

BARRAGEM MAMOEIRO
RELATÓRIO DOS ESTUDOS AMBIENTAIS

VOLUME II
RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE - RIMA

MAIO/ 2006

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	9
1 - INTRODUÇÃO.....	11
2 - PROJETO DA BARRAGEM MAMOEIRO E AÇÕES CORRELATAS.....	14
2.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	15
2.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	15
2.3 - OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO.....	15
2.4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	16
2.5 - ESTUDOS BÁSICOS.....	21
2.5.1 - Estudos Cartográficos.....	21
2.5.2 - Estudos Hidrológicos.....	22
2.5.3 - Estudos Geológicos/Geotécnicos.....	30
2.5.3.1 - Geologia.....	30
2.5.3.2 - Geotecnia.....	32
2.5.3.3 - Materiais de Empréstimos.....	33
2.6 - CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO PROJETO.....	34
2.6.1 - Arranjo Geral das Obras.....	34
2.6.2 - Barragem.....	34
2.6.3 - Sangradouro.....	35
2.6.4 - Tomada d'Água.....	35
2.6.5 - Análise de Estabilidade.....	35
2.6.6 - Ficha Técnica.....	44
2.6.7 - Custos do Projeto.....	45
2.7 - PROJETO DA ADUTORA DE ANTONINA DO NORTE.....	46
2.8 - PLANOS E PROGRAMAS CO-LOCALIZADOS.....	48

3 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	50
3.1 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA	50
3.2 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO	50
3.2.1 – Geologia	50
3.2.2 – Geomorfologia	51
3.2.3 – Solos	52
3.2.4 – Uso e Ocupação dos Solos	52
3.2.5 – Clima	53
3.2.6 – Recursos Hídricos Superficiais	54
3.2.6.1 – Hidrografia	54
3.2.6.2 – Fontes de Poluição Hídrica Existentes	55
3.2.6.3 – Qualidade das Águas Superficiais	55
3.2.7 – Recursos Hídricos Subterrâneos	56
3.3 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO	56
3.3.1 – Flora	56
3.3.2 – Fauna	57
3.3.3 – Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente	59
3.4 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO	59
3.4.1 – Generalidades	59
3.4.2 – Área de Influência Indireta	60
3.4.2.1 – Aspectos Demográficos	60
3.4.2.2 – Infra-estrutura Física e Social	61
3.4.2.3 – Atividades Econômicas	64
3.4.2.4 – Estrutura Fundiária	65

3.4.2.5 – Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	65
3.4.3 – Área de Influência Direta.....	65
3.4.3.1 – Aspectos Gerais das Propriedades Pesquisadas.....	65
3.4.3.2 – Aspectos Demográficos.....	66
3.4.3.3 – Aspectos Sociais	66
3.4.3.4 – Aspectos Econômicos	68
3.4.3.5 – Expectativas da População Atingida.....	71
3.4.3.6 – Levantamento Cadastral das Propriedades Desapropriadas	71
4 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	77
4.1 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO.....	77
4.2 – AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	78
4.3 – DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	81
4.3.1 – Impactos sobre o Meio Abiótico.....	81
4.3.2 – Impactos sobre o Meio Biótico.....	84
4.3.3 – Impactos sobre o Meio Antrópico.....	85
5 – PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS.....	91
5.1 – GENERALIDADES.....	91
5.2 – ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO	91
5.3 – PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DE SÍTIOS ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS.....	92
5.4 – PLANO DE RECONSTITUIÇÃO PAISAGÍSTICA DAS ÁREAS DO CANTEIRO DE OBRAS E DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO	94
5.4.1 – Generalidades	94
5.4.2 – Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos.....	94

5.4.2.1 – Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Jazidas de Empréstimo	94
5.4.2.2 – Controle Ambiental na Atividade Mineral.....	95
5.4.3 – Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras	97
5.4.4 – Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas de Jazidas e do Canteiro de Obras	98
5.5 – PLANO DE REMOÇÃO / RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA	98
5.6 – DELIMITAÇÃO, REFLORESTAMENTO E MONITORAMENTO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO	100
5.6.1 – Delimitação e Fiscalização da Faixa de Proteção do Reservatório.....	100
5.6.2 – Reflorestamento da Área de Preservação Permanente...	101
5.6.2.1 – Área a ser Reflorestada.....	101
5.6.2.2 – Seleção das Espécies Florísticas	102
5.6.2.3 – Produção e Aquisição de Mudas	103
5.6.2.4 – Preparo do Solo.....	105
5.6.2.5 – Plantio e Replântio das Mudas	105
5.6.2.6 – Tratos Culturais	106
5.6.2.7 – Custos e Cronograma de Implantação	107
5.7 – ZONEAMENTO DE USOS NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO	107
5.8 – PROJETO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA	108
5.8.1 – Generalidades	108
5.8.2 – Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento....	109
5.8.2.1 – Compilação e Análise dos Dados Existentes	109

5.8.2.2 – Execução da Pesquisa Sócio-Econômica	109
5.8.2.3 – Avaliação Sócio-Econômica	110
5.8.2.4 – Participação da Comunidade e Integração com as Populações Hospedeiras	111
5.8.2.5 – Alternativas de Reassentamento	112
5.8.2.6 – Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento	113
5.8.2.7 – Projeto da Agrovila	114
5.8.2.8 – Arcabouço Legal.....	115
5.8.2.9 – Programa de Geração de Renda.....	115
5.8.2.10 – Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento.....	116
5.8.2.11 – Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento	117
5.8.2.12 – Custos de Implantação do Reassentamento	117
5.9 – PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO	118
5.10 – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANITÁRIA	120
5.10.1 – Objetivos.....	120
5.10.2 – Área de Abrangência do Estudo e Público-Alvo.....	122
5.10.3 – Diagnóstico das Condições Socioeconômicas e Ambientais da Bacia Hidrográfica Contribuinte.....	123
5.10.4 – Estabelecimento de Parcerias.....	123
5.10.5 – O Papel da Escola no âmbito do Programa.....	124
5.10.6 – Elaboração de Material Didático.....	124
5.10.7 – Mobilização Social e Sistema de Informação, Comunicação e Mídia.....	125
5.10.8 – Execução de Seminários, Palestras e Reuniões com Grupos Formais e Informais.....	125
5.10.9 – Capacitação de Professores e Multiplicadores.....	126

5.10.10 - Avaliação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária.....	127
5.11 – MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA IMPLANTADA.....	128
6 - PLANO DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO RESERVATÓRIO E DE MANEJO DA FAUNA.....	133
6.1 – PLANO DE DESMATAMENTO DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA	133
6.1.1 - Generalidades.....	133
6.1.2 - Diagnóstico Florístico e Faunístico.....	133
6.1.3 - Implantação de Herbário e Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas.....	134
6.1.4 - Técnicas de Desmatamento.....	134
6.1.5 - Corredores de Escape da Fauna.....	135
6.1.6 - Inventário Florestal /Recursos Florestais Aproveitáveis.....	135
6.2 – PLANO DE MANEJO DA FAUNA.....	136
7 - GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO.....	141
7.1 – GENERALIDADES.....	141
7.2 – GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS.....	141
7.3 – PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA	144
7.4 – PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DO LENÇOL FREÁTICO E DO NÍVEL D'ÁGUA NO RESERVATÓRIO	146
7.4.1 - Monitoramento do Nível do Lençol Freático.....	146
7.4.2 - Monitoramento dos Níveis d'Água no Reservatório.....	147
7.5 – PLANO DE MONITORAMENTO DAS TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO	147

8 - CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	150
9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	153
10 - LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE.....	157
11 - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	166
12 - EQUIPE TÉCNICA.....	171

ANEXOS

ANEXO 1 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

ANEXO 2 – DESENHOS

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O consórcio KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A vem aqui apresentar o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da Barragem Mamoeiro, a ser construída em terras dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba, no Estado do Ceará, bem como de sua obra correlata, esta última representada pelo Sistema Adutor de Antonina do Norte.

O referido estudo foi desenvolvido no âmbito do Contrato nº 11 / PROGERIRH / CE / SRH / 2003 do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH) firmado com a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH).

O Estudo de Impacto Ambiental elaborado é composto por dois volumes, compreendendo:

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

O consórcio constituído pelas empresas KL – Serviços de Engenharia S/S Ltda, MABE – Infra-Estrutura e Serviços Ltda e ENERCONSULT S/A atendendo às atribuições do Contrato Nº 11 / PROGERIRH / SRH / 2003 e do Processo SEMACE nº 01.258.199 – 2 elaborou o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) da Barragem Mamoeiro e obra correlata.

No desenvolvimento dos estudos básicos requeridos foram seguidos os preceitos da Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, bem como as diretrizes preconizadas no Termo de Referência emitido pela SRH/SEMACE para este empreendimento.

Inicialmente foi efetuada uma análise do projeto de engenharia proposto, considerando as ações programadas. Em seguida foram executados levantamentos de dados secundários relativos sobre os meios abiótico, biótico e antrópico das áreas de influência do empreendimento, os quais foram complementados com levantamentos de campo ao nível de reconhecimento. Especificamente para o meio antrópico da área de influência direta, foram aplicados questionários socioeconômicos através de uma pesquisa socioeconômica. Tais levantamentos foram efetuados objetivando a obtenção de subsídios para a elaboração do diagnóstico ambiental das áreas de influência da futura Barragem Mamoeiro antes da sua implementação. Foram efetuadas ainda análises da compatibilidade do projeto com a legislação ambiental vigente e com planos e projetos co-localizados.

Posteriormente, com base nas informações obtidas no diagnóstico ambiental e na análise do projeto de engenharia proposto foram identificados os principais impactos ambientais decorrentes da implantação e operação do empreendimento, os quais foram submetidos a avaliação através do Método de Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvido por Bianchi et alli (1989). Por fim, foram estabelecidas as medidas mitigadoras dos impactos adversos identificados, além dos programas de monitoramento e de educação ambiental necessários.

O presente relatório é parte integrante do Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) dos projetos da Barragem Mamoeiro e da Adutora de Antonina do Norte, tendo sua composição abordando os seguintes itens:

- Projeto da Barragem Mamoeiro e Ações Correlatas;
- Diagnóstico Ambiental das Áreas de Influência do Empreendimento;
- Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais;
- Planos de Medidas Mitigadoras;

- Plano de Desmatamento Racional da Bacia Hidráulica;
- Programas Ambientais;
- Legislação Ambiental Pertinente;
- Conclusões obtidas pelos estudos desenvolvidos;
- Bibliografia Consultada;
- Equipe Técnica engajada na elaboração do estudo.

2 – PROJETO DA BARRAGEM MAMOEIRO E AÇÕES CORRELATAS

2 – PROJETO DA BARRAGEM MAMOEIRO E AÇÕES CORRELATAS

2.1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O órgão empreendedor do Projeto Executivo da Barragem Mamoeiro é a Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), órgão prestador de serviços na área de recursos hídricos, inscrito sob o CGC/MF nº 11.821.253/0001-42, estabelecido a Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, 01 - Centro Administrativo do Cambé, Edifício SEDUC - Bloco C, 1º e 2º Andar, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 3101.4005 e FAX (85) 3101.4055.

2.2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem Mamoeiro será formada pelo barramento do riacho Conceição, apresentando sua bacia hidráulica englobando terras dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba, no Estado do Ceará. A barragem fechará o boqueirão existente nas imediações da localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), distando 10,7 km da sede do município de Antonina do Norte. A **Figura 2.1** apresenta a localização do empreendimento a nível regional.

Desde Fortaleza, o acesso ao sítio do barramento é feito através da BR-116 até a cidade de Icó (370,0 km). A partir daí toma-se a CE-282, rodovia estadual pavimentada que permite o acesso à cidade de Iguatu, percorrendo-se nesta cerca de 50,0 km. A partir da cidade de Iguatu toma-se à CE-284 até a cidade de Antonina do Norte, onde se toma a CE-176 por 7,3 km até o entroncamento com a estrada carroçável, que permite o acesso à localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), percorrendo-se nesta última cerca de 3,4 km até o local do barramento. O eixo barrável encontra-se posicionado a 1,10 km a montante da Vila Luziana. O acesso aéreo é permitido através do aeródromo existente em Assaré.

2.3 – OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO

A Barragem Mamoeiro servirá para múltiplos usos, com destaque para o suprimento hídrico da sede do município de Antonina do Norte, beneficiando um contingente populacional de 9.439 habitantes no horizonte do projeto; a perenização do vale do riacho Conceição a jusante do barramento e o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado.

De forma complementar destacam-se o abastecimento da população ribeirinha de jusante, a dessedentação animal e a irrigação difusa, bem como o desenvolvimento da recreação e lazer no reservatório, como fontes de benefícios adicionais para a região.

Figura 2.1 (1/1) – Localização e acessos (1/1)

Corresponde a Figura 2.1 do Módulo III Volume I Tomo 1 – Estudos Básicos –
Desenho do Lisboa

No estudo de alternativas locacionais da Barragem Mamoeiro foram identificadas ao longo do vale do riacho Conceição três alternativas de eixos barráveis: os eixos I (Sítio Várzea Nova), II (Ponta da Volta/Lagamar) e III (Boqueirão Sr. Vicente), cujas localizações podem ser visualizadas na **Figura 2.2**. No caso específico dos eixos II e III será avaliada, também, a possibilidade da adoção do maciço em terra ou CCR, razão pela qual estes eixos se desdobram em duas alternativas cada: Eixo II-A (Alternativa em solo), Eixo II-B (alternativa em CCR), Eixo III-A (Alternativa em solo) e Eixo III-B (alternativa em CCR).

Os eixos selecionados foram submetidos a estudos mais aprofundados, tendo sido elaborada uma pré-concepção do tipo de barramento para cada eixo e a definição de um perfil topográfico inferido, o que possibilitou a estimativa dos custos de construção das principais obras (exceto sangradouro) e o estudo comparativo entre as alternativas.

Para cada eixo foi definido, para efeito comparativo, uma altura de barragem que acumulasse o volume de $20,0\text{hm}^3$. Em cada alternativa foi levantado, ainda, o maciço de terra ou CCR necessário para execução da obra; o tipo de sangradouro adequado, as lâminas vertedouras, um cadastro preliminar de imóveis e da população a ser desalojada das bacias e uma avaliação preliminar dos impactos ambientais associados. O **Quadro 2.1** apresenta os custos de implantação das principais obras previstas nas alternativas de barramentos estudadas.

Observa-se que o Eixo II-A proporciona a fundação e o maciço de terra mais econômicos, enquanto que para os eixos I e III-A estes custos apresentam-se 40,0 e 33,0% mais caros. Nas alternativas em CCR (eixos II-B e III-B) os custos a serem incorridos com a execução do maciço são tão elevados que inviabilizam estas duas alternativas em termos econômicos.

Os custos com a implantação da tomada d'água são iguais para as cinco alternativas, o mesmo acontecendo com os custos a serem incorridos com a construção do sangradouro, constituindo exceção neste último caso apenas o Eixo III-A, cujos custos são cerca de 32,0% mais caros. Os gastos com proteção dos taludes, *rock-fill* e drenagem apresenta-se menor para o Eixo III-A, enquanto que os eixos I e II-A apresentam custos cerca de 69,0% e 33,0% mais caros, respectivamente.

Figura 2.2 (1/1) - Mapa de Localização das Alternativas I, II e III (1/1)

Corresponde a Figura 2.2 do Módulo III Volume I Tomo 1 – Estudos Básicos – Desenho do Lisboa

Quadro 2.1 (1/1) – tabela em paisagem.

No que se refere às condições de fundação das obras, as três alternativas de barramento estudadas apresentam características geológicas mais ou menos semelhantes em termos litológicos e tectônicos, tendo o Eixo I como desvantagem o fato de apresentar maior extensão do barramento (1.300,0m), se comparado com as outras alternativas, que apresentam extensão pelo coroamento de 600,0m (Eixo II) e 400,0m (Eixo III). Quanto à disponibilidade de materiais de construção dentro de uma distância econômica da área das obras, constata-se que as jazidas de materiais terrosos, granulares e pétreos se posicionam a distâncias econômicas em todas as alternativas.

Quanto às condições ambientais e socioeconômicas vigentes nas áreas dos eixos barráveis constatou-se que qualquer que seja a alternativa adotada o número de imóveis rurais a serem desapropriados e de famílias a serem relocadas é considerado baixo, atingindo cerca de 40 famílias nos eixos I e II e 30 famílias no eixo III. As interferências com infra-estruturas de uso público estão restritas a trechos de rede elétrica de baixa tensão e de estradas vicinais nas três alternativas. Quanto a adutora a ser implantada para o suprimento hídrico de Antonina do Norte, esta irá apresentar menor extensão caso o reservatório seja implantado no Eixo I (10,7km), elevando-se essa distância para 11,7km no Eixo II e 17,7km no Eixo III.

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

Os riscos de salinização das águas represadas são considerados baixos, não tendo sido constatada a presença de solos salinos (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) na bacia de contribuição das alternativas de eixo estudadas. Além disso, o reservatório a ser formado apresenta baixo tempo de detenção. Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários também podem ser considerados baixos, já que não foi constatada a presença de núcleos urbanos na retaguarda do reservatório nestas três alternativas. Quanto aos riscos de poluição das águas represadas por agrotóxicos podem ser considerados muito baixos, não tendo sido constatada a presença de áreas com irrigação intensiva na retaguarda do reservatório, qualquer que seja a alternativa adotada.

Da análise dos diversos aspectos selecionados para avaliação, foi decidido em comum acordo com os técnicos da SRH e do Painel de Segurança de Barragens que a melhor alternativa para a localização do barramento encontra-se representada pelo Eixo I.

Após a definição do local do barramento foi desenvolvido um estudo de três alternativas técnicas para o eixo barrável:

- A Alternativa I – composta por uma barragem de terra com soleira na cota 354,2m, capacidade de acumulação de 17,0hm³ e sangradouro posicionado numa sela na obreira esquerda, a qual atende a vazão requerida para abastecimento de Antonina do Norte. Tem um custo de implantação orçado em R\$ 16.906.411,48;
- Alternativa II – desenvolvida em barragem de gravidade do tipo CCR com soleira na cota 355,0 m, seção vertedoura e capacidade de acumulação de 20,6 hm³. Em termos de concepção se constitui numa variante da Alternativa I, atendendo também os objetivos do projeto. Tem um custo de implantação orçado em R\$ 22.215.472,68;
- Alternativa III – desenvolvida em barragem de gravidade do tipo CCR com soleira na cota 360,0m, seção vertedoura e capacidade de acumulação de 43,3hm³. Tem como finalidade a obtenção de um reservatório com maior volume de reservação. Tem um custo de implantação orçado em R\$ 34.513.569,48.

A análise comparativa dos custos de implantação das alternativas técnicas estudadas permite verificar que a Alternativa I é a que permite o atendimento dos objetivos do projeto com mais economia, razão pela qual esta foi à alternativa inicialmente selecionada. Entretanto, com o avançar dos estudos geotécnicos a solução escolhida evoluiu para uma barragem de gravidade em CCR (Alternativa II), opção que se apresentou mais oportuna para as características geotécnicas apresentadas pelo boqueirão.

2.5 – ESTUDOS BÁSICOS

2.5.1 – Estudos Cartográficos

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

estaqueamento a cada 20 m e implantação de marcos de concretos nas deflexões topográficas; nivelamento geométrico de todas as estacas do eixo da barragem e sangradouro e geração do perfil longitudinal do terreno natural no referido eixo; levantamento de seções transversais ao eixo da barragem e sangradouro a cada 20m, abrangendo uma faixa de domínio com largura de 150m à montante e à jusante da barragem; geração de planta baixa do boqueirão e do sangradouro, com curvas de nível eqüidistantes a cada metro; locação do canal de restituição com estaqueamento a cada 50m; levantamento altimétrico da poligonal do canal de restituição, com seccionamento a cada 50m 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 125,87km² e plantas topográficas digitais na escala 1:5.000 da bacia hidráulica que totalizaram 14,50km².

2.5.2 - Estudos Hidrológicos

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

Desta forma foi efetuada inicialmente uma caracterização física da bacia hidrográfica do riacho Conceição. Posteriormente foi efetuado o Estudo de Cheias, no qual a determinação da cheia de projeto para dimensionamento do sangradouro foi 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.

Em barragens pequenas e médias, onde grandes riscos não estão envolvidos, pode-se utilizar o hidrograma de projeto baseado nas precipitações associadas a um risco ou probabilidade de ocorrência, podendo o período de retorno de 1000 anos ser suficiente, fazendo-se posteriormente uma verificação para 10.000 anos.

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

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

Assim sendo, as relações chuva-deflúvio para a Bacia do Mamoeiro foram estabelecidas pelo modelo HEC-1, projetado para simular o escoamento superficial numa bacia, sendo esta representada como um sistema de componentes hidrológicos e hidráulicos. Para a referida bacia foi estudada a sua resposta ao hietograma de projeto correspondente ao tempo de retorno de 1000 anos.

Para o cálculo do escoamento superficial na Bacia do Mamoeiro foi considerada a precipitação uniformemente distribuída sobre a sua área (**Quadro 2.2**). O hietograma adotado baseou-se nas curvas intensidade-duração-frequência da precipitação obtidas através do Método de Tborga, cujos resultados são apresentados na **Figura 2.3**.

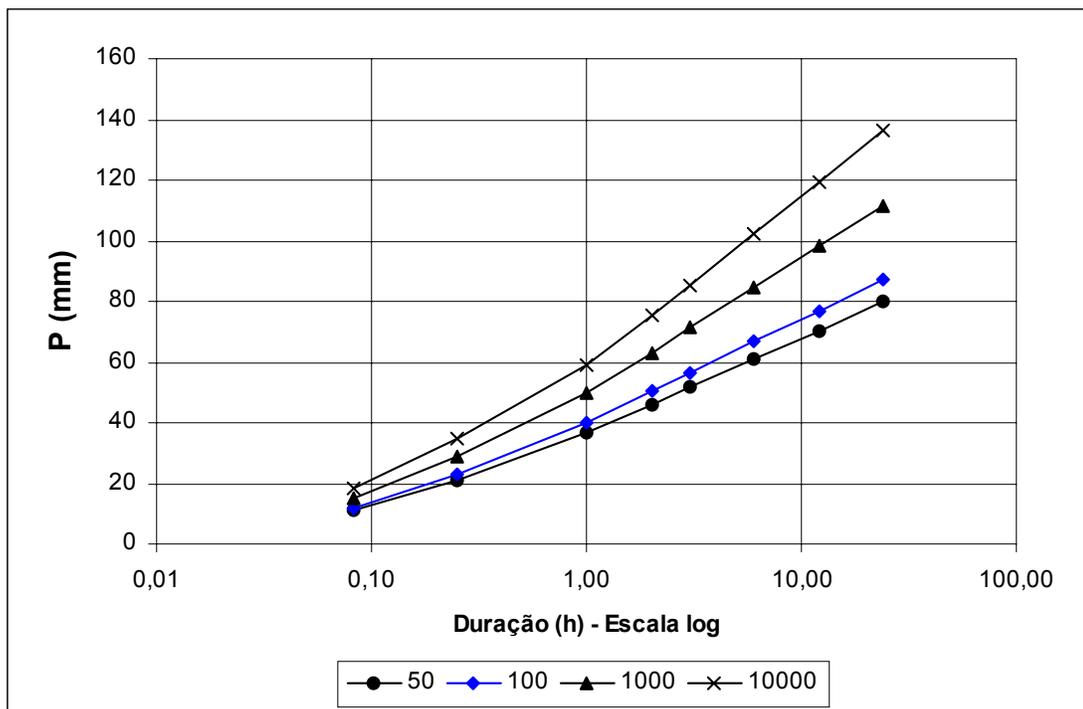
QUADRO 2.2 – CHUVAS REDUZIDAS

Duração	5 min	15 min	60 min	2 h	3 h	6 h	12 h	24 h
P(mm) – TR 50	10,9	21,1	36,6	46,0	51,5	60,9	70,3	79,7
P(mm) – TR 100	11,9	23,1	40,0	50,3	56,3	66,6	76,9	87,2
P(mm) – TR 1000	15,3	29,0	49,7	63,3	71,2	84,7	98,2	111,7
P (mm) – TR 10000	18,7	34,6	58,7	75,6	85,5	102,5	119,4	136,6

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

Com base nos dados da curva intensidade-duração-frequência, o HEC-1 constrói uma distribuição triangular da precipitação, onde é assumido que cada total precipitado para qualquer duração ocorre durante a parte central da tormenta (tormenta balanceada). Alturas correspondentes a 10 e 30 minutos são interpoladas nas alturas precipitadas de 5, 15 e 60 minutos através da equação do HYDROS-35 (National Weather Service, 1977), tendo-se chegado a um hietograma de projeto com duração de 24 horas.

FIGURA 2.3 – CURVAS INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA (CHUVA REDUZIDA)



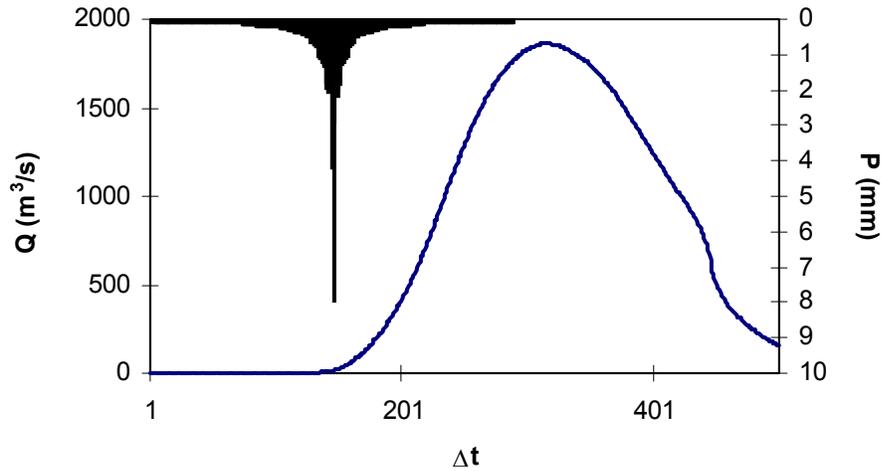
Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

No cálculo da chuva efetiva foi adotado o Método do Curva-Número do Soil Conservation Service - SCS. Este método baseia-se no cálculo da precipitação efetiva em função da altura total de chuva e do parâmetro de abstração denominado Curva-Número (CN). A determinação deste coeficiente depende das seguintes propriedades geradoras de escoamento na bacia: grupo hidrológico dos solos, uso do solo e do tratamento agrícola, condição da superfície subterrânea e condição de umidade antecedente. Com base nos tipos de solos (grupos hidrológicos) predominantes na área da bacia hidrográfica, no relevo e no uso atual do solo vigente foi determinado o parâmetro CN a ser adotado no cálculo da precipitação efetiva, cujo valor para a Bacia do Mamoeiro é igual a 83.

