3.5.2. Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos realizados objetivaram fornecer informações e elementos relativos ao clima e aos recursos hídricos de superfície, necessários ao desenvolvimento do projeto de construção da Barragem Missi, com vistas ao dimensionamento do reservatório a ser implantado. Desta forma foi efetuada uma caracterização do regime pluviométrico a nível mensal e anual, tendo como base às informações da estação meteorológica de Sobral e do posto pluviométrico de Miraíma.

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 Missi não dispor de estação fluviométrica em seu território, utilizou-se a série estudada para este reservatório no Plano Estadual de Recursos Hídricos. Seguindo o procedimento adotado no PERH, foram obtidas informações de deflúvio correspondentes ao período 1932/1988. O resultado da série de observações produziu um volume médio afluente anual de  $1,36 \text{ m}^3/\text{s}$ , com desvio padrão de 1,98 e coeficiente de variação de 1,45.

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.

Apesar do tempo de concentração ser de 10,6 horas, foi verificado que existia ainda uma forte influência da duração da chuva sobre o hidrograma efluente, sendo adotado portando uma chuva de duração igual a 24 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 Missi foi estimado em 80, de acordo com a avaliação do tipo de solo e do uso da bacia realizada visualmente. A largura do sangradouro da barragem foi definida em função de limitações físicas das ombreiras em 150 m, tendo sido simuladas condições de operação para as cotas de sangria de 52 m, 53 m e 54 m, sendo esta última a cota máxima permitida pelas ombreiras. 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.

Para o dimensionamento do reservatório foi utilizada a série de vazões obtidas do Plano Estadual de Recursos Hídricos 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.

**QUADRO 3.5 – VAZÕES E LÂMINAS DE SANGRIA**

COTA DE SANGRIA (m)	TR = 1.000	ANOS	TR = 10.000	ANOS
	Q(m <sup>3</sup> /s)	h (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h (m)
52	706,2	1,71	1.033,3	2,21
53	657,8	1,63	969,2	2,12
54	608,7	1,55	904,0	2,02
54,7	583,8	1,51	857,5	1,95

FONTE: SRH-CE, Projeto Executivo da Barragem Missi. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I – Estudos Básicos). 82p.

**QUADRO 3.6 – ESTUDO INCREMENTAL DE CAPACIDADE DO AÇUDE (HEC-3)**

V = 36,44 hm <sup>3</sup>		V = 45,90 hm <sup>3</sup>		V = 56,76 hm <sup>3</sup>		V = 65,50 hm <sup>3</sup>	
Q (l/s)	GAR (%)						
225	90%	275	90%	310	90%	330	90%
150	95%	210	95%	240	95%	265	95%
90	99%	135	99%	180	99%	205	99%

FONTE: SRH-CE, Projeto Executivo da Barragem Missi. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I – Estudos Básicos). 82p.

A determinação do tamanho do reservatório teve como base o custo mínimo do volume regularizado. Foram estimados os custos da barragem para cada cota de sangria, sendo elaborada a curva de custo do m<sup>3</sup> regularizado anual associado ao volume armazenado. Com base nos estudos efetuados chega-se a conclusão que o volume máximo de 65,5 hm<sup>3</sup> (cota 54,7) é o mais adequado. O pico de vazão efluyente e lâminas de sangria para os períodos de retorno de 1.000 anos para este volume são de 583,8 m<sup>3</sup>/s e 1,51 m, enquanto que para o período de 10.000 anos esses valores são de 857,5 m<sup>3</sup>/s e 1,95 m. As vazões regularizadas para o volume de 65,5 hm<sup>3</sup> são de 330 l/s para garantia de 90%, 265 l/s para garantia de 95% e de 205 l/s para garantia de 99%.

### 3.5.3. Estudos Geológicos/Geotécnicos

Os estudos geológicos/geotécnicos desenvolvidos pela Projetista tiveram por finalidade definir as características de fundação da barragem estudada, bem como dos materiais de empréstimos.

A nível regional foram individualizados na área estudada dois grandes domínios litológicos: as rochas sedimentares representadas pelo Grupo Barreiras, Dunas e



Aluviões dos rios Aracatiaçu e Missi e, as rochas cristalinas representadas predominantemente por gnaisses e migmatitos. Com menor representatividade aparecem no domínio do embasamento cristalino, rochas plutônicas granulares (granitóides, gabróides e sienitos), Complexo Tamboril-Santa Quitéria (corpos graníticos) e diques ácidos (rochas filoneanas ácidas), estes últimos preenchendo fraturas e recortando as rochas das unidades supra citadas.

Em escala local, a litologia predominante é formada por rochas cristalinas, onde ocorrem gnaisses migmatíticos, quartzitos, xistos, anfibolitos, granitos e calcários cristalinos. Os depósitos aluvionares constatados ao longo do rio Missi, formam extensos terraços de topografia plana, constituídos de solo com granulometria fina, de composição silto-areno-argilosa. Na calha do rio ocorrem areias de granulometria fina a média, com pedregulhos e cascalhos, além de vários afloramentos de rochas xistosas e gnáissicas.

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 Forquilha.

O alinhamento do eixo da barragem se dá mais ou menos segundo E-W. A foliação dominante das rochas que ocorrem na área é orientada segundo NE-SW, com mergulhos para SE com variações entre 40° e 60°. Com base no Diagrama de Roseta, elaborado a partir da medição de 500 direções de fraturas, constata-se que a direção preferencial média se dá segundo NW-SE, concentrando-se principalmente entre N110°Az a N120°Az, representando um percentual de 32% do total medido e entre N170°Az a N180°Az, representando 24,6%. O mergulho se dá preferencialmente na vertical, variando ainda entre 40° a 80° para NE.

Visando completar a caracterização geotécnica da área de implantação do barramento e do vertedouro foi realizada uma campanha de sondagens, abrangendo 12 sondagens à percussão e 9 sondagens mistas. Foram efetuados, também, sete ensaios de infiltração do tipo Lefranc, para determinação do coeficiente de permeabilidade “in situ” do substrato terroso nos trechos em solo



das sondagens mistas SM-3 a SM-9. 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 a execução de quatro sondagens mistas na ombreira direita, entre as estacas 82 e 88, tendo-se verificado que a rocha são, com competência para receber a ação abrasiva das águas, encontra-se posicionada a grande profundidade, requerendo a execução de um muro para ser atingida a soleira.

Foi investigada então as condições geotécnicas da ombreira esquerda, onde as condições topográficas favorecem a implantação do sangradouro, sendo no entanto necessário a adoção de medidas para que a restituição do caudal de sangria não atinja o maciço do barramento. Para tanto foram executadas duas sondagens mistas, cujos resultados não indicaram condições geotécnicas mais favoráveis que a da investigação inicial.

Por fim, foi tentada uma otimização do local inicialmente investigado na ombreira direita, sendo feito o deslocamento deste mais para esquerda. Os resultados obtidos na sondagem mista efetuada demonstra que neste local a rocha a 12 m de profundidade apresenta-se moderadamente dura, com RQD zero, altamente intemperizada e foliada, o que torna este local impróprio para implantação do sangradouro. A análise comparativa das alternativas estudadas para locação do sangradouro, revela que a melhor opção será implantar o sangradouro na ombreira direita no local inicialmente selecionado.

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

Dentro de um afastamento econômico da obra foram locados três jazidas de material terroso (J-1 a J-3), um areal e duas pedreiras (P-1 e P-2). Após a locação das áreas foram feitas cubagens dos materiais e estabelecidas distâncias médias



de transporte. Constatou-se que 50% da área da jazida J-1 e 70% da jazida J-3, bem como a Pedreira P-1 estão posicionadas dentro da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, enquanto que a Jazida J-2, o areal de rio e a Pedreira P-2 estão situadas a jusante do barramento.

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.

**QUADRO 3.7 - CARACTERÍSTICAS DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS**

DISCRIMINAÇÃO	J-1	J-2	J-3
Área Utilizável (m <sup>2</sup> )	85.548	249.122	110.679
Nº de Furos	46	120	25
Prof. Média dos Furos (m)	0,70	0,71	0,90
Vol. Total Material (m <sup>3</sup> )	59.884	176.876	99.611
Camada Média Expurgo (m)	0,10	0,10	0,10
Espessura Média Útil (m)	0,60	0,61	0,80
Vol. Material Utilizável (m <sup>3</sup> )	51.328	151.964	88.543
Classificação do Material (USC)	CL	CL	CL
Distância ao eixo (km)	1,12	2,49	1,24

FONTE: SRH-CE, Projeto Executivo da Barragem Missi. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. (Volume I - Estudos Básicos). 82p.

O areal, localizado no leito do rio Missi, 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 classificado como SP, apresenta valor médio para o coeficiente de permeabilidade de  $6,9 \times 10^{-3}$  cm/s.

As pedreiras estudadas são do tipo rocha gnaisse migmatítico, tendo as campanhas de sondagens rotativas efetuadas em ambas revelado boas qualidades mecânicas da rocha, com índices elevados de RQD. Apresentam como diferencial a espessura da camada de solo de recobrimento superficial, tendo sido detectada uma espessura média inferior a 2,00 m na Pedreira P-1, elevando-se para 3,00 m na Pedreira P-2, razão pela qual esta última foi descartada. Assim sendo, o material pétreo necessário para as proteções dos taludes do maciço,



transições e enrocamento serão oriundos prioritariamente da escavação do substrato rochoso do sangradouro, sendo complementados com o material explorado na Pedreira P-1.

### **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 principal, de terra zoneada, com altura máxima de 17,3 m acima das fundações, com extensão pelo coroamento de 705,0 m, na cota 57,8, sendo prevista a construção de 3 barragens auxiliares de terra zoneada, com alturas máximas variando de 3,17 a 6,45 m acima das fundações, com extensões pelo coroamento variando de 37,0 a 552,0 m.

O sangradouro com soleira livre, terá largura de 150,0 m, estando situado na ombreira direita do maciço principal. Por sua vez, a tomada d'água composta de um tubo de ferro fundido 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 Principal**

A barragem principal 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 17,3 m acima das fundações. O comprimento do maciço é de 705,0 m. As inclinações dos taludes de montante e de jusante são de 1:2,5 e 1:2, respectivamente.

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 56,2 m, cota da cheia decamilenar, entre as estacas 28 e 57. Integra ainda o sistema de drenagem interna um dreno de pé (Rock-fill) no talude de jusante, com seção trapezoidal tendo talude de montante de 1:1 (V:H) e jusante 1:1,5 (V:H), cota de coroamento na 44,00m e largura do coroamento de 2,0m.

Para proteção do talude de montante contra os efeitos erosivos das chuvas e das ondas provocadas pelos ventos foi adotado um “rip-rap” de blocos de rocha sã com espessura total de 0,70 m. No talude de jusante foi prevista uma proteção superficial com camada de 0,30 m de brita de granulometria variada.

### 3.6.3. Barragens Auxiliares

A fim de ser evitada fuga d'água, foram projetadas três barragens auxiliares de terra zoneada, utilizando-se o mesmo material do tipo CL da barragem principal.

A barragem auxiliar 01, está compreendida entre as estacas (-11) e 16+12,00, terá uma extensão de 552 m e altura máxima de 6,45 m. A barragem auxiliar 02, situada entre as estacas 89 e 99+17,70, terá uma extensão de 217,7 m e altura máxima acima das fundações de 3,17 m. No local da estrutura de sangria foi necessária a introdução de uma pequena barragem a esquerda do muro lateral do vertedouro, denominada de barragem auxiliar 03, a qual encontra-se posicionada entre as estacas 79+13,00 e 81+10, perfazendo uma extensão de 37,0 m com altura máxima de 3,56 m.

As inclinações e proteções dos taludes de montante e jusante são os mesmos adotados para a barragem principal. Os taludes das barragens auxiliares não serão providos de calha de drenagem e não foi previsto sistema de drenagem interno nas barragens auxiliares 02 e 03. Na barragem auxiliar 01 foi previsto entre estacas -4 e 16 a execução de um tapete drenante com 0,50m de espessura, que se estende até jusante



#### 3.6.4. Sangradouro

O sangradouro será localizado na ombreira direita do maciço principal, ficando sua soleira encontra-se posicionada na cota 54,7 m, a qual corresponde a um armazenamento d'água de 65,50 hm<sup>3</sup>. Será constituído por um muro de gravidade com soleira em perfil *Creager*, com largura de 150,0 m, projetado para evacuar uma cheia milenar, com lâmina máxima de 1,51 m.

Foram projetado dois muros laterais com extensão de 20,0 m para montante formando o canal de aproximação e mais 20,0 m para jusante formando os muros laterais da bacia de dissipação. O canal de saída, com 150,0 m de largura, tem início na cota 46,7 m, se desenvolvendo por uma extensão de 680m, com declividade de 0,1%.

Apesar do vertedouro estar assente em rocha, devido na incerteza sobre a sua qualidade, foi previsto que o fundo da bacia de dissipação deverá ser revestido em laje de concreto armado com chumbadores. Caso durante a execução das obras se comprove a boa qualidade da rocha, a laje de concreto e os chumbadores serão eliminados.

#### 3.6.5. Tomada d'Água

A tomada d'água será formada por uma tubulação de ferro fundido, envolvida em concreto armado, com diâmetro de 500 mm e comprimento de 79,0 m. A galeria foi dimensionada para uma vazão de 0,33 m<sup>3</sup>/s no nível mínimo de operação do reservatório. A montante da tubulação haverá uma caixa com grade de ferro e a jusante uma caixa 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.



### 3.6.6. Tratamento da Fundação

Visando reduzir a percolação d'água pela fundação da barragem principal, a Projetista optou pela construção de uma trincheira de vedação (Cut-off) preenchida com material impermeável entre as estacas 26+10 e 58, a qual deve atravessar toda a camada de solo residual em ambas as ombreiras. No trecho da calha do rio deverá ser retirada uma camada de solo aluvionar de 1,0 m de espessura, antes do início da escavação da trincheira de impermeabilização. Foi adotada uma trincheira de vedação atravessando todo o aluvião, inclusive uma camada de seixo rolado de quartzo.

Para a barragem auxiliar 01 foi prevista uma trincheira de estanqueidade entre as estacas 1 e 15, com largura da base de 6,0 m e profundidade máxima de 2,0 m, onde alcança um solo residual muito compacto. As barragens auxiliares 02 e 02 A não requerem a adoção de um elemento de controle de fluxo pela fundação, face a reduzida alturas de seus maciços.

Tendo em vista o estado de alteração do substrato rochoso, será efetuado um tratamento das fundações através da execução de uma cortina de impermeabilização, no trecho entre as estacas 29 e 54, ou seja, num segmento de 500,0 m de extensão. Na ombreira esquerda entre as estacas 29 e 35 a cortina terá 12,0m de profundidade dentro do maciço rochoso e no trecho restante terá 6,0 de profundidade.

A cortina terá fisicamente uma única linha que será locada, em planta, no eixo da trincheira de fundação. Os furos deverão ser orientados com a finalidade de interceptar o número máximo de fraturas abertas. A inclinação deve ser de 20° para montante. A cortina será formada de furos denominados primários, secundários, terciários e de confirmação.

### 3.6.7. 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 33 e tem 17,3 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 0,1g. Para as situações de final de construção e rebaixamento rápido o valor do coeficiente sísmico foi reduzido para 0,05g, tendo em vista que estas fases apresentam menor duração ao longo da vida útil da obra, sendo portanto menor a probabilidade de ocorrerem eventos sísmicos com aceleração superior.

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	1,628	1,624	2,320
Final de Construção (talude de jusante)	1,30	1,527	1,524	2,207
Reservatório Cheio (talude de jusante)	1,50	1,820	1,514	1,631
Esvaziamento Rápido (talude de montante)	1,10	1,603	1,539	1,854

FONTE: SRH-CE, Projeto Executivo da Barragem Missi. 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	1,275	1,271	1,808
Final de Construção (talude de jusante)	1,0	1,518	1,215	1,775
Reservatório Cheio (talude de jusante)	1,0	1,441	1,311	1,308
Esvaziamento Rápido (talude de montante)	1,0	1,030	1,024	1,462

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

### 3.6.8. 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 de 1/9.

A permeabilidade do maciço da barragem foi obtida a partir das análises dos ensaios de permeabilidade efetuados nos materiais das jazidas J-1 a J-3, cujos



valores variaram de  $6,3 \times 10^{-7}$  cm/s a  $8,7 \times 10^{-7}$  cm/s. Foi adotada uma permeabilidade igual a  $7,0 \times 10^{-7}$  cm/s para o maciço da barragem e uma permeabilidade 100 vezes maior para o maciço rochoso da fundação. Foi considerada uma espessura de 20,0 m de profundidade de maciço rochoso de fundação permeável.

Para os materiais que serão utilizados nos dispositivos de drenagem interna foi adotada uma permeabilidade de  $6,8 \times 10^{-3}$  cm/s para a areia de rio, tendo como base os resultados dos ensaios de permeabilidade efetuados em amostras do areal que variaram entre  $5,9 \times 10^{-3}$  cm/s e  $7,8 \times 10^{-3}$  cm/s. Para a brita foi considerada uma permeabilidade de  $6,8 \times 10^{-1}$  cm/s. As vazões obtidas para os dispositivos de drenagem interna foram de  $9,18 \times 10^{-8}$  m<sup>3</sup>/s.m para o maciço da barragem e de  $1,0 \times 10^{-5}$  m<sup>3</sup>/s.m para a fundação.

### 3.6.9. 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 90mm, devendo esse rebaixamento do coroamento ser corrigido antes da colocação do revestimento primário.

### 3.6.10. Ficha Técnica

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

#### a) Características Gerais

Nome .....	Barragem Missi
Município .....	Miraíma
Estado .....	Ceará
Curso d'água barrado .....	Rio Missi
Bacia Hidrográfica .....	652,6 km <sup>2</sup>



Bacia Hidráulica .....	1.285,0 ha
Volume de Acumulação.....	65,50 hm <sup>3</sup>
Vazão Regularizada (90% garantia) .....	330 l/s

**b) Barragem Principal**

Tipo .....	Terra Zoneada
Cota do coroamento.....	57,80 m
Cota NA maximorum (Tr = 1.000 anos)...	56,21 m
Comprimento do coroamento .....	706,0 m
Largura do coroamento .....	6,0 m
Altura máxima acima das fundações.....	17,3 m
Talude montante.....	1:2,5
Talude de jusante .....	1:2

**c) Barragem Auxiliar nº 1**

Tipo .....	Terra Zoneada
Comprimento do coroamento .....	552,0 m
Altura máxima acima das fundações.....	6,45 m
Talude montante.....	1:2,5
Talude de jusante .....	1:2

**d) Barragem Auxiliar nº 2**

– Tipo .....	Terra Zoneada
– Comprimento do coroamento .....	217,7 m
– Altura máxima acima das fundações .....	3,17 m
– Talude montante.....	1:2,5
– Talude de jusante.....	1:2

**e) Barragem Auxiliar nº 2 A**

– Tipo .....	Terra Zoneada
– Comprimento do coroamento .....	37,0 m
– Altura máxima acima das fundações .....	3,56 m



- Talude montante..... 1:2,5
- Talude de jusante..... 1:2

#### **f) Sangradouro**

- Tipo .....Canal Natural  
Escavado (soleira Perfil Creager )
- Cota da soleira .....54,7 m
- Largura.....150,00 m
- Lâmina máxima (Tr = 1.000 anos) ..... 1,51 m
- Descarga de projeto.....608,7 m<sup>3</sup>/s

#### **g) Tomada D'água**

- Diâmetro.....500 mm
- Comprimento .....79,0 m
- Vazão regularizada.....0,33 m<sup>3</sup>/s

#### **3.6.11. Cronograma e Custos do Projeto**

O cronograma de construção das obras da Barragem Missi foi elaborado com o objetivo de orientar a Empreiteira quanto à seqüência de execução de cada serviço, tendo sido previsto um prazo de 360 dias para a construção da barragem. As obras pertinentes à construção da Barragem Missi foram orçadas em R\$ 10.155.566,75, apreços de maio de 2002.