Para transformar a precipitação efetiva em escoamento superficial da bacia foi adotado o Método do Hidrograma Unitário do SCS, que foi idealizado para bacias com áreas entre 2,5 e 1000 km² e que é construído exclusivamente a partir de informações hidrológicas. Além disto, este modelo necessita apenas de um parâmetro o T_{LAG} , que é igual à distância (lag) entre o centro da massa do excesso de chuva e o pico do hidrograma unitário. O tempo de concentração da bacia foi estimado através da aplicação da fórmula de Kirpich, do Califórnia Highways.

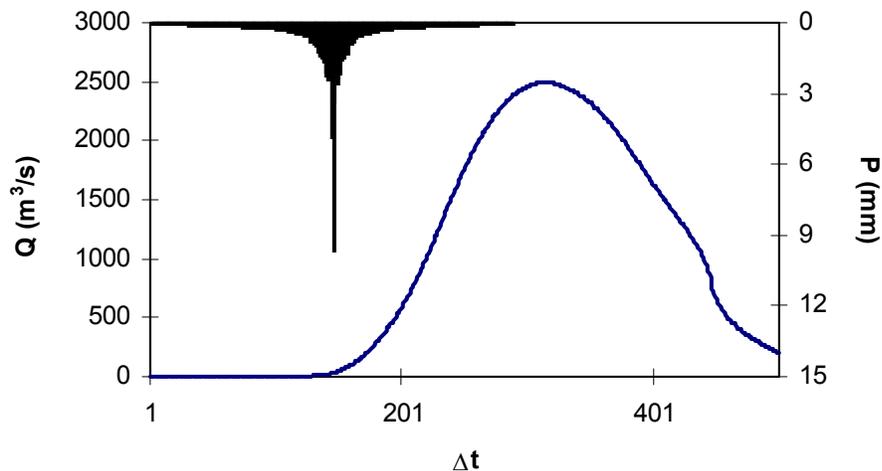
A **Figura 2.4** apresenta o hidrograma de projeto e o hidrograma afluente a Barragem Mamoeiro para o tempo de retorno de 1.000 anos, no qual se obtém uma vazão de pico de 1.862 m³/s. Para o tempo de retorno de 10.000 anos foi obtida uma vazão de pico de 2.494 m³/s (**Figura 2.5**).

FIGURA 2.4 – HIDROGRAMA TOTAL AFLUENTE AO MAMOEIRO (TR = 1000 ANOS)



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

FIGURA 2.5 – HIDROGRAMA TOTAL AFLUENTE AO MAMOEIRO (TR = 10000 ANOS)



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

O Estudo da Capacidade de Regularização do Reservatório desenvolvido teve como objetivos a análise incremental do ganho em volume regularizado em relação ao aumento da capacidade do reservatório e a estimativa de perdas por evaporação e sangria. Na determinação das curvas de regulação do reservatório foram utilizados os métodos da Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico e do Diagrama Triangular de Regularização.

Para a geração das séries sintéticas de vazões foram adotadas as características de escoamento estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (1990), ou seja, lâmina média escoada de 47 mm e volume afluente médio escoado (μ) de 89 hm³/ano. Foi adotado o coeficiente de variação (CV) igual a 1,6 com base no valor indicado por Campos et al. (1995).

Para a aplicação dos métodos de Solução Direta da Equação do Balanço Hídrico e do Diagrama Triangular de Regularização faz-se necessário à determinação do fator de forma α , lâmina evaporada e fator adimensional de evaporação e capacidade. No caso do fator adimensional de capacidade este é variável uma vez que se pretende analisar o ganho na regularização em função do aumento da capacidade. O fator adimensional de evaporação, por sua vez, foi estimado em 0,15.

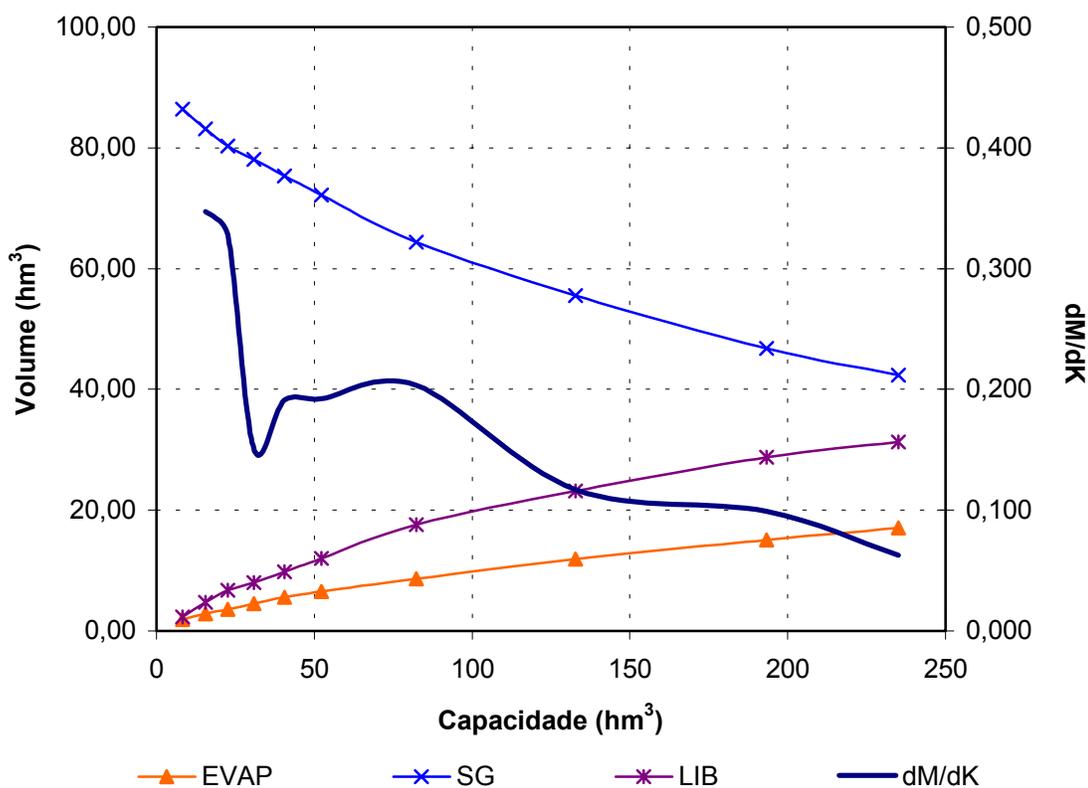
O **Quadro 2.3** apresenta os valores dos volumes regularizados, evaporados e sangrados em termos absolutos e percentuais em função do fator de capacidade ($f_k = K/\mu$). A **Figura 2.6** apresenta as curvas de regulação para a Barragem Mamoeiro.

QUADRO 2.3 – ESTUDO INCREMENTAL DE CAPACIDADES DO RESERVATÓRIO

Cota (m)	K (hm ³)	fk=K/ m	%LIB	LIB (hm ³ /ano)	%EV	EV (hm ³ /ano)	%SG	SG (hm ³ /ano)	dM/dK	Q90 (m ³ /s)	M90 (hm ³ /ano)
350	8,3	0,09	2,6	2,365	2,1	1,922	95,3	86,405	-	0,08	2,453
353	15,5	0,17	5,2	4,703	3,1	2,835	91,7	83,165	0,35	0,16	4,953
355	22,5	0,25	7,5	6,786	4,0	3,584	88,6	80,327	0,33	0,23	7,250
357	30,8	0,35	8,9	8,045	5,0	4,574	86,1	78,072	0,15	0,27	8,500
359	40,6	0,46	10,9	9,842	6,1	5,539	83,0	75,302	0,19	0,33	10,375
361	52,3	0,59	13,2	11,992	7,2	6,559	79,5	72,137	0,19	0,40	12,625
365	82,4	0,93	19,4	17,619	9,5	8,648	71,0	64,436	0,20	0,59	18,750
370	132,7	1,49	25,6	23,223	13,1	11,906	61,3	55,549	0,12	0,78	24,625
375	193,4	2,17	31,8	28,791	16,6	15,067	51,6	46,821	0,10	0,97	30,625
378	235,1	2,64	34,5	31,317	18,8	17,061	46,7	42,311	0,06	1,05	33,250

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

FIGURA 2.6 – CURVAS DE REGULAÇÃO DO RESERVATÓRIO MAMOEIRO



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

Os dados apresentados no Quadro 2.3 e na Figura 2.6 sugerem que a partir da cota 355,0m (volume em torno de 22,5 hm³) os ganhos incrementais na capacidade de regularização da barragem com o aumento do barramento não são significativos. Para esta capacidade o reservatório regulariza 7,5% do volume afluente médio anual, ou em termos de volume, 6.786 hm³/ano, conforme a resolução direta da equação do balanço hídrico. Este volume regularizado anualmente corresponde a uma vazão regularizada de 0,230 com 90,0% de garantia.

O **Quadro 2.4** mostra a capacidade de regularização da Barragem Mamoeiro, sendo discriminado neste como a distribuição do volume afluente ao reservatório em volume regularizado (RG), volume evaporado (EV) e volume sangrado (SG). Os valores apresentados pelo Método do Diagrama Triangular (**Figura 2.7**) são confirmados pelos resultados obtidos pela solução direta do balanço hídrico.

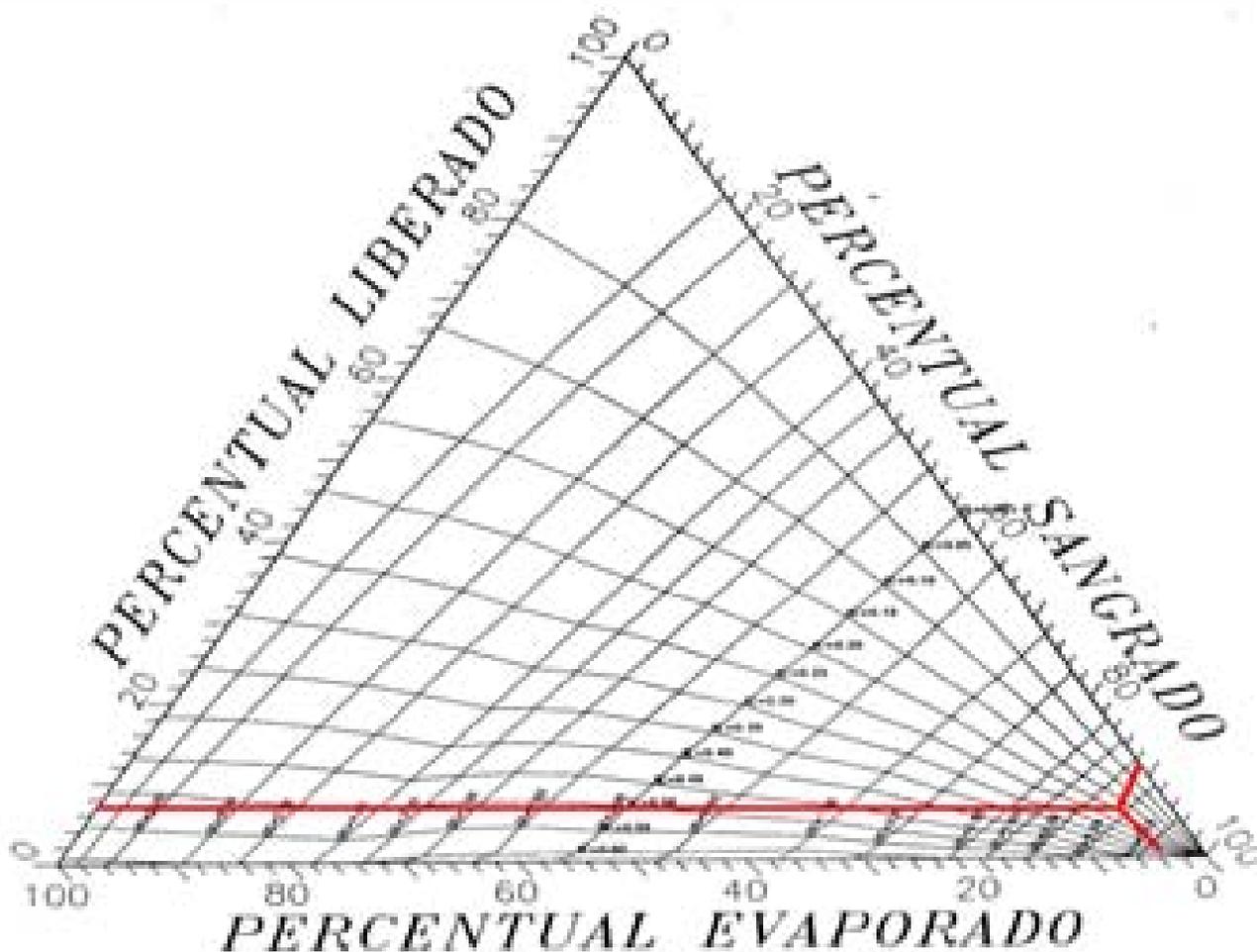
QUADRO 2.4 – DISTRIBUIÇÃO DO VOLUME AFLUENTE E Qr (90%)

Distribuição do Volume Afluente			Qr 90% (m ³ /s)
RG - %	SG - %	EV - %	
6.786 – 7,5%	80.327 – 88,5%	3.584 – 4,0%	0,230

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

Nota: EV - Volume Evaporado (hm³/ano); SG - Volume Sangrado (hm³/ano); RG- Volume Regularizado (hm³/ano) e Qr 90% - Vazão regularizada com 90% de garantia (m³/s)

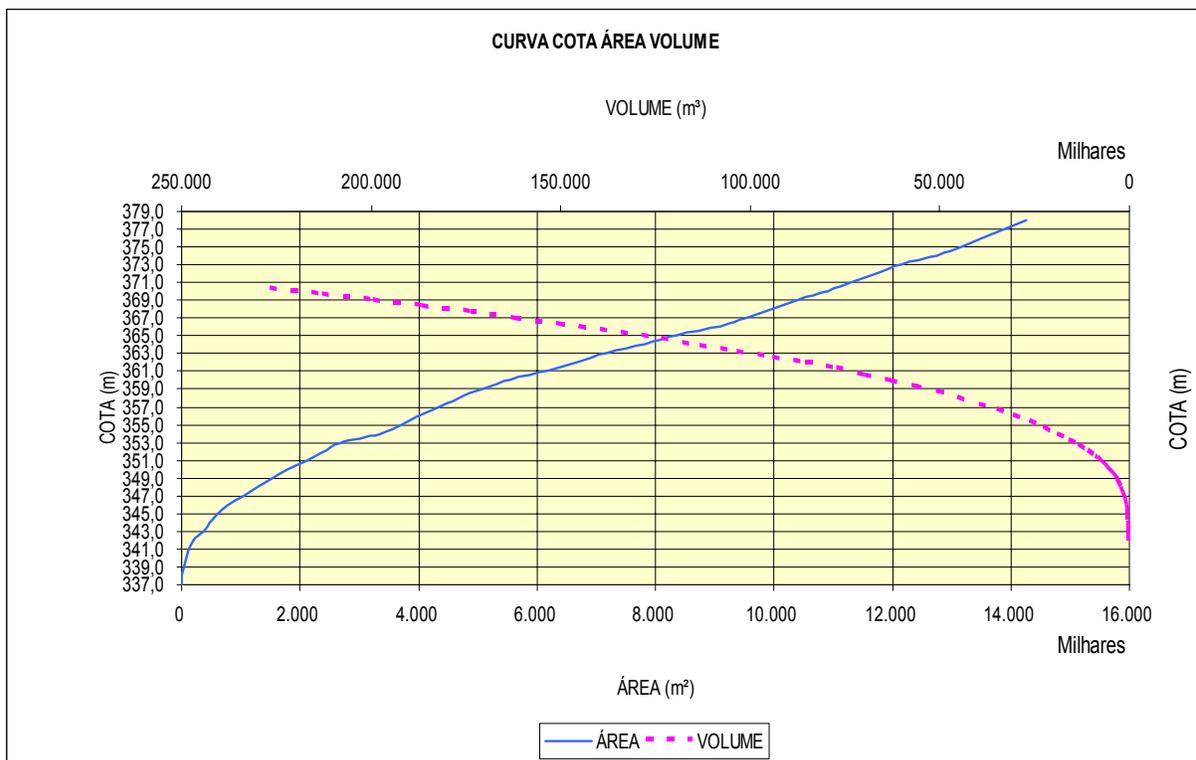
FIGURA 2.7 – DIAGRAMA TRIANGULAR DE REGULARIZAÇÃO APLICADO A BARRAGEM MAMOEIRO



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

O reservatório terá uma capacidade de acumulação de 20,6 hm³, com a soleira do sangradouro na cota 355,0 m e coroamento na cota 363,30 m. A **Figura 2.8** mostra a curva de cota-área-volume da Barragem Mamoeiro.

FIGURA 2.8 – CURVA COTA – ÁREA – VOLUME



Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

Para o dimensionamento do sangradouro foi adotada a cheia associada ao tempo de retorno de 1000 anos, para a qual foram realizados estudos de laminação, enquanto que a determinação da cota de coroamento da barragem foi baseada na cheia associada ao tempo de retorno de 10.000 anos para garantir o não galgamento desta cheia. A laminação das enchentes de projeto foi efetuada pelo Método de Puls.

A largura do sangradouro da barragem foi definida em função das condições hidráulicas, selecionada a menor largura de sangradouro que permitisse que a cheia de 1.000 anos fosse escoada sem problemas. A largura do sangradouro adotada foi de 80m. Os picos de vazões efluentes e lâminas de sangria associados aos períodos de retorno de 1.000 e 10.000 anos para a cota de sangria de 355,0m são apresentados no **Quadro 2.5**. Quanto à capacidade de regularização do reservatório, o **Quadro 2.6** apresenta a equação do balanço hídrico, onde a vazão regularizada com 90,0% de garantia foi estimada em 0,14m³/s.

QUADRO 2.5 – VAZÕES E LÂMINAS DE SANGRIA

Discriminação	TR = 1.000 Anos	TR = 10.000 Anos
▪ Cota de Pico (m)	361,0	362,3
▪ Vazão Efluente (m ³ /s)	2.466,0	3.310,0
▪ Lâmina (m)	6,0	7,3

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

QUADRO 2.6 – CAPACIDADE DE REGULARIZAÇÃO – EQUAÇÃO DO BALANÇO HÍDRICO

Distribuição do Volume Afluente			Qr 90% (m ³ /s)
RG - %	SG - %	EV - %	
4.246 – 5,7%	67.003 – 89,4%	3671 – 4,9%	0,14

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro – Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações. Volume II – Anteprojeto. Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 90p.

Nota: EV - Volume Evaporado (hm³/ano); SG - Volume Sangrado (hm³/ano); RG - Volume Regularizado (hm³/ano) e Qr 90% - Vazão regularizada com 90% de garantia (m³/s)

2.5.3 – Estudos Geológicos/Geotécnicos

2.5.3.1 – Geologia

A geologia da região onde está inserido o projeto apresenta um predomínio de rochas cristalinas, tendo como unidade dominante o Complexo Jaguaratama. Nesta os litotipos petrográficos são constituídos por gnaisses bandeados, típicos de fácies almandina anfíbolito; gnaisses facoidais, além de associações gnáissico-migmatíticas e migmatito-graníticas com lentes de anfíbolitos, cálcarios cristalinos e rochas calcosilicáticas associadas. Rochas filoneanas básicas (diabásio) e ácidas (granitos e pegmatitos) são comuns no Complexo Jaguaratama.

Ocorrem, ainda, na região no domínio do embasamento cristalino, maciços granitóides da Suíte Gabróide 2, incluindo os tipos porfiróides e equigranulares, formando corpos alongados concordantes com o *trend* regional. Encontram-se posicionados ao norte da área do estudo próximo à cidade de Aiuaba e ao sul, próximo a Assaré, onde na escarpa formada pela Serra dos Bastiões, o contato com as rochas do Complexo Jaguaratama é marcado pela Falha de Tatajuba. Destaca-se, também, na área do embasamento cristalino, a Suíte Granitóide Itaporanga constituída por uma seqüência com quartzito na base, seguido de gnaisses e/ou xistos, filitos e lentes carbonáticas posicionadas ora no topo da unidade, ora na base dos metapelitos.

No domínio do embasamento sedimentar observa-se a ocorrência de coberturas arenosas inconsolidadas, associadas aos tabuleiros que ocorrem a oeste da área do estudo, além das aluviões do riacho Conceição e de seus tributários. Ressalta-se que, merece destaque na região pela sua maior representatividade em termos territoriais as Aluviões do rio Bastiões.

Quanto ao aspecto estrutural, as unidades de rochas pré-cambrianas da região mostram-se intensamente dobradas, com disposição geral NE-SW. Merecem destaque na região os falhamentos transcorrentes destrais representados pelas Falhas de Jordão e Limoeiro, além da Falha de Tatajuba (de empurrão ou inversa), esta última responsável pelo truncamento das estruturas pré-cambrianas, separando dois compartimentos tectônicos distintos.

Em escala local, predomina na área das obras rochas gnáissicas com bandeamento, apresentando, em alguns locais, porções migmatizadas com estruturas planares bem desenvolvidas, com textura um pouco mais grosseira, exibindo dobramentos e microdobramentos desarmônicos. Os constituintes básicos do paleossoma são biotita, quartzo e hornblenda, com predominância da biotita, intercalados com veios ou agregações quartzo-feldspáticas e pegmatóides que constituem a porção neossomática.

Há locais em que a concentração de minerais máficos, principalmente a biotita, é predominante, dando à rocha um aspecto homogêneo de coloração cinza escura, mascarando a foliação. Na porção neossomática ocorrem em abundância grandes concentrações de feldspato, principalmente o plagioclásio, em forma de cristais grandes (pórfiros) e pequenos porfiroblastos ou fenocristais de microlina, evidenciando movimento característico de zona de falha. Constatam-se também ocorrências que evidenciam rocha com estrutura xistosa, de granulometria média, mesocrática, de cor cinza, contendo bastante mica (biotita) em forma de lamelas desenvolvidas, micro-encurvadas, muitas vezes bordejando os cristais de feldspato, dando à rocha uma característica que permite classificá-la como biotita-xisto.

A foliação das rochas apresenta direção preferencial segundo NE-SW, concordante com a direção regional, com mergulhos acentuados de 60° a 75° para SE, refletindo uma situação desfavorável ao posicionamento do barramento, visto que o sentido do riacho Conceição se dá na mesma direção da foliação da rocha, o que representa um aspecto negativo quanto a estanqueidade do barramento no substrato rochoso. Ressalta-se, ainda, que o eixo locado situa-se num local de intensa movimentação tectônica, e coincide com o lineamento da Falha de Jordão.

Em alguns furos de sondagens rotativas executadas na área, foram identificadas interferências em rochas com estrutura maciça, de coloração bastante escura e densidade elevada, com oxidação nos planos de fraturas, contendo micro-cristais de feldspato incrustados caoticamente numa massa de minerais escuros. Caracteriza-se como uma rocha de composição essencialmente básica, que pode ser classificada como diabásio, e que deve ocorrer em forma de intrusões, recortando a rocha encaixante.

Nas ombreiras, as coberturas de solo sobre as rochas formam um manto de intemperismo não muito espesso, que raramente ultrapassa a profundidade de 1,5m, sendo constituído por silte arenoso micáceo, com pedregulhos, com indícios de rocha alterada.

Os depósitos aluvionares constatados ao longo do riacho Conceição são constituídos por sedimentos inconsolidados formando pequenos e médios bancos de areia medianamente graduada, fofa à compacta, granulometria média e grossa, com pedregulho, de coloração cinza-clara a creme. Apresentam pequena espessura devido à grande ocorrência de afloramentos de migmatitos e gnaisses diversos.

2.5.3.2 – Geotecnia

Visando completar a caracterização geotécnica da área de implantação das obras foi realizada uma campanha de sondagens. Foram efetuadas 15 sondagens ao longo do eixo do barramento, sendo quatro sondagens a percussão, três sondagens a pá e picareta e oito mistas, ou seja, iniciadas a percussão e prosseguidas com sonda rotativa.

Na ombreira esquerda foram executadas quatro sondagens a percussão, tendo-se verificado que a camada superficial formada de silte arenoso, micáceo, com pedregulhos, com indícios de alteração de rocha e espessura variando de 0,30 a 1,45m. Abaixo dessa camada é encontrada biotita-xisto, moderadamente dura e dura.

Na calha do riacho Conceição foram executadas oito sondagens mistas, tendo sido encontrado nestas solos numa espessura variando de 3,0 a 5,0m. Esses solos são formados por silte areno-argiloso, argila arenosa micácea e areia fina e média siltosa. Observou-se, ainda, que as resistências a penetração são baixas, sendo encontrados locais com SPT de 1/60 golpes. Além disso, existe uma camada de areia fina e média no contato com o topo rochoso, razão pela qual foi prevista para este trecho a retirada total desse material em toda a extensão da trincheira de fundação da barragem, fazendo com esta fique totalmente assente sobre o maciço rochoso. A forma

geométrica dessa escavação será um trapézio com os lados inclinados em taludes 1,0:1,0.

Na ombreira direita foram executadas três sondagens a pá e picareta, tendo-se observado que esta apresenta formação geológica semelhante a da ombreira esquerda. Os materiais encontrados são compostos de silte arenoso micáceo com pedregulhos, com indícios de rocha alterada e espessuras variando de 0,30 a 0,70m. O material abaixo deste horizonte é formado por gnaiss.

No local onde poderia vir a ser o sangradouro foram executadas sete sondagens mistas, tendo-se verificado que de um modo geral o maciço rochoso dessa região é composto de rochas medianamente intemperizadas, que apresentam um grau de fraturamento de 15 a mais fraturas por metro e RQD inferior a 40,0%. Com base na formação geológica encontrada nessas sondagens e nos seus condicionantes topográficos, este local foi descartado para locação do sangradouro. Foi proposta, então, a construção de uma barragem em CCR com um segmento vertedouro de 80,0 m de largura posicionado entre as estacas E-14 e E-18. Foi recomendada a dotação do sangradouro com bacia de dissipação e muros laterais.

Quanto aos ensaios realizados in situ, foram executados 13 ensaios de permeabilidade com carga constante nas sondagens mistas SM-01 a SM-08 e 14 ensaios de perda d'água específica nestas mesmas sondagens. Examinando os ensaios de perda d'água em rocha LUGEON, verifica-se que na maioria dos trechos ensaiados a perda d'água específica foi inferior a 1,0 l/min/m/atm. Entretanto como se trata de uma barragem de gravidade será executado um tratamento das fundações, bem como um programa de injeções de consolidação.

As sondagens executadas no vale do riacho Conceição mostraram que existe nível d'água a pouca profundidade entre as estacas 13 e 23. Como esta prevista a execução da escavação total de off-set a off-set em profundidades que deverão atingir até 5,0 m, faz-se necessário o rebaixamento do lençol freático, que deverá ser efetuado por bombeamento direto para secagem das valas de escavação.

2.5.3.3 – Materiais de Empréstimos

Foram realizados estudos dos materiais de empréstimos granulares e rochosos, os quais constaram inicialmente do reconhecimento quantitativo e qualitativo dos materiais existentes nas proximidades do eixo do barramento. Foram locados um areal (A-01) e uma pedreira (P-01). Após a locação das áreas foram feitas cubagens dos materiais e estabelecidas distâncias médias de transporte.

O areal encontra-se posicionado no leito do riacho Conceição, estando localizado imediatamente a jusante do eixo do barramento, portanto, fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, distando 300 m do barramento. Apresenta características apropriadas para o uso como agregado miúdo para concretos, transição e para elemento drenante/filtrante do sistema de drenagem interna do maciço. Conta com uma área explorável estimada em 3,0ha, perfazendo um volume útil de 60.000 m³.

O material pétreo necessário para as proteções dos taludes do maciço, transições e enrocamento de pé tem como fonte de obtenção a pedra P-01 constituída por gnaisse. A referida pedra localiza-se dentro da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, a cerca de 400 m a montante do eixo barrável. Os resultados dos ensaios Los Angeles em amostras da pedra foram de 21,8%. Conta com uma área explorável estimada em 2,0 ha, perfazendo um volume útil de 100.000 m³.

2.6 – CONCEPÇÃO E DIMENSIONAMENTO DO PROJETO

2.6.1 – Arranjo Geral das Obras

Na definição do arranjo geral das obras foram considerados os condicionamentos topográficos, geológicos e geotécnicos do local de implantação. O eixo da barragem ficou posicionado no local que apresenta melhores condições topográficas.

O conjunto das obras consta basicamente de uma barragem em maciço de CCR (Concreto Compactado a Rolo), um sangradouro do tipo Perfil Creager e uma tomada d'água composta de um tubo de aço com regulagem do fluxo efetuada por registro de gaveta e válvula borboleta.

2.6.2 – Barragem

A barragem projetada consta de um maciço em maciço de CCR (Concreto Compactado a Rolo) posicionado entre as Estacas E-05+7,00 m e E-22+15,00 m. A cota de coroamento foi fixada em 363,3 m e a soleira na cota 355,0 m, correspondendo a um volume de acumulação de 20,60 hm³.

A barragem conta com um segmento vertedouro, com largura de 80,0 m, localizado entre as estacas E-14 e E-18. A água vertente atinge a laje do fundo da bacia de dissipação na cota 334,5m. No trecho vertente foram projetados dois muros laterais na cota 348,0 m, os quais se estendem para jusante por 40,0 m.

A barragem no trecho insubmersível tem largura de crista de 6,5m com coroamento na cota 363,3 m. A seção máxima fica situada na estaca E-14. Nos

primeiros três metros a seção é retangular. A partir daí desce em forma escalonada com talude de 1:0,8 (V;H). A seção máxima tem altura de 29,3 m.

A parte central do maciço será construída em CCR com resistência de $f_{ck} \geq 7,5$ MPa. O concreto de face será de concreto massa convencional com resistência de $f_{ck} \geq 25$ MPa.

A barragem será toda apoiada em patamares dentro da rocha. Será construída em módulos de 20,0m de comprimento, que são separados para colocação de uma junta Fungeband. Entre as estacas E - 13 + 13,75m e E - 18 + 13,75m será construída uma galeria de inspeção com fundo na cota 343,0m. Dentro desta galeria será executada uma linha de injeção e outra de drenagem. Além deste sistema está previsto também entre as estacas E - 08 + 12,50m, E - 13 + 13,75m e E - 20 + 17,90m a construção de uma caixa de brita que receberá as águas dos drenos formados nas juntas.

2.6.3 - Sangradouro

A localização do sangradouro foi fixada entre as estacas E - 14 e E - 18. A concepção do trecho vertedouro é formada por um Perfil Creager, com extensão de 80,0 m e com cota de sangria de 355,0 m, projetado para evacuar uma cheia milenar de 2.466,0 m³/s, com lâmina máxima de 6,0 m. Em seguida segue-se por um canal rápido e uma bacia de dissipação com 70,0 m de extensão e cota de fundo igual a 334,5 m.

2.6.4 - Tomada d'Água

A tomada d'água será formada por uma tubulação de aço ASTM A - 36, envolvida em concreto estrutural, com diâmetro de 300 mm. A galeria foi dimensionada para uma vazão de 0,14 m³/s. A montante da tubulação haverá uma caixa em concreto armado com grade de barra de ferro e a jusante outra caixa de concreto armado com três células. A primeira célula 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.

A barragem será operada entre os níveis de cota 355,0m e 349,0m, onde os volumes são de 20,60 hm³ e 5,70 hm³, que correspondem a 100,0% e 27,6% da sua capacidade, respectivamente.

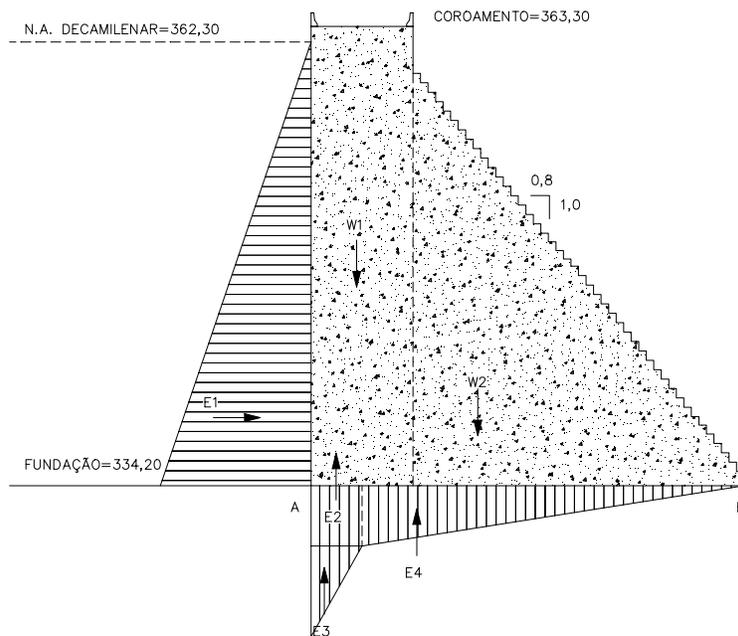
2.6.5 - Análise de Estabilidade

Os cálculos da estabilidade da barragem foram efetuados em duas seções, sendo uma fora do vertedouro e a outra no vertedouro, sendo os resultados obtidos apresentados a seguir:

a) Seção Fora do Vertedouro

Para a seção fora do vertedouro foi considerado o nível máximo de sangria, situação considerada crítica, tendo sido levado em conta o funcionamento parcial do sistema de drenagem conforme recomendação do Bureau of Reclamation. Assim sendo, a partir da linha de drenagem a carga hidrostática será reduzida na linha de drenagem para 0,40 de tensão no pé de montante.

DIAGRAMA DAS TENSÕES



– Cálculo dos Esforços

$$E_1 = \frac{1}{2} \times 1,0 \times 29,10^2 = 423,40 \text{tf} / \text{m}$$

$$E_2 = 0,40 \times 1,0 \times 29,10 \times 5,0 = 58,20 \text{tf} / \text{m}$$

$$E_3 = \frac{1}{2} \times 0,60 \times 1,0 \times 29,10 \times 5,0 = 43,65 \text{tf} / \text{m}$$

$$E_4 = \frac{1}{2} \times 0,40 \times 1,0 \times 29,10 \times 22,38 = 130,25 \text{tf} / \text{m}$$

$$W_1 = 6,50 \times 29,10 \times 2,20 = 416,13 \text{tf} / \text{m}$$

$$W_2 = \frac{1}{2} \times 26,10 \times 20,88 \times 2,20 = 599,46 \text{tf} / \text{m}$$

- Determinação das Coordenadas dos Pontos de Aplicação das Forças em Relação ao Ponto "A"

$$\text{Abscissa de } W_1 \Rightarrow X_1 = 3,25 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } W_2 \Rightarrow X_2 = 13,46 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_1 \Rightarrow Y_1 = 9,33 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_2 \Rightarrow X_{E2} = 2,50 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_3 \Rightarrow X_{E3} = 1,66 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_4 \Rightarrow X_{E4} = 12,46 \text{m}$$

- Verificação da Estabilidade do Maciço no Estado Limite Último em Torno do Ponto "B"

Verificação ao Tombamento

Momento Tombador

$$M_T = 423,40 \times 9,33 + 58,20 \times 24,88 + 43,65 \times 25,72 + 130,25 \times 14,92$$

$$M_T = 8.464,34 \text{tf} \cdot \text{m} / \text{m}$$

Momento Resistente

$$M_R = 416,13 \times 24,13 + 599,46 \times 13,92$$

$$M_R = 18.385,70 \text{tf} \cdot \text{m} / \text{m}$$

Coefficiente de Segurança ao Tombamento

$$CS = \frac{M_R}{M_T} = \frac{18.385,70}{8.464,34} = 2,17 \Rightarrow \text{OK!}$$

– Verificação da Estabilidade ao Escorregamento

Deve-se ter:

$$(\sum V) \operatorname{tg} \phi > CS \times (\sum H_i)$$

Adotando: $\phi = 40^\circ$
 $C = 1,50 \operatorname{tf} / \operatorname{m}^2$

$$\sum V_i = 783,49 \operatorname{tf} / \operatorname{m}$$

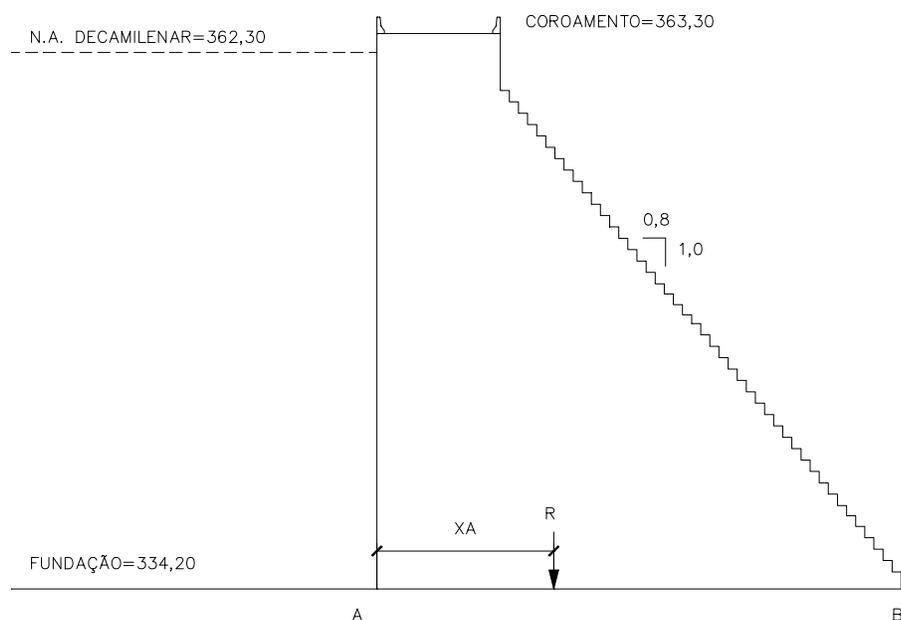
$$\sum H_i = 423,40 - 1,5 \times 27,38 = 382,33 \operatorname{tf} / \operatorname{m}$$

Substituindo, tem-se:

$$CS = \frac{0,839 \times 783,49}{382,33} = 1,71 \Rightarrow \text{OK!}$$

– Análise do Estado de Tensões na Base

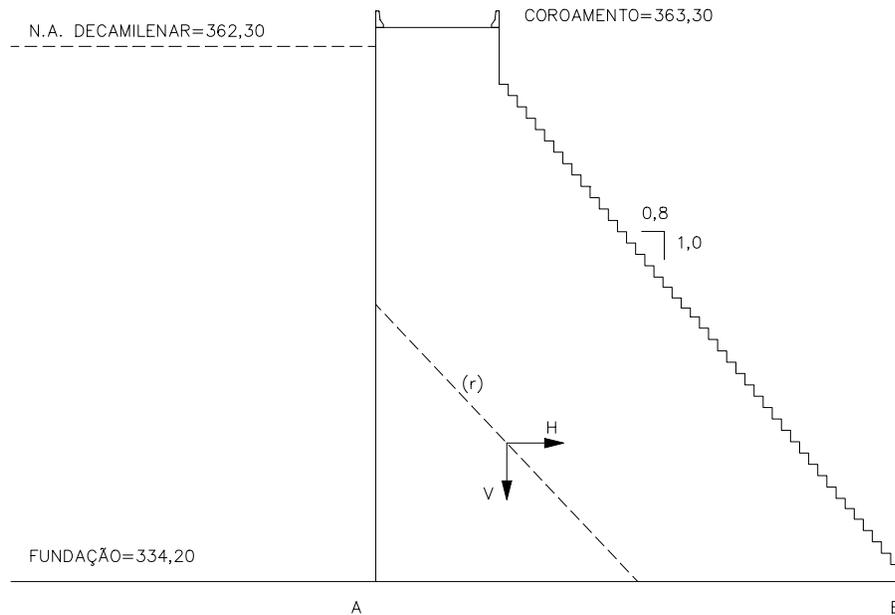
Determinação da abscissa da resultante vertical



$$X_A = \frac{\sum V_i \cdot X_i}{R}$$

$$X_A = \frac{416,13 \times 3,25 + 599,46 \times 13,46 - 58,20 \times 2,50 - 43,65 \times 1,66 - 130,25 \times 12,46}{783,49} = 9,67 \text{ m}$$

Determinação do ponto onde a resultante atravessa a base



$$\sum V = 783,49 \text{ tf} / \text{m}$$

$$\sum H = 382,33 \text{ tf} / \text{m}$$

Equação da Reta (r)

$$Y - 9,33 = -2,05 \cdot (X - 9,67)$$

$$Y = -2,05 \cdot X + 29,15$$

$$\text{Para } Y = 0 \Rightarrow X = 14,21 \text{ m}$$

A excentricidade da resultante será:

$$e = \left| \frac{\Delta B}{2} - X \right| = 0,52 \leq \frac{\Delta B}{6} = 4,56 \text{ m}$$

Portanto, a resultante cai no terço central.

$$\sigma_A = \frac{\Sigma V}{AB} \times \left(1 - \frac{6 \cdot e}{AB} \right)$$

$$\sigma_A = \frac{783,49}{27,38} \times \left(1 - \frac{6 \cdot 0,52}{27,38} \right) = 25,35 \text{ tf} / \text{m}^2$$

$$\sigma_B = \frac{\Sigma V}{AB} \times \left(1 + \frac{6 \cdot e}{AB} \right)$$

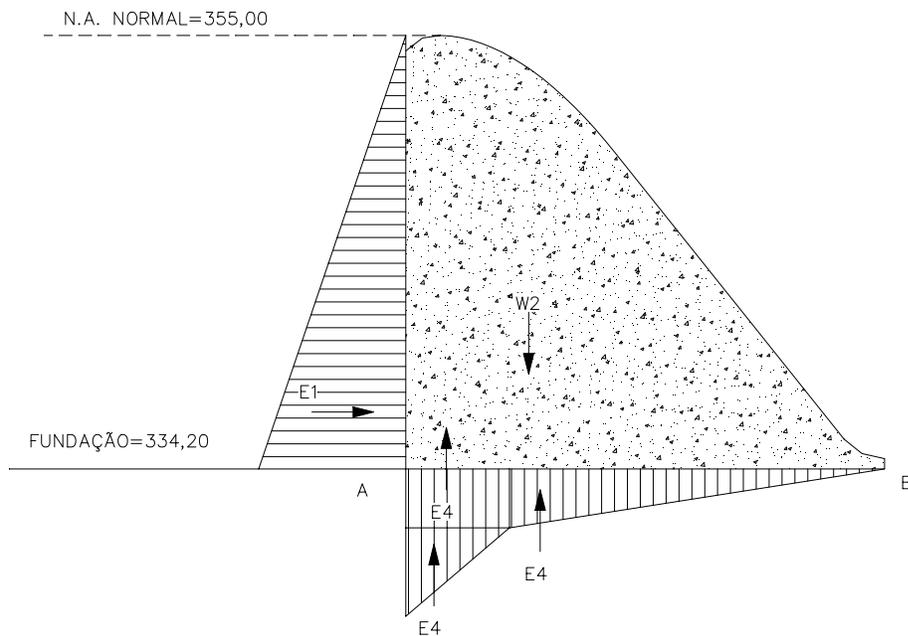
$$\sigma_B = \frac{783,49}{27,38} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,52}{27,38} \right) = 31,87 \text{ tf} / \text{m}^2$$

O nível de tensões é compatível com as características do material da fundação.

b) Seção Dentro do Vertedouro

Nesta seção foi considerado o nível d'água na cota normal NA=355,00m e as mesmas condições de redução da tensão hidrostática considerada na análise da seção anterior.

DIAGRAMA DAS TENSÕES



– Cálculo dos Esforços

$$E_1 = \frac{1}{2} \times 1,0 \times 21,0^2 = 220,50 \text{tf} / \text{m}$$

$$E_2 = 0,40 \times 1,0 \times 21,0 \times 5,0 = 42,00 \text{tf} / \text{m}$$

$$E_3 = \frac{1}{2} \times 0,60 \times 1,0 \times 21,0 \times 5,0 = 31,50 \text{tf} / \text{m}$$

$$E_4 = \frac{1}{2} \times 0,40 \times 1,0 \times 21,0 \times 17,42 = 73,16 \text{tf} / \text{m}$$

$$W = 2,20 \times 290,08 = 638,17 \text{tf} / \text{m}$$

– Determinação das Coordenadas dos Esforços em Relação ao Ponto “A” da Base

$$\text{Abscissa de } W \Rightarrow X_w = 7,92 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_1 \Rightarrow Y = 7,00 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_2 \Rightarrow X_{E_2} = 2,50 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_3 \Rightarrow X_{E_3} = 1,66 \text{m}$$

$$\text{Abscissa de } E_4 \Rightarrow X_{E_4} = 10,80 \text{m}$$

– Verificação da Estabilidade do Maciço no Estado Limite Último em Torno do Ponto “B”

Verificação ao Tombamento

Momento Tombador

$$M_T = 220,50 \times 7,0 + 42,00 \times 19,92 + 31,50 \times 20,76 + 73,16 \times 11,62$$

$$M_T = 3.884,19 \text{tf} \cdot \text{m} / \text{m}$$

Momento Resistente

$$M_R = 638,17 \times 14,54$$

$$M_R = 9.278,99 \text{tf} \cdot \text{m} / \text{m}$$

Determinação do Coeficiente de Segurança ao Tombamento

$$CS = \frac{M_R}{M_T} = \frac{9.278,99}{3.884,19} = 2,38 \Rightarrow \text{OK!}$$

– Verificação da Estabilidade ao Escorregamento

Deve-se ter:

$$(\sum V) \operatorname{tg} \phi > CS \times (\sum H_i)$$

Adotando: $\phi = 40^\circ$
 $C = 1,50 \operatorname{tf} / \operatorname{m}^2$

$$\sum V_i = 491,51 \operatorname{tf} / \operatorname{m}$$

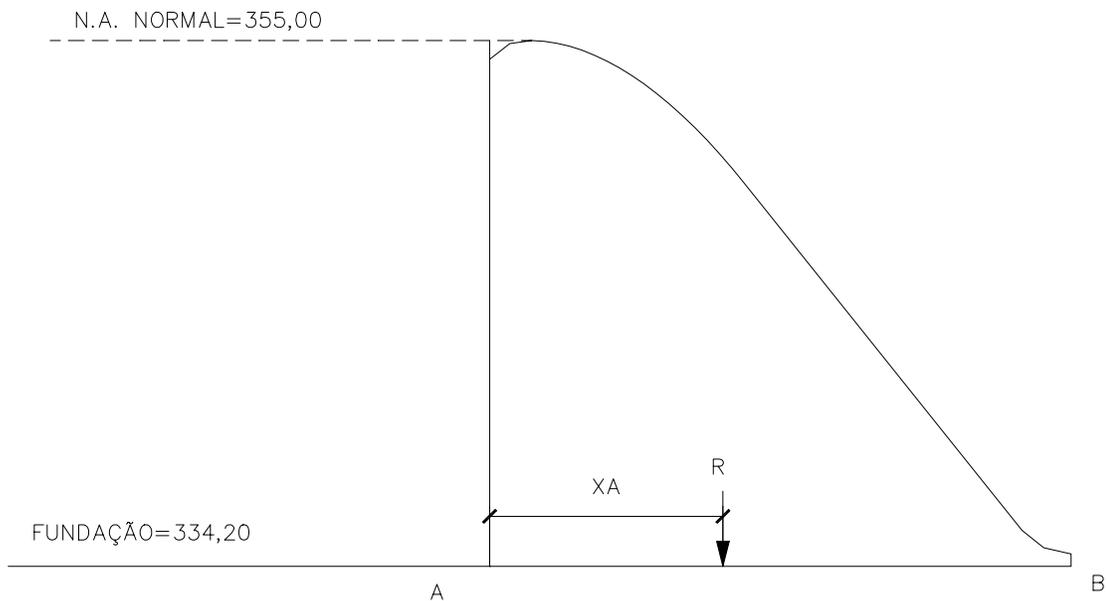
$$\sum H_i = 220,50 - 1,50 \times 22,42 = 186,87 \operatorname{tf} / \operatorname{m}$$

Substituindo os valores, tem-se:

$$CS = \frac{(\sum V) \operatorname{tg} \phi}{\sum H} = \frac{0,839 \times 491,51}{186,87} = 2,20 \Rightarrow \text{OK!}$$

– Análise do Estado de Tensões na Base

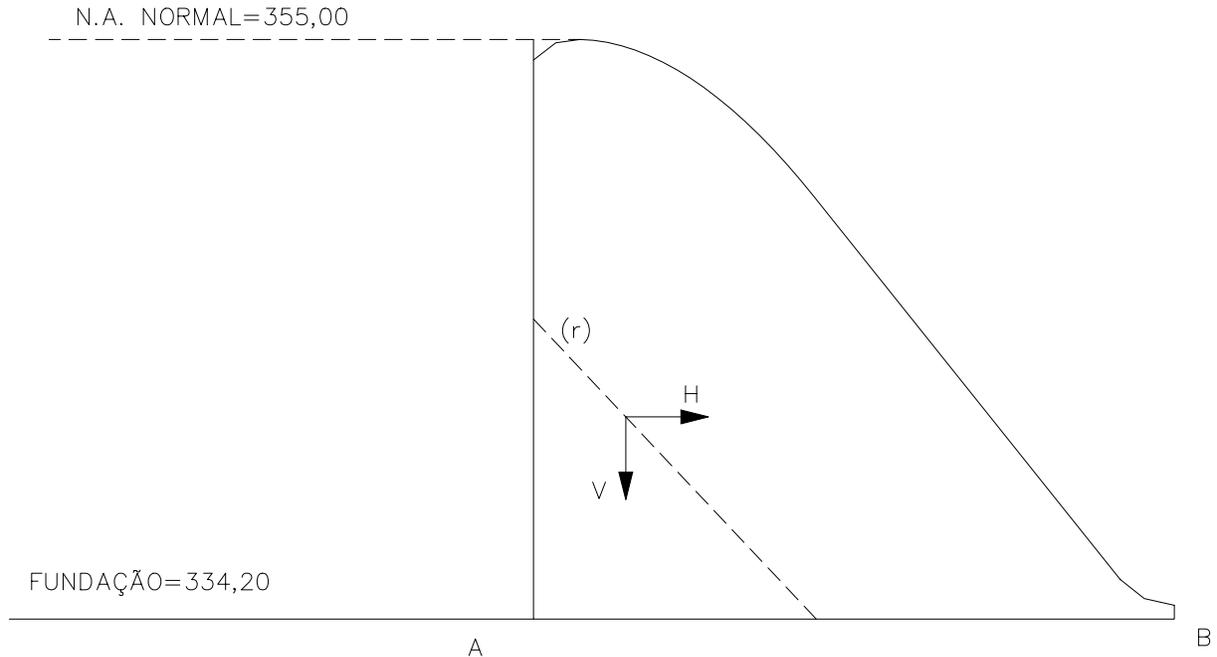
Determinação da abscissa da resultante vertical em relação ao Ponto “A”



$$X_A = \frac{\sum V_i \cdot X_i}{R}$$

$$X_A = \frac{638,17 \times 7,92 - 42,0 \times 2,50 - 31,50 \times 1,66 - 73,16 \times 10,80}{491,51} = \frac{4.106,88}{491,51} = 8,35m$$

Determinação do ponto onde a resultante atravessa a base



$$\sum V = 491,51tf / m$$

$$\sum H = 186,87tf / m$$

Equação da Reta (r)

$$Y - 7,00 = -2,63 \cdot (X - 8,35)$$

$$Y = -2,63 \cdot X + 28,96$$

$$\text{Para } Y = 0 \Rightarrow X = 11,01m$$

A excentricidade da resultante será:

$$e = \left| \frac{\Delta B}{2} - X \right| = 0,20 \leq \frac{\Delta B}{6} = 3,73m$$

Portanto, a resultante cai no terço central da base e as tensões são de compressão.