#### **3.6.12. Projeto da Adutora de Amontada**

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

No dimensionamento e definição da vazão de projeto foi considerada uma população beneficiada de 12.475 habitantes, tendo como horizonte o ano de 2023. A captação deverá ser feita diretamente na Barragem Missi, distando cerca



de 14 km a montante de Amontada. A partir do barramento o caminamento da adutora acompanhará a estrada carroçável que se desenvolve inicialmente pela margem direita do rio Missi, passando em seu trecho final a margear o rio Aracatiaçu. O sistema de captação será composto por conjuntos moto-bombas submersíveis (1+1 reserva) instalados sobre plataforma flutuante, com potência das bombas de 67 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, construída pela FUNASA – Fundação Nacional de Saúde, que só então será colocada em operação. Para aduzir a água da Barragem Missi até a estação de tratamento deverá ser implantada uma linha adutora de água bruta de 13.300 m de extensão, com diâmetro de 200 mm. A vazão do sistema (máxima diária de final de ano) é de 29,63 l/s e a classe de pressão máxima dos tubos de 1 Mpa.

A estação de tratamento construída pela FUNASA que será aproveitada pelo atual projeto é do tipo ETA compacta em fibra de vidro, sendo composta por dois Clarifyber II da Hemfibra com vazão de 40 a 70 m<sup>3</sup>/h, modelo CLA – II Série 300. 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 Amontada no ano 2023 que é de 29,63 l/s (106,67 m<sup>3</sup>/h).

A estação elevatória de lavagem dos filtros existente será reaproveitada pelo empreendimento ora em análise. A estação elevatória de água tratada, por sua vez, conta com um grupo motobomba Meganorm bloc 80-160 Rotor 154/1 22, com motor de 5 Cv e arranjo 1+1, não tendo capacidade suficiente para atender o sistema, razão pela qual deverá ser substituída, juntamente com todo o sistema elétrico de acionamento. A casa de química é composta por um laboratório, casa de cloração, casa de sulfato com tanques em fibra e motores, dois depósitos e um banheiro.



Depois de filtrada e clorada a água será armazenada no reservatório com capacidade de 200 m<sup>3</sup>, construído pela FUNASA, e que ainda não foi posto em operação. A partir daí a água será aduzida através de uma adutora de água tratada com extensão de 860 m e diâmetro de 200 mm, a ser construída, até o reservatório elevado existente na cidade de Amontada (200 m<sup>3</sup>).

Complementando o sistema de reservação será construído mais um reservatório apoiado com capacidade de 450 m<sup>3</sup>, garantindo assim a reservação necessária para o final de plano (850 m<sup>3</sup>).

O sistema de poços, a elevatória de água tratada, a adutora de água tratada e o reservatório de reunião que integram o atual sistema em operação na cidade de Amontada serão desativados. As características técnicas do Sistema Adutor de Amontada são as seguintes:

- Manancial: Barragem Missi;
- População beneficiada no ano 2023: 12.475 hab;
- Tipo de Captação: bombas submersíveis em flutuante;
- Número de Bombas da Captação: 1+1 de reserva;
- Potência das Bombas da Captação: 67,0 Cv;
- Potência da Subestação Elétrica: 75,0 Kva;
- Adutora de Água Bruta (extensão): 13.300 m;
- Adutora de Água Bruta (diâmetro): 200 mm;
- Adutora de Água Bruta (vazão do sistema – máxima diária de final de 1 ano): 29,63 l/s;
- Adutora de Água Bruta (classe pressão máxima dos tubos): 1 Mpa;
- Adutora de Água Tratada (extensão): 860 m;
- Adutora de Água Tratada (diâmetro): 200 mm;



- Adutora de Água Tratada (vazão do sistema – máxima diária de final de 1 ano): 29,63 l/s;
- Adutora de Água Tratada (classe pressão máxima dos tubos): 1 Mpa;
- Tipo de Tratamento: ETA Compacta em fibra de vidro (construída pela FUNASA);
- Reservação: 1 reservatório elevado com 200 m<sup>3</sup> (construído pela FUNASA), 1 reservatório elevado com 200 m<sup>3</sup> (existente em Amontada) e 1 reservatório apoiado com capacidade de 450 m<sup>3</sup>, perfazendo ao todo uma reservação de 850 m<sup>3</sup>.

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

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



MONTGOMERY WATSON



## **4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

---



## 4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 4.1. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de influência física do empreendimento está representada pela bacia hidráulica do reservatório e por sua faixa de proteção periférica, perfazendo, aproximadamente, um total de 1.285,0 ha, compreendendo parte da zona rural do município de Miraiíma, 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 Amontada beneficiada com reforço no fornecimento d'água regularizado; 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 Caicó - P<sub>ε</sub>c), aparecendo em menor escala as coberturas sedimentares terció-quadernárias representadas pelas Aluviões do rio Missi e tributários. Ocorrem, ainda, na região circunvizinha, no domínio do embasamento cristalino, corpos granitóides (PS<sub>γ</sub>), com destaque para as serras do Missi, São



Domingos, da Lolaia e do Camará posicionadas à sudoeste do futuro reservatório, as quais ocorrem encaixadas no Complexo Tamboril-Santa Quitéria (Pε tsq).

Encaixado na seqüência dos complexos Caicó e Tamboril-Santa Quitéria, observa-se a ocorrência de diques ácidos formados por rochas filoneanas ácidas, como granitos, aplitos, pegmatitos e veios quartzosos, que estão associados ao preenchimento de fraturas.

No domínio do embasamento sedimentar destacam-se os Aluviões do rio Aracatiaçu, que se estendem desde as confluências com o rio Missi e com o riacho Amontada até o litoral. Apresenta-se a seguir uma breve descrição das litologias presentes na área do empreendimento.

O Complexo Caicó ocorre no local das obras e em cerca de 90,0% da área englobada pela bacia hidráulica do reservatório. Litologicamente, a seqüência é constituída de gnaisses variados, freqüentemente intercalados por quartzitos, metarcóseos, anfibolitos e calcários cristalinos, além de migmatitos.

Em termos estruturais, o conjunto formado pelas falhas transcorrentes de Sobral-Pedro II, Humberto Monte e Forquilha constituem as principais feições da região. A Falha de Forquilha, com extensão aproximada de 130,0 km, possui direção NE-SW, estando posicionada a uma distância de cerca de 4,0 km à NE do eixo da Barragem Missi.

As Aluviões ocorrem em cerca de 10,0% da área englobada pelo empreendimento aparecendo de forma mais representativa ocupando o terraço e o leito fluvial do rio Missi, cujo vale é mais largo, com terraços marginais de solo silto-areno-argiloso inundáveis durante os períodos de enchentes. Via de regra, a espessura da faixa de aluviamento é pequena, tendo-se constatado, no entanto, em alguns trechos nas imediações do barramento um pacote de aluvião chegando a atingir até 600 m de largura com espessuras em torno de 8,0m. Litologicamente estão representadas por solos de granulometria fina, com textura silto-areno-argilosa, além de areias de granulometria fina a média, com pedregulhos e cascalhos



associadas à calha do curso d'água e diversos afloramentos de rochas xistosas e gnáissicas.

Na área do eixo do barramento as unidades litológicas presentes compreendem gnaisses migmatíticos, quartzitos, xistos, anfibolitos, granitos e calcários cristalinos.

#### *4.2.1.2. Geomorfologia*

Na região onde será assente o empreendimento observa-se três unidades de relevo: a Depressão Sertaneja, os Maciços Residuais e a Planície Fluvial do rio Missi 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, sendo observado ocasionalmente a presença de afloramentos rochosos.

As serras e morros residuais, por sua vez, apresentam forte ruptura de declive, sendo constituídos predominantemente por rochas granítico-migmatíticas e gnáissicas. Merece destaque, na região as serras do Missi, São Domingos e da Lolaia situadas a sudoeste do reservatório.

No território da área do empreendimento, destaca-se a planície fluvial do rio Missi, como a mais significativa, chegando a formar em alguns pontos extensas áreas planas com larguras superiores a 600 m, as quais estão sujeitas a inundações periódicas.

#### *4.2.1.3. Recursos Minerais*

Com relação à ocorrência de minerais na área a ser ocupada pela bacia hidráulica da Barragem Missi, durante a pesquisa de campo efetuada pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft constatou-se apenas a presença de



materiais pétreos, terrosos e granulares usados principalmente na construção civil e veios de pegmatitos. 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 da Barragem Missi.

Não foi constatada a presença de rochas carbonatadas na área, 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 três localidades, Irauçuba, São Luís do Curu e Santa Quitéria, que distam da área do eixo aproximadamente 29,0 km, 72,0 km e 100,0 km, respectivamente. Foram identificadas duas regiões com tradição em eventos sísmicos, Canindé e Granja, que distam da área do eixo de 110 a 112 km, ambas apresentando sismos com magnitudes inferiores a 3,0 graus na escala Richter.

Tendo em conta que os eventos sísmicos registrados são de magnitude baixa a moderada, que a Barragem Missi encontra-se assente predominantemente sobre o embasamento cristalino e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa, com valor máximo de 14,0m, 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 da Barragem Missi são os Planossolos Solódicos em associação com Solonetz Solodizados e Litólicos Eutróficos. Numa escala relativamente reduzida aparecem os solos Aluviais associados à planície fluvial do rio Missi. Observa-se que em termos de potencial agrícola, cerca de 90,0% dos solos que serão submersos são impróprios para o uso com irrigação, estando os solos com potencial para desenvolvimento hidroagrícola restrito apenas às Aluviões.

Na área da bacia de contribuição, por sua vez, observa-se o predomínio da associação de solos composta por Planossolos Solódicos, Solonetz Solodizados e Litólicos, que respondem por cerca de 52,0% da área da bacia hidrográfica. Em segundo lugar aparece a associação formada por solos Litólicos Eutróficos e afloramentos de rocha, ocupando cerca de 30,0%, seguido pela ocorrência dos solos Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos em associação com Regossolos Eutróficos com cerca de 18,0%.

Os Planossolos Solódicos são solos moderadamente profundos a rasos, bastante susceptíveis à erosão, imperfeitamente drenados e de baixa permeabilidade, sofrendo encharcamento durante o período chuvoso e fendilhamento na época seca. Apresentam teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais. Normalmente estão associados aos solos Solonetz Solodizados e Litólicos Eutróficos. Atualmente a exploração destes solos centra-se no extrativismo da carnaúba, além da pecuária extensiva suplementada com pastagens naturais. São aproveitados, também, em pequena escala, com culturas de subsistência. Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial.

Os Solonetz Solodizados são solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados e 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. A exemplo do que ocorre com os Planossolos Solódicos apresentam, também, problemas de encharcamento no período chuvoso e ressecamento/fendilhamento no período seco.

A exploração dos carnaubais nativos constitui o seu aproveitamento mais econômico. Atualmente a maior parte destes solos não é cultivada, sendo aproveitada com pecuária extensiva. Verifica-se, também a exploração de pequenos cultivos de subsistência. Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial.

Os Litólicos Eutróficos são solos rasos, de textura arenosa/média, apresentando pedregosidade/rochosidade superficial, drenagem moderada a acentuada, sendo bastante susceptíveis à erosão face à reduzida espessura. Não se prestam ao uso agrícola, razão pela qual geralmente apresentam a sua cobertura vegetal preservada. São comuns as presenças de afloramentos rochosos associados a este tipo de solo. São geralmente destinados à pecuária extensiva, sendo constatado nas áreas onde o horizonte A é mais espesso, pequenos cultivos de subsistência.

Os Solos Aluviais são de fertilidade natural alta, com drenagem moderada a imperfeita, sem problemas de erosão, mas com riscos periódicos de inundação. São moderadamente profundos a muito profundos. 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 Missi.

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 Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos ocupam terrenos associados ao embasamento cristalino a leste do futuro reservatório. São rasos, com média a baixa acidez e fertilidade natural média a alta. Via de regra são solos moderadamente drenados, com os solos rasos apresentando drenagem moderada ou imperfeita. Ocorrem em relevo suave ondulado.

Apresentam restrições acentuadas no que se refere a drenagem e a presença de cascalho na massa do solo, as quais reduzem drasticamente as suas potencialidades hidroagrícolas. São bastante utilizados com milho, feijão, algodão e pecuária extensiva.

Os Regossolos Eutróficos compreendem solos AC, pouco desenvolvidos, que formam associação com Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos. São arenosos, com presença de fragipan logo acima da rocha, profundos a moderadamente profundos e porosos. Ocorrem em relevo plano a suave ondulado. São solos cuja drenagem está em função da profundidade onde se encontra o fragipan e a rocha, podendo variar desde moderada até excessivamente drenados.

O cultivo racional destes solos requer o controle da erosão nas áreas com relevo suave ondulado, bem como adubações para suprir as deficiências de fósforo e nitrogênio. São bastante utilizados com cultivos de subsistência, algodão e caju, bem como com pecuária extensiva. São considerados impróprios para o desenvolvimento hidroagrícola, face às inúmeras limitações para solos e drenagem.

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

De acordo com o levantamento aerofotogramétrico realizado pela Base S.A., em meados de 2002, na escala de 1:15.000, complementado com checagem de campo, o uso atual dos solos na região onde será implantada a Missi, 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 corte e ovinos. Em segundo lugar aparece com destaque o extrativismo da carnaúba (pó). A agricultura tradicional integrada está baseada nos cultivos de milho, feijão, algodão e mandioca, 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 milho nas vazantes de açudes. O plantio de fruteiras apresenta-se pouco representativo, destacando-se os cultivos de cocoda-baía, caju e banana.

A situação das matas ciliares da Bacia do Missi encontra-se bastante comprometida, principalmente nas regiões de alto e baixo cursos, onde observa-se grandes extensões de áreas desmatadas para dar lugar a cultivos agrícolas.

A mata ciliar do rio Missi atinge uma extensão de cerca de 10 km, ou seja, 25,6% da extensão total do seu talvegue, apresentando nos trechos mais preservados largura média de 110 m. A região próxima a nascente apresenta-se relativamente preservada, entretanto no trecho compreendido entre a localidade de Raposa e Fazenda Aroeira, na região de alto curso do rio Missi, a mata de várzeas apresenta-se bastante degradada pela ação antrópica. Deste ponto até o fim da bacia hidráulica da Barragem Missi, observa-se a presença de mata ciliar e caatinga de porte arbóreo relativamente densa protegendo com mais intensidade a margem direita. Na área da bacia hidráulica da Barragem Missi a mata ciliar apresenta-se bastante fragmentada, predominando áreas antropizadas, sendo observado a substituição da vegetação nativa por campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo ralo, com um aumento progressivo das áreas antropizadas até o eixo do barramento.

O estado mais crítico de desmatamento da mata ciliar do rio Missi é constatado do trecho a jusante do eixo do barramento até a confluência com o rio Aracatiaçu, onde se observa um alto grau de devastação predominando áreas antropizadas.



Dentre as atividades extrativas desenvolvidas na Bacia do Missi, as que mais se destacam são a exploração do pó de carnaúba em Miraíma, além da extração de lenha e da produção de carvão vegetal em Miraíma e Irauçuba.

A irrigação é uma prática pouco difundida na bacia de contribuição da Barragem Missi, não tendo sido constatada a presença de perímetros públicos de irrigação. A irrigação difusa, por sua vez é praticamente inexistente, tendo sido observado raros cultivos agrícolas irrigados as margens do rio Missi na sua região de alto curso, no município de Irauçuba.

Na área da bacia hidráulica da Barragem Missi observa-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo/herbáceo (cerca de 85,0% da área), a qual apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do rio Missi. 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 leste (serras do Missi, da Lolaia, São Domingos e Uruburetama) e ao sul (serras do Manoel Dias e da Boa Vista) do futuro reservatório.

#### 4.2.3. Clima

Segundo a classificação de Köppen, a área do empreendimento possui um clima do tipo Aw' – tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no 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 960,4 mm.

A temperatura média anual oscila entre 26,2°C e 27,5°C. Os meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de maio, junho e julho. Já a umidade relativa média anual é de 67,9%, chegando a apresentar seus maiores valores no trimestre mais úmido (março/maio), quando ultrapassa 80,0%.

Os ventos na região são fracos, atingindo uma velocidade média anual de 1,2 m/s. A direção predominante dos ventos é Nordeste, sendo as calmarias freqüentes em todos os meses.

A insolação média anual é da ordem de 2.416,6 horas, o que corresponderia, em tese, a aproximadamente 55,2% 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 evaporação média anual é da ordem de 1.914,7, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 63,7% do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 7,5 mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 3,2 mm/dia, sendo que o trimestre março/maio responde por apenas 15,5% da evaporação anual.

A evapotranspiração média anual é de 1.926,0 mm, com variações mensais entre 118,0 mm (abril) e 202,0 mm (outubro). 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 rio Missi até o local do barramento, na localidade de Fazenda Conceição, em Miraíma, abrange uma área de 652,6 km<sup>2</sup>, estando situada na Bacia do Aracatiaçu.

Drenando uma área de, aproximadamente, 3.414,7 km<sup>2</sup> a Bacia do Aracatiaçu apresenta configuração longilínea, com comprimento do talvegue de 181 km, índice de compacidade alto (1,88) e fator de forma reduzido (0,10), que traduzem uma menor tendência a formação de picos de cheias. Destacam-se como principais afluentes os rios Missi, pela margem direita, e o rio Pajé, pela margem esquerda. Antes de se aproximar da foz, já à jusante da localidade de Canaã, são sentidos os efeitos das marés, formando um pequeno estuário.

O regime do rio Aracatiaçu é intermitente, contando no entanto com cerca de 63,0 km de trechos perenizados. Ao longo do médio curso, os trechos perenizados correspondem a 53,0 km no município de Sobral e 10,0 km no município de Miraíma. O nível de açudagem na Bacia do Aracatiaçu é baixo, destacando-se atualmente, os açudes Santo Antônio do Aracatiaçu (24,25 hm<sup>3</sup>), em Sobral; São Pedro das Timbaúbas (19,25 hm<sup>3</sup>) em Miraíma; Patos (13,65 hm<sup>3</sup>) e Santa Maria (8,40 hm<sup>3</sup>), em Sobral, os quais permitem a perenização do rio Aracatiaçu.