- Cálculo das Tensões na Base

$$\sigma_A = \frac{\Sigma V}{AB} \times \left(1 - \frac{6 \cdot e}{AB} \right)$$

$$\sigma_A = \frac{491,51}{22,42} \times \left(1 - \frac{6 \cdot 0,20}{22,42} \right) = 20,74 \text{ tf} / \text{m}^2$$

$$\sigma_B = \frac{\Sigma V}{AB} \times \left(1 + \frac{6 \cdot e}{AB} \right)$$

$$\sigma_B = \frac{491,51}{22,42} \times \left(1 + \frac{6 \cdot 0,20}{22,42} \right) = 23,09 \text{ tf} / \text{m}^2$$

O nível de tensões é compatível com as características do material da fundação.

2.6.6 - Ficha Técnica

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

a) Características Gerais

- NomeBarragem Mamoeiro
- Município.....Antonina do Norte e Aiuaba
- Estado.....Ceará
- Sistema.....Bacia do Alto Jaguaribe
- Curso d'água barradoRiacho Conceição
- Bacia Hidrográfica.....1.887,6 km²
- Bacia Hidráulica 369,0ha
- Volume de Acumulação20,60 hm³
- Vazão Regularizada (90% garantia) 0,14 m³/s
- Nível d'Água Máximo Normal.....355,0 m

b) Barragem

- Tipo.....Maciço de CCR
- Cota do coroamento.....363,3 m

- Largura do coroamento.....6,5 m
 - Altura seção máxima.....29,3 m
- c) Sangradouro
- Tipo.....Perfil Creager
 - Cota da soleira.....355,0 m
 - Largura80,0 m
 - Vazão máxima..... 2.466,0 m³/s (Tr = 1.000 anos)
 - Lâmina máxima.....6,00m (Tr = 1.000 anos)
 - Bacia de dissipação (extensão).....70,0 m
- d) Tomada D'água
- Tipo.....Tubo de aço ASTM A-36 envolto em concreto
 - Número de Conduitos.....1 (um)
 - Localização.....ombreira esquerda (Estaca 17)
 - Diâmetro.....300 mm

2.6.7 - Custos do Projeto

As obras pertinentes à construção da Barragem Mamoeiro foram orçadas em R\$ 26.658.736,21⁽¹⁾. O resumo com os valores das estruturas das obras, bem como o valor total, podem ser visualizados no **Quadro 2.7**.

QUADRO 2.7 – CUSTO DAS OBRAS DO RESERVATÓRIO

Discriminação	Valor (R\$) ⁽¹⁾
Administração e Fiscalização	51.172,61
Serviços Preliminares	1.301.213,60
Barragem Principal/Sangradouro	25.046.350,00
Tomada d'Água	260.000,00
Total	26.658.736,21

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro Volume II – Anteprojetos. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Tomo 1 – Relatório de Concepção Geral).

(1) Valores expressos em reais de janeiro de 2004.

2.7 – PROJETO DA ADUTORA DE ANTONINA DO NORTE

O Sistema Adutor de Antonina do Norte tem como objetivo garantir o abastecimento d'água da sede do município homônimo pelos próximos 30 anos, tendo como fonte hídrica a Barragem Mamoeiro.

No dimensionamento e definição da vazão de projeto foi considerada uma população beneficiada de 9.439 habitantes, tendo como horizonte o ano de 2033. O índice de atendimento do sistema será de 100,0% de cobertura, tendo sido adotado um per capita bruto de 150 l/dia.hab. A vazão média diária será de 16,39 l/s e a vazão máxima diária de 19,66 l/s. O tempo de operação máxima é de 24 horas. Foi adotado um coeficiente de máxima variação diária (K1) igual a 1,2 e um coeficiente de máxima variação horária (K2) de 1,5.

Foram estudadas duas alternativas de traçado para adutora. A Alternativa 01 parte da ombreira esquerda do barramento a ser construído no Eixo I (Sítio Várzea Nova) e se desenvolve ao longo da faixa de domínio de uma estrada vicinal e da rodovia estadual CE-176, apresentando uma extensão de 12.000 m. A Alternativa 02, por sua vez, parte da ombreira direita do barramento do Eixo I (Sítio Várzea Nova) e se desenvolve por 9.300 m ao longo das faixas de domínio de uma estrada vicinal e da CE-176. Para as duas alternativas as tubulações serão em PVC/aço, apresentando classe de pressão de 1,0MPa/2,5MPa, vazão de 19,66 l/s e desnível geométrico de - 21,0 m. A **Figura 2.9** apresenta as alternativas de traçado do sistema adutor.

A duas alternativas irão beneficiar além da cidade de Anntonina do Norte, as comunidades de Várzea Nova, Vila Luziana, Morada Nova, Gameleira, Nicolau de Baixo e Pedra da Cruz.

Foi desenvolvido um estudo para o cálculo do diâmetro econômico dos sistemas adutores, tendo as alternativas propostas sido analisadas através da definição do diâmetro da tubulação que apresente o menor custo final, estando aí inclusos além dos investimentos na implantação do projeto, os gastos com operação (energia elétrica) e manutenção. Foram simulados quatro diâmetros distintos, estando os resultados da análise apresentados no **Quadro 2.8**. Foi selecionada a Alternativa 02, tendo em vista a menor extensão do traçado do sistema adutor, que resulta em menores custos de implantação e operação.

Figura 2.9 (1/1)

Corresponde a Figura 2.9 do Módulo III.Volume I Tomo1 – Estudos Básicos

ATENÇÃO TIRAR O NOME “BARRAGEM MAMOEIRO” DO CARIMBO –
Desenho do Lisboa

QUADRO 2.8 – CÁLCULO DO DIÂMETRO ECONÔMICO

Diâmetro (mm)	Custos (R\$)	
	Alternativa 01	Alternativa 02
150	2.632.817,61	2.028.663,92
200	1.908.051,36	1.466.970,07
250	2.141.742,02	1.659.850,07
300	2.789.742,02	2.162.050,07

Fonte: FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Barragem Mamoeiro Volume I – Estudos de Alternativas e Opções para a Localização dos Eixos Barráveis e Aduoras. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.

2.8 – PLANOS E PROGRAMAS CO-LOCALIZADOS

Objetivando verificar a inserção regional do empreendimento ora em análise, foram levantados os programas e projetos governamentais implementados ou projetados na região do empreendimento proposto. Constatou-se que na área de abrangência do empreendimento não existem a priori projetos ou programas governamentais que exerçam influência sobre o mesmo, ou que sejam por este influenciados.

3 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3 – DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3.1 – ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de influência direta da Barragem Mamoeiro engloba a bacia hidráulica do futuro reservatório, com área de 369,0 ha, e sua faixa de proteção periférica, compreendendo parte da zona rural dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba. Abrange, ainda, as áreas de empréstimos a serem utilizadas durante a implantação das obras, além das áreas do canteiro de obras e dos bota-foras.

A área de influência indireta da Barragem Mamoeiro é composta pelas áreas que serão influenciadas pela operação do reservatório ou que exercerão influência sobre este, com destaque para:

- A sede do município de Antonina do Norte que será beneficiada com abastecimento d'água regularizado, atendendo no horizonte do projeto (ano 2033) uma população de 9.439 habitantes;
- Áreas periféricas ao reservatório que se beneficiarão com o desenvolvimento da pesca;
- Áreas ribeirinhas de jusante que serão beneficiadas com a perenização de um trecho do riacho Conceição, o que permite o suprimento hídrico da população ribeirinha de jusante, além do desenvolvimento da irrigação difusa e da dessedentação animal.

3.2 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ABIÓTICO

3.2.1 – Geologia

As áreas do sítio do barramento e da bacia hidráulica do futuro reservatório apresentam-se constituídas de forma predominante por rochas pertencentes ao Complexo Jaguaretama. Aparecem, ainda, em escala pouco representativa os depósitos Aluviais do riacho Conceição e tributários.

Ocorrem, ainda, na região no domínio do embasamento cristalino, maciços granitóides da Suíte Gabróide 2, incluindo os tipos porfiróides e equigranulares, posicionados próximo as cidades de Aiuaba e Assaré. Além da Suíte Granitóide Itaporanga constituída por uma seqüência com quartzito na base, seguido de gnaisses e/ou xistos, filitos e lentes carbonáticas posicionadas ora no topo da unidade, ora na base dos metapelitos.

No domínio do embasamento sedimentar observa-se a ocorrência de coberturas sedimentares de espraiamento aluvial, associadas aos tabuleiros que ocorrem a oeste da área do estudo, além dos depósitos aluviais do riacho Conceição e de seus tributários.

Na área do eixo do barramento observa-se o predomínio de rochas gnáissicas com bandeamento, apresentando, em alguns locais, porções migmatizadas com estruturas planares bem desenvolvidas, com textura um pouco mais grosseira, cor cinza, exibindo dobramentos e microdobramentos desarmônicos.

Nas ombreiras, as coberturas de solo sobre as rochas formam um manto de intemperismo não muito espesso, que raramente ultrapassa a profundidade de 1,5m, sendo constituído por silte arenoso micáceo com pedregulhos, com indícios de rocha alterada.

Com relação à ocorrência de minerais na área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro, constatou-se durante a visita de campo apenas a ocorrência de materiais pétreos, terrosos e granulares usados na indústria da Construção Civil, bem como de pegmatitos. De acordo com o DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral não há requerimentos de licença junto a este órgão para a exploração de recursos minerais na área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro.

Quanto a possibilidade de geração de sismicidade induzida pelo futuro reservatório, de acordo com o Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará, num raio de 100,0 km em torno do eixo barrável há registro de ocorrência de sismos na localidade de Betânia, no município de Farias Brito, distando cerca de 58,0 km. Ressalta-se, que os sismos registrados são de baixa magnitude. Além disso, a Barragem Mamoeiro encontra-se assente sobre rochas do embasamento cristalino e apresenta baixo peso da coluna d'água, não apresentando, portanto, riscos de indução da ocorrência de sismos.

3.2.2 - Geomorfologia

A região da Barragem Mamoeiro está inserida na unidade geomorfológica denominada Depressão Sertaneja, que se caracteriza por apresentar pedimentos conservados, com relevo plano a suave ondulado.

Os Maciços Residuais ocorrem na região sob a forma de serras e pequenos serrotes constituídos principalmente por rochas gnáissicas e migmatíticas. Formam superfícies dissecadas apresentando feições de colinas e de inselbergs. Apresentam relevo fortemente ondulado.

As planícies fluviais são compostas pelas estreitas faixas aluvionares que ocorrem margeando os cursos d'água da região, apresentando maior expressão ao longo do riacho Conceição. Estão sujeitas a inundações periódicas, principalmente nas denominadas várzeas baixas.

3.2.3 - Solos

Predominam na área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro solos do tipo Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos formando associação com os Neossolos Litólicos Eutróficos e com Argissolos Vermelho Amarelo Eutróficos rasos (Associação PVAe). Com menor representatividade aparece os solos do tipo Neossolos Flúvicos, vinculados à planície fluvial do riacho Conceição e tributários, e a associação TPa formada por Luvisolos Hipocrômico Órtico, Neossolos Litólicos Eutróficos e Luvisolos Hipocrômico Vértico. Esta última associação apesar de ocupar áreas expressivas a noroeste do futuro reservatório, ocorre de forma pouco expressiva na área que será submersa.

Pode-se afirmar que a maior parte dos solos da área da bacia hidráulica do reservatório apresentam baixos potenciais agrícolas, estando os solos propícios à irrigação restritos aos Neossolos Flúvicos. As principais limitações ao uso agrícola apresentadas pelos solos são decorrentes da presença de cascalho e plinthite na massa do solo e da drenagem imperfeita no caso dos Argissolos. Os Neossolos Litólicos e os Luvisolos Hipocrômicos, por sua vez, apresentam profundidade efetiva baixa a média e presença de pedregosidade/rochosidade superficial. O relevo forte ondulado a ondulado predominante na região, também, apresenta-se desfavorável ao desenvolvimento agrícola, uma vez que dificulta a mecanização.

Na bacia de contribuição do futuro reservatório, observa-se a ocorrência das associações de solos PVAe e TPa acima mencionadas, as quais são compostas por Argissolos e Neossolos Litólicos e por Luvisolos e Neossolos Litólicos. Apresenta-se a seguir a descrição dos tipos de solos identificados na região do projeto:

3.2.4 - Uso e Ocupação dos Solos

A caracterização do uso atual dos solos na região onde será implementada a Barragem Mamoeiro teve como base o levantamento aerofotogramétrico realizado pela TOPOCART Topografia e Engenharia S/C, em dezembro de 2003, na escala de 1:15.000, complementado com checagem de campo.

A Barragem Mamoeiro encontra-se posicionada numa região de média potencialidade agrícola, que tem a pecuária como atividade principal. A agricultura está centrada no plantio de culturas de subsistência (milho e o feijão). Dentre as culturas

voltadas para a geração de renda merece destaque o plantio do algodão. A pecuária é praticada de forma extensiva, estando centrada no rebanho bovino de corte, cuja alimentação é suplementada com restos culturais.

Quanto à cobertura vegetal, na área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro predomina a caatinga de porte arbóreo, que apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do riacho Conceição, sendo as terras altas desmatadas em geral para a formação de pastos. Nas áreas de relevo ondulado e forte ondulado a vegetação apresenta-se densa, sendo a ocorrência de áreas cultivadas pouco significativas.

Com relação à situação da mata ciliar do riacho Conceição, esta ocorre em cerca de 56,0% da extensão deste curso d'água, apresentando largura média de 51,0m. No trecho compreendido pela bacia hidráulica do futuro reservatório, observa-se a ocorrência de áreas degradadas para dar lugar a cultivos agrícolas, alternando-se com áreas de capoeiras de caatinga, com a mata ciliar apresentando-se predominantemente descontínua e esparsa. A prática da agricultura de vazantes é observada nas áreas de entorno de pequenos e médios reservatórios, estando em geral centrada no cultivo de feijão e milho.

Quanto ao desenvolvimento da irrigação, não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação, nem tão pouco de áreas com irrigação difusa na bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro.

3.2.5 - Clima

Segundo Köppen, a área onde esta posicionada a Barragem Mamoeiro apresenta clima do tipo BSw'h' – quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasada para o outono. A pluviometria média anual atinge 619,2 mm, estando o período chuvoso concentrado no primeiro semestre do ano. A região caracteriza-se por apresentar longos períodos de estiagens, sendo considerada a região mais seca do Estado do Ceará.

A temperatura média anual oscila entre 22,0 e 26,4°C. O período de outubro/dezembro apresenta as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de maio, junho e julho. A umidade relativa média anual atinge 64,2%, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (fevereiro/abril), quando atinge 82,0%. No período de estiagem, as taxas reduzem-se, atingindo valores em torno de 52,0%, de agosto a novembro.

A insolação média anual atinge 2.624,3 horas, o que corresponde à cerca de 59,9% 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. Já a nebulosidade apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, chegando a atingir 7,0 décimos no período fevereiro/abril e o mínimo de 3,0 décimos nos meses de julho e agosto, período de estiagem. A nebulosidade média anual é de 5,0 décimos.

A evaporação média anual atinge o valor de 2.493,6 mm em Campos Sales. O período de estiagem responde por 66,4% do total anual, apresentando no mês de ápice taxa média em torno de 10,4 mm/dia. No trimestre mais úmido as taxas de evaporação se reduzem para 3,4 mm/dia.

3.2.6 - Recursos Hídricos Superficiais

3.2.6.1 – Hidrografia

Posicionada predominantemente sobre o embasamento cristalino, a Bacia do Alto Jaguaribe localiza-se a montante do açude Orós e drena uma área de 24.538,0km², apresentando alto poder de escoamento e rede de drenagem dendrítica. O rio Jaguaribe nesta região tem declividades que variam de 0,03 a 2,5%, sendo a declividade média de 0,06%. Nasce na serra da Joaninha, numa altitude de 400 m, a partir da junção dos rios Trici e Carrapateiras. Apresenta como principais tributários os rios Trici, Puiú, Jucá, Conceição e Cariús pela margem direita, enquanto que pela margem esquerda se destacam o rio Trussu e os riachos Favela e Condado.

De sua origem até o açude Orós, o rio Jaguaribe percorre cerca de 325km, nos quais não se registra qualquer trecho em que a constância do escoamento do rio seja perene. Quanto ao nível de açudagem, a Bacia do Alto Jaguaribe conta com 10 açudes com capacidade de acumulação superior a 10hm³, merecendo destaque os açudes Muquém (47,6 hm³), Várzea do Boi (51,9 hm³), Poço das Pedras (52,0 hm³), Canoas (69,2 hm³), Trussu (260,5 hm³) e Orós, este último com capacidade de acumulação de 1.956,3 hm³, encontra-se posicionado no limite com a Bacia do Médio Jaguaribe.

Estes reservatórios exercem o papel fundamental no desenvolvimento hidroagrícola e no abastecimento d'água humano no território da Bacia do Alto Jaguaribe. Entretanto não conseguem atender integralmente a demanda, fazendo-se necessário, à implantação de novos reservatórios para que os problemas de deficiência hídrica da região sejam superados.

Quanto à atividade hidroagrícola, está encontra-se representada na Bacia do Alto Jaguaribe pelos perímetros irrigados de Várzea do Boi (630,0 ha) e Cachoeirinha (31,0 ha), no município de Tauá, e Jucás (56,0 ha), no município homônimo. A irrigação difusa, por sua vez, encontra-se concentrada nas várzeas do rio Jaguaribe, na região de Iguatu, a montante do açude Orós.

Na Bacia do Alto Jaguaribe a Barragem Mamoeiro barrará o riacho Conceição, um dos principais tributários do rio principal, cuja bacia hidrográfica drena até o barramento, na localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), uma área de 1.887,6 km². A bacia hidrográfica do riacho Conceição drena uma área de 3.597,2 km², com o rio principal percorrendo ao longo de seu curso um total de 140,0 km, desde suas cabeceiras, na região da Chapada do Araripe, localizada no sudoeste do Estado, até desaguar no rio Jaguaribe, nas proximidades da cidade de Saboeiro. A declividade média do riacho Conceição é da ordem de 0,269% e sua bacia apresenta coeficiente de compacidade de 1,85.

O riacho Conceição apresenta regime intermitente, tendo como principais afluentes os riachos São Pedro e Cambonheiro pela margem direita e os riachos do Umbuzeiro, das Tábuas e Tataíra pela margem esquerda. Apresenta nível de açudagem pouco significativo, contando com apenas um reservatório que não permite a perenização do seu leito, o açude Poço da Pedra (52,0 hm³), localizado no município de Campos Sales. A Bacia do Conceição não conta com perímetros irrigados no seu território e também não foi observado o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada.

3.2.6.2 – Fontes de Poluição Hídrica Existentes

A bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro, por sua vez, conta com apenas duas destas cidades posicionadas no seu território (Salitre e Campos Sales), as quais contribuem com cargas orgânicas da ordem de 8,69 e 24,22 l/s. Ressalta-se, no entanto, que estes núcleos urbanos estão posicionados a montante do açude Poço da Pedra, que provavelmente deve reter uma parcela significativa desta carga orgânica em sua bacia hidráulica, reduzindo os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Mamoeiro por efluentes sanitários.

Quanto aos riscos de poluição das águas represadas por agrotóxicos, não foi constatada a presença de perímetros irrigados na bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro. Além disso, a irrigação difusa é uma prática pouco disseminada nesta região, dado a escassez de recursos hídricos e o baixo potencial agrícola dos solos. Assim sendo, pode-se afirmar que os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Mamoeiro pelo aporte de pesticidas e fertilizantes são praticamente nulos.

3.2.6.3 – Qualidade das Águas Superficiais

Os dados do Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade executado pela COGERH, em meados de 2001, no açude Poço da Pedra, que barra o riacho Conceição na sua região de alto curso, revela que este reservatório apresenta água

com nível de salinidade elevado (condutividade elétrica de 2,0 miliSiemens, a 25°C), estando enquadrado na lista de reservatórios com maiores índices de salinidade do Estado.

Ressalta-se que, não foi constatada a presença de solos salinos nas áreas da bacia hidráulica e da bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro, o que aliado ao baixo tempo de detenção da água no reservatório (em média 2 anos) torna a priori relativamente reduzidos os riscos de salinização das águas aí represadas. Deve-se atentar, no entanto, que o açude Poço da Pedra que barra esse mesmo curso d'água e apresenta características pedológicas semelhantes apresenta um elevado nível de salinidade. Assim sendo, é recomendável que seja investigada a causa deste problema, devendo a priori a questão dos riscos de salinização da água represada ser levado em consideração no manejo da Barragem Mamoeiro.

3.2.7 - Recursos Hídricos Subterrâneos

Na bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro as unidades aquíferas estão representadas pelas Aluviões e pelo embasamento cristalino, este último chegando a ocupar cerca de 95,0% da área. A implantação da Barragem Mamoeiro certamente irá ter repercussões sobre a alimentação destes aquíferos através de processos de infiltração vertical e horizontal.

Com potencial hidrogeológico considerado fraco, o aquífero cristalino tem sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento vinculados às zonas de fraturamento das rochas. A alimentação deste aquífero é feita através da pluviometria, dos cursos d'água e das Aluviões. Quanto à qualidade das águas, estas em geral apresentam potabilidade de passável a medíocre, devido a salinidade excessiva. Apresenta vulnerabilidade a poluição baixa.

Já o aquífero Aluvial apresenta potencial hidrogeológico elevado a médio, tendo sua alimentação efetuada através da pluviometria e dos cursos d'água. Aparecem como exutórios a evapotranspiração e a rede de drenagem para onde as águas do aquífero drenam durante o período seco. As águas deste aquífero são geralmente potáveis e com baixo resíduo seco. Apresenta alta vulnerabilidade a poluição, dado a sua permeabilidade elevada.

3.3 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO BIÓTICO

3.3.1 - Flora

Na área da bacia hidráulica do açude Mamoeiro predomina a caatinga hiperxerófila de porte arbóreo denso. Este tipo de vegetação tem como características

além do caráter xerófilo e da acentuada caducifolia, a presença de plantas garranchentas e espinhosas. Apresenta-se bastante degradada pela ação antrópica, com a mata ciliar do riacho Conceição apresentando-se descontínua e esparsa, sendo observada a presença de extensos trechos desmatados para o plantio de culturas de subsistências e de trechos ocupados por vegetação secundária (capoeiras). Ao longo do vale a degradação da cobertura vegetal apresenta-se bastante expressiva, estando praticamente erradicada.

As áreas de encostas apresentam uma cobertura vegetal densa, que se encontra relativamente preservada, sendo observado pequenas áreas esparsas degradadas para dar lugar a cultivos agrícolas a oeste do futuro reservatório. Nas áreas de relevo suave ondulado posicionada a leste do reservatório a ação antrópica se faz mais intensa, com os desmatamentos sendo efetuados, principalmente para o plantio agrícola e formação de pastos pela atividade pecuária.

Na composição da flora local as principais espécies arbóreas verificadas são: pereiro-preto (*Aspidosperma pirifolium*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), braúna (*Schinopsis brasiliensis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), cumaru (*Amburana cearensis*), jurema preta (*Mimosa acustistipula*) e pau-mocó (*Luetzelburgia auriculata*), entre outros.

No estrato arbustivo as espécies observadas com maior frequência são velame (*Croton campestris*), mofumbo (*Combretum leprosum*), matapasto (*Cassia sericea*), relógio (*Sida rhombifolia*) e marmeleiro (*Croton hermiargyreus*).

Compondo o estrato herbáceo verifica-se o predomínio de espécies como salsa (*Ipomoea asarifolia*), vassourinha (*Stylosanthes guianensis*), melosa (*Ruellia asperula*), capim milhã (*Brachiaria plantaginea*) e capim mimoso (*Anthephora hermaphrodita*), entre outras. Dentre as cactáceas merece destaque à ocorrência do xique-xique (*Cereus Gounellei*) e da macambira (*Bromelia laciniosa*).

Nas áreas onde a mata ciliar do riacho Conceição encontra-se mais preservada, constata-se a presença de espécies como oiticica (*Licania rigida*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), marizeira (*Geoffraea spinosa*) e carnaúba (*Copernicia cerifera*), além de gramíneas, herbáceas, pequenos arbustos e trepadeiras.

3.3.2 - Fauna

A fauna da região onde se localiza a bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro apresenta-se relativamente rica em espécies, porém com baixo grau de endemismo. A vegetação de caatinga hiperxerófila arbórea densa, tipo vegetacional característico da área, encontra-se relativamente preservada nas áreas de encostas existentes no

entorno do reservatório, tendo-se observado que a destruição da vegetação nativa ou substituição das formações fitoecológicas por culturas encontra-se mais concentrada ao longo do vale do riacho Conceição. Tais atividades aliadas à caça predatória vêm reduzindo as populações e o número de espécies da fauna.

Essas alterações provocadas no meio ambiente concorrem para que boa parte dos mamíferos silvestres de grande e médio porte se encontrem extintos ou em vias de extinção na região. Os espécimes remanescentes são de pequeno tamanho e reprodutivamente prolíficos. De um modo geral, têm hábitos noturnos, protegendo-se durante o dia contra as condições intensas de radiação solar, procurando zonas mais úmidas ou ocupando abrigos na superfície ou até mesmo adotando o ambiente subterrâneo como habitat. A situação dos mamíferos na região pode ser sintetizada da seguinte forma: espécies ameaçadas de extinção – gato mourisco, gato maracajá, tatu; espécies freqüentes - tatu peba, cassaco; espécies abundantes - raposa, preá, 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 ameaçadas de extinção - gavião, carcará, sabiá; espécies freqüentes e/ou abundantes - rolinhas, pardal, bem-te-vi, galo de campina, garça, xexéu, nambus.

A fauna de répteis da região encontra-se representada por quelônios, lagartos e cobras. Os cágados ocorrem ocasionalmente. 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 e de outros mananciais. Dentre as cobras venenosas as mais temidas são a jararaca e a coral verdadeira. No entanto, face ao combate sistemático que lhes é dado, estas vêm se tornando relativamente raras.

Quanto a entomofauna, especial destaque deve ser dado às abelhas indígenas, estando presente na região espécies como: arapuá, canudo, sanharó e jandaíra. Merece, ainda, ser citada a presença de insetos nocivos à saúde (barbeiro e barata) e à agricultura (bicudo do algodoeiro e várias lagartas). Os insetos com suas diversas ordens constitui o grupo faunístico mais representativo na área, tanto em número de espécies, como pela sua população.

A fauna piscícola dos rios da região é pobre e altamente adaptada à ecologia regional. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, cará, piaba e piau. Foi constatada na área a presença da traíra, espécie carnívora considerada inimiga da piscicultura. Aparecem, ainda, espécies exóticas como a tilápia do Nilo, peixe aclimatizado 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.

3.3.3 - Unidades de Conservação e Áreas de Preservação Permanente

A Bacia do riacho Conceição conta apenas com uma unidade de conservação na sua área, representativa dos ecossistemas da Caatinga, Serra Úmida, cerrado e Cavernas: a Área de proteção Ambiental – APA da Chapada do Araripe, criada em meados de 1997, cuja administração é feita pelo IBAMA – Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. A referida unidade de conservação compreende o topo, a encosta e parte do pediplano da Chapada do Araripe, abrangendo uma área de 1.050.000 ha, com seu perímetro envolvendo 11 municípios do Piauí, 12 de Pernambuco e 15 do Ceará, dentre os quais estão inclusos Salitre e Campos Sales.

A APA da Chapada do Araripe encontra-se posicionada a cerca de 25,0 km a montante da Barragem Mamoeiro, na região de alto curso da Bacia do riacho Conceição. Assim sendo, pode-se afirmar que a Barragem Mamoeiro não irá interferir com a área desta unidade de conservação, nem tão pouco irá resultar em pressão antrópica sobre seu território.

Na região da Barragem Mamoeiro as áreas de preservação permanente estão representadas preponderantemente pela vegetação das faixas de proteção dos cursos e mananciais d'água.

3.4 – CARACTERIZAÇÃO DO MEIO ANTRÓPICO

3.4.1 - Generalidades

Os aspectos sociais e econômicos foram abordados tanto ao nível específico da área de influência direta, quanto ao nível da área de influência indireta, sendo a primeira composta por parte da zona rural dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba.

A área de influência indireta, por sua vez, é composta pelo município de Antonina do Norte, cuja sede municipal será beneficiada com o reforço no seu abastecimento d'água. Engloba, ainda, as áreas ribeirinhas a jusante do futuro

reservatório, abrangendo terras dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba, que serão beneficiadas com a perenização do riacho Conceição. Integra, também a área de influência indireta as áreas lindeiras ao futuro espelho d'água, que serão beneficiadas com o desenvolvimento da piscicultura.

Para caracterização da área de influência direta foi efetuada uma pesquisa socioeconômica através da aplicação de questionários junto às propriedades atingidas. A pesquisa de campo foi realizada, em meados de agosto de 2004, por equipe do Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT.

Os dados relativos aos municípios pertencentes à área de influência indireta foram obtidos através do levantamento de dados secundários junto ao IBGE (Censo Demográfico – 2000 e Censo Agropecuário – 1995/96) e ao IPLANCE (Anuário Estatístico do Ceará – 2001).

3.4.2 – Área de Influência Indireta

3.4.2.1 – Aspectos Demográficos

Os municípios de Antonina do Norte e Aiuaba, que compõem a área de influência indireta do empreendimento, ocupam uma área geográfica de 2.722,4 km², o que representa apenas 1,9% do território estadual. De acordo com o IBGE, em 2000, a população total para o conjunto dos municípios contemplados era constituída por 20.961 habitantes. Nesse ano, a taxa de urbanização atingiu um percentual médio de 36,21% para a área como um todo, com valores oscilando entre 68,04% em Antonina do Norte e 21,88% em Aiuaba. A carga demográfica atingiu nesse ano o patamar de 34,5 hab/km² para a área como um todo.

No período intercensitário de 1991/2000, o crescimento populacional da área de influência indireta apresentou taxas em Antonina do Norte (2,78% a.a.) e em Aiuaba (1,00% a.a.). No período em análise, o crescimento urbano apresentou taxas crescentes, sendo os maiores valores registrados em Aiuaba (4,67% a.a.) contra os 3,97% a.a. apresentados por Antonina do Norte. Com relação à população rural, esta apresentou taxa anual de crescimento crescente em Antonina do Norte (0,63% a.a.) e sinais de estagnação em Aiuaba com taxa de 0,17% a.a.

Quanto à estrutura etária da população, observa-se a predominância da população jovem, visto que 47,8% da população da área é composta por pessoas com idade inferior a 20 anos de idade. A população em idade adulta (20-59 anos), por sua vez, compreende 43,0% da população total. Com uma participação bem inferior aparecem os maiores de 60 anos, representando 9,2% do contingente populacional.

Com relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (2000) indicam que 86,5% dos chefes de domicílio recebem mensalmente rendimentos inferiores a dois salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população. A taxa de analfabetismo atinge um percentual de 44,2% de analfabetos e semi-analfabetos entre o total de pessoas maiores de cinco anos de idade, índice bastante superior ao registrado para o Estado (29,3%).

Constitui outro importante parâmetro para análise da qualidade de vida e do progresso humano de populações, o Índice de Desenvolvimento Humano, que leva em conta para o seu cálculo, além do PIB per capita, variáveis como expectativa de vida, longevidade e nível educacional. Em 2000 o IDH-M apresentou valores considerados médios para o município de Antonina do Norte e Aiuaba, tendo atingido índices de 0,613 e 0,566, respectivamente.

Quanto à presença de silvícolas na região, segundo a FUNAI – Fundação Nacional do Índio não há ocorrência de reservas indígenas na área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro, nem tão pouco nos territórios dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba.

3.4.2.2 – Infra-estrutura Física e Social

a) Setor Educacional

Os setores educacionais dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba dispõem dos níveis regulares de ensino, contando com estabelecimentos ministrando os ensinos pré-escolar, fundamental e médio. Em 2000, os estabelecimentos de ensino perfaziam um total de 228 escolas, a grande maioria vinculada a administração municipal.

O número de alunos matriculados nestes estabelecimentos, no período letivo de 2000, atingiu 7.676 estudantes, estando 31,3% destes associados ao município de Antonina do Norte e 68,7% a Aiuaba. O maior número de alunos foi matriculado no ensino fundamental (78,9 %) e no pré-escolar (16,4%). O corpo docente que ministra aula nos dois municípios perfaz um total de 503 professores.

As taxas de evasão do ensino fundamental e médio situam-se, respectivamente, entre 12,08% e 18,61% em Aiuaba e 12,79 e 15,70% em Antonina do Norte. As taxas de repetência são maiores no ensino fundamental, variando de 11,2 % em Antonina do Norte a 17,07% em Aiuaba.

b) Setor Saúde

Nos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba os serviços médico-hospitalares apresentam-se precários, não atendendo de forma satisfatória as necessidades da população. Em 2000, o número de unidades de saúde vinculadas ao Sistema Único de Saúde – SUS correspondia a 13 estabelecimentos, dos quais 38,5% eram constituídos por postos de saúde e 23,1% por unidades de saúde da família. Apenas o município de Aiuaba conta com um hospital, o qual dispõe de 113 leitos, sendo a relação leito por habitante da região correspondente a 5,39 leitos para cada grupo de 1.000 habitantes.

A equipe atuante na área de saúde é composta por 148 profissionais, com destaque para os médicos que respondem por 12,1%, os profissionais de saúde de nível médio com 40,5% e os agentes de saúde com 31,7% do total da equipe. Atuando na área da medicina preventiva, os agentes de saúde acompanham 4.799 famílias, perfazendo uma população total assistida de 17.503 pessoas.

Quanto às doenças de veiculação hídrica, ocorreram em 2000, de acordo com dados da Secretaria de Saúde do Estado – SESA, dois casos de hepatite viral em Antonina do Norte e apenas um caso em Aiuaba. O número total de casos notificados correspondeu a 0,11% do total notificado no Estado. Também foram registrados 835 casos de diarreia no conjunto dos municípios. A ocorrência dessas doenças se deve, principalmente, à falta de saneamento básico adequado.

A taxa de mortalidade infantil calculada para os municípios contemplados, em 2000, atingiu 45,2 óbitos entre os menores de um ano de idade por mil nascidos vivos, em Aiuaba e 59,96%o em Antonina do Norte. Estes municípios apresentam suas taxas de mortalidade infantil superiores ao valor apresentado pelo Estado (28,34 %o).

c) Setores de Comunicação e Transportes

Os serviços de telefonia da área de influência indireta contavam, em 2000, com 435 terminais telefônicos instalados, tendo-se observado um decréscimo em relação ao número de telefones instalados em 1998. A empresa mantedora dos serviços telefônicos é a TELEMAR.

A ECT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, mantinha em 2000, duas agências de correios na área estudada, uma em cada sede municipal. O conjunto dos municípios dispunha ainda de duas caixas de coleta de correspondências. Quanto aos serviços de radiodifusão, estes são inexistentes na região.

O setor de transportes é constituído por rodovias federais, estaduais e municipais, sendo as rodovias asfaltadas CE-284 e CE-176 as principais vias de

acesso ao município de Antonina do Norte. A cidade de Aiuaba, por sua vez, tem seu acesso permitido através das rodovias implantadas CE-187/CE-284. A rodovia federal que atende a área é a BR-230, que interliga Antonina do Norte a Campos Sales e ao Estado do Piauí. As estradas municipais apresentam condições físicas precárias, principalmente durante a estação chuvosa. A área não é atendida pela rede ferroviária federal. Quanto ao transporte aéreo, nenhum dos municípios conta com campo de pouso de aeronaves, estando o aeródromo mais próximo localizado em Assaré.

d) Energia Elétrica

Os municípios de Antonina do Norte e Aiuaba contavam, em 2000, com um total de 3.609 ligações de energia elétrica nas diversas classes de consumo, predominando a classe residencial, com 85,8% das ligações. Na zona rural eram atendidos apenas 24 consumidores. O consumo total de energia atingiu, no ano 2000, 3.667mwh. O fornecimento de energia elétrica se encontra a cargo da COELCE – Companhia de Eletrificação do Ceará.

e) Saneamento Básico

O sistema de abastecimento d'água do município de Antonina do Norte é operado pela CAGECE, enquanto que Aiuaba é atendida pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), vinculado a Prefeitura Municipal. Em meados de 2000, Antonina do Norte contava 1.287 ligações reais, perfazendo 12.160 m de rede de distribuição. Segundo dados do IBGE, em 2000, 961 domicílios do município de Antonina do Norte e 1.141 domicílios de Aiuaba eram atendidos pela rede pública geral de abastecimento. A captação de água em poços era adotada por 9,8% dos domicílios de Aiuaba, caindo esse percentual para 4,4% em Antonina do Norte. A parcela de domicílios que recorria ao uso de água de origem duvidosa perfazia 55,9% em Aiuaba, caindo para 33,5% em Antonina do Norte.

Quanto aos sistemas de esgotamento sanitário, em 2000, os municípios estudados apresentavam apenas 4,1% dos seus domicílios atendidos pela rede geral de esgotos. Boa parte dos domicílios (32,7%) fazia uso de fossas sépticas e/ou rudimentares, 59,0% não dispunha de instalações sanitárias e 4,2% fazia uso de valas ou canalizava o efluente direto para os cursos d'água.

Com relação ao destino final do lixo, em 2000, o conjunto dos municípios da área de influência indireta apresentava 28,6% dos seus domicílios atendidos pela coleta pública, 5,6% queimava ou enterrava o lixo produzido e 65,8% lançava o lixo em terrenos baldios ou cursos d'água.

3.4.2.3 – Atividades Econômicas

a) Setor Primário

Segundo o IPLANCE, predomina na área a atividade pecuária centrada na bovinocultura de corte, a qual contava, em 2000, com um rebanho composto por 16.277 cabeças. Dentre os animais de pequeno e médio porte, merecem destaque os rebanhos ovino e caprino com 21.487 e 14.618 cabeças, respectivamente. O plantel avícola também se apresenta significativo, sendo composto por 43.237 cabeças. Aparecem numa escala relativamente menor o rebanho de suínos com apenas 9.441 cabeças. Em geral, uma parcela significativa do efetivo de animais de pequeno e médio porte é destinada à subsistência dos produtores.

A agricultura praticada na área é voltada em sua maior parte para a subsistência do produtor, sendo uma pequena parcela da produção comercializada no mercado local. As principais culturas, em termos de área colhida são o milho e o feijão, que respondem por 86,5% da área total colhida. Em seguida aparece com menor representatividade o algodão herbáceo com uma representatividade de 8,7%. Quanto ao Valor Bruto da Produção, a cultura mais representativa era o milho, que respondia por 33,1% do VB, sendo seguido de perto pelo feijão com 26,6% do VBP, respectivamente.

b) Setor Secundário

O setor industrial dos municípios integrantes da área de influência indireta contava, em 2000, com apenas cinco estabelecimentos cadastrados, todos pertencentes ao ramo de indústrias de transformação. O município de Aiuaba contava com uma indústria de cerâmica vermelha e outra de confecção, enquanto que Antonina do Norte contava com uma cerâmica e duas fábricas do ramo Madeira e Mobiliário.

c) Setor Terciário

Foram cadastrados, em 2000, 174 estabelecimentos comerciais ativos e apenas um estabelecimento de serviços na região estudada. Os estabelecimentos comerciais estão, em geral, vinculados ao ramo de Produtos de Gêneros Alimentícios, enquanto que o Setor Serviços conta apenas com um escritório de Serviços de Gerência localizado em Antonina do Norte predomina. O município de Aiuaba detinha 56,9% das casas comerciais existentes na área de influência indireta do empreendimento. Nenhum dos municípios conta com comércio atacadista.

3.4.2.4 – Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária da área de influência indireta apresenta uma grande concentração fundiária. De acordo com os dados do IPLANCE, em 2000, as propriedades dos municípios classificadas como minifúndio chegavam a representar 53,3% do número total de propriedades ocupando apenas 14,1% da área total dos imóveis. Por outro lado, as médias e grandes propriedades, representando apenas 7,4% do total dos imóveis rurais, ocupavam 39,0% da área total das propriedades rurais.

3.4.2.5 – Patrimônio Arqueológico e Paleontológico

Segundo informações fornecidas pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e pela SECULT - Secretaria de Cultura e Desportos, os municípios de Antonina do Norte e Aiuaba não contam com registros de sítios arqueológicos ou paleontológicos tombados, em processo de tombamento ou apenas identificados nos seus territórios.

3.4.3 – Área de Influência Direta

3.4.3.1 – Aspectos Gerais das Propriedades Pesquisadas

A pesquisa de campo realizada na área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro, em meados de 2004, por equipe do Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT, englobou 34 propriedades, o correspondente a 70,8% das propriedades atingidas pela implantação do reservatório (48 propriedades). Para facilidade de análise, as propriedades pesquisadas foram estratificadas em classes de propriedades, perfazendo uma área total de 6.736,10 ha, conforme pode ser visualizado no **Quadro 3.1**. Ressalta-se que, 14,7% das propriedades pesquisadas não tiveram suas áreas informadas.

QUADRO 3.1 – DISTRIBUIÇÃO DAS PROPRIEDADES PESQUISADAS

Estrato de Área (ha)	Nº de Propriedades Pesquisadas	% sobre o Nº Total	Área Total (ha)	% sobre a Área Total
<50	11	32,4	375,95	5,6
50-100	6	17,6	398,53	5,9
100-200	4	11,8	487,76	7,2
>200	8	23,5	5.473,86	81,3
Sem Área Informada	5	14,7	-	-
Total	34	100,0	6.736,10	100,0

FONTE: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

Com relação à estrutura fundiária, observa-se que as propriedades com área inferior a 50 ha correspondem a 32,4% do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 5,6% da área total. As propriedades com mais de 200ha, por sua vez, representam 23,5% do número total de imóveis ocupando 81,3% da área total. Pode-se afirmar, portanto que a área do estudo apresenta uma elevada concentração da ocupação da terra.

Verificou-se, ainda, que a maioria dos proprietários reside fora do imóvel (74,3%), tendo domicílio estabelecido principalmente na cidade de Antonina do Norte. Ressalta-se, no entanto, que no que se refere à exploração da terra, apesar da maioria dos proprietários não residir na área, 33,3% destes exercem participação ativa na atividade agropecuária aí desenvolvida. A exploração através de parceria é adotada em 49,1% das propriedades e 17,6% destas não são exploradas economicamente.

3.4.3.2 – Aspectos Demográficos

Atualmente residem na área das propriedades pesquisadas 138 pessoas, compreendendo 30 famílias, das quais seis são famílias de proprietários que residem na área a ser desapropriada, cinco são de proprietários residentes nas áreas remanescentes das propriedades e as outras 19 são famílias de moradores.

O contingente populacional residente nas áreas a serem desapropriadas é relativamente jovem, já que 43,5% dos seus integrantes apresentam até no máximo 18 anos de idade. Os idosos, por sua vez, representam apenas 7,2%. As famílias não são muito numerosas, apresentando em média apenas 3,7 componentes. Verifica-se que o percentual de pessoas pertencentes ao sexo masculino apresenta-se superior ao contingente de pessoas pertencentes ao sexo feminino, respondendo por 55,1% do número total de pessoas aí residentes.

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 24 famílias.

3.4.3.3 – Aspectos Sociais

a) Nível de Instrução

Analisando o nível de instrução da população residente nas propriedades pesquisadas, verifica-se que dentre os maiores de sete anos de idade 40,9% se enquadram como analfabetos e semi-analfabetos, percentual que se apresenta relativamente elevado. Outros 50,4% estão cursando ou contam apenas com o 1º grau. Não foi constatada a presença de pessoas que tenham nível de instrução superior e

aqueles que concluíram o 2º grau perfazem apenas 8,7%. Não foi constatada a presença de escolas na área pesquisada.

b) Saúde

A área da pesquisa não conta com posto de saúde, exigindo que a população se desloque para as cidades de Antonina do Norte ou Saboeiro. Dentre as endemias que assolam a região as mais freqüentes são as doenças respiratórias, as verminoses e as diarreias. A vacinação das crianças é efetuada em geral por ocasião das campanhas de vacinação patrocinadas pelo governo.

Quanto aos aspectos sanitários, verifica-se que 73,3% das propriedades pesquisadas não conta com instalações sanitárias. Os efluentes sanitários gerados são lançados a céu aberto, contribuindo para o comprometimento da qualidade dos recursos hídricos locais e dos padrões de saúde da população.

Com relação à disponibilidade de recursos hídricos para consumo humano, 62,1% das propriedades fazem uso de águas captadas diretamente no rio Conceição ou em cacimbas e 34,5% adotam o uso de açudes/cacimbas. Constatou-se, ainda, que 3,4% das propriedades pesquisadas não contam com recursos hídricos. Quanto ao tratamento dado à água destinada ao consumo humano, o número de famílias que efetua a filtração apresenta-se expressivo (60,7%). A coação é adotada por 32,1% das propriedades pesquisadas e apenas 7,2% destas efetua a fervura da água consumida.

c) Força de Trabalho da População

A população residente na área da pesquisa que se encontra apta a trabalhar na agricultura perfaz um contingente de 118 pessoas, revelando que 85,5% da população residente na área se encontra apta aos trabalhos agrícolas. O trabalho dos indivíduos de baixa idade, das mulheres e dos idosos não pode ser computado como jornada integral de que possa dispor a região para os trabalhos agrícolas. A força de trabalho real da área pesquisada foi estimada em 88,0 jornadas diárias, o que resulta numa força de trabalho média de 2,9 jornadas/família/dia.

d) Infra-estrutura de Uso Público Atingida

Não foi constatado na área a ser desapropriada a presença de escolas, postos de saúde ou cemitérios. Além disso, a área não dispõe de rede telefônica, nem tão pouco de serviços de saneamento básico.

Serão atingidos apenas trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e trechos da rede elétrica de baixa tensão que atende a área. A rede de energia elétrica existente serve 54,6% das propriedades pesquisadas. As propriedades que não são servidas com energia elétrica distam em geral de 500 a 2.000m da rede de energia mais próxima.

3.4.3.4 – Aspectos Econômicos

a) Exploração Agrícola

A área cultivada nas propriedades pesquisadas perfaz ao todo 624,10 ha, representando apenas 9,3% da área total dos imóveis, revelando as dificuldades enfrentadas pela área em termos de aproveitamento agrícola. Constata-se que o percentual de aproveitamento dos solos é maior nas propriedades dos estratos > 200 ha e “sem área informada”, que juntos respondem por 48,6% da área total cultivada. As culturas mais representativas, em termos de área ocupada, são o milho e o feijão, que respondem por 69,4% e 29,0%, respectivamente. O cultivo do algodão herbáceo foi identificado apenas nos estratos de área < 50ha e 100-200ha, apresentando, no entanto, pouca representatividade em termos de área ocupada.

Em termos de valor da produção a cultura mais representativa é o milho, que contribui com 58,8% da renda agrícola. Em seguida, aparecem numa escala relativamente menor o feijão com 36,3%. Os estratos de propriedades com área >200ha e com área não informada respondem por 23,2% e 22,1% do valor da produção agrícola da área pesquisada.

A cultura do algodão tem sua produção integralmente voltada para comercialização, enquanto que para o milho e o feijão o percentual comercializado atinge 50,6% e 12,6%, respectivamente. A comercialização da produção agrícola é realizada, em geral, após a colheita, a comerciantes grossistas.

Quanto ao nível tecnológico da agricultura praticada, constata-se que na maioria das propriedades pesquisadas este se restringe apenas ao uso de defensivos agrícolas. A assistência técnica é pouco difundida na região e o crédito agrícola não foi utilizado nos últimos cinco anos por nenhum dos entrevistados. Constatou-se, ainda, que as propriedades não contam com maquinários e equipamentos, estando estes últimos restritos apenas a pequenos instrumentos como enxada, roçadeira, foice, pulverizador, entre outros.

b) Exploração Pecuária

A pecuária desenvolvida na área encontra-se centrada na bovinocultura de corte e leite, praticada de forma extensiva, sendo a alimentação do rebanho complementada com restos culturais e alimentos concentrados. A densidade bovina média encontrada para a área pesquisada como um todo atinge 29,74 cabeças/km², valor superior ao registrado para o Estado do Ceará, que é de 15,37 cabeças/km².

Além do rebanho bovino aparecem, ainda, com representatividade na área os plantéis de ovinos e caprinos com 1.920 e 1.422 cabeças, respectivamente. O criatório avícola, embora representativo, destina-se quase que exclusivamente à subsistência dos agricultores.

Em termos de valor da produção, a venda de bovino em pé assume papel de destaque na geração de renda, representando 67,0% do valor total da produção animal, vindo em seguida o leite bovino com 11,8% do valor total. As produções de carne ovina, caprina e avícola são voltadas para o autoconsumo.

As propriedades com áreas superiores a 200 ha são responsáveis por 81,2% do valor total da produção pecuária da área da pesquisa. Quanto a comercialização da produção pecuária, 90,4% desta é destinada ao mercado local e regional, enquanto que 9,6% da produção gerada é autoconsumida.

A comercialização dos animais em pé é feita, geralmente, na propriedade, a marchantes, enquanto que as produções de leite e ovos são comercializadas na cidade de Antonina do Norte, diretamente ao consumidor ou a intermediários.

Quanto ao nível tecnológico da pecuária praticada, constatou-se que o rebanho bovino da área é constituído predominantemente por animais SRD, sendo a prática da vacinação relativamente difundida entre os pecuaristas. Constatou-se, também, nas grandes propriedades o uso de alimentos concentrados e de medicamentos para o gado.

c) Valor Bruto da Produção Agropecuária

Analisando o Valor Bruto da Produção (VBP) das propriedades rurais pesquisadas, constata-se que a atividade pecuária é a mais expressiva na formação do VBP, contribuindo com 59,8% da renda gerada, seguindo-se a agricultura com 40,2%. Tal expressividade se deve em grande parte a venda de animais em pé, notadamente, bovinos nas propriedades do estrato de área > 200ha.

d) Renda Líquida das Propriedades

Deduzindo-se do Valor Bruto da Produção anteriormente apresentado as cifras correspondentes aos custos operacionais de produção, obtém-se a renda líquida gerada nas propriedades pesquisadas (**Quadro 3.2**). A renda líquida da área da pesquisa atinge a cifra de R\$ 359.164,18, dela não se tendo deduzido o autoconsumo.

A renda “per capita” atinge para a área total um valor anual de R\$ 2.606,64, o que, em termos de salários mínimos mensais(1), corresponde a 56,5% do valor do salário mínimo vigente. A renda líquida por hectare apresenta uma tendência de diminuição com o crescimento da área das propriedades, apresentando para a área total o valor de R\$ 53,32, cifra que encontra-se superestimada já que não se dispõe de informações sobre a extensão territorial de cinco imóveis, a maioria destes enquadrados como grandes propriedades.

Quadro 3.2 – Renda Líquida Anual ⁽¹⁾

Estrato de Área (ha)	Renda Líquida (R\$)	Por Hectare (R\$)	Por Pessoa (R\$)
< 50	36.481,90	97,04	1.302,93
50 – 100	36.427,00	91,40	1.655,77
100 - 200	39.184,10	80,00	1.306,14
>200	203.156,98	37,11	4.322,49
Sem Área Informada	43.914,20	-	3.992,20
Total	359.164,18	53,32	2.606,64

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Pesquisa de Campo, 2004.

(1) Valores expressos em reais de agosto de 2004.

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

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.

(1) Salário mínimo vigente em agosto/2004 igual a R\$ 260,00.

3.4.3.5 – Expectativas da População Atingida

Objetivando avaliar o nível de aceitabilidade do projeto foram levantadas as expectativas da população ante a implantação da Barragem Mamoeiro. Constatou-se que, 84,6% dos entrevistados são favoráveis à implementação do empreendimento, alegando que toda a região será favorecida com a construção do reservatório e o desenvolvimento dos seus usos múltiplos (abastecimento d'água, irrigação. Pesca, etc.). Alegam, ainda, que a cidade de Antonina do Norte apresenta uma elevada carência d'água, estando sujeita a racionamento nos períodos de estiagem prolongada. Outros acham que o açude já deveria ter sido construído, conforme se depreende do seguinte comentário emitido por um proprietário: Sou a favor. Era pra ter vindo já há muito tempo.

Quanto aos entrevistados contrários à implantação do açude, estes perfazem 15,4%, estando representados por proprietários que temem não receber indenizações justas por seus imóveis, por aqueles que terão suas melhores terras submersas e por moradores que temem perder seus empregos e conseqüentemente as casas de moradia.