Nesta bacia a Barragem Missi barrará o rio homônimo, cuja bacia hidrográfica drena na altura do eixo do barramento uma área de 652,6km<sup>2</sup>. O rio Missi tem suas nascentes nas imediações das serras da Aroeira e do Mandacaru e desemboca no rio Aracatiaçu na localidade denominada Taburuna, destacando-se como principais afluentes o rio Riachão, pela margem direita, enquanto que pela margem esquerda não aparece nenhum afluente com maior significância.



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

- Poluição por Efluentes de Esgoto Urbano

Na bacia de contribuição da Barragem Missi o volume de esgotos afluente a este manancial hídrico é de 12,47 l/s. A cidade de Irauçuba posicionada a cerca de 30,0 km da área da sua bacia hidráulica contribui com um aporte de efluentes sanitários de 9,66 l/s a este reservatório. Aparece, ainda, como contribuinte o povoado de Missi, que dista cerca de 15 km da bacia hidráulica do futuro reservatório e apresenta vazão de efluentes sanitários da ordem de 2,81 l/s.

- Poluição Industrial

Na bacia de contribuição da Barragem Missi a ocorrência de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos é praticamente nula. De acordo com os dados da FIEC- Federação das Indústrias do Estado do Ceará, publicados para o ano 2000, o município de Irauçuba não conta com indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos, estando seu parque industrial centrado na indústria de confecção, aparecendo ainda estabelecimentos industriais dos ramos Madeira e Mobiliário e Produtos alimentares (padarias). Ressalta-se, no entanto, que a exemplo do que ocorre no território cearense como um todo, o ramo Matadouros e Frigoríficos também deve encontrar-se presente no referido município, uma vez que a quase totalidade dos estabelecimentos deste tipo de indústria funcionam, geralmente, de forma clandestina, sem registro nos órgãos competentes, não apresentando condições mínimas de abate.

O Programa de Promoção Industrial não prevê a implantação, na bacia de contribuição da Barragem Missi, de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos.

- Riscos de Poluição das Águas Represadas por Agrotóxicos

Não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição da Barragem Missi. Além disso, a irrigação difusa é uma prática



pouco disseminada na região, dado a escassez de recursos hídricos e o baixo potencial agrícola dos solos, tendo sido constatada apenas na região de alto curso do rio Missi a presença de raros cultivos agrícolas irrigados. Assim sendo, pode-se afirmar que os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Missi por agrotóxicos são atualmente 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 da Barragem Missi, observa-se, na sua bacia de contribuição, a presença de Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados como primeiro e terceiro elementos da associação de solos PL6 (Planossolos Solódicos + Litólicos + Solonetz Solodizados). Constata-se, ainda, a ocorrência desta associação na área da bacia hidráulica, além de Solonetz e Planossolos associados aos Aluviões como primeiro e segundo elementos da associação SS2 (Solos Aluviais + Solonetz Solodizados). Tal situação pode ser enquadrada como de risco elevado de salinização para águas represadas, risco que poderá ser agravado em função do tempo de detenção da água no reservatório ser de 1,5 anos.

Assim, é importante que esta questão seja considerada na operação deste reservatório, procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando à manutenção de sua qualidade, e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.

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

Dado o seu caráter intermitente não foi possível apresentar no presente relatório dados sobre a qualidade das águas do rio Missi em termos físico-químicos e



bacteriológicos, devendo por ocasião do estabelecimento da quadra invernososa ser efetuada uma campanha de amostras com esta finalidade.

Objetivando analisar a qualidade dos recursos hídricos superficiais da região foram apropriados então dados do Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade efetuado pela COGERH, englobando os reservatórios posicionados na bacia do rio Aracatiaçu, do qual o rio Missi se constitui no principal afluente, e que se caracteriza por apresentar praticamente a mesma composição de manchas de solos.

Quanto ao nível de salinidade, as campanhas de monitoramento empreendidas pela COGERH, em meados de 2001, nos principais açudes do Estado do Ceará revelam que os quatro açudes monitorados na bacia do rio Aracatiaçu (açudes São Pedro das Timbaúbas (0,12 mS/cm), Santo Antônio do Aracatiaçu (0,39 mS/cm), Santa Maria(0,38 mS/cm) e Patos (0,33 mS/cm)) apresentam águas com níveis de salinidade baixo (até 0,25 miliSiemens, a 25°C) a médio (CE entre 0,25 e 0,75 miliSiemens, a 25°C).

#### *4.2.4.2. Recursos Hídricos Subterrâneos*

Os sistemas aquíferos que ocorrem na bacia hidráulica da Barragem Missi podem ser classificados como aquíferos sedimentares, representados pelas Aluviões do rio Missi, e cristalinos, estes últimos chegando a ocupar cerca de 90,0% da área da bacia. Dentro do contexto aqui estudado, a implantação da Barragem Missi poderá influir na alimentação destes aquíferos através de processos de infiltração vertical.

O aquífero cristalino apresenta a sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento associados à extensão, grau de abertura e conexão das zonas de fraturamento das rochas. A recarga se dá através da pluviometria, rede hidrográfica e Aluviões. Apresentam potencial hidrogeológico baixo. Quanto à qualidade das águas, os aquíferos cristalinos apresentam potabilidade dentro do limite de passável a medíocre, motivada pela 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 é considerado elevado a médio. Quanto à qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade, apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco, quase sempre, inferior a 500 mg/l.

### **4.3. MEIO BIÓTICO**

#### 4.3.1. Flora

A cobertura vegetal da área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Missi pode ser dividida nos seguintes ecossistemas: caatinga hiperxerófila e matas ciliares e lacustres.

A caatinga hiperxerófila constitui a principal formação vegetacional da área em estudo, sendo caracterizada pelo elevado grau de xerofitismo, caráter caducifoliar, grande ramificação do tronco e frequência de plantas espinhosas. Em termos fitofisionômicos a cobertura vegetal da área apresenta na sua quase totalidade uma fisionomia arbustiva, relativamente degradada nas imediações dos leitos de drenagem, apresentando espécies arbóreas esparsas.

Aparecem entre as espécies arbóreas desta comunidade: sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*) e jucá (*Caesalpinia ferrea*), entre outras. O estrato arbustivo é composto por marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), matapasto (*Cassia sericea*), e mofumbo (*Combretum leprosum*). Nas áreas degradadas é frequente a presença da jurema preta (*Mimosa acutitipula*).

Na área da bacia hidráulica do reservatório a caatinga hiperxerófila apresenta-se bastante descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da



agricultura itinerante, pecuária extensiva e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada, sendo bastante comum a ocorrência de capoeiras de caatinga.

A mata ciliar do rio Missi apresenta-se bastante descaracterizada, estando substituída em diversos pontos por campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo, sendo observado um aumento progressivo das áreas antropizadas em direção ao eixo do barramento. A principal espécie que habita esses ecossistemas é a carnaúba (*Copernicea prunifera*), que normalmente ocorre associada ao juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e oiticica (*Licania rigida*), além de espécies arbustivas, gramíneas, ciperáceas e trepadeiras.

#### 4.3.2. Fauna

A semi-aridez vigente na região, aliada aos constantes desmatamentos e caça predatória vem contribuindo para que a fauna local se apresente pobre em espécies e com baixo grau de endemismo. A vegetação de caatinga hiperxerófila arbustiva, tipo vegetacional predominante na área, encontra-se bastante degradada, tendo-se observado que a erradicação da vegetação nativa ou sua substituição por cultivos agrícolas encontra-se mais concentrada nas áreas de várzeas. Tais atividades, aliadas à caça predatória, vem reduzindo as populações e o número de espécies da fauna.

Praticamente todos os mamíferos silvestres de grande e médio porte se encontram extintos ou em vias de extinção na região. Os espécimes remanescentes são de pequeno tamanho e reprodutivamente prolíficos, apresentando em geral, hábitos noturnos.

Os mamíferos de maior porte são, em geral, tímidos, refugiando-se nas matas de serrotes e outros locais de difícil acesso, tendo como membros: gato do mato, gato maracajá, guaxinim, 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 maracajá, gato do mato, furão e tatu; espécies freqüentes - peba, cassaco e mocó ; espécies abundantes - preá, raposa, guaxinim.

A ornitofauna apresenta-se bastante diversificada na área, englobando todos os níveis tróficos (frutívoras, insetívoras, granívoras, carnívoras, etc.). No entanto, sofre a ação dos caçadores dado os seus valores canoros, além de servir de fonte protéica para os habitantes da região. A situação das aves na área pode ser sintetizada da seguinte forma: espécies extintas ou ameaçadas de extinção - periquito, seriema, carcará, sericóia, gavião e sabiá; espécies freqüentes e/ou abundantes - rolinhas, juriti, bem-te-vi, galo de campina, tetéu, nambus, anuns.

Em termos de habitat, nas caatingas e capoeiras ocorrem alguns grupos de aves adaptadas a este ambiente hostil, podendo-se mencionar entre estas espécies: rolinhas, juriti, avoante, graúna, corrupeirão, nambus, galo de campina, golinha, sabiá, carcará e gavião, entre outros. Entre as aves que freqüentam as áreas de entorno dos ecossistemas aquáticos figuram golinha, galo de campina, anuns, corrupeirão, carcará e tetéu, entre outros. Já as zonas antropizadas apresentam uma avifauna menos diversificada, composta por espécies que estão mais adaptadas à presença humana: bem-te-vi, anuns e tetéus .

A fauna de répteis da região onde se insere o projeto encontra-se representada por lagartos e cobras. Os camaleões e tejos são freqüentes, mas sofrem a ação da caça e do desmatamento. As cobras não venenosas, de várias espécies, apesar de normalmente perseguidas pelo homem rural, ainda são abundantes, principalmente em torno dos açudes. Dentre as cobras venenosas as mais temidas são a jararaca, a cascavel e a salamandra. No entanto, face ao combate sistemático que lhes é dado, estas vêm se tornando relativamente raras.

Em termos de habitat, a maioria muito dos répteis da região vive nas caatingas e capoeiras (camaleões, tejus, tijubinas), embora diversas espécies de ofídeos e



lagartos visitem com frequência o ambiente lacustre/ribeirinho. Nas áreas antrópicas é relativamente comum a presença de calangos.

Os insetos, com suas diversas ordens, constituem o grupo faunístico mais representativo na área, tanto em número de espécies, como pela sua população. Encontram-se representados principalmente por fitófagos (bicudo, abelhas, formigas, borboletas, lagartas, etc.), ocorrendo, também, a presença de espécies hematófagas (muriçoca, mutuca e barbeiro).

A maioria dos insetos vive nas áreas de caatinga e várzeas dos cursos d'água, sendo o número de espécies que frequenta as zonas antrópicas, também, relativamente significativo, com destaque para: bicudo do algodoeiro, mosca comum, muriçoca, grilo, gafanhoto, barata, entre outros.

Os aracnídeos encontram-se representados pelas aranhas, escorpiões e lacraias, tendo como habitat preferencial, a caatinga, constituindo exceção algumas espécies de aranhas que ocorrem, também, nas áreas de várzeas e zonas antrópicas.

A ictiofauna dos rios da região é pobre e altamente adaptada à ecologia regional. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, cangati, cará, piaba, piau comum e camarão pitu (crustáceo). Algumas espécies de peixes (curimatã, piau, piaba) descem e sobem o rio "mãe" na época da desova, fenômeno conhecido como piracema. Não foi constatada a presença espécies piscícolas predadoras na Bacia do rio Missi, nem tão pouco a presença de espécies ictícas exóticas aclimatizadas nos açudes da região.

Já os anfíbios, representados pelas famílias dos bufonídeos (sapos) e ranídeos (rãs) vivem nas áreas de entorno dos cursos d'água, alimentando-se preferencialmente de insetos. O Quadro 4.6 sumariza as espécies da fauna existentes na região.



#### 4.3.3. Espécies Florísticas e Faunísticas Endêmicas

Não existe para o Estado do Ceará, estudo específico sobre as espécies florísticas e faunísticas endêmicas de determinadas regiões do seu território. Assim sendo, optamos por 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 pyrifolium*), 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 as listagens elaboradas por estes órgãos, 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 Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mercês Sabiaguaba e Nazário representativa do ecossistema do complexo vegetacional litorâneo. A referida unidade de conservação foi criada pela Portaria 113, de 25/10/93, conta com uma área de 50 ha, estando sua administração a cargo da iniciativa privada. Localiza-se no litoral do município de Amontada, não sendo afetada pelo empreendimento ora em análise. Com efeito a Barragem Missi além de não interferir com a área da referida unidade de conservação, não irá tão pouco resultar em pressão antrópica sobre seu território, visto que esta dista mais de 60,0km do eixo do barramento, estando posicionada na área de um tributário do rio Aracatiaçu que não sofrerá interferência do projeto ora em análise.

### 4.4. MEIO ANTRÓPICO

#### 4.4.1. Área de Influência Funcional

##### 4.4.1.1. Aspectos Demográficos

Os municípios de Amontada, Irauçuba e Miraíma, que compõem a área de influência funcional do empreendimento, ocupam uma área geográfica de 3.732,9 km<sup>2</sup>, o que representa apenas 2,6% do território estadual. De acordo com o IBGE, em 2000, a população total para o conjunto dos municípios contemplados era



constituída por 63.310 habitantes. Nesse ano, a taxa de urbanização atingiu um percentual de 43,35%.

A carga demográfica calculada para a área de influência funcional foi de 16,96 hab/ km<sup>2</sup>, menor que a densidade demográfica constatada para o Estado (50,77 hab/ km<sup>2</sup>). No que se refere à análise da estrutura populacional por sexo, observou-se uma dominância do sexo masculino sobre o feminino, com 51,6% contra 48,3%.

As taxas anuais de crescimento das populações totais verificadas no período intercensitário de 1996/2000, demonstraram crescimento em todos os municípios, implicando em uma taxa média de 3,25% ao ano. Nesse período, todos os municípios apresentaram, também, crescimento de suas populações urbanas e rurais, exceto o município de Miraíma, cuja população rural sofreu regressão.

A estrutura etária da população revela a predominância da população jovem, traço comum na região Nordeste e no Estado. Tal fato é confirmado pelas estatísticas, visto que 51,8% da população total dos municípios considerados é composta por pessoas com idade inferior a 20 anos de idade.

Com relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (2000) indicam que 61,0% das pessoas responsáveis pelos domicílios recebe mensalmente rendimentos menores que dois salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população.

A taxa de analfabetismo atinge um percentual de 42,1% de analfabetos e semianalfabetos entre o total de pessoas maiores de cinco anos de idade, índice superior ao registrado para o Estado (29,3%). Entre a população economicamente ativa esse percentual cai para 35,8%, mesmo assim, esse percentual ainda é considerado elevado.



Para os municípios da área de influência funcional o IDH-M em 1991, situou-se na faixa de 0,363 a 0,387, índice considerado baixo, mas bastante satisfatório se comparado ao IDH-M do Estado (0,517).

#### *4.4.1.2. Infra-estrutura Física e Social*

##### **a) Setor Educacional**

O setor educacional dos municípios estudados dispõe de três níveis regulares de ensino (pré-escolar, fundamental e médio. Os estabelecimentos de ensino somam um total de 348 escolas, sendo a maioria (98,6%) dedicada aos ensinos de educação infantil e fundamental.

O número de alunos matriculados nestes estabelecimentos, no período letivo de 1999, atingiu 25.330 alunos. Deste total, 47,6% pertenciam ao município de Amontada. O maior número de alunos foi matriculado no ensino fundamental (79,6%) e no pré-escolar (15,7%). O corpo docente que ministra aula aos ensinos pré-escolar, fundamental e médio perfaz um total de 977 professores.

##### **b) Setor Saúde**

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios que compõem a área de influência funcional do empreendimento estão abaixo das reais necessidades das comunidades, conforme acontece na maior parte das cidades nordestinas.

Em 1998, o número de postos e centros de saúde correspondia a sete. Nenhum dos municípios dispunha de hospital. Para o conjunto dos municípios a relação leito por habitante correspondia a 0,95 leito para cada grupo de 1.000 habitantes, menor que a relação constatada para o Estado do Ceará (2,41 leitos/1.000 habitantes).

Dentre as doenças de veiculação hídrica, ocorreram em 1999, surtos de hepatite viral nos municípios de Amontada (10 casos) e Miraíma (3casos). No ano 2000, o



número de casos diminuiu para 9 casos, em Amontada, e nenhum caso em Miraíma. A ocorrência dessa doença se deve à falta de saneamento básico adequado.

A taxa de mortalidade infantil calculada para o conjunto dos municípios, em 1999, atingiu 28,4 óbitos entre os menores de um ano de idade por mil nascidos vivos, menor que a TMI calculada para o Estado (34,9‰). O município de Miraíma atingiu o maior valor de TMI dentre os municípios contemplados (52,1‰).

### **c) Setor de Comunicação**

No caso específico da telefonia, existiam, em 1997, 416 terminais telefônicos instalados nos municípios considerados, sendo que 82,5% estavam em serviço. Os telefones públicos totalizavam 13 unidades e os celulares 24 aparelhos. A entidade mantedora dos serviços telefônicos é a TELEMAR.A ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, mantinha em 1998, três agências de correios na área estudada, sendo uma em cada sede municipal.

### **d) Energia Elétrica e Saneamento Básico**

Em 1998, existiam nos municípios contemplados um total de 7.318 ligações de energia elétrica nas diversas classes de consumo, predominando a classe residencial, com 68,0% das ligações urbanas. Na zona rural, eram atendidos 1.696 consumidores. O consumo total de energia atingiu no referido ano, 10.328 mwh. O fornecimento de energia elétrica se encontra a cargo da COELCE - Companhia de Eletrificação do Ceará.

O abastecimento d'água é operado pela CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará, nos municípios de Irauçuba e Miraíma, e pela FUNASA - Fundação Nacional de Saúde em Amontada. Segundo dados do IBGE, em 2000, 36,2% dos domicílios dos municípios contava com rede geral de abastecimento, sendo a maioria (63,8%) desprovida desse tipo de benefício, precisando se utilizar de outras fontes como poços, etc.



Os municípios estudados apresentavam, em 2000, 9,3% dos domicílios atendidos com rede geral de esgotos, entretanto, os efluentes não recebem tratamento. Quase metade dos domicílios (48,5%) não dispunha de instalações sanitárias, 40,9% tinha como escoadouro sanitário fossas sépticas e/ou rudimentares e 1,3% destinava os efluentes a valas ou direto para cursos d'água.

O destino do lixo à coleta direta, em 2000, segundo o IBGE, foi constatado em 29,1% dos domicílios, sendo o maior percentual do lixo destinado a terrenos baldios, queimado ou enterrado.

#### *4.4.1.3. Atividades Econômicas*

##### **a) Setor Primário**

De acordo com o IBGE, em 1996, a atividade agropecuária predominante nos municípios contemplados era a pecuária, participando com cerca de 81,2% do valor bruto da produção do setor. Em termos de número de estabelecimentos rurais por ramo de atividade, destaca-se a atividade agrícola (36,6% dos estabelecimentos), seguindo-se a atividade pecuária (32,7%).

Em termos de área colhida, dados do IPLANCE de 1999, apontam as culturas do feijão e do milho como as mais representativas, com respectivamente, 12.955 ha e 12.880 ha colhidos. Em seguida vem a castanha de caju, com 5.897 ha cultivados e o coco-da-baía, com 1.909 ha. Quanto ao valor da produção, a cultura mais representativa era o feijão, vindo em seguida o milho.

A pecuária do conjunto dos municípios estudados apresentava como efetivo de principal retorno econômico, em 1997, o rebanho bovino voltado para a produção de leite. Quanto aos efetivos de pequeno e médio porte, estes apresentam-se menos significativos, sendo em geral destinados à subsistência dos produtores rurais.



O nível tecnológico empregado na atividade agropecuária é baixo, considerando o pequeno percentual de propriedades que possuem tratores (0,9%), veículos utilitários (1,8%) e armazéns a granel (1,5%).

### **b) Setores Secundário e Terciário**

O setor industrial dos municípios dispunha, em 1998, de 19 estabelecimentos cadastrados, sendo o maior número pertencente ao ramo de indústrias de transformação. Os gêneros com maior número de estabelecimentos industriais foram Confeccões (5 indústrias), Produtos Alimentares e Madeira, com 4 indústrias cada. No município de Miráima não foi constatada a presença de indústrias cadastradas.

Quanto ao setor terciário, foram cadastrados em 1998, 368 estabelecimentos comerciais ativos, geralmente pertencentes ao ramo de Produtos de Gêneros Alimentícios, e 10 estabelecimentos de serviços na região estudada, com destaque para os serviços de Saneamento, Limpeza Urbana e Construção. O município de Amontada detinha 50,0% das casas comerciais existentes na área de influência funcional do empreendimento.

#### *4.4.1.4. 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 e a média propriedade prevalecem em número sobre a grande propriedade ocupando, entretanto, um baixo percentual da área total.

Em 1999, conforme dados do IPLANCE, as pequenas propriedades dos municípios considerados classificadas como minifúndio chegavam a representar 55,3% do número total de propriedades ocupando apenas 8,7% da área total dos imóveis. Por outro lado, as grandes propriedades, representando apenas 3,5% do total dos imóveis rurais, ocupavam quase 36,2% da área total das propriedades rurais.



#### 4.4.1.5. Patrimônio Histórico, Arqueológico e Áreas Indígenas

Os municípios de Miraíma, Amontada e Irauçuba não contam com bens culturais tombados ou listados para tombo pelo IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional ou pela Secretaria de Cultura e Desportos (SECULT). Também não há registro de evidências arqueológicas e paleontológicas e de reservas indígenas no território dos referidos municípios.

#### 4.4.2. Área de Influência Física

##### 4.4.2.1. Generalidades

A pesquisa de campo realizada na área da bacia hidráulica da Barragem Missi, em meados de março de 2002, por equipe do Consórcio Montgomery Watson/Engesoft, englobou 39 propriedades representando, aproximadamente, 78,0% do total de propriedades atingidas pela implantação do açude (50 propriedades). As propriedades pesquisadas foram estratificadas em classes de propriedades, compreendendo uma área total de 13.005,5 ha, conforme apresentado no Quadro 4.1.

Observa-se que as propriedades com menos de 100 ha correspondem a 23,1% do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 3,5% da área total, por outro lado, as propriedades com mais de 500 ha, representando 15,4% do número total de imóveis ocupam 71,1% da área total, caracterizando uma forte concentração da ocupação da terra.

**QUADRO 4.1**  
**DISTRIBUIÇÃO DAS PROPRIEDADES PESQUISADAS**

ESTRATO DE ÁREA (ha)	Nº DE PROPRIEDADES PESQUISADAS	% SOBRE O Nº TOTAL	ÁREA TOTAL (ha)	% SOBRE A ÁREA TOTAL
<50	05	12,8	190,6	1,5
50-100	04	10,3	263,6	2,0
100-200	08	20,5	1.075,3	8,3
200-500	07	17,9	2.228,0	17,1
>500	06	15,4	9.248,0	71,1
Sem Área Informada	09	23,1	-	-
<b>T O T A L</b>	<b>39</b>	<b>100,0</b>	<b>13.005,5</b>	<b>100,0</b>

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



#### *4.4.2.2. Situação dos Imóveis*

Constata-se que grande parte dos proprietários (61,5%) reside fora do imóvel pesquisado, tendo domicílio estabelecido em outra propriedade ou nas cidades de Miraíma, Itapipoca e Fortaleza. Com relação à exploração da terra, verifica-se uma predominante participação de proprietários nesta atividade (64,1%), aparecendo em escala mais reduzida, a exploração através de parceria (35,9%). 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 nas propriedades pesquisadas, 344 pessoas, compreendendo 72 famílias e abrangendo proprietários residentes e moradores. A população da área é bastante jovem, visto que 38,7% tem menos de 18 anos de idade e apenas 9,9% são maiores de 60 anos. As famílias são numerosas, com 4,8 pessoas, em média. Observa-se um predomínio no percentual de pessoas pertencentes ao sexo masculino (54,7%) sobre as pertencentes ao sexo feminino (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 71 pessoas distribuídas e, 23 famílias (3,1 pessoas/família), conforme se observa no Quadro 4.19.

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



#### 4.4.2.4. Aspectos Sociais

##### **a) Nível de Instrução**

Considerando-se a população maior de sete anos de idade, 58,0% 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 conta com duas escolas ministrando o 1º grau menor, sendo a qualidade de ensino é considerada fraca. O trajeto escola-moradia é 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 as sedes municipais de Amontada ou Miraíma. 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 (61,5%) é desprovida de instalações sanitárias, com as águas servidas e dejetos humanos depositados a céu aberto. O suprimento d'água para consumo humano é obtido, em geral, de fontes como cacimbas ou poços (61,5%). O tratamento dado à água de beber deixa a desejar, pois ainda é expressivo o percentual de famílias adotando a simples coação (35,9%). Apesar disso, é significativo o percentual de famílias que dispensam cuidados no tratamento da água, com 46,2% efetuando a filtração, 12,8% cloração e o restante (5,1%) efetuando a fervura da água.



### **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.

O grau de associativismo é baixo na área, pois apenas 33,3% dos entrevistados declararam ser sócios de sindicatos rurais. A frequência de participação nas reuniões promovidas por estas entidades é geralmente mensal (53,8%) ou quinzenal (46,2%). A participação dos entrevistados em cooperativas ou outras associações de classes foi mínima, apenas 5,1% do total.

### **d) Força de Trabalho**

A força de trabalho real da área pesquisada foi estimada em 221,25 jornadas diárias. Considerando que o número de famílias é de 72, obtém-se uma força de trabalho média de 3,1 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 Existente**

A área pesquisada apresenta deficiência em equipamentos de serviços básicos para atendimento da população rural. Não foi constatada na área das propriedades rurais a presença de postos de saúde. Dentre a infra-estrutura pública atingida pela construção da Barragem Missi estão inclusos trechos de rede elétrica de baixa tensão, trechos de estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais, bem com a que interliga o povoado de Riachão a Amontada e Miraíma, uma escola e dois cemitérios, dos quais um encontra-se localizado na propriedade do Sr. Raimundo Vilmário de Sousa, contando com



cinco túmulos e o outro localiza-se nas imediações do povoado de Riachão e conta com mais de 100 túmulos. No mais, apenas benfeitorias pertencentes a particulares serão atingidas.

#### *4.4.2.5. Aspectos Econômicos*

##### **a) Exploração Agrícola**

Para a área de influência física como um todo, a superfície total cultivada é de 113,7 ha, representando apenas 0,9% 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 milho (32,1%), o consórcio milho/feijão (28,6% da área total cultivada), o feijão (18,0%) e a castanha de caju (10,2%). Ocorre ainda, na área, o cultivo de capim elefante, representando 9,2% da área total produtiva, como também a cultura da ata (pinha), representando 1,9% da área total cultivada.

A cultura mais representativa em termos de valor da produção é a castanha de caju, contribuindo com 38,2% da renda agrícola, seguido da ata com 31,2%. O estrato das propriedades com área entre 200-500 ha respondem por 39,9% do valor da produção agrícola da área pesquisada. As culturas com maior percentual comercializado são as da castanha de caju e da ata. A comercialização da produção agrícola é feita logo após a colheita, na propriedade, principalmente a comerciantes grossistas ou compradores ambulantes. O autoconsumo atinge 100,0% das produções de milho, feijão e capim elefante, este último destinado ao rebanho bovino.

O nível tecnológico da agricultura praticada na área pesquisada é mínimo, tendo-se detectado poucas propriedades utilizando 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, conforme os entrevistados. O crédito agrícola não foi utilizado nos últimos cinco anos.



## **b) Exploração Pecuária**

O rebanho bovino apresenta-se mais representativo na área, sendo composto por 1.881 cabeças, seguindo-se de perto pelos efetivos avícola e ovino, com respectivamente, 1.843 e 1.810 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 (14,46 cabeças/km<sup>2</sup>) é pouco inferior ao valor registrado para o Estado do Ceará, que é de 18,9 cabeças/km<sup>2</sup>.

Em termos de valor da produção, a produção de leite bovino assume grande importância, representando 49,7% do valor total da produção animal, vindo em seguida o bovino em pé, com 19,7% do valor total. As produções de carne ovina, caprina e leite caprino são voltadas exclusivamente para o autoconsumo. As propriedades com áreas entre 200-500 ha são responsáveis por 30,6% do valor total da produção pecuária da área. No geral, 59,6% da produção pecuária é voltada para a comercialização, enquanto 40,4% é autoconsumida.

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 (85,0%), seguindo-se a agricultura com 15,0%. A agricultura da área, como demonstram os números, é incipiente, destinando-se sua produção, praticamente, à subsistência do homem do campo. O VPB tende a crescer conforme aumenta a área das propriedades, entretanto, decresce no estrato >500 ha, revelando o baixo grau de aproveitamento dos solos nas grandes propriedades.



Deduzindo-se do VBP as cifras correspondentes às despesas agropecuárias, obtém-se a renda líquida, cujos valores são apresentados no Quadro 4.2. A renda “per capita” atinge para a área total um valor anual de R\$ 603,16, o que, em termos de salários mínimos mensais, corresponde a cerca de 28,0% do salário mínimo vigente na época (salário mínimo de maio de 2002 igual a R\$ 180,00). Tal valor se mostra muito 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 Atingida*

As expectativas da população da área pesquisada, representada pelos 39 entrevistados, confirmam a precariedade das condições de vida vigente na área. A principal aspiração da população da área é a obtenção de condições mais dignas, buscando solucionar os problemas de escassez de recursos hídricos, saúde, educação e desemprego.

No que diz respeito à implementação da Barragem Missi, todos os entrevistados já ouviram falar do projeto e o nível de aceitação da obra é satisfatório, visto que 92,3% 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.



**QUADRO 4.2**  
**RENDA LÍQUIDA ANUAL(1)**

<b>ESTRATO DE ÁREA (ha)</b>	<b>RENDA LIQUIDA (R\$)</b>	<b>POR HECTARE (R\$)</b>	<b>POR PESSOA<sup>(2)</sup> (R\$)</b>
<50	18.039,90	94,65	273,33
50-100	32.277,60	122,45	672,45
100-200	36.234,40	33,70	464,54
200-500	76.246,60	34,22	1.191,35
>500	53.093,40	5,74	505,65
Sem Área Informada	34.418,20	-	637,37
<b>TOTAL</b>	<b>250.310,10</b>	<b>19,25</b>	<b>603,16</b>

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

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

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



O percentual de entrevistados contrários à implantação do empreendimento perfaz 7,7%. Dentre as opiniões negativas emitidas em relação à obra está a dúvida de receberem indenizações condizentes com os valores das propriedades atuais. Também ficou evidente a incerteza no que se refere à forma de reassentamento da população desalojada.

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, consultados durante a pesquisa de campo diversas instituições que podem ser engajadas no processo de reassentamento da população desalojada da área do empreendimento, entre elas, as secretarias de Educação, Produção e Desenvolvimento e Infra-Estrutura, a Câmara Municipal e a Prefeitura Municipal de Amontada. Também foram ouvidas instituições sociais como escolas e igrejas. 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 de extrema necessidade, pois resolve o problema de abastecimento de água, além de proporcionar o desenvolvimento da região.” (Secretário de Produção e Desenvolvimento de Amontada);
- “É uma obra urgente, pelo fato de ser esperada pela população desde 1940.” (Assessor da Secretaria de Infra-Estrutura de Amontada);
- “O açude se mostra uma prioridade para o município, sendo um grande salto para o seu desenvolvimento.” (1º Secretário da Câmara Municipal de Amontada).



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

- “A forma ideal é dar terras que sejam do mesmo valor, nas proximidades do açude.” (1º Secretário da Câmara Municipal de Amontada);
- “A indenização em dinheiro, pois a pessoa se responsabiliza em se estabelecer como quiser.” (Padre da Igreja Católica de Amontada).

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, cooperativa de criadores de gado leiteiro, turismo e pesca.” (Assessor da Secretaria de Infra-Estrutura de Amontada);
- “Implantação de projetos de fruticultura, agricultura orgânica, piscicultura e cooperativa de criadores de gado leiteiro.” (Secretário de Produção e Desenvolvimento).

Dado o melhor conhecimento da população envolvida sobre a região em que vivem, foi solicitado que estes indicassem, próximo ao reservatório a ser construído, áreas adequadas para reassentar as famílias desalojadas, tanto no que se refere à qualidade dos solos, quanto à infra-estrutura de recursos hídricos, viária e elétrica, tendo sido indicadas por estes as localidades de Riachão, Alto Vermelho e Santa Cruz. Ressalta-se que as localidades citadas 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. Desapropriações

Tendo em vista que as terras que serão inundadas pela implantação da Barragem Missi, 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-CE contratou o Consórcio Montgomery Watson/Engesoft para realizar um levantamento cadastral na área diretamente atingida pela construção do reservatório, a qual abrange terras do município de Miraima. Atualmente o referido levantamento encontra-se em fase de conclusão dos laudos de avaliação.

O Quadro 4.3 apresenta uma listagem dos imóveis a serem desapropriados, contendo o nome dos proprietários, benfeitores e moradores atingidos pela implantação da Barragem Missi.

A população a ser desalojada da área da bacia hidráulica do reservatório perfaz um contingente de 306 pessoas distribuídos em 66 famílias. Deste contingente populacional, 67,6% estão associados a famílias de moradores (207 pessoas distribuídos em 45 famílias), 24,8% são constituídos por herdeiros (76 pessoas distribuídos em 17 famílias) e apenas quatro são proprietários (23 pessoas). Com base nos valores apresentados pode-se afirmar, que o contingente populacional a ser remanejado (66 famílias) apresenta-se não muito expressivo. Além disso, a área caracteriza-se pela elevada concentração da terra, sendo observado o predomínio de grandes propriedades, com a grande maioria contando com áreas remanescentes nas quais a população residente afetada pode ser relocada através do sistema de permuta de imóveis, isto é, casa por casa.

**QUADRO 4.3**  
**RELAÇÃO DAS PROPRIEDADES DESAPROPRIADAS**

LOTE		NOME	CONDIÇÃO
BM-	1	FRANCISCO MATOS DE MELO	PNR
BM-	1	A JOAO ELIANO GONÇALVES DOS SANTOS	MSB
BM-	2	A ELIAS DE MAGALHÃES MOURA DE AZEVEDO RODRIGUES	MSB
BM-	2	FRANCISCO MAGNO NETO	PNR
BM-	3	A VALDIR GALDINO DOS SANTOS	MSB
BM-	3	ZACARIAS DE SOUZA SOBRINHO	PNR
BM-	4	ESPOLIO: AVELINO DA MOTA RAMOS	ESP
BM-	4	A MARIA ZILDA AZEVEDO DE MESQUITA	HMCB
BM-	4	B FRANCISCO SEVERIANO RAMOS	HMCB
BM-	4	C SEBASTIÃO RAMOS JUNIOR	MSB
BM-	4	D SEBASTIÃO ALVES SOBRINHO	HB
BM-	4	E JOSÉ CARLOS LACERDA AZEVEDO RAMOS	HMCB
BM-	4	F JOSÉ TEIXEIRA MAGALHÃES	HMCB
BM-	5	MARIA ZILDA AZEVEDO DE MESQUITA	PNR
BM-	6	ESPOLIO: AVELINO DA MOTA RAMOS	ESP
BM-	6	A RAIMUNDO RAMOS DE MESQUITA	HMCB
BM-	6	B GERALDO RAMOS DE MESQUITA	MSB
BM-	6	C SEBASTIÃO RAMOS DE MESQUITA	B
BM-	6	D ANTÔNIO RODRIGUES OLIVEIRA ALBUQUERQUE	MSB
BM-	6	E LUIS RAMOS DE MESQUITA	HCB
BM-	6	F JEORGINA DE AZEVEDO MESQUITA	HMCB
BM-	6	G ANANIAS RAMOS DE MESQUITA	HMSB
BM-	6	H JOSÉ MARIA RAMOS PINTO	HMCB
BM-	6	I BENEDITO RAMOS DE MESQUITA	HMCB
BM-	6	J SEBASTIÃO RAMOS PINTO	HMCB
BM-	7	ESPÓLIO: PEDRO RAMOS DE MESQUITA	PNR
BM-	7	A ERISVALDA RAMOS DE MESQUITA	MSB
BM-	7	B MARCOS ANTÔNIO RAMOS	B
BM-	7	C JOSÉ AIRTON RAMOS	MSB
BM-	7	D MARIA DE LURDES FERREIRA DE MESQUITA	MCB
BM-	7	E ANA LÚCIA RAMOS BRANDAO	MCB
BM-	7	F RAIMUNDO MATIAS TEIXEIRA	MSB
BM-	8	ESPÓLIO: RAIMUNDO LUIS DE SOUZA	PNR
BM-	8	A PREFEITURA MUNICIPAL DE MIRAIMA	B
BM-	8	B ANTÔNIO RAMOS SOUZA	HMCB
BM-	8	C ANTÔNIO OLIVEIRA PINTO	MCB
BM-	8	D FRANCISCO RODRIGUES PINTO	MCB
BM-	9	JOSÉ BARROSO FILHO	PNR
BM-	9	A FRANCISCO DAMASCENO TEIXEIRA	MSB