Quando indagados sobre a forma adequada ou desejada para indenização das terras e benfeitorias atingidas pela implantação da barragem, os proprietários foram unânimes em optarem por receber indenizações em dinheiro. Entre os moradores, 56,2% optaram por serem reassentados numa agrovila e o restante declarou preferir receber indenização em dinheiro para se estabelecerem como melhor lhes aprouver, em local de sua escolha ou na área remanescente da propriedade.

3.4.3.6 – Levantamento Cadastral das Propriedades Desapropriadas

O levantamento cadastral da área diretamente atingida pela construção da Barragem Mamoeiro encontra-se em fase de execução pelo Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT. Adotou o emprego de topografia clássica para a demarcação das áreas de interesse para desapropriação, cujos limites foram estabelecidos através da implantação de uma linha de base e de poligonais de contorno, sendo os vértices plotados em campo e posteriormente desenhados em plantas cadastrais.

Os dados obtidos pela topografia permitiram a definição das coordenadas da área a desapropriar de cada imóvel e a sua extensão territorial, bem como o cálculo das coordenadas da poligonal de contorno. Foram executados os trabalhos de campo relativos a avaliação das terras, cobertura vegetal e benfeitorias, visando subsidiar a elaboração dos laudos de avaliação dos imóveis desapropriados. Além disso, foi

efetuado um levantamento, junto ao cartório da região, relativo as divisas dos imóveis e sua titulação.

Das 48 propriedades rurais cadastradas, 31 pertencem a proprietários que residem fora do imóvel atingido, cinco pertencem a espólios, cinco contam com proprietários residindo nas áreas remanescentes dos imóveis e sete contam com os proprietários residindo na área que será desapropriada, estando estes últimos vinculados aos seguintes lotes: BM-03; BM-04; BM-07 e BMA-07.1; BM-12; BM-19; BM-22 e BM-35.

Verificou-se, ainda, que dois proprietários contam com mais de um imóvel situado na área a ser desapropriada. Constatou-se, ainda, a existência de um benfeitor, cinco herdeiros moradores com benfeitorias e um herdeiro morador sem benfeitorias. Quanto aos moradores, estes perfazem ao todo 27 atingidos, dos quais nove contam com benfeitorias e os outros 18 são moradores sem benfeitorias.

O **Quadro 3.3** apresenta a relação dos imóveis a serem desapropriados, na qual são discriminados os nomes dos proprietários, herdeiros, benfeitores e moradores atingidos pela implantação da Barragem Mamoeiro.

QUADRO 3.3 – RELAÇÃO DOS PROPRIETÁRIOS, HERDEIROS, BENFEITORES E MORADORES

Lote	Nome	Condição do Atingido
BM-01	José Ednei Sampaio	PNR
BM-02	Francisco Gonçalves Alencar	PNR
BM-02A	Veridiano Rodrigues da Paz	MSB
BM-03	Jetúlio Sampaio	PRL
BM-03A	Francisco das Chagas Souza	MSB
BM-03B	Maria Gonçalves da Silva	MSB
BM-04	Francisco Valmiço da Mota	PRL
BM-05	Francisco Gonçalves de Alencar	PNR
BM-06	Antônia Neide Vicente de Carvalho	PNR
BM-06A	Francisco Diassis Santos Silva	MSB
BM-07	Cândida Lima da Costa	PRL
BM-07.1	Cândida Lima da Costa	-
BM-08	Antônio Batista Nero	PNR
BM-08.1	Antônio Batista Nero	-
BM-08.2	Antônio Batista Nero	-
BM-09	José Garcia Maciel	PNR
BM-09.1	José Garcia Maciel	-
BM-09A	José do Rego Barros	MSB

Lote	Nome	Condição do Atingido
BM-09B	José Januário da Silva	MCB
BM-10	Pedro João dos Santos	PNR
BM-11	Vera Lúcia Caldas Ferreira	PNR
BM-12	Francisco Anilberto P. Caldas	PRL
BM-13	José Roberto Pereira Caldas	PNR
BM-14	Antônia Ivone Caldas Carneiro	PNR
BM-15	Frutuoso Pereira Caldas	PNR
BM-16	José Clécio Caldas	PNR
BM-17	Maria Cleuma Caldas Mota	PNR
BM-18	Francilúcia Caldas Pereira Mota	PNR
BM-19	Marcelino Pereira Silva	PRL
BM-19.1	Marcelino Pereira Silva	-
BM-19.2	Marcelino Pereira Silva	-
BM-19A	Cícero Alves de Sousa	MSB
BM-20	Espólio de José Matias da Silva	ESP
BM-20A	Francisco Gilberto dos Santos	HMCB
BM-21	José Almir de Carvalho	PR (AR)
BM-21.1	José Almir de Carvalho	-
BM-21A	Luís José da Silva	MSB
BM-22	Maria Darlene Ribeiro Sampaio	PRL
BM-22A	Francisco Nunes da Silva	MSB
BM-23	Joana Candido de Oliveira	PNR
BM-23A	João Batista da Silva	HMCB
BM-23B	Antônio Adalberto da Silva	MCB
BM-24	José Vicente Carvalho	PR (AR)
BM-24.1	José Vicente Carvalho	-
BM-24A	Cícero Ferreira da Silva	MCB
BM-24B	Francisco Evanildo Carvalho	MCB
BM-24C	Natalício Alves da Silva	MCB
BM-25	Antônio Vicente de Carvalho	PR(AR)
BM-25.1	Antônio Vicente de Carvalho	-
BM-26	Espólio de Francisco Alves Araújo	ESP
BM-26.1	Espólio de Francisco Alves Araújo	-
BM-26A	Francisco Vicente de Carvalho	HMSB
BM-27	Francisco Assis de Alencar	PNR
BM-27A	Maria Eridenia da Silva	MCB
BM-28	Espólio de Raimundo Máximo Sobrinho	ESP
BM-28A	Maria do Rosário Mendes Máximo	HMSB
BM-29	José Soares da Mota	PNR

Lote	Nome	Condição do Atingido
BM-30	José Santana	PNR
BM-31	Edílson Pereira da Silva	PNR
BM-32	Francisco Pereira da Silva	PNR
BM-33	Francisca Mozarina da Mota	PNR
BM-33A	Antônio Agripino da Silva	MSB
BM-33B	Francisco Otávio de Sousa	MSB
BM-34	Francisco de Alencar Mota	PNR
BM-35	João Pereira da Mota	PRL
BM-36	Espólio de Elpidio de Alencar Mota	ESP
BM-36.1	Espólio de Elpidio de Alencar Mota	-
BM-36A	Antônia Katiuscia P. de Oliveira	MSB
BM-36B	Francisca Mozarina da Mota	MCB
BM-36C	José Guilherme de Oliveira	MSB
BM-36D	Hermínio Pereira de Oliveira	B
BM-37	Espólio de Rufino Faustino de Oliveira	ESP
BM-37A	Lourival Rufino de Oliveira	HMCB
BM-37B	João Rufino de Oliveira	HMCB
BM-37C	Nildeones Célio de Oliveira	MSB
BM-37D	Francisco Tomás de Sousa	MCB
BM-37E	Francisco Ferreira da Silva	MSB
BM-38	Espólio de Elpidio de Alencar Mota	ESP
BM-39	José Ocelo Maciel Pinho	PNR
BM-39.1	José Ocelo Maciel Pinho	-
BM-39.2	José Ocelo Maciel Pinho	-
BM-39.3	José Ocelo Maciel Pinho	-
BM-39.4	José Ocelo Maciel Pinho	-
BM-39A	Miguel Pompeu Neto	MSB
BM-39B	Quintino Batista de Oliveira	MSB
BM-39C	Valdeny Tintino de Freitas	MSB
BM-40	José Sabino Freitas	PNR
BM-40A	José Izido Freitas	MSB
BM-41	Antônio Alves da Silva	PNR
BM-42	Raimundo Alves Bezerra	PNR
BM-42.1	Raimundo Alves Bezerra	-
BM-42A	Wilson Alves Bezerra	MCB
BM-43	Joaquim Ferreira dos Santos	PNR
BM-43.1	Joaquim Ferreira dos Santos	-
BM-44	Pedro Quirino Mota	PNR
BM-45	Juscelino Joaquim da Silva	PNR

Lote	Nome	Condição do Atingido
BM-45.1	Juscelino Joaquim da Silva	-
BM-46	Antônio Pereira da Silva	PNR
BM-47	Juscelino Joaquim da Silva	PR (AR)
BM-48	Lourival Vicente Ferreira	PR (AR)

Fonte: KL/MABE/ENERCONSULT, Levantamento Cadastral Barragem Mamoeiro, 2004.

Legenda: PNR – Proprietário Não Residente, PRL – Proprietário Residente no Lote, PR(AR) – Proprietário Residente na Área Remanescente, ESP – Espólio, B – Benfeitor, HMCB – Herdeiro Morador Com Benfeitoria, HMSB – Herdeiro Morador Sem Benfeitoria, MCB – Morador Com Benfeitoria e MSB – Morador Sem Benfeitoria.

4 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4 – IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1 – MÉTODO DE AVALIAÇÃO ADOTADO

Na análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da Barragem Mamoeiro e da Adutora de Antonina do Norte foi adotado o método de Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvido por BIANCHI et alli, em meados de 1989.

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

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

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

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

Como forma de melhorar a visualização da predominância do caráter dos impactos identificados no corpo da matriz, o método adota a prática de colorir as células matriciais de acordo com o caráter do impacto, ou seja: de verde as células matriciais correspondentes a impactos benéficos, de vermelho as correspondentes a impactos adversos e de amarelo as correspondentes aos impactos indefinidos. As

tonalidades forte, média e clara dessas cores, por sua vez, indicam a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto identificado.

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

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

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

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

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

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

IAP ≥ 1 - Empreendimentos benéficos e bem definidos sob o ponto de vista ambiental.

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

4.2 – AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

Os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação da Barragem Mamoeiro são apresentados na matriz de avaliação (**Desenho 01/01 nos Anexos**), distribuídos segundo as áreas de influência do empreendimento. Foi considerada, ainda, a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas, embora estas não constem no projeto original, tendo sido inseridas na matriz para fins de análise.

Os resultados obtidos nas avaliações setoriais do projeto original revelam para a área de influência direta o Índice de Avaliação Ponderal (IAP) atingiu apenas 0,5540, demonstrando ser o projeto desfavorável para esta área. Esta situação, no entanto, pode ser revertida com a adoção das MPA's recomendadas, que conseguem elevar o valor deste índice para 1,2060.

Analisando os valores do IAP segundo os meios, verifica-se que a maior incidência de impactos adversos incidentes sobre a área de influência direta recai sobre os meios abiótico e biótico, cujos valores dos IAP's estão posicionados bastante abaixo da unidade (Meio Abiótico – IAP = 0,3421 e Meio Biótico – IAP = 0,3738). O meio antrópico, por sua vez, apresenta resultados bastante próximos da unidade (IAP = 0,8797).

A incorporação das medidas de proteção ambiental ao projeto consegue elevar o valor do Índice de Avaliação Ponderal do meio antrópico para 1,1519. Os meios abióticos e biótico, também, conseguem reverter as adversidades passando o valor do IAP do meio abiótico para 1,1973, enquanto que o meio biótico tem o valor de seu IAP elevado para 1,2989.

Os resultados obtidos revelam que para a área de influência direta, o projeto original após a incorporação das medidas mitigadoras se torna favorável sob o ponto de vista ambiental, o que não é típico deste tipo de empreendimento. Com efeito, na construção de barragens o meio antrópico é geralmente muito penalizado dado à inundação de uma grande extensão de área e conseqüente o desalojamento de seu contingente populacional e paralisação das atividades econômicas aí desenvolvidas, o que torna relativamente baixo o valor do IAP da área como um todo.

No caso específico da Barragem Mamoeiro tal prerrogativa não se aplica, já que a quase totalidade dos solos a serem submersos não é propícia ao uso agrícola, não resultando, portanto na paralisação de atividades econômicas significativas. Além disso, a pecuária principal atividade geradora de renda da área pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Ressalta-se, ainda, que será requerida a relocação de 41 famílias, das quais 16 serão contempladas com valores elevados de indenizações podendo efetuar o autoreassentamento. Assim sendo, o projeto de reassentamento irá contemplar apenas 25 famílias, algumas destas podendo ser relocadas nas áreas remanescentes das propriedades.

No que se refere ao meio natural, com o enchimento do reservatório a região terá um aumento bastante significativo na disponibilidade de recursos hídricos, o que contribui para eliminação dos problemas causados pelas estiagens prolongadas. Será, também, criado um amplo habitat para a fauna aquática.

Ressalta-se, ainda, que a maior parte dos impactos adversos que recaem sobre a área de influência direta apresentam importância pouco significativa e duração restrita a etapa de implantação das obras. Além disso, apresenta em termos espaciais uma maior concentração nas áreas de entorno da praça de obras e das jazidas de empréstimo. No caso específico da jazida de material granular, merece ressalva o fato do projeto de reconstituição paisagística ser restrito apenas a regularização topográfica do terreno, visto que esta localiza-se na calha do riacho Conceição, sendo previsto o reflorestamento apenas dos pontos onde a mata ciliar for degradada.

Para a área de influência indireta o valor do IAP calculado para o projeto original encontra-se ligeiramente acima da unidade (IAP = 1,1013). A análise efetuada para os meios abiótico e biótico desta área revela que estes recebem uma carga significativa de impactos adversos (Meio Abiótico – IAP = 0,5328 e Meio Biótico – IAP = 0,2689). Em contrapartida, o seu meio antrópico é contemplado com uma elevada carga de benefícios (IAP = 2,3245), fazendo com que haja uma certa compensação entre as adversidades e benefícios aí incidentes, o que explica o valor do IAP obtido para a análise da área como um todo.

Assim sendo, para a área de influência indireta o projeto original já se apresenta favorável sem a adoção das medidas mitigadoras recomendadas, com o valor do IAP desta área elevando-se para 2,4722, após a incorporação destas medidas, demonstrando ser a implantação do empreendimento viável para esta área. Tal resultado encontra-se associado a grande incidência de impactos benéficos sobre o meio antrópico (IAP = 4,2770). Os meios abiótico e biótico, também, serão beneficiados com a adoção das medidas mitigadoras, passando a apresentar valores do IAP iguais a 1,2624 e 1,6130, respectivamente.

Quanto à análise global do projeto da Barragem Mamoeiro, que considera o conjunto formado pelas áreas de influência direta e indireta deste empreendimento, observa-se que o projeto original apresenta um valor do IAP um pouco abaixo da unidade (IAP = 0,7979), revelando que o projeto não contempla em seu escopo ações voltadas para a reparação dos impactos adversos decorrentes de sua implantação e operação. Com a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas, o valor do IAP eleva-se para 1,7755, tornando o projeto viável embora este apresente um nível de indefinições ainda bastante alto (6,94%).

Simulações empreendidas considerando a conversão de 50,0% do peso de indefinições em acréscimos ao peso dos benefícios, apresentam resultados bastantes satisfatórios elevando o valor do IAP para 2,0713. Quando se considera uma conversão de 100,0% do peso de indefinições em peso de benefícios, o empreendimento passa então a apresentar um valor do IAP da ordem de 2,4376.

Em síntese, a implantação e operação do projeto da Barragem Mamoeiro resulta numa grande geração de impactos adversos incidentes, principalmente, sobre o meio natural, já que o meio antrópico da área de influência direta é representado por um contingente populacional que pode ser considerado pequeno para este tipo de obra (41 famílias) e que as atividades econômicas aí desenvolvidas são pouco significativas. Além disso, estes impactos podem ser mitigados ou até absorvidos com a incorporação das medidas de proteção ambiental recomendadas.

4.3 – DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

4.3.1 - Impactos sobre o Meio Abiótico

Durante a implantação das obras de engenharia os impactos negativos incidentes sobre o meio abiótico da área de influência direta estão em geral associados aos desmatamentos localizados e aos terraplenos requeridos. Haverá geração de poeiras e ruídos, em larga escala, decorrentes do intenso tráfego de máquinas e veículos pesados e do uso de explosivos nas escavações da fundação da barragem. Serão, também, desencadeados processos erosivos com conseqüente carreamento de sedimentos para o riacho Conceição durante o período chuvoso, causando assoreamento e turbidez.

A exploração das jazidas de empréstimos, por sua vez, resultará na erradicação da mata ciliar do riacho Conceição nas imediações do acesso a área do areal, o que contribuirá para o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento e turbidez do referido riacho por ocasião do período chuvoso. Provocará, ainda, uma diminuição das taxas de recarga dos aquíferos e haverá riscos de solapamento dos taludes da cava da jazida de material granular. Haverá, ainda, produção de poeiras e ruídos numa escala relativamente elevada decorrentes do uso de explosivos na pedreira e dos grandes movimentos de terra na jazida de material granular. A operação da central de britagem, também, provocará poeira e ruídos numa escala considerável.

A erradicação da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica do reservatório deixará o solo desnudo contribuindo para o desencadeamento de processos erosivos e conseqüente assoreamento e turbidez dos cursos d'água periféricos durante o período chuvoso. Estes impactos, no entanto, podem ser considerados pouco relevantes, visto que com o enchimento do reservatório esta área será submersa. Haverá uma redução das taxas de infiltrações das águas pluviais, com conseqüente queda na recarga dos aquíferos. Serão, também, produzidas poeiras e ruídos, em larga escala, já que a área da bacia hidráulica do reservatório apresenta cerca de 40,0% da sua cobertura vegetal preservada. Em contrapartida, o desmatamento da bacia hidráulica do reservatório

evitará a eutrofização da água represada decorrente do apodrecimento da vegetação, caso esta fosse submersa, garantindo assim a sua qualidade.

Quanto a possível presença de sítios paleontológicos na área de influência direta do reservatório, não foram identificadas evidências da ocorrência deste tipo de patrimônio nos levantamentos de campo efetuados. Além disso, os municípios de Antonina do Norte e Aiuaba não contam com registros de sítios paleontológicos efetuados pelos órgãos competentes em seus territórios.

Ressalta-se, no entanto, que a experiência indica que a ocorrência de fósseis é mais comum nas várzeas dos cursos d'água. Assim sendo, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais detalhados antes do início das obras, de modo a evitar a destruição de evidências caso elas ocorram na área de interesse do estudo.

Quanto à perda de solos agricultáveis, com a formação do reservatório serão submersos 369,0 ha de solos, sendo que boa parte destes são pouco propícios a exploração agrícola, apresentando limitações como presença de cascalho e plinthite na massa do solo e drenagem imperfeita no caso dos Argissolos. Os Neossolos Litólicos, por sua vez, apresentam pouca profundidade efetiva e pedregosidade/rochosidade superficial, enquanto que os Neossolos Flúvicos apresentam riscos de inundações durante o período chuvoso.

Ressalta-se, ainda, que a Barragem Mamoeiro não conta com a presença de solos salinos nas áreas da bacia hidráulica e da bacia de contribuição, o que aliado ao baixo tempo de detenção da água no reservatório (em média 2 anos) torna a priori relativamente reduzidos os riscos de salinização das águas aí represadas. Deve-se atentar, no entanto, que o açude Poço da Pedra que barra esse mesmo curso d'água e apresenta características pedológicas semelhantes apresenta um elevado nível de salinidade. Assim sendo, é recomendável que seja investigada a causa deste problema, devendo a priori a questão dos riscos de salinização da água represada ser levado em consideração no manejo da Barragem Mamoeiro.

O meio abiótico será afetado, ainda, com a redução temporária das vazões escoadas no riacho Conceição durante a estação chuvosa por ocasião da implantação das obras de engenharia. Com o enchimento do reservatório haverá riscos de elevação do lençol freático e de formação de charcos na área de entorno, não sendo esperado, contudo, elevações excessivas uma vez que o reservatório encontrar-se predominantemente assente sobre o embasamento cristalino. Haverá, ainda, diminuição do aporte anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas ribeirinhas de jusante, que passarão a não ter os nutrientes dos solos renovados naturalmente.

Haverá, também, riscos de desencadeamento de processos erosivos nas áreas de várzeas a jusante do reservatório, já que a retenção de sedimentos pelo eixo do barramento fornecerá para jusante uma água limpa e de elevado potencial erosivo. Poderá vir a ocorrer aporte de sedimentos as bombas que irão captar águas no trecho de jusante, provocando entupimentos.

Com a formação do reservatório haverá aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na Bacia do Alto Jaguaribe decorrente da presença física do reservatório e da perenização do riacho Conceição, possibilitando o abastecimento d'água da cidade de Antonina do Norte e da população ribeirinha de jusante.

Haverá, ainda, o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas áreas ribeirinhas de jusante, da piscicultura extensiva e da pesca no reservatório, além da dessedentação animal. O fornecimento de vazão regularizada para o atendimento dos diferentes usos múltiplos do reservatório permitirá a renovação periódica da água represada, garantindo a manutenção da sua qualidade.

Deve-se atentar, ainda, que o desenvolvimento da irrigação difusa certamente provocará um aumento no consumo de agrotóxicos, com riscos de poluição dos recursos hídricos nas áreas ribeirinhas de jusante. Como forma de se contornar este impacto, deverá ser difundido junto aos produtores técnicas sobre o uso e manejo correto de agrotóxicos, bem como de métodos alternativos de controle de pragas.

Já o fornecimento de uma vazão regularizada para o abastecimento d'água da cidade de Antonina do Norte, poderá vir a resultar em aumento na poluição dos recursos hídricos decorrente do lançamento de efluentes sanitários a céu aberto ou a sua canalização para os cursos d'água, caso não seja implantado um sistema de esgotamento sanitário neste núcleo urbano.

Quanto aos riscos de poluição das águas da Barragem Mamoeiro pelo aporte de efluentes sanitários e industriais, este reservatório conta com duas cidades posicionadas na sua bacia de contribuição (Salitre e Campos Sales), as quais contribuem com cargas orgânicas da ordem de 8,69 e 24,22 l/s. Ressalta-se, no entanto, que estes núcleos urbanos estão posicionados a montante do açude Poço da Pedra, que provavelmente deve reter uma parcela significativa desta carga orgânica em sua bacia hidráulica, reduzindo os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Mamoeiro por efluentes sanitários.

Com relação à possibilidade de poluição das águas da Barragem Mamoeiro pelo aporte de resíduos de agrotóxicos, estes são atualmente praticamente inexistentes, já

que não foi contata a presença de áreas irrigadas na bacia de contribuição deste reservatório.

Quanto aos riscos de sismicidade induzida, apesar da Barragem Mamoeiro contar com áreas com registros de sismos posicionadas a menos de 100 km do eixo do barramento (localidade de Betânia, no município de Farias Brito – 58,0 km), acredita-se que os riscos de sismicidade induzida podem ser considerados pouco significativos. Com efeito, além da referida barragem se constituir num reservatório de médio porte, com baixa coluna d'água e encontrar-se posicionado sobre o embasamento cristalino, o seu projeto foi submetido a uma análise de estabilidade, cujos resultados são favoráveis a sua implantação.

4.3.2 - Impactos sobre o Meio Biótico

Durante a implantação do empreendimento, o impacto mais agressivo que atinge o meio biótico encontra-se relacionado ao desmatamento da bacia hidráulica do reservatório. Com efeito, a erradicação da vegetação resultará em perdas no patrimônio florístico e genético da flora e em degradação do habitat da fauna, com o que pode resultar extinção de algumas espécies nativas, alterando a composição da fauna local.

Ressalta-se que a cobertura vegetal da área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro apresenta-se bastante degradada pela ação antrópica, estando praticamente erradicada ao longo do vale. As áreas de encostas apresentam uma cobertura vegetal densa, que se encontra relativamente preservada, sendo observado apenas pequenas áreas esparsas cultivadas com culturas de subsistência na região a oeste do futuro reservatório. Nas áreas de relevo suave ondulado posicionada a leste do reservatório a ação antrópica se faz mais intensa, com os desmatamentos sendo efetuados, principalmente para o plantio agrícola e formação de pastos pela atividade pecuária. Nas várzeas do riacho Conceição, a mata ciliar apresenta-se descontínua e esparsa, sendo observada a presença de extensos trechos desmatados para o plantio de culturas de subsistências e de trechos ocupados por vegetação secundária (capoeiras). Nos pequenos tributários do riacho Conceição devido à faixa aluvionar ser relativamente estreita, a mata ciliar apresenta-se composta por espécies da vegetação de caatinga, apresentando bons níveis de preservação.

No que se refere à fauna, esta se apresenta composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, os quais apresentam-se pouco diversificados. Não foram constatados endemismos na composição da flora ou da fauna, e o empreendimento não irá interferir em áreas de unidades de conservação.

A fauna expulsa da área da bacia hidráulica do reservatório pela operação de desmatamento migrará para a região circunvizinha onde irá competir com a fauna aí existente por alimento. Haverá, também, migração de animais peçonhentos e o afastamento de algumas espécies de pássaros contribuirá para o aumento da população de insetos, alguns dos quais são vetores de doenças ou pragas agrícolas. Já o carreamento de sedimentos para os cursos d'água causando assoreamento e turbidez, contribuirá para perturbar os hábitos da fauna aquática.

Durante a implantação das obras os desmatamentos e movimentos de terra requeridos aliado à exploração do areal provocarão danos à cobertura vegetal, com conseqüente destruição do habitat da fauna. O bioma aquático será prejudicado pelo aumento da turbidez, bem como pela interrupção temporária do escoamento natural do riacho Conceição durante a implantação das obras.

Por outro lado, após a conclusão das obras o eixo do barramento passará a se constituir numa barreira física a migração dos peixes para as cabeceiras do riacho Conceição no período de desova, com prejuízos a reprodução de algumas espécies.

As estradas de serviços construídas interceptarão os caminhos preferenciais da fauna expondo-a a caça predatória e aos riscos de atropelamentos. Além disso, o intenso tráfego de máquinas e veículos pesados e o uso de explosivos na exploração da pedreira e nas escavações da fundação da barragem perturbará os hábitos da fauna.

A construção da agrovila para reassentamento das famílias atingidas, bem como a relocação de habitações para as áreas remanescentes das propriedades resultará em desmatamentos pontuais em áreas esparsas.