### QUADRO 4.3

#### RELAÇÃO DAS PROPRIEDADES DESAPROPRIADAS

LOTE		NOME	CONDIÇÃO
BM-	10	GERALDO BARROSO EVANGELISTA	PNR
BM-	10	A ANTÔNIO OLIVEIRA RODRIGUES ALBUQUERQUE	MSB
BM-	10	B EDIVALDO TEIXEIRA MATIAS	MSB
BM-	10	C ANTÔNIO MATIAS TEIXEIRA	MSB
BM-	10	D MARCOS ANTÔNIO MATIAS TEIXEIRA	MSB
BM-	10.1	GERALDO BARROSO EVANGELISTA	PNR
BM-	11	ESPOLIO: ANASTACIO EUDÓRIO BARROSO	PNR
BM-	11	A EXPEDITO FREIRES RODRIGUES	MCB
BM-	11	B FRANCISCO VILEMAR REODRIGUES	MCB
BM-	12	RAIMUNDO VILMARIO DE SOUSA	PNR
BM-	12	A RAIMUNDO SEVERO DE SOUZA	MSB
BM-	13	ESPÓLIO: JOSÉ RODRIGUES DE OLIVEIRA	PNR
BM-	14	ESPÓLIO: FRANCISCO RIBEIRO DE SOUZA	ESP
BM-	15	ESPÓLIO: ANTÔNIO JOAQUIM DE AZEVEDO	PNR
BM-	16	ESP.RAIMUNDO LUIS DE SOUZA	PNR
BM-	16.1	ESP.RAIMUNDO LUIS DE SOUZA	PNR
BM-	17	ESP: RAIMUNDO LUIS DE SOUZA	PNR
BM-	18	FRANCISCO SANTOS OLIVEIRA	PNR
BM-	18	A JOSE MARCOLINO ARAUJO	MCB
BM-	18	B RAIMUNDO NONATO DE SOUSA ARAUJO	MSB
BM-	18	C FRANCISCO ANTONIO DE SOUSA ARAUJO	MCB
BM-	19	JOSÉ BARBOSA MACIEL	PNR
BM-	19	A PAULO SERGIO A. DE SOUZA	MSB
BM-	19	B VICENTE RODRIGUES BARBOSA	MSB
BM-	19	C MARIA ANA RODRIGUES PINTO	MSB
BM-	20	JOSÉ RODRIGUES DE SOUZA	PRL
BM-	21	ESPOLIO DE ANTONIO LUIS DE SOUZA	PRL
BM-	21	A MARIA RAMOS DE SOUZA	MSB
BM-	22	ANTONIO TEIXEIRA BRAGA	PNR
BM-	23	LUIZ TEIXEIRA BRAGA	PNR
BM-	24	MARIA JOSE MOURA	PRL
BM-	25	LUIZ TEIXEIRA BRAGA	PNR
BM-	25	A GERARDO ALVES DE OLIVEIRA	MSB
BM-	25.1	LUIZ TEIXEIRA BRAGA	PNR
BM-	26	ESPÓLIO: JOSÉ IRIS DE SOUZA	PNR
BM-	26	A ANTONIA AURILA TEIXEIRA SOUZA	MSB
BM-	27	ESPÓLIO:RAIMUNDO LUIZ DE SOUZA	ESP
BM-	27	A FRANCISCO JOSÉ RAMOS SOUZA	HMSB
BM-	28	JOAQUIM EDVAR COELHO MOURA	PNR



### QUADRO 4.3

#### RELAÇÃO DAS PROPRIEDADES DESAPROPRIADAS

LOTE			NOME	CONDIÇÃO
BM-	28	A	FRANCISCO RODRIGUES TEIXEIRA	MSB
BM-	29		ESPÓLIO: RAIMUNDO LUIZ DE SOUZA	ESP
BM-	29	A	JOSÉ TEIXEIRA DANTAS	MSB
BM-	30		MANOEL AURES DA SILVA	PRL
BM-	30	A	NATALICIO EVANDRO DA SILVA	MSB
BM-	30	B	PEDRO MOURA PINTO	MSB
BM-	30	C	ANTÔNIO HELIO PINTO	MSB
BM-	31		RAIMUNDO SIMPLICIO TEIXEIRA	PNR
BM-	31	A	JOÃO RODRIGUES DOS SANTOS	MSB
BM-	32		FRANCISCO EDMAR ALVES MOURA	PNR
BM-	32	A	RAIMUNDA DAVI DE SOUSA OLIVEIRA	MSB
BM-	33		JOSÉ BARROSO BRAGA	PNR
BM-	33	A	MANOEL ALVES DOS SANTOS	MSB
BM-	33	B	BENEDITA FERREIRA DOS SANTOS	MSB
BM-	34		ESPÓLIO: FRANCISCO SEVERO PINTO	ESP
BM-	34	A	VALDEMIR TEIXEIRA PINTO	HMSB
BM-	34	B	JOÃO MATIAS DAVI	HMSB
BM-	34	C	FRANCISCO CLAUDENIR PINTO	HMCB
BM-	35		ABELARDO AUGUSTO NOBRE NETO	PNR
BM-	35	A	JOSEFA PEREIRA BARBOSA	MSB
BM-	36		JOSÉ DUTRA MELO	PNR
BM-	37		ISAC MARQUES DA SILVA	PRL
BM-	38		ESPÓLIO: PEDRO JUSTA PINTO	ESP
BM-	38	A	FRANCIJANE DOMINGUES ROGERIO	MSB
BM-	38	B	JOÃO HENRIQUE ROGÉRIO	B
BM-	38	C	HEITOR JUSTA PINTO	HMCB
BM-	38	D	MARIA DO PATROCINIO PINTO MAGALHÃES	HMCB
BM-	38	E	MARIA IONE PINTO MAGALHÃES	MCB
BM-	39		BENEDITO FERREIRA DE MELO	PNR
BM-	39	A	RAIMUNDO SOARES BRITO	HCB
BM-	39	B	WILAME FERREIRA BRANDÃO	MCB
BM-	39	C	JOSÉ GONÇALVES PINTO	MSB
BM-	40		MARIA ZILDA AZEVEDO MESQUITA	PNR
BM-	41		JOSÉ EDILSON DE SOUZA	PNR
BM-	42		JOSE CLETO PINTO MARQUES	PNR
BM-	43		FRANCISCO FREIRES DOS SANTOS	PNR
BM-	44		RAIMUNDO FREIRES DOS SANTOS	PR
BM-	45		JOSÉ MARIA DOS SANTOS TELES	PNR
BM-	46		ESPÓLIO: PEDRO JOSÉ BRAGA	ESP



MONTGOMERY WATSON



**QUADRO 4.3**  
**RELAÇÃO DAS PROPRIEDADES DESAPROPRIADAS**

LOTE			NOME	CONDIÇÃO
BM-	47		FRANCISCO DECI BRAGA	PNR
BM-	48		JOSE EDUARDO SUEIRA	PNR
BM-	49		ESPÓLIO: FRANCISCO GUILHERME TEIXEIRA	PNR
BM-	50		JOSÉ MARIA DOS SANTOS TELES	PNR
BM-	50	A	MANOEL AMBROSIO BRAGA	MSB



MONTGOMERY WATSON



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

---



## 5. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

### 5.1. METODOLOGIA ADOTADA

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

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

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

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

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



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

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

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

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

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

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

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

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

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



## **5.2. AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (APIA) DO PROJETO DA BARRAGEM MISSI**

### 5.2.1. Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais

A matriz de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao projeto da Barragem Missi é apresentada no Desenho 02/02 do 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*

Durante a implantação do projeto os impactos adversos incidentes sobre o meio abiótico da área das obras civis decorrem, principalmente, dos desmatamentos localizados e dos cortes, aterros e escavações necessários à construção das obras. Haverá emissão de material particulado em larga escala e poluição acústica, além de pequenos abalos sísmicos provocados pelas detonações de explosivos durante as escavações requeridas na fundação e para construção do vertedouro. Haverá, ainda, desencadeamento de processos erosivos, ocasionando o carreamento de sedimentos para os cursos d'água periféricos, contribuindo para o assoreamento e turbidez destes por ocasião do período chuvoso.

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



concreto e da central de britagem, e dos usos de explosivos na exploração da pedreira.

Com o desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório (1.285 ha), haverá um decréscimo das taxas de infiltrações das águas pluviais, principalmente nas áreas com permeabilidade do solo baixa, com reflexos negativos sobre a recarga dos aquíferos. As condições climáticas da área serão apenas ligeiramente alteradas, ocorrendo uma pequena elevação da temperatura, a nível de microclima, devido a retirada da vegetação, 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, uma vez que evita a sua eutrofização pela putrefação da vegetação que seria submersa.

As degradações impostas pela remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica (poeira, ruídos, erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água) serão irrelevantes, estando restritas a áreas pontuais, uma vez que não foi identificada a presença de aglomerados urbanos na área da bacia hidráulica do reservatório.

Quanto à ocorrência de patrimônio paleontológico nas áreas das obras de engenharia, das jazidas de empréstimos e da própria bacia hidráulica do reservatório, os levantamentos de campo desenvolvidos em caráter preliminar não detectaram nenhuma evidência da presença de sítios paleontológicos. Além disso, o município de Miráima não conta com registros de sítios paleontológicos efetuados pelos órgãos competentes. Entretanto, como a ocorrência de fósseis são, em geral, mais comuns nas planícies de inundação, terraços fluviais e calhas dos rios, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras, de modo a evitar a destruição dessas evidências caso elas ocorram na área do estudo.

Quanto a submersão de grandes extensões de solos agricultáveis, pode-se afirmar que cerca de 90,0% dos solos existentes na área da bacia hidráulica do



reservatório apresentam muito baixo ou nenhum potencial para o desenvolvimento hidroagrícola. 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 problemas de encharcamento durante o período chuvoso e de ressecamento/fendilhamento nas estiagens e teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais no caso dos Planossolos e Solonetz. Os Solos Aluviais que apresentam elevado potencial agrícola, por sua vez, são pouco representativos em termos geográficos, sofrem riscos de inundações periódicas e apresentam como principal restrição ao desenvolvimento agrícola a escassez de recursos hídricos.

Merece ressalva, ainda, o fato da Barragem Missi contar com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais na sua bacia de contribuição (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados), como primeiro e terceiro elementos da associação de solos PL6 (Planossolos Solódicos + Litólicos + Solonetz Solodizados). Constata-se, ainda, a ocorrência desta associação na área da bacia hidráulica, além de Solonetz e Planossolos associados aos Aluviões como primeiro e segundo elementos da associação SS2 (Solos Aluviais + Solonetz Solodizados). Tal situação pode ser enquadrada como de risco elevado de salinização para águas represadas, risco que poderá ser agravado em função do tempo de detenção da água no reservatório ser de 1,5 anos. Assim sendo, esta questão deve ser considerada na operação do reservatório procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando à manutenção de sua qualidade e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.

Visando detectar os níveis de sais atualmente vigentes no curso d'água a ser barrado para formação do reservatório, deverá ser efetuada pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH-CE) uma bateria de análises físico-químicas da água por ocasião do próximo período chuvoso. De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), os açudes monitorados por este órgão na região da



bacia do Aracatiaçu apresentam águas com níveis de salinidade baixo (até 0,25 miliSiemens, a 25°C) a médio (CE entre 0,25 e 0,75 miliSiemens, a 25°C).

O meio abiótico sofrerá, ainda, a redução temporária do escoamento natural do rio Missi durante a época chuvosa por ocasião da construção das obras; alterações no nível do lençol freático das áreas de entorno do reservatório com a formação do lago, não sendo esperado contudo elevações excessivas, devido o reservatório encontrar-se predominantemente assente sobre o embasamento cristalino; e redução do incremento anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas de jusante que não terão os nutrientes dos solos renovados naturalmente. Haverá, ainda, a possibilidade de desencadeamento de processos erosivos a jusante do reservatório, uma vez que a retenção de sedimentos pelo barramento liberará para jusante uma água limpa com elevado potencial erosivo e que o rio neste trecho apresenta uma planície fluvial que chega a atingir larguras de até 600 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 infra-estruturas.

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

Com o início da operação do reservatório haverá, também, aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na Bacia do Aracatiaçu permitida pela perenização do rio Missi e pela própria presença do reservatório, possibilitando o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, bem como do núcleo urbano de Amontada, beneficiando no ano 2023 uma população da ordem de 12.475 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 derivação de vazão para o suprimento destas atividades permitirá a renovação periódica de uma parcela do volume d'água armazenado na Barragem Missi, evitando a perda de sua qualidade.

Ressalta-se ainda que o desenvolvimento da irrigação difusa proporcionado pela implantação do empreendimento ora em análise, certamente provocará um aumento no consumo de agrotóxicos, sendo elevados os riscos de poluição hídrica principalmente nas áreas periféricas ao trecho perenizado do rio Missi. Tal impacto no entanto 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, entre outras.

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 Amontada.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários provenientes de núcleos urbanos posicionados a retaguarda da Barragem Missi também deverão ser avaliados, visando definir a necessidade ou não, de implementação de sistema de esgotamento sanitário. A cidade de Irauçuba e o povoado de Missi, que contribuem com uma carga orgânica de 9,66 l/s e 2,81 l/s, respectivamente, são os que estão posicionados mais próximos da área da bacia hidráulica, distando de 30,0 e 15,0 km, respectivamente.

Quanto à poluição industrial, a bacia de contribuição da Barragem Missi não conta com indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos. Entretanto, é provável que os municípios que integram a bacia de contribuição do reservatório contem com matadouros públicos funcionando de forma clandestina, sem



registro na Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e na Secretaria de Agricultura.

Os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Missi por agrotóxicos são atualmente praticamente nulos. Com efeito, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição da referida barragem 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, a Barragem Missi 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 aos riscos de sismicidade induzida, tendo em conta que os eventos sísmicos registrados na área de influência do reservatório são de magnitude baixa a média, que a Barragem Missi encontra-se integralmente assente sobre o embasamento cristalino e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa (valor máximo de 14,0m) estes são praticamente nulos. 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*

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



uma área pontual, incorrendo em danos a flora e degradação do habitat da fauna, só que numa escala relativamente reduzida.

O impacto mais agressivo que incide sobre o meio biótico decorre do desmatamento zoneado da área da bacia hidráulica do reservatório. Devido a erradicação extensiva da cobertura vegetal 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.

Ressalta-se que na área da bacia hidráulica da Barragem Missi a fisionomia da vegetação apresenta-se variável, observando-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo/herbáceo (cerca de 85,0% da área), a qual apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do rio Missi. A mata ciliar do rio Missi apresenta-se bastante descaracterizada, estando substituída em diversos pontos por campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo, sendo observado um aumento progressivo das áreas antropizadas em direção ao eixo do barramento.

Quanto a área a ser desmatada, a bacia hidráulica da Barragem Missi engloba uma área aproximada de 1.285,0 ha na cota de coroamento (cota 57,8 m), da qual será necessário desmatar apenas até a faixa da cota 55,0 m (cota de cheia máxima 56,2 m menos faixa de mata para o refúgio da fauna aquática) totalizando assim, uma área aproximada de 1.028,0 ha. Adicionando-se a extensão relativa as jazidas de empréstimo a serem exploradas, ou seja, 44,53 ha, a área a ser desmatada eleva-se para 1.072,53 ha. Contudo, estima-se que o somatório das áreas já descaracterizadas e desmatadas pela ação antrópica local seja na ordem de 40,0%, fazendo com que seja necessário desmatar apenas 643,52 ha, relativos às áreas de caatinga e de matas de várzeas com carnaubeiras.

A fauna apresenta-se pouco representativa, sendo composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, os quais apresentam-se pouco diversificados.



Não foi constatada a ocorrência de endemismo na composição da vegetação ou da fauna, e as áreas previstas para as obras, bem como a bacia hidráulica do reservatório não estão localizadas 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 barramento, representada pela Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Mercês Sabiaguaba e Nazário, dista mais de 60 km da área da bacia hidráulica da Barragem Missi, estando situada na região litorânea.

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

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

A construção de estradas de serviços cortando os caminhos preferenciais da fauna terrestre, irá expô-la, bem como a avifauna ao contato humano, incentivando o exercício da caça predatória e aumentando os riscos de atropelamentos. Além disso, a fauna terá seus hábitos alterados devido a grande movimentação de máquinas e veículos pesados e ao uso de explosivos durante a exploração da pedreira e as escavações requeridas na fundação e para construção do vertedouro, dado os elevados níveis de ruídos gerados.



Já os movimentos de terra requeridos provocarão a desagregação de material sólido e o seu carreamento para os cursos d'água causará turbidez, prejudicando a fauna aquática. Esta será também prejudicada pela interrupção temporária do fluxo d'água na calha do rio Missi, durante a implantação das obras. 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 relativos a relocação de parte das residências para as áreas remanescentes das propriedades e a construção da agrovila destinada ao reassentamento das famílias desalojadas, caso se faça necessário a sua implementação.

Em contrapartida, com a formação do reservatório será criado um habitat permanente para a fauna aquática, muito embora algumas espécies não se adaptem a alteração do regime hídrico de lótico para lântico. Além disso, o fornecimento de vazão regularizada para a área de jusante permitirá a renovação periódica das águas represadas na Barragem Missi, preservando a sua qualidade e beneficiando de forma indireta o bioma aquático.

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

Durante a execução da pesquisa de campo, houve a difusão da notícia de que seria construído na região um reservatório para abastecimento da cidade de Amontada, bem como para a perenização de um trecho do rio Missi, permitindo o suprimento hídrico da população ribeirinha de jusante, o desenvolvimento da irrigação difusa e a dessedentação animal. Tal notícia impactou de forma favorável cerca de 92,3% 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 (7,7%) demonstrou receio de não receber indenizações justas e em tempo hábil.



Quanto a desapropriação de terras, esta resultará na desapropriação total ou parcial do território de 50 imóveis rurais e conseqüente mobilização de um contingente populacional formado por cerca de 306 pessoas distribuídas em 66 famílias. Ressalta-se que boa parte desta população poderá continuar residindo nas áreas remanescentes das propriedades que serão apenas parcialmente atingidas. Com efeito, as 39 propriedades pesquisadas que terão suas áreas total ou parcialmente submersas pelo reservatório, perfazem uma área total de 13.005,5 ha, não estando aí computadas as áreas de 12 propriedades. Como a área da bacia hidráulica da Barragem Missi perfaz apenas 1.285 ha e observa-se o predomínio de grandes propriedades na região, pode-se afirmar que diversos imóveis contarão com áreas remanescentes.

A SRH-CE ainda não se posicionou quanto a medida a ser adotada para o reassentamento das famílias desalojadas, entretanto tendo em vista que boa parte do imóveis atingidos terão áreas remanescentes, sugere-se a adoção do sistema de permuta, ou seja, casa por casa. Para as famílias que não se enquadrarem nesta situação devem ser estudadas outras soluções, envolvendo desde o reassentamento a jusante ou a montante do reservatório, até o reassentamento em núcleos urbanos próximos e a compensação monetária, sempre em comum acordo com a preferência do indivíduo atingido.

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

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



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

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 boa parte da população pode continuar explorando o restante de suas terras. Com relação às infra-estruturas de uso público atingidas, estas se encontram representadas por uma escola, dois cemitérios, trechos de rede elétrica de baixa tensão que atende as propriedades rurais e trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e localidades da região.

Durante a implantação das obras, as cidades de Miraíma, Amontada e Itapipoca, localizadas nas proximidades da área do projeto, esta última constituindo no centro polarizador da economia da região, terão suas funções econômicas e sociais sensivelmente alteradas pelo início dos trabalhos e, em particular, pelo aparecimento da nova comunidade operária. Do conjunto de impactos que surgem desse contato, pode-se prever os seguintes: geração de mini-inflação; provável ocorrência de choques culturais entre os costumes nativos e os dos recém-chegados, com reflexos sobre as relações familiares e sociais; pressão sobre a infra-estrutura existente, dimensionada apenas para o atendimento da população local; dinamização da economia regional e interferência no mercado de trabalho, através da oferta de um elevado número de empregos para mão-de-obra não qualificada (cerca de 200 empregos), provocando a evasão da mão-de-obra dos setores produtivos tradicionais. Entretanto estes impactos não serão tão



relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada, se caracterizando como expulsadora de mão-de-obra.

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

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

- Há possibilidade de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro radicado no canteiro de obras, ou atraído pelas obras e fixado nos núcleos urbanos da região e favorecidas pelas novas condições sanitárias agravadas com o aumento da população;
- O intenso tráfego de máquinas e caminhões pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo a população;
- Riscos de desmoronamentos dos taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e do areal, dado a consistência pouco coesa do solo;
- Riscos de acidentes com explosivos durante a exploração da pedreira e as escavações da fundação e do vertedouro.

Além dos problemas de saúde acima mencionados, durante o desmatamento da bacia hidráulica do reservatório aumentam os riscos de acidentes envolvendo



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

Haverá ainda transtornos causados ao tráfego de veículos e empecilhos criados ao deslocamento de pedestres, por ocasião da relocação dos trechos das rodovias vicinais que permitem o acesso a propriedades rurais da região e ao povoado de Riachão. Tais impactos podem ser contornados com a implementação de desvios de tráfego temporários. Estes trechos devem ser alvo de intensa sinalização, sendo para tanto contactado o órgão competente.

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

Os riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico embora não sejam considerados relevantes, uma vez que o município de Miraíma não conta com registro de sítios arqueológicos efetuados pelos órgãos competentes, devem ser levados em consideração visto que este tipo de patrimônio encontra-se em geral associados a terraços fluviais, leitos de rios e tanques naturais. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados antes do início das obras, inclusive com a execução de prospecções arqueológicas caso se faça necessário.

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



Com o início da operação do reservatório, haverá um impulso nas atividades do setor primário da região, visto que os solos aluviais existentes ao longo do rio Missi 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 rural auferir rendas maiores que às obtidas na agricultura de subsistência, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

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

O empreendimento ora em análise garantirá ainda o reforço ao abastecimento d'água humano e industrial da cidade de Amontada, beneficiando no ano de 2023, horizonte do projeto, uma população urbana da ordem de 12.475 habitantes, além da população residente ao longo do trecho perenizado do rio Missi. Com a garantia de um fornecimento d'água regularizado haverá incentivo ao desenvolvimento dos setores industrial e de comércio e serviços do referido núcleo urbano.

O fornecimento d'água regularizado elevará os padrões de higiene da população, além de permitir o consumo de água de boa qualidade. Tudo isso impactará de forma benéfica à saúde da população, reduzindo a pressão sobre a infraestrutura do setor saúde.

Com relação à ocupação da mão-de-obra, haverá um aumento na oferta de empregos associados ao desenvolvimento da irrigação difusa e das atividades industriais e de comércio e serviços.

Além disso, a operação e manutenção da infra-estrutura do próprio reservatório demandarão serviços que geram uma oferta adicional de oportunidades de empregos permanentes. O aumento da renda do homem rural, por sua vez, propiciará uma maior demanda de bens e serviços de consumo que dinamizará



as atividades econômicas dos centros urbanos próximos. Tudo isso resultará na redução dos problemas sócio-econômicos decorrentes do fenômeno das secas, dado a fixação do homem no campo e conseqüente diminuição do êxodo rural e da pressão sobre as grandes e médias cidades.

### 5.2.3. Avaliação dos Impactos

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do projeto da Barragem Missi. 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 da Barragem Missi em sua versão original não contempla ações necessárias a reparação dos impactos causados sobre o meio ambiente decorrentes de sua implantação e operação. O valor do índice de avaliação ponderal calculado é inferior a unidade ( $IAP = 0,7715$ ), o que implica que as adversidades e indefinições geradas conseguem sobrepujar os benefícios obtidos. A adoção das MPA's recomendadas, entretanto, consegue reverter à situação, tornando o projeto ambientalmente exequível, elevando o valor do IAP para 1,6674. Caso sejam convertidas 50% das indefinições em benefícios, o IAP passa para 1,9709, enquanto que com a conversão total das indefinições existentes, o



projeto atingiria o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 2,3478.

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 das 49 habitações englobadas pela bacia hidráulica do reservatório uma parcela representativa encontra-se desabitada e que a maioria das 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 = 0,8031), havendo, com a aplicação das MPA's, uma sensível melhora, com projeto apresentando-se favorável para este meio (IAP = 1,0202). 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 reverter-los com a adoção das MPA's, embora com uma faixa de domínio pequena. A incorporação das MPA's, torna o projeto favorável para a área de influência física como um todo, elevando o valor do IAP de 0,5260 para 1,1044, 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 = 0,4461 e meio



biótico IAP = 0,2427), sendo a situação revertida com a incorporação das MPA's (meio abiótico - IAP = 1,0938 e meio biótico IAP = 1,4564). O meio antrópico mostra resultados bastante favoráveis sem as MPA's (IAP = 2,3124), que aumentam sensivelmente com a adoção de tais medidas (IAP = 4,2110). Para a área de influência funcional como um todo, o IAP eleva-se de 1,0881 para 2,3829 com a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Pelo que se deduz do exposto nos parágrafos precedentes, a implantação e operação do empreendimento é exeqüível, 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.

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 0,9% desta é atualmente explorada com agricultura, devido às limitações apresentadas pelos solos. Além disso, o extrativismo da carnaúba, outra atividade desenvolvida na região é praticado de forma rústica, não apresentando retorno econômico significativo. A renda, encontra-se concentrada nos estratos de propriedade com áreas superiores a 50 ha, onde se observa o predomínio da atividade pecuária, principal atividade desenvolvida na região, 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 (200 - 500 ha) a renda anual por hectare foi estimada em R\$ 34,22 e a renda per capita mensal em R\$ 99,28, o que corresponde a menos de 50,0% do salário mínimo vigente em maio de 2002.

A área apresenta, ainda, elevada concentração de terras, com 13 propriedades ocupando 88,2% da área da bacia hidráulica, estando os outros 11,8% divididos



entre 17 propriedades. Ressalta-se que, 12 propriedades não tiveram suas áreas informadas.

Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá a regularização do abastecimento d'água da cidade de Amontada, favorecendo os setores de saneamento básico e saúde pública, bem como os setores secundário e terciário da economia, sem contar que a perenização do rio Missi 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 85,0% 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, envolvendo os sistemas geofísico, hidrológico, atmosférico e biológico, 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.

Ressalta-se, ainda, o fato do reservatório situa-se numa região onde predominam solos do tipo Planossolo Solódico e Solonetz Solodizado na sua bacia de contribuição, os quais se caracterizam por apresentar teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais, elevando os riscos de salinização da água a ser represada no reservatório. Desta forma, é de primordial importância que esta questão seja considerada na operação do reservatório, procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando à manutenção de sua qualidade, e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.



MONTGOMERY WATSON



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

---



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

### **6.1. GENERALIDADES**

O melhor aproveitamento dos impactos benéficos e a mitigação ou a absorção de impactos adversos decorrentes da implementação do empreendimento, somente serão possíveis mediante a adoção de medidas de proteção ambiental, tendo em vista que a não incorporação das mesmas poderá resultar em sérios danos ao meio ambiente natural e ao meio antrópico. Os planos aqui apresentados compreendem diretrizes gerais, devendo ser posteriormente convertidos em 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 projeto, 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 são contemplados em capítulo específico deste relatório.

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

#### **6.2.1. Generalidades**

Tendo em vista um trabalho programado que visa a 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 e proteção dos trabalhadores e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A bacia hidráulica da Barragem Missi engloba uma área aproximada de 1.285,0 ha na cota de coroamento (cota 57,8 m), da qual será necessário desmatar apenas até a faixa da cota 55,0 m (cota de cheia máxima 56,2 m menos faixa de mata para o refúgio da fauna aquática) totalizando assim, uma área aproximada de 1.028,0 ha. Adicionando-se a extensão relativa as jazidas de empréstimo a serem exploradas, ou seja, 44,53 ha, a área a ser desmatada eleva-se para 1.072,53 ha. Contudo, estima-se que o somatório das áreas já descaracterizadas e desmatadas pela ação antrópica local seja na ordem de 40%, fazendo com que seja necessário desmatar apenas 643,52 ha, relativos as áreas de caatinga e de matas de várzeas com carnaubeiras.

A caracterização da composição florística-faunística da área do reservatório pode ser compreendida, com maior nível de detalhe no Capítulo 4 do presente estudo. Especial atenção deve ser dada aos Quadros 4.5 e 4.6 que apresentam as espécies que compõem a flora e fauna local, sob a ótica da população nativa entrevistada durante a pesquisa de campo.

#### 6.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico

Para a concepção do projeto de desmatamento racional na área do reservatório deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico da área, visando, não só a identificação e caracterização destes recursos, como a verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes, devendo ser executadas as seguintes tarefas: elaboração de perfis representativos de cada fície 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 (56,2 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 a Resolução CONAMA nº 004/85, devendo ser desapropriado pela SRH-CE uma faixa marginal ao reservatório de 100 m, horizontalmente medidos da cota de máxima inundação. 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 deve ser levado 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 carregamento de terra juntamente com os restolhos, devem ser usados tratores de esteiras equipados com ancinhos enleiradores.

O desmatamento deve ser iniciado a partir do barramento em direção à montante, de forma a possibilitar um espaço de tempo necessário à fuga da ornitofauna e da fauna terrestre de maior mobilidade.

Recomenda-se a execução do desmatamento durante o período de estiagem, dado a maior disponibilidade de mão-de-obra na região, principalmente, no caso de adoção do método manual.

### 6.2.6. Corredores de Escape da Fauna

À medida que as frentes de serviços forem avançando, deverão ser formados corredores de escape, que permitam a fuga da fauna para áreas de refúgio. Os corredores de escape constituem faixas de vegetação preservadas da ação antrópica, que permitem a interligação entre as áreas a serem desmatadas e as



reservas ecológicas, cujas dimensões fixadas devem ser respeitadas, só devendo ser eliminados após a conclusão dos trabalhos de desmatamento nas diversas áreas. A largura dos corredores de escape deve ser de no mínimo 15 metros, facilitando assim o livre trânsito da fauna de maior porte e mais arisca. De modo a permitir uma melhor acomodação da fauna, os corredores de escape deverão, também, fazer a interligação entre reservas ecológicas.

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 e da carnaúba, 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 e dos blocos; 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 60 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 deverão atingir R\$ 67.569,60, a preço de maio de 2.002.

### 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 engajado 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 aconselhado 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 tenham comprometida 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 ocorra acidentes com cobras, devem ser tomadas as medidas de primeiros socorros pertinentes, 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 da Barragem Missi poderá ser realizado em cerca de 43 dias. O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 17.560,00 valor expresso em reais de maio 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 da 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 da Barragem Missi 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 três jazidas (J-01 a J-03), estando a jazida J-02 situada fora da área de inundação, enquanto que a jazida J-01 conta com 50,0% da sua área dentro da bacia hidráulica do reservatório, com esse percentual elevando-se para 70,0% no caso da jazida J-03. O material granulado será obtido de um areal localizado no leito do rio Missi, a jusante do eixo do barramento. A pedreira está localizada dentro da área da bacia hidráulica devendo ser totalmente submersa.

##### *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 bota-foras, 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 da pedreira, dado a sua proximidade a áreas habitadas, devem ser atendidas as seguintes exigências:

- Detonações limitadas a horários pré-determinados, os quais devem ser notificados à população, e estabelecimento prévio de um perímetro de segurança;
- A emissão de vibrações no solo e no ar provocada pelas detonações deve ficar dentro dos valores toleráveis, a serem estabelecidos pelos órgãos competentes;
- Reduzir ao máximo o ruído, a fumaça e a poeira geradas 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 deve-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 constituídos por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos e material com granulometria de areia) devem ser formados por basculhamento direto do terreno, sem compactação, e devem apresentar um ângulo de face de  $37^\circ$ , 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 desta compactação deve ser colocada uma camada de material drenante entre o terreno da fundação e a pilha e efetuada a drenagem superficial das bermas e plataformas.

Para a estabilização dos rejeitos no caso específico da Barragem Missi, 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 da Barragem Missi, será necessário a recuperação paisagística da área da jazida de material terroso J-02 localizada fora da área da bacia hidráulica, bem como de 50,0% da área da jazida J-01 e de 70,0% da J-03, perfazendo, uma área total de 36,94 ha que irá requerer tratamento paisagístico e regularização da topografia.

Quanto à pedreira, deve-se cercar a área a ser utilizada, 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 36,94 ha pode ser conduzida por 13 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 58 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 36,94 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\$ 18.470,00 (valor expresso em reais de maio 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 REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA**

A Barragem Missi destina-se a usos múltiplos, tendo como principal finalidade de reforçar o abastecimento d'água da cidade de Amontada, 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, currais e cemitérios sem prévia limpeza ou tratamento, também representam potenciais focos de poluição, pois,



dependendo da capacidade autodepurativa do reservatório, poderá ocorrer a propagação de agentes infecciosos, além da eutrofização do lago. As cercas de arame, por sua vez, causam degradação dos valores paisagísticos quando semi-submersas e constituem riscos à recreação e à pesca.

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 existentes a serem removidos e/ou receberem tratamento adequado deverão ser quantificados a partir dos dados levantados pelo cadastro. Com base nos dados do cadastro e da pesquisa de campo, há necessidade de adoção das seguintes medidas:

- Demolição de todas as edificações (habitações, 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 remoção da infra-estrutura deverá ser executada à medida que os trabalhos de desmatamento forem avançando, fazendo uso sempre que possível, da mão-de-obra local. Compete 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 uma escola, trecho da estrada vicinal que interliga o povoado de Riachão as cidades de Amontada e Miraíma; trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais; trechos de rede elétrica de baixa tensão, e dois cemitérios, sendo um particular com cerca de cinco túmulos e o outro público, com mais de 100 túmulos.

Na 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 a Prefeitura Municipal de Miraíma, no caso das estradas vicinais, dos cemitérios e da escola e com a COELCE, no caso da rede de energia elétrica.

Os custos a serem incorridos no processo de remoção da infra-estrutura foi estimado em R\$ 16.500,00, a preços de maio de 2.002. Quanto a infra-estrutura a ser relocada foi previsto um custo de R\$ 30.000,00 para relocação da escola. Deverá ser avaliado se há necessidade ou não de relocação da rede elétrica de baixa tensão e das rodovias vicinais, por ocasião da elaboração do plano de reassentamento da população, razão pela qual seus custos não foram aqui inclusos. No caso específico da estrada vicinal que interliga o povoado de Riachão a Miraíma e Amontada, a população tem como opção de percurso uma estrada que interliga Riachão ao povoado de Missi e a Miraíma, bem como a Amontada, via CE-176 (carroçavel). Já os dois cemitérios terão suas relocações tratadas em item específicos neste mesmo capítulo, dado os elevados riscos de poluição dos



recursos hídricos que podem resultar da relocação desse tipo de infra-estrutura em áreas inadequadas.

## 6.6. PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

Para o povoamento da Barragem Missi recomenda-se, inicialmente, a adaptação das espécies nativas da bacia do rio Aracatiaçu às condições lênticas do lago formado. Posteriormente devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração do valor econômico. A escolha das espécies a serem introduzidas no açude contemplou os seguintes critérios: 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 da Barragem Missi, citam-se: Curimatã-comum (*Prochilodus cearensis*), Carpa (*Cyprinus carpio*), Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) e Tambaqui (*Colossoma macropomum*).

A primeira etapa do programa de peixamento da Barragem Missi deve compreender a formação de estoque de matrizes e reprodutores. A duração prevista dessa etapa é de aproximadamente 2 anos. No povoamento inicial deverão ser utilizados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e espécies reofilicas, que se reproduzem artificialmente. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento do açude.

A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada 2 anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de Carpa Comum, Curimatã Pacu, Tambaqui, Pirapitinga, Piau 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 a Barragem Missi, 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 685 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 1.370 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\$ 2.974.546,00 (preço de maio de 2.002). Com relação aos investimentos, estimou-se um custo de R\$ 12.609,00 para o peixamento inicial do reservatório.

Tendo em vista que a Barragem Missi tem como principal objetivo o suprimento hídrico da cidade de Amontada, 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 pode-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 ficarem 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 possíveis de ocorrer na área estão: desmatamento da vegetação marginal dos cursos d'água para 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 enfocar os seguintes pontos:

- Reuniões e outros eventos envolvendo professores das escolas da área de entorno do empreendimento e da sede do município de Miraima, 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\$ 25.000,00 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 92,3% 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 da Barragem Missi encontra-se em fase de elaboração pelo Consórcio Montgomery Watson/Engesoft. De acordo com dados do cadastro. Além disso, a área caracteriza-se pela elevada concentração da terra, sendo observado o predomínio de grandes e médias propriedades, com a maioria 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, bem como de carnaubais 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 agrovilas, 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 um levantamento e análise dos dados secundários existentes, visando o fornecimento de subsídios para a definição da estratégia de execução dos trabalhos de campo, bem como o delineamento preliminar da realidade a ser estudada. Tais informações versarão basicamente sobre os seguintes documentos técnicos: política de reassentamento do Estado do Ceará; diretrizes de reassentamento do World Bank (OD 4:30); manual operativo de reassentamento da SRH-CE; ficha técnica da Barragem Missi; levantamentos topográfico e pedológico; levantamento cadastral; 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 as Populações Hospedeiras*

Para obter-se cooperação, participação e "feedback", a população alvo ou suas lideranças 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 corre-se 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 face a 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 solução própria, 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 às 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 a 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; o reassentamento a montante do



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

#### *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 face a carência de alternativas viáveis em áreas que se caracterizam pelas limitações da agricultura de sequeiro e da falta de novas oportunidades de emprego.

Dentro deste contexto, 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, 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 impeçam a invasão dos imóveis desapropriados por pessoas alheias a 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 a implementação do programa e das minutas dos referidos acordos.

O projeto de reassentamento da população desalojada da área da bacia hidráulica da Barragem Missi deverá ser posto em prática pela SRH-CE, tendo sido previsto um custo de R\$ 990.000,00, ou seja R\$ 15.000,00/família. Este valor, entretanto, apresenta-se superestimado, uma vez que nem todas as habitações atingidas são habitadas.



## **6.10. PLANO DE RELOCAÇÃO DE CEMITÉRIOS**

### **6.10.1. Generalidades**

O presente plano versa sobre a relocação de cemitérios e apresenta diretrizes que visam evitar os riscos de poluição dos recursos hídricos. A competência de efetivação do mesmo é da SRH-CE.

Foi constatada, por ocasião da pesquisa de campo, a existência de dois cemitérios na área englobada pela bacia hidráulica do reservatório, sendo um particular (5 túmulos), localizado na propriedade do Sr. Raimundo Vilmário de Souza., e o outro público, situado nas imediações do povoado de Riachão contando com mais de 100 túmulos.