Por fim, com o enchimento do reservatório será formado um amplo habitat para o bioma aquático. Ressalta-se, no entanto, que algumas espécies não irão se adaptar a alteração do regime hídrico de lótico (água corrente) para lântico (água parada), podendo ocorrer uma redução da ictiofauna, razão pela qual é importante que seja efetivado o peixamento do reservatório. Além disso, o suprimento de uma vazão regularizada para a área de jusante e para o abastecimento d'água da cidade de Antonina do Norte permitirá a renovação periódica da água represada, preservando a sua qualidade, o que terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.

4.3.3 - Impactos sobre o Meio Antrópico

Durante a execução da pesquisa de campo, a divulgação de que seria construída uma barragem na região foi bem aceita por 84,6% dos entrevistados, que afirmam que toda a região será favorecida com a construção do reservatório e o

desenvolvimento dos seus usos múltiplos (abastecimento d'água, irrigação, pesca, etc.). Alegam, ainda, que a cidade de Antonina do Norte será muito favorecida já que apresenta uma elevada carência d'água, estando sujeita a racionamento nos períodos de estiagem prolongada. Outros acham que o açude já deveria ter sido construído.

Quanto aos entrevistados contrários à implantação do açude, estes perfazem 15,4%, estando representados por proprietários que temem não receber indenizações justas por seus imóveis, por aqueles que terão suas melhores terras submersas e por moradores que temem perder seus empregos e conseqüentemente as casas de moradia.

Quanto à desapropriação de terras, esta resultará na desapropriação total ou parcial do território de 48 propriedades rurais, e na conseqüente mobilização de um contingente populacional formado por 41 famílias que residem na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, das quais sete são famílias de proprietários residentes nos lotes, cinco são famílias de herdeiros moradores com benfeitorias, duas são famílias de herdeiros moradores sem benfeitorias, 18 são famílias de moradores sem benfeitorias e nove são famílias de moradores com benfeitorias.

Quanto à medida que será adotada pela SRH para o reassentamento da população desalojada, das sete famílias de proprietários residentes na área desapropriada, seis contam com valores elevados das indenizações por terras e benfeitorias, devendo efetuar o próprio reassentamento e apenas uma família de proprietário receberá ajuda de custo para efetuar o autoreassentamento. Das 27 famílias de moradores que devem ser contempladas pelo Projeto de Reassentamento, 15 famílias optaram por irem para agrovila, 7 famílias optaram por receber ajuda de custo para efetuarem o autoreassentamento e as outras cinco contam com valores das indenizações por benfeitorias elevados, o que permite que estas efetuem o autoreassentamento. Das sete famílias de herdeiros moradores, uma optou por ir para agrovila, outra optou por receber ajuda de custo para efetuar o autoreassentamento e as outras cinco contam com valores das indenizações por benfeitorias elevados, o que permite que estas efetuem o autoreassentamento.

Para os autoreassentamentos efetuados nas áreas remanescentes das propriedades a política de reassentamento posta em prática pela SRH preconiza que devem ser examinados o tamanho da área remanescente, os tipos de solo, a declividade do terreno e outros fatores que influenciam na produtividade, de modo a assegurar que cada família consiga um nível de produção.

Poderá vir a ocorrer abalos ou até mesmo ruptura de relações familiares e sociais, sendo gerada uma certa tensão social face às incertezas criadas pelo processo

desapropriatório, já que diversos proprietários temem que os valores a serem pagos pelas indenizações não sejam compatíveis com os valores dos bens perdidos.

Além disso, o reassentamento da população envolve questões emocionais e de ordem cultural, de modo que mesmo um projeto de reassentamento elaborado considerando as normas técnicas pode ser rejeitado pela população. Visando reduzir estes riscos a Política de Reassentamento posta em prática pela SRH já considera em seu bojo a participação ativa da população desalojada na elaboração do projeto de reassentamento.

Quanto às atividades econômicas paralisadas, a economia da área está centrada na pecuária extensiva, que responde por 59,8% da renda agropecuária da região, aparecendo em segundo lugar a agricultura de subsistência com 40,2%. Entretanto pode-se afirmar que o impacto causado pela paralisação destas atividades na área a ser submersa não será muito significativo já que a pecuária poderá continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Pode-se afirmar, portanto, que não haverá queda significativa na arrecadação tributária.

A infra-estrutura privada que será desativada, também, atinge pouca monta, estando restrita a habitações, cercas, currais, depósitos, pocilgas, etc. Não haverá desemprego significativo da mão-de-obra, uma vez que a atividade pecuária poderá continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Quanto à infra-estrutura de uso público atingida, esta se encontra restrita a trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e trechos da rede elétrica de baixa tensão.

Durante a implantação das obras, a cidade de Antonina do Norte, localizada nas proximidades da área do projeto, terá suas funções econômicas e sociais afetadas principalmente pela chegada do contingente obreiro com seus costumes e com um maior poder aquisitivo do que a população nativa. Dentre os impactos que poderão vir a ocorrer cita-se:

- Haverá geração de mini-inflação devido ao aumento da demanda por bens e serviços na região, prejudicando a população local;
- Crescimento do comércio informal no entorno do canteiro de obras, principalmente, nos dias próximos ao pagamento dos salários;
- Ocorrência de choques culturais entre os costumes da população local e os novos costumes trazidos pelo contingente obreiro;

- Interferência no mercado de trabalho com evasão da mão-de-obra de outros setores da economia, decorrentes da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada com salários superiores aos vigentes na região. Merece ressalva, o fato deste impacto não ser muito significativo visto que a região apresenta um elevado contingente de mão-de-obra desempregada;
- Reativação da economia regional devido aos pagamentos de salários; a compra de material de construção; de explosivos; de gêneros alimentícios para a alimentação do contingente obreiro, etc.

Quanto aos problemas de saúde relacionados à implantação do projeto, estes estão associados aos riscos de acidentes envolvendo o contingente obreiro decorrentes do intenso tráfego de caminhões e máquinas pesadas; de solapamento de taludes de valas durante a exploração da jazida de material granular e do uso de explosivos durante a exploração da pedreira e as escavações da fundação. Haverá, ainda, riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos, tanto para os trabalhadores engajados nas operações de desmatamento e manejo da fauna, como para a população residente nas áreas periféricas. Tudo isso poderá gerar sobrecarga sobre a infra-estrutura do setor saúde da região.

Com a implementação das operações de desmatamento da área da bacia hidráulica e de manejo da fauna serão gerados diversos empregos para mão-de-obra não qualificada. Haverá, ainda, a geração de empregos indiretos vinculados ao aproveitamento dos subprodutos dos desmatamentos (mel, lenha, mourões, carvão vegetal, etc.), com reflexos positivos sobre o comércio.

Com relação aos riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico, os municípios de Antonina do Norte e Aiuaba não contam, segundo informações do IPHAN e da SECULT, com o registro deste tipo de patrimônio nos seus territórios. Apesar disto, como a ocorrência de sítios arqueológicos encontra-se em geral associados a várzeas de cursos d'água deverá ser implementada a realização de estudos mais detalhados antes do início das obras.

Com a conclusão das obras haverá desemprego da mão-de-obra engajada no empreendimento, além de desaquecimento da economia local, com reflexos negativos sobre o nível de renda. Assim sendo, recomenda-se que o contingente obreiro e a população local sejam alertados desde o início da construção do empreendimento sobre o caráter temporário dos empregos ofertados e das atividades desenvolvidas.

A operação do reservatório contribuirá para a dinamização do setor primário da região através do desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas áreas

ribeirinhas de jusante, o que além de proporcionar mais de uma safra por ano, permitirá o cultivo de culturas mais rentáveis no mercado (fruticultura). Haverá, ainda, a dessedentação animal e o desenvolvimento da piscicultura extensiva e da pesca no reservatório, o que requer o seu peixamento pela SRH e a conseqüente formação de colônias de pescadores.

A Barragem Mamoeiro garantirá, ainda, o abastecimento d'água da cidade de Antonina do Norte, além da população ribeirinha de jusante, o que terá reflexos sobre os padrões de saneamento básico vigentes, reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica, bem como as taxas de mortalidade infantil.

Quanto à ocupação da mão-de-obra, haverá um incremento na oferta de empregos para trabalhadores rurais associados ao desenvolvimento da irrigação difusa, decorrentes do aumento da área cultivada e do plantio de mais de uma safra por ano, o que terá reflexos positivos sobre os níveis de renda, permitindo uma maior fixação do homem no campo. Haverá, ainda, geração de empregos associados às atividades de operação e manutenção do reservatório, nas quais deve-se sempre que possível engajar a própria comunidade local.

5 – PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS

5 – PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS

5.1 – GENERALIDADES

Com base nos impactos ambientais identificados foram definidas as medidas mitigadoras a serem implementadas, as quais tiveram suas diretrizes gerais aqui delineadas sob a forma de planos, devendo estas, posteriormente, ser detalhadas ao nível de projeto.

Os planos aqui apresentados são constituídos apenas por diretrizes gerais, devendo ser posteriormente convertidos em projetos específicos, adequados a realidade local. Ficará sob a responsabilidade da SRH – Secretaria dos Recursos Hídricos a elaboração e implementação das medidas mitigadoras e programas de monitoramentos recomendados. A supervisão da implantação dos projetos elaborados ficará a cargo da SEMACE – Superintendência Estadual do Meio Ambiente.

5.2 – ADOÇÃO DE NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO

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

A Empreiteira deverá educar e orientar os trabalhadores a seguirem regras de segurança do trabalho, conscientizando sobre os riscos inerentes a determinados tipos de serviços, além de estimular o interesse dos trabalhadores pelas questões vinculadas a prevenção de acidentes. Para tanto deverá ministrar palestras ilustrativas, objetivando assim evitar prejuízos econômicos e a perda de vidas humanas.

Dentre as normas a serem adotadas com relação à segurança figuram: dotar os operários com ferramentas e equipamentos apropriados para cada tipo de serviço; dotar os operários de equipamentos de proteção individual apropriado para cada tipo de e tornar obrigatório o seu uso; 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 solapamento de taludes das cavas de jazidas, podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas; seguir rigorosamente as normas definidas pelo Exército para o armazenamento, transporte e manuseio de explosivos e estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de

serviços, na estrada de acesso à área do empreendimento e nos pontos de intersecção com outras vias, de modo a evitar acidentes com veículos.

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

Deve, também, efetuar um levantamento prévio das condições de infra-estrutura do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários em casos de acidentes. Deve, ainda, promover treinamentos sobre o uso e manuseio de explosivos.

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

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

Na região onde será implantada a Barragem Mamoeiro não há registro, pelo IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional ou pelo DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, da presença de sítios arqueológicos e paleontológicos. Entretanto, toda e qualquer área escolhida para a implantação de obras hidráulicas pode ser considerada como de alto potencial arqueológico e paleontológico.

Com efeito, a experiência indica que as áreas periféricas aos cursos d'água, numa faixa de 500 m de cada margem, apresentam elevados níveis de ocorrência de artefatos pré-históricos por se constituírem em áreas preferenciais para assentamentos humanos, dado a oferta de água e de alimentos, bem como de material para a fabricação de instrumentos líticos. O patrimônio paleontológico, por sua vez, é mais encontrado nas várzeas e nas calhas dos cursos d'água.

Diante do exposto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos científicos voltados para a identificação e resgate de patrimônios arqueológico e paleontológico nas áreas de implantação das obras, da bacia hidráulica do reservatório e das jazidas 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. 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 e do DNPM, respectivamente.

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

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

O material resgatado nos levantamentos de campo deverá ser encaminhado para instituições científicas apropriadas, visando seu armazenamento e disponibilidade 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, 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\$ 40.000,00, a preços de agosto de 2004.

5.4 – PLANO DE RECONSTITUIÇÃO PAISAGÍSTICA DAS ÁREAS DO CANTEIRO DE OBRAS E DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO

5.4.1 – Generalidades

As áreas do canteiro de obras e das jazidas de empréstimos sofrerão alterações da paisagem natural com comprometimento da cobertura vegetal e da topografia original. Além disso, haverá desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água, e geração de poeiras e ruídos provocados pelo intenso tráfego de máquinas e veículos pesados e pelo uso de explosivos.

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

5.4.2 – Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos

5.4.2.1 – Localização e Caracterização Geológica/Geotécnica das Jazidas de Empréstimo

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras da Barragem Mamoeiro são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais granulares e rochosos. Foram locados um areal (A-01) e uma pedreira (P-01).

O areal encontra-se posicionado no leito do riacho Conceição, estando localizado imediatamente a jusante do eixo do barramento, portanto, fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, distando 300 m do barramento. Abrange uma área de 3,0 ha. O material pétreo necessário para as proteções dos taludes do maciço, transições e enrocamento de pé tem como fonte de obtenção a pedreira P-01 constituída por gnaisse. A referida pedreira localiza-se dentro da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, a cerca de 400 m a montante do eixo barrável.

5.4.2.2 – Controle Ambiental na Atividade Mineral

Medidas a Serem Adotadas na Fase de Implantação

As atividades desenvolvidas na fase de implantação da lavra, tais como, abertura de vias de acesso e seleção de áreas para deposição de expurgos 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 e a umidificação das vias. Além disso, o percurso traçado para as vias de serviços deve evitar, ao máximo, atravessar áreas de reservas ecológicas.

Medidas a Serem Adotadas na Fase de Lavra

Na operação da lavra devem ser obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração das pedreiras, dado a 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 os ruídos, 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 da jazida de material granular devem-se considerar, também, as condições geológicas e topográficas da área de lavra, diminuindo assim os riscos de deslizamentos de encostas. Com efeito, o avanço da frente de lavra poderá provocar, em alguns setores da jazida de material granular instabilidade das encostas marginais com riscos de desmoronamento e desencadeamento de processos erosivos. Diante disso, é recomendável a reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes.

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

Controle de Deposição de Rejeitos (bota-foras)

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

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

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

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

Para a estabilização dos bota-foras no caso específico da Barragem Mamoeiro, sugere-se a adoção do reflorestamento, já que a região conta com material para cobertura de solo. Para que o haja um pronto restabelecimento da cobertura vegetal nas bermas de rejeitos, devem ser usadas técnicas que aumentem a fertilidade dos solos associada ao uso de sementes selecionadas.

Recuperação de Áreas Mineradas

Após o abandono da área de lavra, deverá ser iniciado o trabalho de reconstituição paisagística através da regularização da superfície topográfica e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

No caso específico da Barragem Mamoeiro será necessário à recuperação paisagística apenas da área do areal A-01, posicionado no leito do riacho Conceição, que deverá ser alvo de reconstituição topográfica do terreno numa área de 3,0 ha. Foi previsto o reflorestamento apenas do trecho em que o acesso à área do areal tiver degradado a mata ciliar do riacho Conceição (0,5 ha) através do plantio de mudas.

5.4.3 – 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.

5.4.4 – Cronograma de Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas de Jazidas e do Canteiro de Obras

A Empreiteira deverá implantar as instalações do canteiro de obras e efetuar a construção dos caminhos de serviços, bem como iniciar as explorações do areal e da pedreira, 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 da área da jazida de material granular. A recuperação da área degradada pela atividade mineral, estimada em 0,5 ha, deverá ser posta em prática logo após o abandono da lavra.

Os custos a serem incorridos na recuperação da área degradada foi estimado em R\$ 3.000,00 (valor expresso em reais de agosto de 2004). Estas atividades são de competência direta da Empreiteira, devendo a mesma ser fiscalizada pela SRH e pela SEMACE.

5.5 – PLANO DE REMOÇÃO / RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA

A implantação da Barragem Mamoeiro tem como objetivo o atendimento de usos múltiplos, dentre os quais se destacam os abastecimentos da cidade de Antonina do Norte e da população ribeirinha de jusante, o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado e da irrigação difusa nas várzeas do trecho perenizado do riacho Conceição. Desta forma, 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 submersa.

As edificações quando submersas constituem graves obstáculos à pesca, às atividades balneárias e à navegação, além de prejudicarem o processo de autodepuração do reservatório. Associado a estes fatores, a submersão de fossas,

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

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

Assim sendo, faz-se necessário à adoção de normas para a limpeza da área englobada pela bacia hidráulica do futuro reservatório, evitando que o processo de preservação da qualidade dos recursos hídricos represados seja dispendioso.

Os componentes da infra-estrutura privada 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, currais, pocilgas, depósitos, 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 esterqueiras, pocilgas, currais, etc., devem ser removidos para cavas abertas, contendo cal hidratada e em seguida recobertos com material argiloso;
- O lixo doméstico, quando combustível, deverá ser recolhido e incinerado, sendo o material resultante da queima, posteriormente enterrado em solo argiloso, de modo que o local fique impermeabilizado.

A remoção da infra-estrutura deverá ser executada à medida que os trabalhos de desmatamento forem avançando, fazendo uso sempre que possível, da mão-de-obra local. Compete à Empreiteira o trabalho de remoção da infra-estrutura existente

na bacia hidráulica, devendo a SRH fiscalizar o andamento do serviço e arcar com os custos de indenização.

Quanto a infra-estrutura de uso público a ser relocada, esta apresenta-se pouco significativa, estando representada por trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e trechos de rede elétrica de baixa tensão. Por ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público da área da bacia hidráulica do reservatório, recomenda-se sejam firmados convênios com as Prefeituras Municipais de Antonina do Norte e Aiuaba no caso das estradas vicinais e com a COELCE, no caso da rede de energia elétrica.

Os custos a serem incorridos no processo de remoção da infra-estrutura da área da bacia hidráulica do reservatório foram orçados em R\$ 18.450,00, a preços de julho de 2.004. Quanto à infra-estrutura a ser relocada, os custos a serem incorridos com a relocação de trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão encontram-se inclusos no orçamento do projeto de reassentamento da população, razão pela qual seus custos não foram aqui considerados.

5.6 – DELIMITAÇÃO, REFLORESTAMENTO E MONITORAMENTO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO

5.6.1 - Delimitação e Fiscalização da Faixa de Proteção do Reservatório

Em atendimento ao Código Florestal (Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, alterada pelas Leis nº 7.803, de 18/07/89 e nº 7.893/96 e pela Medida Provisória nº 2.166-67, de 24/08/2000) e a Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985, deverá ser estabelecida uma faixa de vegetação com largura de 100,0 m, ao redor do reservatório, medida a partir do nível d'água máximo. A referida faixa será considerada como área de preservação permanente.

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

A cobertura vegetal da faixa de proteção da Barragem Mamoeiro encontra-se degradada em diversos trechos pela ação antrópica, o que reduz a sua eficiência, razão pela qual deverá ser implementado o seu reflorestamento com espécies nativas. Para tanto, foi elaborado um plano de reflorestamento cujas diretrizes serão apresentadas posteriormente em item específico.

A proteção da área de preservação permanente estabelecida requererá a execução de uma fiscalização para o controle de atividades antrópicas que possam vir a degradá-la. Para tanto deverá ser constituída uma polícia florestal, que terá a seu cargo além da atividade de fiscalização, uma considerável tarefa educativa através da difusão de normas protecionistas e da conscientização da população usuária do reservatório sobre a importância da faixa para manutenção da qualidade da água represada e da capacidade de acumulação do reservatório. Recomenda-se o estabelecimento de um convênio com o IBAMA e a SEMACE, com vistas a estabelecer regras a serem seguidas pela população, devendo ser engajada no policiamento florestal membros da população local.

A faixa de proteção deverá ser toda cercada, deixando-se apenas os corredores necessários para os acessos aos locais em que se desenvolvam as atividades de pesca, banho e captação d'água para dessedentação animal, entre outras. No caso específico de pontos de bebida para o gado, recomenda-se a construção de valas que conduzam a água para fora da faixa, mesmo que seja preciso bombeamento.

Não deverá ser permitido o desenvolvimento de atividades agrícolas ou pecuárias dentro do território da faixa de proteção, dado o carreamento de sedimentos e poluentes (agrotóxicos e fezes de animais, etc) para o reservatório. Outra atividade que pode vir a causar danos a qualidade da água represada é a pesca, já que a salga do pescado as margens do reservatório pode contribuir para a salinização da água aí acumulada.

Deverão ser proibidos o uso de lanchas ou 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.

Os custos anuais incorridos com esta atividade foram orçados em R\$ 4.500,00 considerando a contratação de 1 (um) fiscal, recrutado junto à população residente nas áreas periféricas ao reservatório (valores expressos em reais de agosto de 2004). A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH e da COGERH, devendo estes órgãos receber o apoio da SEMACE.

5.6.2 - Reflorestamento da Área de Preservação Permanente

5.6.2.1 – Área a ser Reflorestada

O estabelecimento de uma faixa de vegetal periférica ao reservatório visa atender a legislação ambiental vigente, bem como contribuir para a preservação da

qualidade da água represada e da capacidade de acumulação do reservatório. Além disso, a vegetação marginal proporciona alimentação para a ictiofauna. Ressalta-se, no entanto, que a referida faixa apresenta sua cobertura vegetal degradada em alguns trechos, razão pela qual se propõe a execução do seu reflorestamento.

A faixa de proteção da Barragem Mamoeiro ocupa uma área total de cerca de 453,0 ha. Para estimativa das áreas dos trechos a serem alvo do projeto de reflorestamento ora proposto foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:15.000 efetuadas pela TOPOCART em meados de 2004. Verificou-se que, cerca de 11,0% da cobertura vegetal da faixa de proteção do reservatório apresenta-se degradada pela ação antrópica, requerendo assim o reflorestamento de cerca de 50,0ha.

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

5.6.2.2 – Seleção das Espécies Florísticas

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

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

- Espécies para Plantio Próximo a Margem: espécies pioneiras de crescimento rápido - Pau-pólvora (*Trema Micrantha*), Jenipapo (*Genipa americana*), Ingá (*Inga spp*) e Azeitona (*Syzygium Jambolana*); espécie secundária inicial de crescimento rápido - Marizeira (*Geoffraea spinosa*); espécies secundárias inicial de crescimento moderado - Grumixama (*Eugenia brasiliensis*) e

Goiabeira (*Psidium guajava*); espécie secundária tardia de crescimento lento - Pitanga (*Eugenia uniflora*); espécies clímax de crescimento lento - Oiticica (*Licania rígida*) e Carnaúba (*Copernicia prunifera*);

- Espécies para o Plantio Afastado da Margem: espécie pioneira de crescimento lento - Juazeiro (*Zizyphus joazeiro*); espécie pioneira de crescimento rápido - Pau d'Arco Roxo (*Tabebuia Avellanadae*); espécies secundárias tardias de crescimento moderado - Jatobá (*Hymenaea Courbaril*) e Jucá (*Caesalpinia férrea*); espécie secundária tardia de crescimento lento - Cedro Vermelho (*Cedrella fissilis*), espécies clímax de crescimento moderado - Pau Branco (*Auxemma oncocalyx*) e Mofumbo (*Combretum leprosum*).

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

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

5.6.2.3 – Produção e Aquisição de Mudass

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

- Formação da Sementeira: a coleta de sementes na região deve ser cuidadosa, sendo aconselhável obtê-las de matrizes distintas para garantir a variabilidade genética e a saúde das mudass. A durabilidade das sementes nativas é reduzida, muitas exigem plantio imediato como as do ingá e as do nim, por exemplo. Sementes carnosas têm que passar por um despolpamento e as rígidas devem ser quebradas ou ter sua dormência rompida com uma fervura;
- Instalações: a germinação das sementes requer um ambiente com umidade elevada e temperatura alta, que pode ser proporcionado por uma instalação

simples, de teto baixo, coberta com sombrite 50,0%, tendo as laterais protegidas por plásticos ou ripado estreito. A disponibilidade d'água para regas periódicas é indispensável;

- Canteiros: para que a semente germine é fundamental a presença de calor e umidade. O plantio deve ser feito em linha, em canteiros exclusivamente de areia, visto que no processo germinativo a semente consome reservas nutricionais próprias, não requerendo nutrientes externos. As regas devem ser diárias. Outra forma de plantio consiste na semeadura direta no recipiente (saco plástico), devendo-se nesse caso, utilizar cinco sementes por saco e efetuar um desbaste quando as plantas apresentarem quatro a seis folhas definitivas, deixando apenas uma planta por recipiente até chegar a época do plantio definitivo no campo;
- Repique e Transplante: em média, quando atingem 8 a 10 cm de altura, exibindo quatro folhas definitivas, as mudas estão prontas para o replantio;
- Recipientes: para que as mudas tenham uma sobrevivência maior nos viveiros, com vistas a diminuir os custos de manutenção no plantio definitivo, é imprescindível a escolha de recipientes apropriados. A melhor opção é o emprego de sacos plásticos de 20 x 35 cm, onde as raízes terão espaço suficiente para se acomodar por até um ano;
- Substrato dos Recipientes: o substrato ideal para a produção de mudas é aquele que apresenta uniformidade na sua composição, a qual deve constar de uma parte e meia de terra de subsolo; meia parte de areia; uma parte de adubo orgânico e 100 g de calcário. Tanto o adubo quanto o material terroso e arenoso devem ser peneirados para evitar a infestação por sementes de ervas daninhas;
- Abrigo das Mudanças: uma vez colocadas nos sacos plásticos, as mudas devem ser abrigadas sob um ripado com boa ventilação, devendo permanecer aí por quatro a cinco meses, com irrigação adequada e suplementação nitrogenada (sulfato de amônia) para acelerar seu desenvolvimento. Após esse período podem ser dispostas ao sol até o momento do plantio no campo;
- Rustificação: para que seja considerada apta para ser levada ao campo, a muda deve ser sadia e ter um grau de resistência que lhe permita sobreviver às condições adversas do meio. A movimentação das mudas no viveiro e o corte gradual de irrigação no período que antecede o plantio são os procedimentos mais adotados para endurecimento das mudas no viveiro.

A aquisição de mudas prontas elimina todas as etapas anteriores, podendo ser uma opção bastante econômica caso o mercado ofereça as mudas das espécies preconizadas para o reflorestamento. Para aquisição das mudas pode ser estabelecido um convênio com o IBAMA, que conta com postos de revenda em Fortaleza ou com o Horto da Prefeitura Municipal de Fortaleza.

Mudas de boa qualidade devem reunir as seguintes características, antes de serem plantadas no campo: parte aérea bem formada, não apresentando bifurcação; sistema radicular bem formado, com raiz principal reta e sem enovelamento; bom aspecto fitossanitário; altura da parte aérea suficiente para ser plantada de acordo com as exigências climáticas e edáficas e rustificação (aclimatação), para que resistam às condições adversas do meio.