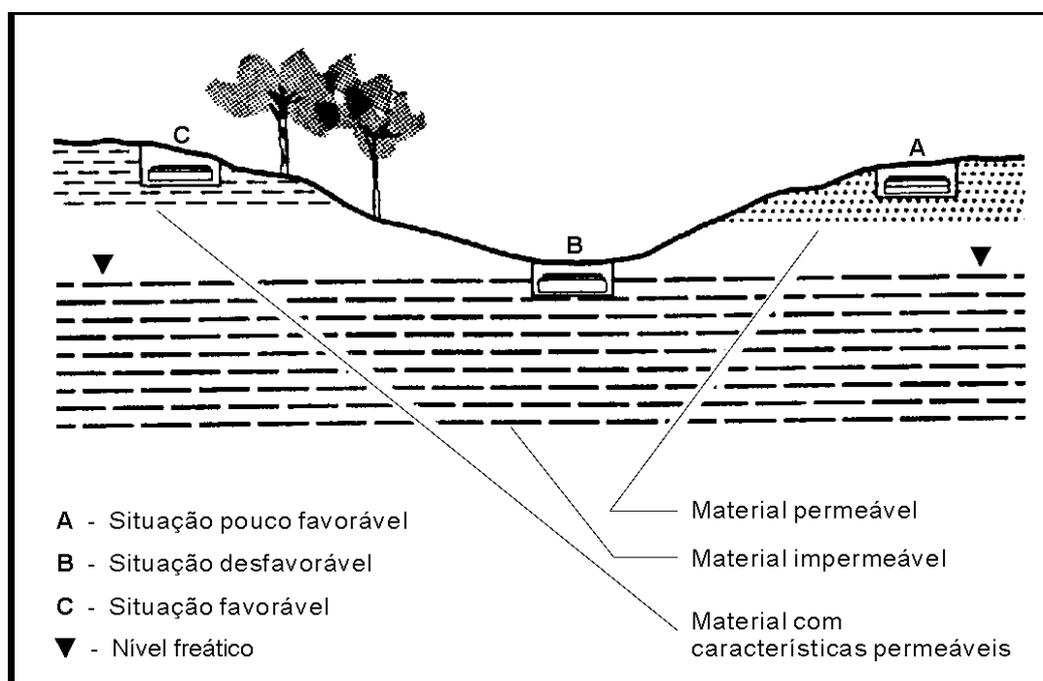
Deverá ser analisada a possibilidade de relocação dos cadáveres para cemitérios já existentes na região, devendo, para tanto, serem consultados os familiares envolvidos. Nos casos em que esse procedimento não possa ser adotado, deverá ser efetuada a relocação para o novo cemitério.

O poder contaminante dos cemitérios pode ser controlado através da correta planificação quanto à construção e utilização das necrópoles. É importante que estas sejam edificadas em áreas elevadas, de terrenos com características permeáveis, com nível freático baixo e distante de fontes de abastecimento de águas superficiais e subterrâneas.

Os possíveis lugares de sepultamento e sua relação com a litologia e o nível do lençol freático são mostrados na Figura 6.1. A situação "A", em que o terreno é composto por material permeável, é considerada pouco favorável para sepultamento, em face do risco de contaminação do lençol freático. A situação "B", em que o solo é constituído por material impermeável e com o nível do lençol freático aflorante, é desfavorável para sepultamentos não só pelo problema da contaminação da água, mas também por desencadear fenômenos transformativos conservadores, através da retenção da umidade e fraca oxigenação. A situação "C", de terreno com características permeáveis, é favorável a enterramentos por reduzir os riscos de contaminação, pelo fato da sepultura estar bastante acima do nível do lençol freático e favorecer os fenômenos transformativos destrutivos.

**FIGURA 6.1**

**POSSÍVEIS LUGARES DE SEPULTAMENTO E SUA RELAÇÃO COM  
A LITOLOGIA E O NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO**





### 6.10.2. Principais Impactos Ambientais de Cemitérios

O impacto físico mais importante está no risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microorganismos patogênicos que proliferam durante a decomposição dos cadáveres. Razão pela qual, quando da elaboração de um projeto de implantação de cemitério, deve ser levado em conta a litologia do terreno onde o mesmo será implantado, bem como a tecnologia a ser adotada para os sepultamentos.

Além disso, a presença física do cemitério, certamente provocará impactos psicológicos na população. Tais impactos são frutos de razões culturais de cada povo, podendo se resumir ao medo da morte e às superstições que levam as pessoas a não quererem viver nas proximidades de lugares tidos como tenebrosos. Ressalta-se, no entanto, que a construção de cemitério-parque, ou seja, uma área ampla com muito verde, largas alamedas, igrejas e prédios de arquitetura moderna, com o objetivo de transmitir paz e tranqüilidade, tende a minorar este impacto.

### 6.10.3. Medidas a Serem Adotadas na Implantação de Cemitérios

A legislação pertinente à implantação de cemitérios no Estado do Ceará praticamente inexistente, salvo uma menção na Lei nº 10.760/82 (Lei Orgânica da Saúde) afirmando que a competência para legislar sobre cemitérios fica a cargo da Secretaria de Saúde do Município. Além desta, há outra menção no Artigo 28 da Lei Estadual nº 10.147/77, que dispõe sobre o uso do solo para proteção dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza. O referido artigo dita que nas áreas de segunda categoria dos cursos d'água não é permitido a construção de cemitérios. O município de Miraíma não dispõe de legislação que trate desta questão.

Analisando a legislação vigente em outros países, relativas ao assunto, observa-se que as distâncias mínimas requeridas entre cemitérios e poços para abastecimento de água potável são de 100 jardas (91,4 m) na Inglaterra



(Goodman & Beckett, 1970), 100,00 m na França e 150,0 m na Holanda (Mulder, 1954).

Com base na legislação estrangeira citada, e considerando o problema de espaço nas áreas urbanas e razões de caráter estético, social e de higiene pública, Pacheco (1986) recomenda para os perímetros de proteção sanitária de cemitérios (interno e externo) as distâncias constantes na tabela abaixo.

PERÍMETRO DE PROTEÇÃO SANITÁRIA	DISTÂNCIA (m)	
	ÁREA URBANA	ÁREA RURAL
Interno	35	35
Externo	35	100

Além disso, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), efetuou em meados de 1993, uma revisão da sua norma de construção e operação de cemitérios (Norma L 1040/89), tendo reduzido a faixa de proteção interna dos cemitérios de 35,0 m para 5,0 m ao longo do perímetro, e a distância mínima entre os jazigos e residências/poços de 35,0 m para 15,0 m, contando a rua externa do cemitério. A título de informação apresenta-se a seguir quadros comparativos contendo as principais exigências da antiga norma e da sua versão revisada (Quadros 6.1 a 6.3).

Sob o ponto de vista sanitário, é fundamental a aplicação de todos os meios que acelerem a decomposição dos cadáveres. Assim, recomenda-se a utilização de covas superficiais acima do nível freático e em terrenos arejados, e o enterramento de corpos em caixões de madeira mole, não revestidos de material que possa dificultar a decomposição.



**QUADRO 6.1**  
**ESTUDOS DE CARACTERIZAÇÃO DA VIABILIDADE DO**  
**LOCAL DE IMPLANTAÇÃO DO CEMITÉRIO**

EXIGÊNCIA	NORMA L 1040/89 (antiga)	NORMA L 1040/93 (em vigor)
Topografia regional	Escala 1:2.000 + 200 m afastamento	Escala 1:50.000 IBGE
Levantamento planialtimétrico cadastral	Área < 7 ha 1:300 Área > 7 ha 1:500	Área < 7 ha 1:500 Área > 7 ha 1:1.000
Estudo geológico	Bibliografia, visita de campo e sondagens	Bibliografia, visita de campo com descrição da geomorfologia, geologia, solos e sondagens
Estudo hidrogeológico	Determinação do N.A., direção do fluxo subterrâneo e permeabilidade	Modelo hidrogeológico da área
Número de sondagens para caracterização da área	até 15.000 m <sup>2</sup> - 3 furos 15.000 - 25.000 m <sup>2</sup> - 6 furos 25.000 - 35.000 m <sup>2</sup> - 9 furos 35.000 - 45.000 m <sup>2</sup> - 12 furos a cada 10.000 m <sup>2</sup> excedentes de 45.000 m <sup>2</sup> - 1 sondagem	Não especifica
Comprimento das sondagens	Até o N.A. ou 10,0 m	Até o N.A. ou 10,0 m
Distância mínima para cadastro de poços, cacimbas, nascentes, cursos d'água e redes de abastecimento	200 m	100 m

**QUADRO 6.2**  
**CONDICIONANTES PARA IMPLANTAÇÃO DE CEMITÉRIOS**

EXIGÊNCIA	NORMA L 1040/89 (antiga)	NORMA L 1040/93 (em vigor)
Distância mínima a curso d'água	200 m	De acordo com a legislação
Topografia	Elevada (locais altos)	Livre escolha desde que não ameace o lençol freático (distância mínima e permeabilidade)
Declividade	Entre 5 a 15%	Não especifica
Faixa de Proteção Interna	35 m ao longo do perímetro.	5 m ao longo do perímetro.
Distância mínima jazigos a residências e poços	35 m	15 m (contando a rua externa do cemitério)
Permeabilidade do fundo dos jazigos	10 <sup>-3</sup> a 10 <sup>-7</sup> cm/s	10 <sup>-3</sup> a 10 <sup>-7</sup> cm/s
Distância mínima do lençol freático	1,5 m	1,5 m



**QUADRO 6.3**  
**CONDICIONANTES PARA OPERAÇÃO DO CEMITÉRIO**

EXIGÊNCIA	NORMA L 1040/89 (antiga)	NORMA L 1040/93 (em vigor)
Impermeabilização do fundo dos jazigos	Sim	Não específica
Desinfecção com cal virgem	Sim	Não específica
Monitoramento hidrogeológico	Obrigatório (coleta trimestral)	Indicado nos casos mais delicados

Ainda dentro das preocupações com o controle do poder contaminante de cemitérios, deve-se tomar sérios cuidados com o sepultamento de corpos nos quais a “*causa mortis*” foi moléstia contagiosa ou epidemia, e com os cadáveres de pessoas que foram tratadas com elementos radioativos.

Como as distâncias percorridas pelos microorganismos dependem de um número complexo de fatores, como medida preventiva em cemitérios a serem construídos em áreas elevadas de terrenos com características permeáveis, recomenda-se que o nível freático tenha profundidade mínima de 4,5 m para sepultamentos em túmulos (carneiras) com 3,8 m de profundidade. A determinação dessa distância fica condicionada aos resultados dos estudos geológicos e hidrogeológicos, em conjunto com a tecnologia de sepultamento empregada. A permeabilidade admissível no fundo da sepultura até o lençol freático deve estar compreendida entre  $10^{-3}$  e  $10^{-7}$  cm/s.

Caso ocorram elevações do lençol freático a níveis indesejáveis durante a construção das sepulturas, este deve ser rebaixado artificialmente através da instalação de um sistema de drenagem subterrânea convenientemente locado, tomando-se os devidos cuidados para que a sua eficiência não seja comprometida ao longo do tempo. Assim sendo, o local deverá ser submetido a um controle hidrogeológico periódico através da medição deste nível.

Da mesma forma, caso os estudos geológicos e hidrogeológicos definitivos a serem efetuados, demonstrem que o aquífero é potencialmente vulnerável à contaminação, o cemitério deverá ser submetido a um controle sanitário periódico



(a cada três meses), mediante a coleta e análise das águas no interior e nas proximidades da necrópole. Para tanto, devem ser implantados poços de monitoramento estrategicamente locados no caminho do escoamento freático e da eventual pluma de contaminação. As amostras d'água devem ser analisadas de acordo com os padrões de potabilidade, enfatizando-se as cadeias do nitrato e do fosfato e o conteúdo microbiológico (bactérias e vírus).

O perímetro e o interior do cemitério deverá ser provido de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor de maneira segura o escoamento das águas pluviais, evitando o seu fluxo torrencial erosivo.

Deverá ser implementada a manutenção periódica dos túmulos, visto que sepulturas mal conservadas geralmente são inundadas durante época das chuvas e posteriormente estas águas pluviais infiltram-se no solo acabando por atingir o lençol freático. No tocante à arborização do cemitério, os elementos vegetais predominantes deverão ser os gramados e as coníferas.

Ressalta-se, ainda, que durante a implantação das obras de engenharia faz-se necessária a adoção de algumas medidas mitigadoras, objetivando evitar sérios danos ao meio natural. As medidas de proteção ambiental preconizadas para esta etapa de implementação são: desmatamento racional da área do projeto, controle da instabilidade de taludes, deposição adequada de rejeitos, estabelecimento de regras de segurança no trabalho, recuperação das cavas de jazidas, caso se faça necessária as suas explorações e educação ambiental dos operários.

#### 6.10.4. Translado dos Restos Mortais

Para a execução do translado dos restos mortais dos cemitérios existentes dentro da área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Missi é recomendável, a priori, que seja feita a identificação dos cadáveres, bem como dos membros das famílias que vão autorizar a exumação dos corpos.



De posse desses dados, deverão ser realizadas reuniões com os familiares, objetivando definir os procedimentos a serem adotados durante a exumação. Deverá ser analisado, junto com os familiares, a possibilidade de relocação dos cadáveres para cemitérios já existentes na região. Nos casos em que este procedimento não possa ser adotado, deverá ser efetuada a relocação para o novo cemitério que será construído para este fim. A localização do novo cemitério, bem como a realização de cerimônia religiosa precedente a exumação são assuntos que, também, deverão ser discutidos com os familiares dos mortos.

Após a anuência dos familiares, deverá ser requerido, junto a autoridade competente no Fórum da Comarca do município, a autorização legal para a realização da exumação dos corpos. O processo de exumação deverá ser executado por uma equipe composta por um perito, coveiros, um religioso e um membro da família do cadáver. Na impossibilidade de identificação dos restos mortais, deverão ser adotados os procedimentos acima mencionados, com exceção da presença do familiar, sendo o sepultamento efetuado no novo cemitério, no setor destinado ao enterramento de indigentes.

Concluída a exumação dos cadáveres, deverá ser efetuada a desinfecção dos túmulos, através da aplicação de cal virgem e posterior aterramento com material argiloso. Por fim, resíduos sólidos relacionados à exumação dos corpos, tais como urnas e materiais descartáveis (luvas, sacos plásticos, etc.) deverão ter o mesmo tratamento destinado aos resíduos sólidos gerados pelos serviços de saúde, de acordo com o que reza a Resolução CONAMA Nº 005/93. Caso os resíduos sólidos sejam enterrados no novo cemitério, deverá ser usada unicamente a zona de sepultamento, com recobrimento mínimo de 0,5 m de solo. Fica vetado o uso da faixa de proteção sanitária interna para tal finalidade. Os funcionários engajados neste trabalho deverão receber noções sobre higiene e educação ambiental.

Tendo em vista as condições climáticas da área do empreendimento, caracterizadas pela baixa pluviosidade e temperaturas elevadas, aliada a terrenos com características permeáveis, estima-se um período mínimo de 18 (dezoito)



meses para a esqueletização dos corpos, estando este prazo passível de alteração. Diante do exposto, sugere-se que a SRH-CE-CE defina junto com a população local os procedimentos a serem adotados com os restos mortais das pessoas que falecerem durante as fases de estudo e implantação do reservatório, os quais já devem ser sepultados fora da área englobada pela bacia hidráulica do futuro reservatório. Os custos a serem incorridos com esta medida foram orçados em R\$ 80.000,00, a preços de maio de 2002.

#### **6.11. PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO**

Na região onde será implantado a Barragem Missi 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).

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 dos 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-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\$ 8.000,00, a preços de maio 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 surge como um meio de assegurar a utilização múltipla e integrada deste recurso, garantindo às populações e às atividades econômicas, água em qualidade e quantidade suficiente para atender suas necessidades.

É sabido que os usos do solo e as atividades realizadas numa 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, deve-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 da Barragem Missi, 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 da Barragem Missi 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.

O monitoramento da qualidade da água represada, no caso particular da Barragem Missi, deve ser conduzido, não só visando detectar pontos ou níveis de poluição, mas também visando controlar a qualidade química da água com relação aos níveis de salinidade. Tal alerta surge em decorrência da bacia de contribuição do reservatório situar-se em área onde predominam solos do tipo Planossolos Solódico e Solonetz Solodizado, havendo riscos de salinização das águas do açude.



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 à possíveis atividades poluidoras situadas na bacia.

A tomada de amostra na superfície deve ser realizada com um simples frasco de vidro ou plástico, o qual deve ser lavado várias vezes na própria água e não ser completamente cheio, de modo que permaneça uma pequena quantidade de ar dentro do frasco para suprir de oxigênio os seres aeróbios.

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA n° 020 de 18 de junho de 1986, publicado no D.O.U de 30 de julho de 1986. Até que a SEMACE defina a classe em que será adequada a água do reservatório, esta deverá ser considerada como pertencente à Classe 2, a qual se destina ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional.

A maioria das amostras podem ser transportadas 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 a adição de conservantes à mesma.

À SRH-CE/COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água. Os custos anuais advindos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 2.103,00 (valor expresso em reais de maio 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 da Barragem Missi são esperadas pequenas alterações de nível do lençol freático, principalmente nas regiões próximas ao reservatório, já que ao longo do trecho do rio Missi 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 rio Missi. Convém iniciar o monitoramento antes da formação do reservatório para que possa ser estabelecido o efeito do enchimento e a partir daí adotar soluções para os problemas que possam surgir.

#### 7.4.2. Monitoramento do Nível do Reservatório

A exploração do reservatório, cuja vazão se destinará ao abastecimento d'água doméstico e industrial e ao desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) e a piscicultura causará impacto sobre o volume armazenado, principalmente quando se considerar as variações climáticas ocorridas na região, resultando em oscilações no nível do reservatório. Em virtude dessas alterações, faz-se imprescindível o monitoramento do seu nível, com vistas à obtenção de elementos básicos que sirvam para propor soluções e tomadas de decisão.

Para o monitoramento do nível d'água do reservatório deverão ser efetuadas leituras periódicas da régua limnimétrica instalada no reservatório, com vistas a controlar o seu nível de exploração. As leituras deverão ser efetuadas a cada trimestre. A efetivação dessa medida constitui ponto importante para que a exploração do manancial se processe de forma segura, garantindo, assim, os objetivos pretendidos pelo projeto.

O monitoramento dos níveis piezométrico e do reservatório ficará a cargo da SRH-CE/COGERH. O custo incorrido com tal atividade encontra-se incluso no programa de administração da faixa de proteção do reservatório, descrito posteriormente.

#### **7.5. PLANO DE MONITORAMENTO DA SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO**

Uma vez implantada a barragem, a bacia será seccionada e o reservatório colherá a sedimentação oriunda de toda a área contribuinte. Portanto, a análise quantitativa e qualitativa dos sedimentos que serão depositados no reservatório



permitirá o conhecimento das atividades exercidas na bacia, as quais possam vir a comprometer a qualidade do meio ambiente.

Comumente, entende-se por sedimentos os materiais insolúveis que se depositam nos fundos dos corpos d'água. No entanto, alguns estudiosos consideram como sedimento, também, o material insolúvel suspenso na água, razão pela qual, utiliza-se as denominações sedimento de fundo e material particulado, respectivamente.

Após o desmatamento da área a ser inundada, deverão ser escolhidos pontos de amostragem da sedimentação, que serão materializados com marcos de concreto rentes ao solo, com áreas não inferiores a 1,0 m<sup>2</sup>, 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 e 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\$ 1.568,50 (valor expresso em reais de maio 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 que a SEMACE estabeleça 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\$ 8.750,00 (valor expresso em reais de maio de 2.002). A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH-CE/COGERH, devendo tais órgãos receberem o apoio da SEMACE e do IBAMA.

#### **7.7. ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO**

Os usos da água armazenada na Barragem Missi 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 Amontada, 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 serem 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 da Barragem Missi, as principais atividades de manutenção previstas são as seguintes: lubrificação de comportas, tratamento anti-corrosivo, 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 da Barragem Missi 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 e orçar e estabelecer as prioridades de manutenção.

As estradas que permitem o acesso até o eixo do barramento, devem ter seus leitos regularmente restaurados, principalmente após o período chuvoso, de modo a evitar inconvenientes nas operações de manutenção, administração da faixa de proteção do reservatório e monitoramentos concernentes ao empreendimento.

Recomenda-se ainda, no escopo dessa medida, a efetuação de vistorias no sentido de detectar falhas no tratamento dado à fundação da barragem (injeções de concreto), buscando a identificação de possíveis vazamentos que venham comprometer a estrutura da mesma. Esta medida ficará a cargo da SRH-CE/COGERH, estando seus custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia.



MONTGOMERY WATSON



## **8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

---



## 8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do projeto da Barragem Missi. 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 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.

Quanto às alterações impostas ao meio natural, envolvendo os sistemas geofísico, hidrológico, atmosférico e biológico, 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.

Com efeito, no que se refere a submersão de grandes extensões de solos agricultáveis, pode-se afirmar que cerca de 90,0% dos solos existentes na área da bacia hidráulica do reservatório apresentam muito baixo ou nenhum potencial para o desenvolvimento hidroagrícola. Ressalta-se, no entanto, o fato do reservatório situa-se numa região onde predominam solos do tipo Planossolo Solódico e Solonetz Solodizado na sua bacia de contribuição, o que pode resultar em médios riscos de salinização da água a ser represada no reservatório. Assim sendo, esta questão deve ser considerada na operação do reservatório, procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando à manutenção de sua qualidade, e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.



Quanto à ocorrência de patrimônios arqueológico e paleontológico nas áreas das obras de engenharia, das jazidas de empréstimos e da própria bacia hidráulica do reservatório, os levantamentos de campo desenvolvidos em caráter preliminar não detectaram nenhuma evidência da presença de sítios paleontológicos. Além disso, o município de Miraíma não conta com registros de sítios arqueológicos e paleontológicos efetuados pelos órgãos competentes. Entretanto, como a ocorrência destes tipos de patrimônios são, em geral, mais comuns nas planícies de inundação, terraços fluviais e calhas dos rios, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras, de modo a evitar a destruição dessas evidências caso elas ocorram na área do estudo.

Quanto à possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, a Barragem Missi 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.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários provenientes de núcleos urbanos posicionados a retaguarda da Barragem Missi também deverão ser avaliados, visando definir a necessidade ou não, de implementação de sistema de esgotamento sanitário. A cidade de Irauçuba e o povoado de Missi, que contribuem com uma carga orgânica de 9,66 l/s e 2,81 l/s, respectivamente, são os que estão posicionados mais próximos da área da bacia hidráulica, distando de 30,0 e 15,0 km, respectivamente. Quanto à poluição industrial, a bacia de contribuição da Barragem Missi não conta com indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos.

Os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Missi por agrotóxicos são atualmente praticamente nulos. Com efeito, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição da referida barragem 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 apresenta-se pouco representativa, sendo composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, os quais apresentam-se pouco diversificados. Além disso, não foi constatada a ocorrência de endemismo na composição da vegetação ou da fauna, e as áreas previstas para as obras, bem como a bacia hidráulica do reservatório não estão localizadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas.

Quanto a desapropriação de terras, esta resultará na desapropriação total ou parcial do território de 42 imóveis rurais e conseqüente mobilização de um contingente populacional formado por cerca de 235 pessoas distribuídas em 49 famílias. Ressalta-se, no entanto, que estes números estão superestimados, visto que boa parte das 49 habitações englobadas pela área da bacia hidráulica do reservatório não estão habitadas, uma vez que 61,5% dos proprietários residem fora dos imóveis. Além disso, boa parte desta população poderá continuar residindo nas áreas remanescentes das propriedades que serão apenas parcialmente atingidas. Com efeito, as 42 propriedades que terão suas áreas total ou parcialmente submersas pelo reservatório, perfazem uma área total de 13.005,5 ha, não estando aí computadas as áreas de 12 propriedades. Como a área da bacia hidráulica da Barragem Missi perfaz apenas 1.285 ha e observa-se o predomínio de grandes propriedades na região, pode-se afirmar que diversos imóveis contarão com áreas remanescentes.

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 0,9% desta é atualmente explorada com agricultura, devido às limitações apresentadas pelos solos. Além disso, o extrativismo da carnaúba, outra atividade desenvolvida na região é praticada de forma rústica, não apresentando retorno econômico significativo. A renda, encontra-se concentrada nos estratos de propriedade com áreas superiores a 50 ha, onde se observa o predomínio da atividade pecuária, principal atividade desenvolvida na região, 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 (200 - 500 ha) a renda anual por hectare foi estimada em R\$ 34,22 e a renda per capita mensal em R\$ 99,28, o que corresponde a menos de 50,0% do salário mínimo vigente em maio de 2002.

A área apresenta, ainda, elevada concentração de terras, com 13 propriedades ocupando 88,2% da área da bacia hidráulica, estando os outros 11,8% divididos entre 17 propriedades. Ressalta-se que, 12 propriedades não tiveram suas áreas informadas.

Quanto as expectativas da população ante a implementação do empreendimento, esta apresenta-se favorável visto que 92,3% dos entrevistados consideram que a economia da região será beneficiada com o fornecimento d'água regularizado. Apenas uma pequena parcela da população (7,7%) demonstrou receio de não receber indenizações justas e em tempo hábil.

Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá a regularização do abastecimento d'água da cidade de Amontada, atendendo no horizonte do projeto um contingente populacional de 12.475 habitantes, favorecendo os setores de saneamento básico e saúde pública, bem como os setores secundário e terciário da economia. Além disso, a perenização do rio Missi 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.



MONTGOMERY WATSON



## **9. BIBLIOGRAFIA**

---



## 9. BIBLIOGRAFIA

1. ARAÚJO, J.C., **Estudos de Tarifa D'água e Hidrológicos**. Fortaleza, CNPq/COGERH, 1996. 101 p.
2. BRAGA, A.P.G et alli, **Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará. Projeto Fortaleza** - Série Geologia nº 12. Seção Geologia Básica nº 9. Brasília, DNPM/CPRM,1981. 123 p.
3. BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Fortaleza, ESAM, 1953. 523 p.
4. BOTTURA, J.A. & SANTOS J.P., **Impactos Hidrogeológicos de Reservatórios**. São Paulo, 348 p.
5. BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620 p.
6. BRANCO, S.M., & ROCHA A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, Ed. E. Blucher, 1977. 185 p.
7. CESP/DRN, **Reservatórios - Modelo Piloto de Projeto Integral**. São Paulo, CESP, 1978. 119 p.
8. CETESB, **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo, CETESB, 1987. 149 p.
9. DNPM, **Avaliação Regional do Setor Mineral - Ceará**. Brasília, DNPM, 1978. Boletim nº 46, 126 p.
10. DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1979. 130 p.
11. FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza, 1990. 205 p.
12. FUNCEME, **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994. (Grupo de Trabalho 1 - Recursos Naturais e Meio Ambiente).



13. GONÇALVES, J.A., **Abelhas Indígenas do Ceará**. Boletim Cearense de Agronomia. Vol. 14 p.1-13. Fortaleza, 1973.
14. GURGEL, J.J.S. & OLIVEIRA, A.B., **Efeitos da Introdução de Peixes e Crustáceos no Semi-Árido do Nordeste Brasileiro**. Coleção Mossoroense 423 Ser. B 28 p. Mossoró, ESAM, 1987.
15. HARGREAVES, G.H., **Disponibilidades e Deficiências de Umidade para a Produção Agrícola do Ceará, Brasil**. Universidade de Utah, 1973. 88 p.
16. HENRIQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos**. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 1. 22 p.
17. IBGE, **Censo Demográfico, 1991. nº 11 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1991. 523 p.
18. \_\_\_\_\_, **Censo Demográfico, 2000 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2001.
19. INMET, **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, SPI/EMBRAPA, 1992. .84 p.
20. IPLANCE, **Anuário Estatístico do Ceará, 1997**. Fortaleza, IPLANCE, 1997. 2v.
21. JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Vol. I. Recife, SUDENE, 1973. 301 p.
22. JUREIDINI, P., **Autodepuração e Eutrofização: Conceitos, Causas e Conseqüências**. São Paulo. Instituto de Biociências da USP. 1987.
23. MME, **Projeto RADAMBRASIL, Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SA. 24 - Fortaleza. vol. 21. Rio de Janeiro, MME, 1981. 483 p.
24. MOTA, S., **Preservação de Recursos Hídricos**, Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222 p.



25. NASCIMENTO, N.G., **Avaliação de Impactos Ambientais de Grandes Barragens: um estudo de caso.** Fortaleza, 1991. 203 p. (Tese de Mestrado).
26. NOMURA, H., **Dicionário de Peixes do Brasil.** São Paulo, Editerra, 1984.
27. PAIVA, M.P., **Algumas Considerações sobre a Fauna da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro.** Coleção Mossoroense 404 Ser. B. Mossoró, ESAM, 1983. 31 p.
28. \_\_\_\_\_, **Distribuição e Abundância de Alguns Mamíferos Selvagens no Estado do Ceará.** Ciência e Cultura, Vol. 25, nº 5, p. 442-450, 1973.
29. PARO, M.C., **Estratificação Térmica e Reflexos na Qualidade da Água em Reservatórios de Acumulação do Sistema Produtor Cantareira.** Revista DAE, ano XLI nº 126:81-107. São Paulo, 1981.
30. REY, L., **Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos.** Revista Médica de Moçambique, Vol. I, nº 2. Moçambique, 1982. 7 p.
31. 31 - ROCHA, A.A., **Aspectos Biológicos a Serem Observados na Construção de Lagos Artificiais e Cuidados com a Preservação .** Belo Horizonte, 1986. 30 p.
32. SEARA, **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará.** Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
33. SEMA, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências.** Brasília, SEMA, 1986. 29 p.
34. \_\_\_\_\_, **Resoluções do CONAMA - 1984/86.** Brasília, SEMA, 1986. 96 p.
35. SEMACE, **Meio Ambiente. Legislação Básica.** Fortaleza, SEMACE, 1990. 476 p.



36. SICK, H., **Ornitologia Brasileira - Uma Introdução**. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1985.
37. SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agro-sócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2 v.
38. SRH-CE, **Projeto da Barragem Missi e da Adutora de Amontada**. Fortaleza, Montgomery Watson/Engesoft, 2002. 4v.
39. \_\_\_\_\_, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Fortaleza, SRH-CE-CE, 1992., 4 v.
40. SUDENE, **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Folhas nº 5 - Fortaleza-SO. Recife, SUDENE, 1970. (Série Hidrogeologia nº 30).
41. TUNDISI, J.G., **Limnologia de Represas Artificiais**. Boletim de Hidráulica e Saneamento nº 11. São Carlos, 1986. 41 p.



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 73.879.934/0001-19, 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 da Barragem Missi 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 DUARTE JARDIM	Engenharia Civil	CREA 10.208/D-MG	
NAIMAR G. BARROSO SEVERIANO	Agro-Sócio-Economia/Meio Ambiente	CORECON 1.996/8ª R-CE	
LUIZ G. SALES JUNIOR	Biólogo	CRB 5554/5	
NADJA G. PINTO PEIXOTO	Engenharia Agrônoma	CREA 9.724/D-CE	
CARLOS V. PIRES VIEIRA	Geologia/Hidrogeologia	CREA 6.963/D-CE	



MONTGOMERY WATSON



---

**ART**

**CREA - CE**

Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ceará

ART - ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ART Nº

Nº 399876

1

**PARTE CONTRATADA**

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

**PARTE CONTRATANTE**

19	NOME DO CONTRATANTE	20	CPF/CNPJ
	SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE		11.821.253/0001-42
21	ENDEREÇO Av. General Afonso Albuquerque Lima s/n - Cambeba		
22	BAIRRO	23	CIDADE
	Cambeba		Fortaleza
		24	UF
			CE
		25	CEP
			60830-120
		26	TELEFONE

**DADOS DO OBJETO DO CONTRATO**

27	RESUMO DO CONTRATO, DESCRIÇÃO DA OBRA E/OU SERVIÇO CONTRATADO: CONDIÇÕES, PRAZO, QUALIFICAÇÃO, CUSTO, ETC...
	Elaboração dos Estudos de Alternativas, EIAS/RIMAS, Projetos Executivos, Levantamentos Cadastrais, Planos de Reassentamentos e Avaliação Financeira e Econômica dos Projetos das Barragens João Guerra/Umari, Riacho da Serra, Ceará e Missi, e dos Projetos das Adutoras de Madalena, Lagoa do Mato, Alto Santo e Amontada.
	Contrato nº 02/PROGERIRH/SRH/2002 - Prazo. 510 dias

28	<input type="checkbox"/> OBRA <input checked="" type="checkbox"/> SERVIÇO <input type="checkbox"/> CARGO OU FUNÇÃO	29	VALOR DA OBRA/SERVIÇO	30	VALOR DOS HONORÁRIOS
			1.205.041,93		

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

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

34	BAIRRO	35	CIDADE	36	UF
	Cambeba		Fortaleza		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

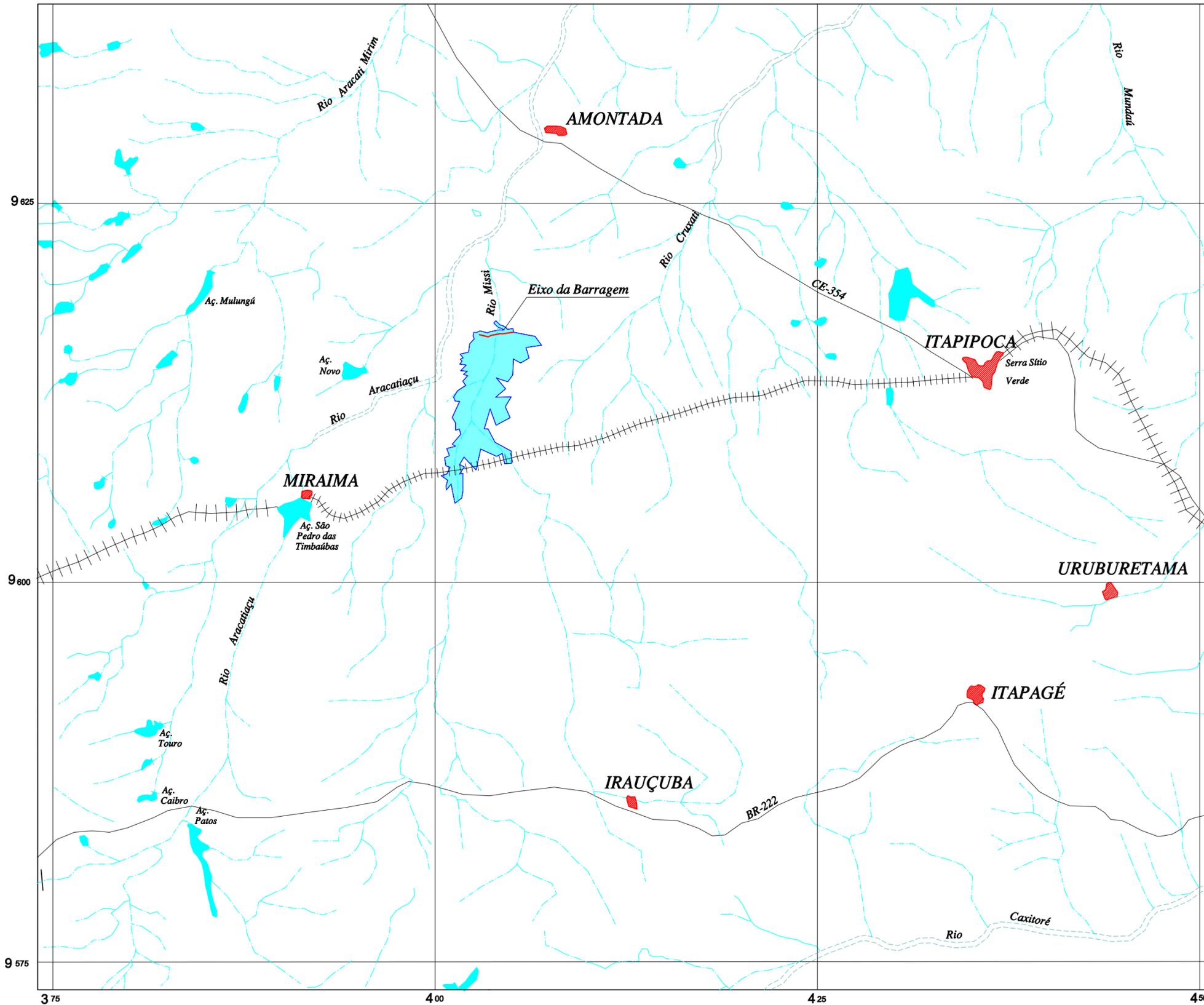
44	<input type="checkbox"/> CO-AUTOR <input type="checkbox"/> INDIVIDUAL	45	<input type="checkbox"/> SUBSTITUIÇÃO <input type="checkbox"/> NORMAL	46	<input type="checkbox"/> EMPREGADOR	47	ENTIDADE DE CLASSE
	<input type="checkbox"/> CO-RESPONSÁVEL <input type="checkbox"/> EQUIPE		<input type="checkbox"/> COMPLEMENTAÇÃO <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> EMPREGADO		<input type="checkbox"/> AUTÔNOMO

48	VINCULADA A ART Nº	49	DO PROFISSIONAL

50	LOCAL E DATA	PROFISSIONAL	CONTRATANTE
		<i>Affonso Lima</i>	

ESTE DOCUMENTO ANOTA PERANTE O CREA/CE, PARA OS EFEITOS LEGAIS, O CONTRATO ESCRITO OU VERBAL REALIZADO ENTRE AS PARTES (LEI 6.496/77)

51	DATA DO PAGAMENTO	53	AUTENTICAÇÃO MECÂNICA
			CEf195601082001114241004184 291,12RD1002
52	VALOR DA TAXA A PAGAR		



**CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS**

-  Açudes
-  Lagoas
-  Rio
-  Sede Municipal
-  Rodovia
-  Limite Bacia Hidráulica
-  Estrada de Ferro

**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 MISSI

Projeto :	ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	Arquivo DES_05_09_Mapa de Localização.dwg
Visto :		Data de Emissão : JUNHO/2002
Verificado :		ESCALA : 1:250.000
Aprova :		Nº do Desenho : DES_01/02
 		



**Consórcio**

---



**MONTGOMERY WATSON**