5.6.2.4 – Preparo do Solo

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

Nessa fase de preparo do solo, recomenda-se o combate às formigas cortadeiras, que também deve ser estendido às etapas durante e após o plantio. O combate inicial deve ser feito após a limpeza da área, com repasse realizado 60 dias após o combate inicial, de preferência antes do plantio das mudas no campo.

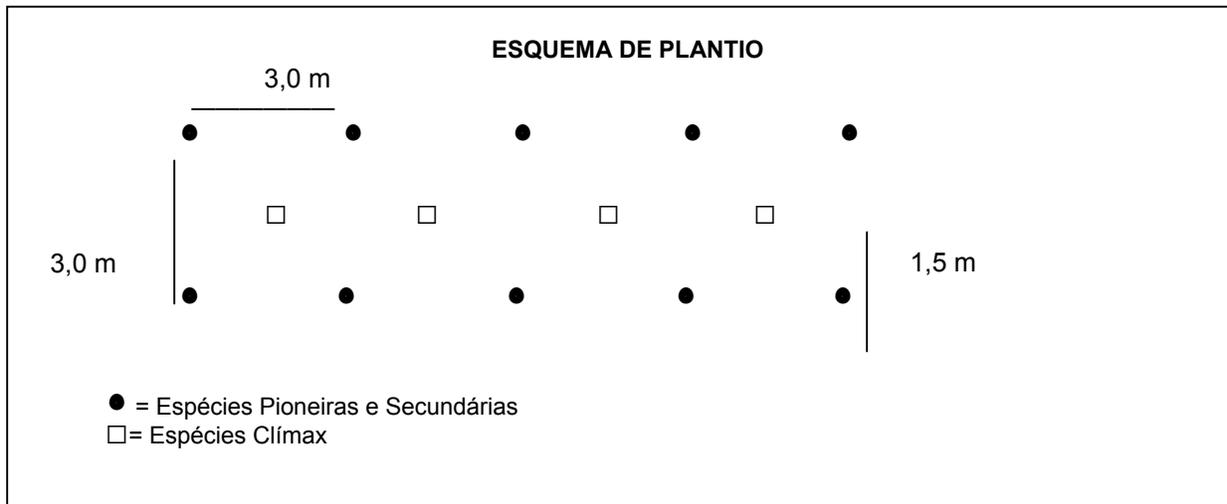
5.6.2.5 – Plantio e Replantio das Mudas

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

- No primeiro ano são plantadas as árvores pioneiras, que são espécies heliófilas, ou seja, requerem bastante sol e têm rápido desenvolvimento;
- Passados 12 a 18 meses são introduzidas as secundárias, cuja função é fechar e ocupar as clareiras;

- Sombreada a área, são plantadas as árvores clímax que, juntamente com as secundárias tardias, darão a estrutura definitiva da mata.

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



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

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

5.6.2.6 – Tratos Culturais

Durante a fase de formação do povoamento florestal, são feitas tantas capinas quantas forem necessárias, sendo que a intensidade desses tratos culturais varia em função da espécie daninha, sua agressividade e nível de infestação.

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

Nos dois anos seguintes ao plantio, convém fazer a adubação de cobertura com nitrogênio, dividindo-se a dosagem em quatro aplicações anuais, com intervalos de três meses monitoramento. O adubo deve ser colocado sob a projeção da copa em um sulco ao redor da muda e coberto com terra. Recomenda-se realizar análises de solo visando identificar as deficiências em nutrientes dos solos a serem reflorestados.

Nesse período de três anos após o plantio são extremamente importantes as operações de manutenção descritas anteriormente, além do combate as pragas e doenças, desbastes e poda de plantas e estabelecimento de um monitoramento da recuperação florestal.

5.6.2.7 – Custos e Cronograma de Implantação

O **Quadro 5.1** mostra os gastos com a implantação e manutenção do reflorestamento da faixa de proteção do reservatório. Os investimentos referentes à implantação das florestas encontram-se concentrados nos anos 1 e 2, cujos montantes atingem, respectivamente R\$ 36.163,00 e R\$ 58.118,50, já estando incluso no Ano 2 os gastos com manutenção dos investimento efetuados no primeiro ano.

QUADRO 5.1 – CUSTOS DO PROJETO DE REFLORESTAMENTO

Discriminação	Custo Anual (R\$) (1)				
	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5 e +
• Implantação	36.163,00	36.163,00	-	-	-
• Manutenção	-	21.955,50	43.911,00	21.955,50	-
Total	36.163,00	58.118,50	43.911,00	21.955,50	-

(1) Valores expressos em reais de agosto de 2004.

5.7 – ZONEAMENTO DE USOS NO ENTORNO DO RESERVATÓRIO

A água represada na Barragem Mamoeiro destina-se a usos múltiplos, com destaque para o abastecimento d'água da cidade de Antonina do Norte e da população ribeirinha de jusante e para o desenvolvimento da irrigação difusa nas várzeas a jusante, razão pela qual é de suma importância a preservação da qualidade da água armazenada. Muitos destes usos múltiplos podem vir a serem conflitantes entre si ou resultarem na poluição das águas represadas.

Com efeito, com o enchimento do reservatório, algumas atividades econômicas poderão vir a desenvolvidas em suas margens ou no próprio espelho d'água (pesca

artesanal, piscicultura superintensiva, balneários, etc.). Assim sendo, não faz sentido a pretensão de manter a faixa de proteção do reservatório intocada. Entretanto faz-se necessário o estabelecimento de regras rigorosas a serem cumpridas no desenvolvimento destas atividades.

Inicialmente, é de suma importância que seja efetuado um zoneamento de usos no entorno do reservatório, procurando posicionar afastados usos conflitantes entre si. Desta forma, não deve ser permitido num raio de, no mínimo 500 m, entorno de áreas destinadas à captação d'água para abastecimento humano, usos tais como banhos, lavagens de roupas, piscicultura superintensiva, etc., devendo tais áreas ser demarcadas com cabos suspensos por bóias. Da mesma forma, as áreas destinadas a pesca e ao desenvolvimento da piscicultura superintensiva não devem ser posicionadas próximo a balneários ou lavagens de roupa, etc.

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

As responsabilidades e custos da presente medida encontram-se inclusas no plano de delimitação e fiscalização da faixa de proteção do reservatório, anteriormente descrito.

5.8 – PROJETO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA

5.8.1 – Generalidades

O Projeto de Reassentamento da população atingida pela implantação da Barragem Mamoeiro foi elaborado pelo Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT. De acordo com dados do levantamento cadastral serão atingidas pelo empreendimento 48 propriedades rurais, sendo que destas cinco são espólios. Na área a ser desapropriada residem sete famílias de proprietários rurais, cinco famílias de herdeiros moradores com benfeitorias, duas famílias de herdeiros moradores sem benfeitorias, nove famílias de moradores com benfeitorias e 18 famílias de moradores sem benfeitorias. No Quadro 3.3 do Capítulo 3 deste relatório, encontra-se apresentada à listagem dos proprietários, herdeiros, moradores e benfeitores das propriedades atingidas.

O projeto de reassentamento rural ora apresentado é pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural

desenvolvida pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), órgão responsável pela efetivação do mesmo.

É de suma importância, que o projeto de reassentamento da população desalojada contemple em seu bojo a elaboração de um plano econômico voltado para a reativação da economia local. Com efeito, a economia da área impactada se encontra centrada na pecuária extensiva, que responde por 59,8% da renda agropecuária gerada. Assim sendo, a inundação de áreas com pastagens nativas, juntamente com a paralisação da agricultura de subsistência 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.

No que se refere às moradias, qualquer que seja a alternativa de reassentamento escolhida pelas famílias desalojadas, o Projeto de Reassentamento proposto contempla a construção das novas moradias com padrão similar ou superior ao existente na região, munidas de instalações sanitárias e devidamente rebocadas.

5.8.2 - Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento

5.8.2.1 – Compilação e Análise dos Dados Existentes

Antes da execução da pesquisa sócio-econômica propriamente dita, foram efetuados um levantamento e a 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 versaram 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; informações pertinentes ao projeto de engenharia da barragem; levantamentos topográfico e pedológico; volume e níveis do açude; mapa cadastral; contratos legais padrões entre o Estado e os colonos; modelos de questionários socioeconômicos; modelo de convênios para suprimento d'água e outros serviços; resultado do cadastro e dados relativos à infra-estrutura dos núcleos urbanos da região.

5.8.2.2 – Execução da Pesquisa Sócio-Econômica

Tal estudo teve como objetivo traçar o perfil da população rural impactada pela formação do reservatório através da aplicação de pesquisa sócio-econômica, tendo como instrumento o questionário padrão da SRH, bem como entrevistas abertas com as principais lideranças locais.

Além do dimensionamento e caracterização da população alvo, a pesquisa apropriou 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 foi realizada em meados de agosto de 2004, logo após a conclusão do levantamento cadastral dos imóveis, a fim de evitar o influxo de populações não merecedoras de indenizações. Foram aplicados 82 questionários para levantamento de ocupantes, dos quais 48 são relativos a proprietários e 34 foram aplicados com moradores e herdeiros. Foi constatada a existência de apenas um benfeitor.

Como produto desta etapa foi 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. Foi apresentado o perfil de cada grupo que evidencia seus atributos quantitativos e qualitativos mais importantes. Foram identificados os seguintes grupos:

- Famílias que poderão permanecer nas áreas remanescentes das propriedades;
- Famílias com solução própria englobando proprietários, herdeiros e moradores 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 benfeitorias ou com indenização que não permite o autoreassentamento.

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

5.8.2.3 – Avaliação Sócio-Econômica

A avaliação sócio-econômica teve 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 Projeto de Reassentamento forneceu a base para uma combinação de medidas a serem tomadas pela SRH, considerando cada família afetada individualmente, cumprindo assim os objetivos da Política de Reassentamento do Estado.

O estudo avaliou os recursos usados pela comunidade, localizados dentro e fora da área afetada, bem como reuniu informações sobre disponibilidade, capacidade e acessibilidade da 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 identificou as características principais da vida social na comunidade, inclusive associações formais e informais, grupos religiosos e grupos afins.

5.8.2.4 – Participação da Comunidade e Integração com as Populações Hospedeiras

A participação dos reassentados na fase de planejamento de projetos de reassentamento assume primordial importância. Assim sendo, para obter-se cooperação, participação e "feedback", os reassentados e os hospedeiros foram sistematicamente informados e consultados sobre os seus direitos e sobre as opções possíveis durante a preparação do projeto de reassentamento. Estas medidas foram tomadas com a participação ativa das populações interessadas.

Foi estabelecida uma programação de reuniões entre a equipe do Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT encarregada de executar o projeto de reassentamento, técnicos da SRH e a comunidade alvo. Estas reuniões comunitárias visam informar a população sobre as obras de engenharia a serem implementadas na construção do reservatório e seus impactos ambientais; o plano de usos múltiplos do reservatório e os procedimentos que serão adotados para o seu reassentamento.

Nas duas reuniões executadas foram apresentadas as alternativas de reassentamento e avaliadas as preocupações da população face a implantação do empreendimento. As necessidades e opções da população a ser reassentada foram registradas e foram esclarecidas as dúvidas relativas às alternativas de reassentamento propostas e aos procedimentos a serem adotados durante o processo de reassentamento. As sugestões emitidas pela população foram analisadas, tendo sido adotadas aquelas que se apresentaram viáveis.

Dessa análise surgiram elementos para formulação de alternativas de locais para o reassentamento, bem como de alternativas para a retomada da atividade econômica da população, consideradas as novas perspectivas que surgirão com a criação do reservatório.

5.8.2.5 – Alternativas de Reassentamento

Com base na caracterização sócio-demográfica da população impactada foi procedida à definição das proposições de reassentamento para os diferentes casos existentes.

Dentre as opções que podem ser adotadas e que foram discutidas com as famílias afetadas pode-se citar: o reassentamento nas áreas remanescentes; o reassentamento em centros urbanos próximos; o reassentamento em agrovila a jusante ou a montante do reservatório e a compensação monetária, entre outros. Para as opções descritas serão efetuadas as seguintes atividades: reassentamento nas áreas remanescentes; reassentamento em agrovila; reassentamento urbano e compensação monetária.

No caso específico da Barragem Mamoeiro, das sete famílias de proprietários residentes na área desapropriada apenas uma conta com valor da indenização por terras e benfeitorias inferior a R\$ 14.000,00, devendo ser contemplada com uma complementação financeira de modo a permitir que efetue o autoreassentamento. Das 27 famílias de moradores residentes na área desapropriada 22 devem ser contempladas pelo Projeto de Reassentamento, podendo optar entre ir para uma agrovila ou receberem ajuda de custo para efetuarem o autoreassentamento, já que 18 destas são compostas por moradores sem benfeitorias e para outras quatro os valores das indenizações são inferiores a R\$ 7.000,00. Cinco famílias de moradores com benfeitorias receberão indenizações acima de R\$ 7.000,00, podendo efetuarem o autoreassentamento. Quanto aos herdeiros residentes na área desapropriada, apenas duas famílias de herdeiros moradores sem benfeitorias serão contempladas pelo projeto de reassentamento, podendo optarem entre ir para agrovila ou receberem ajuda de custo para efetuar o autoreassentamento. As outras cinco famílias de herdeiros com benfeitorias receberão indenizações acima de R\$ 7.000,00, podendo efetuar o autoreassentamento.

Assim sendo, o projeto de reassentamento contemplará 25 famílias assim distribuídas: uma família de proprietário residente no lote, duas famílias de herdeiros moradores sem benfeitorias, 18 famílias de moradores sem benfeitorias e 4 famílias de moradores com benfeitorias. As opções adotadas pelas famílias contempladas pelo projeto de reassentamento são as seguintes:

- Uma família de proprietário residente que receberá complementação financeira para efetuar o autoreassentamento, devido sua indenização ser inferior a R\$ 14.000,00: está enquadrado nesta situação o lote BM-12;

- Uma família de herdeiro morador sem benfeitorias, que receberá ajuda de custo até R\$ 7.000,00 para efetuar o autoreassentamento: está enquadrado nesta situação o lote BM-26A;
- Uma família de herdeiro morador sem benfeitorias, que será reassentada na agrovila: está enquadrado nesta situação o lote BM-28A;
- Sete famílias de moradores que receberão ajuda de custo até R\$ 7.000,00 para efetuarem o autoreassentamento: estão enquadrados nesta situação os seguintes lotes BM-9A, BM-9B, BM-22A, BM-24C, BM-36C, BM-37E e BM-39A;
- 15 famílias de moradores que serão reassentados na agrovila: estão enquadrados nesta situação os seguintes lotes BM-2A, BM-3A, BM-3B, BM-6A, BM-19A, BM-21A, BM-27A, BM-33A, BM-33B, BM-36A, BM-37C, BM-39B, BM-39C, BM-40A e BM-42A.

5.8.2.6 – Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento

Na escolha da área para implantação do reassentamento da população foram analisados parâmetros pertinentes às potencialidades de terras aráveis aptas para a agricultura; posicionamento da área em relação a fontes hídricas; a rede viária existente e planejada; as atividades produtivas existentes e a proximidade aos núcleos urbanos. Na seleção do local para o reassentamento foi considerada, também, a regularização jurídica e a estrutura fundiária da área, visando minimizar problemas para a aquisição do imóvel.

Foi, também, desenvolvido um estudo pedológico com vistas a análise do potencial dos solos a serem destinados a implantação dos lotes agrícolas. Os solos da área selecionada são compostos por uma associação de Neossolos Litólicos Eutróficos e Planossolos Nátricos, com topografia variando de plana a suave ondulada. Foi selecionada uma área de 131,37 ha para implantação da agrovila e dos lotes agrícolas.

A área selecionada pela população a ser reassentada para localização da agrovila encontra-se posicionada na propriedade de José Ednei Sampaio e Francisco Gonçalves Sampaio, localizada as margens da estrada carroçável que liga o barramento as cidades de Antonina do Norte e Aiuaba. Apresenta situação jurídica regularizada e não está hipotecada junto a instituições financeiras. A localidade dispõe de energia elétrica e o suprimento d'água durante o enchimento da Barragem Mamoeiro poderá ser feito através de poços profundos ou de açudes existentes nas proximidades. Irá abrigar os 16 lotes urbanos de 15 x 45 m e a área para implantação

da infra-estrutura de serviços. Conterá, ainda, com 16 lotes agrícolas com área média de 5,0 ha, perfazendo ao todo 101,84 ha.

5.8.2.7 – Projeto da Agrovila

O projeto da agrovila, o qual contemplou as obras de engenharia relativas às habitações, rede viária, prédios públicos, eletrificação e saneamento básico. A área urbana está localizada na porção mais plana da área de reassentamento, às margens da estrada carroçável que liga o barramento as cidades de Antonina do norte e Aiuaba, e será dotada com equipamentos sociais, tais como posto de saúde, escola, igreja e áreas de lazer.

A concepção urbanística baseou-se nos princípios básicos inerentes a construção de obras deste tipo, levando-se em consideração as exigências da legislação, às condições ambientais e às necessidades da obra. Com uma área total de 32.625,00 m², a agrovila será composta por 13.500,00 m² de área residencial; 6.132,00 m² de área institucional e lazer; 6.243,00 m² de rede viária e terá 6.750,00 m² destinados a área de expansão.

Os lotes terão a dimensão de 15,0 x 45,0 m, perfazendo área total de 675,0 m². Abrigarão no seu interior uma casa embrião de 56,34 m², dotada com saneamento básico e eletricidade.

O sistema viário é composto por uma via principal que interligará a agrovila as sedes dos municípios de Antonina do norte e Aiuaba. As vias secundárias fazem a conexão da agrovila com a área dos lotes agrícolas. Possuem dimensões variando de 5,0 a 8,0 m de largura, além de uma faixa para futura ampliação e faixa de domínio. Além dessas vias, outras fazem a distribuição do tráfego para as áreas residenciais.

A área verde e institucional conterà com espaços destinados a lazer e outras utilidades não previstas inicialmente, mas que poderão ser implantadas *a posteriori*, tais como, quadras de esportes, quiosques, etc. Alguns espaços também são destinados à implantação de horta comunitária, que poderá ser um importante aliado na complementação alimentar das famílias residentes.

Visando obedecer à legislação ambiental vigente (Código Florestal, Artigo 16 Parágrafos 2º e 3º), 20,0% da área para o reassentamento da população foi destinada a preservação, devendo ser alvo de reflorestamento com espécies leguminosas nativas e/ou exóticas.

Assim sendo, dos 131,37 ha selecionados para a implementação da infra-estrutura do projeto de reassentamento da população 3,26 ha serão destinados para

implantação da estrutura física da agrovila, 101,84 ha para exploração agrícola em 16 lotes individuais e 26,27 ha para reserva legal.

As edificações foram distribuídas na agrovila de acordo com as normas técnicas e obedecendo aos critérios de insolação e ventilação. O projeto propõe a construção de uma igreja no centro da agrovila; além de uma escola e um centro de saúde, que obedecerão aos projetos padrão do PROURB/SRH.

As habitações terão uma área construída de 56,34 m², além de uma área para ampliação a critério do morador. Conforme projeto padrão do PROURB/SRH. Será composta por uma sala de estar e jantar; cozinha; área de circulação; dois quartos, um banheiro e quintal.

5.8.2.8 – Arcabouço Legal

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

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

5.8.2.9 – Programa de Geração de Renda

O Projeto de Reassentamento identificou a necessidade do estabelecimento de estratégias que assegurem a subsistência e ascensão social das famílias de agricultores que serão deslocados de suas atividades atuais. Assim sendo, foi desenvolvido um projeto de geração de renda com base na vocação natural da região que é a agricultura, sendo este centrado num plano de produção agrícola.

Dentro deste contexto, foi definido um modelo de produção capaz de melhorar as condições de vida da população a ser reassentada, de modo a fortalecer a comunidade e facilitar o seu processo de emancipação. As culturas foram selecionadas considerando os estudos pedológicos desenvolvidos na área e a rapidez na geração de receita e retorno econômico. Dessa forma, o afolhamento cultural a ser explorado no lote tipo de 5,0 ha será: 1,5 ha de milho, 1,5 ha feijão e 2,0 ha melancia.

Foi prevista a produção de 2,25 t de milho, 2,25 t de feijão e 10,0 t de melancia, resultando na geração de uma receita bruta anual na estabilização do projeto de R\$ 7.812,50/lote-tipo. Os custos diretos anuais de produção a serem incorridos com a aquisição de insumos agrícolas, pagamento de mão-de-obra e mecanização foram orçados em R\$ 2.645,00/lote-tipo.

Foi prevista a execução de investimentos com a aquisição de pulverizador, implementos, cercas e animais logo no primeiro ano de exploração. Os reinvestimentos serão realizados de acordo com a vida útil, a não ser para os animais de trabalho, sendo este último realizado a cada 5 anos.

A avaliação financeira do projeto revelou que este é viável, apresentando Relação Benefício/Custo sempre maior que 1, Valor Presente Líquido sempre positivo e Taxa Interna de Retorno de 31,11%, o que lhe confere uma boa rentabilidade financeira. A análise de sensibilidade, que afere o grau de incerteza do projeto, testando sua estabilidade em relação a variações em determinados fatores, indicou uma estabilidade regular para o projeto.

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

5.8.2.10 – Planejamento Operacional da Relocação e Assentamento

Foram definidos os aspectos referentes a relocação da população, principalmente no que se refere aos meios de transporte a serem utilizados, aos monitores a serem responsabilizados pelo controle do remanejamento e do conjunto de atividades que envolvem a recepção e encaminhamento da população e dos seus pertences às novas moradias.

Além do dimensionamento da equipe a ser engajada neste processo e dos equipamentos necessários, foram estimados os custos a serem incorridos com o pagamento de diárias aos monitores, e com o aluguel de caminhões para a mudança e de carros de apoio para a equipe, entre outros. Os custos a serem incorridos com a

mudança das 16 famílias e de seus pertences para a área da agrovila foram orçados em R\$ 9.600,00.

5.8.2.11 – Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento

O programa de implementação do Projeto de Reassentamento contemplou inicialmente a quantificação e estimativa dos custos relativos às diversas etapas do projeto, bem como a confecção de um plano de financiamento, elaborado juntamente com a SRH, apresentando as fontes de recursos para todos os custos, e um cronograma de implantação das atividades a serem desenvolvidas.

Foi elaborada, juntamente com a SRH, uma matriz institucional indicando os órgãos públicos e/ou instituições privadas, que serão responsáveis pela implementação das atividades previstas, quais sejam: Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH); Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDU); Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE); Secretaria da Agricultura e Pecuária (SEAGRI); Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR); Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER); Instituto de Desenvolvimento Agrário (IDACE); Secretaria do Trabalho e da Ação Social (SETAS); Prefeituras Municipais de Antonina do Norte e Aiuaba; Secretaria de Educação (SEC) e Companhia Energética do Ceará (COELCE).

5.8.2.12 – Custos de Implantação do Reassentamento

Os custos a serem incorridos com a implementação do Projeto de Reassentamento englobam não só os gastos pertinentes às indenizações de terras e benfeitorias, como o pagamento de ajuda de custo ou compensação financeira para as famílias cujos valores das indenizações foram inferiores a R\$ 7.000,00 no caso dos herdeiros e moradores, e a R\$ 14.000,00 no caso dos proprietários residentes. Envolvem, ainda, os gastos com a aquisição do terreno da agrovila e dos lotes agrícolas, com a implantação das obras de engenharia pertinentes à agrovila, a rede viária e a rede elétrica, bem como com a mudança da população. Os custos para implementação do Projeto de Reassentamento da Barragem Mamoeiro foram orçados em R\$ 2.198.797,63, conforme pode ser visualizado no **Quadro 5.2**.

QUADRO 5.2 – CUSTOS DO PROJETO DE REASSENTAMENTO

Discriminação	Custos (R\$ 1,00)
Desapropriação	1.675.583,63
▪ Terras	453.325,31
▪ Benfeitorias	1.171.258,32
▪ Terreno da agrovila e lotes	51.000,00
Complementação financeira/Ajuda de custo	61.214,00
Mudança da População	9.600,00
▪ Alimentação	4.800,00
▪ Transporte	4.800,00
Obras de engenharia	452.400,00
▪ Agrovila e lotes agrícolas	353.900,00
▪ Rede viária	12.500,00
▪ Rede elétrica	60.000,00
▪ Sistema de abastecimento d'água	26.000,00
Total	2.198.797,63

5.9 – PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

O programa de peixamento proposto para a Barragem Mamoeiro contempla apenas a exploração da piscicultura extensiva, na qual o povoamento inicial do reservatório deverá adotar inicialmente a adaptação das espécies nativas da bacia do riacho Conceição às condições lênticas do reservatório. 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.

Dentre as várias espécies propostas para o peixamento da Barragem Mamoeiro figuram: curimatã comum (*Prochilodus cearensis*); carpa comum (*Cyprinus carpio*); Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*) e tambaqui (*Colossoma macropomum*).

A primeira etapa do programa de peixamento da Barragem Mamoeiro deve compreender a formação de estoque de matrizes e reprodutores. A duração prevista dessa etapa é de aproximadamente 2 anos. No povoamento inicial deverão ser utilizados alevinos de espécies que se reproduzam naturalmente e espécies reofílicas, que se reproduzem artificialmente. Foram sugeridas como espécies a serem

introduzidas no reservatório, além das citadas anteriormente (curimatã comum, carpa comum, tambaqui e tilápia do Nilo), a curimatã pacu, o apaiari, a pescada do Piauí, a pirapitinga, o piau verdadeiro e a sardinha. Além destes, convém acrescentar exemplares de camarão canela, os quais completarão o povoamento do açude.

A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada dois anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, curimatã pacu, tambaqui, pirapitinga e piau verdadeiro. Algumas espécies poderão requerer repovoamento dependendo do grau de depleção das mesmas. Caso seja necessário, recomenda-se utilizar o mesmo número de alevinos do povoamento inicial. Os alevinos para o peixamento deverão ter comprimento acima de 60mm. Deverão ser adotados 1.000 alevinos/ha no povoamento inicial e 600 alevinos/ha no repovoamento.

Os alevinos poderão ser obtidos na Estação de Piscicultura Pedro de Azevedo, em Icó, pertencente ao DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, ou nas Estações de Piscicultura de Tauá e de Barbalha, ambas pertencentes ao Governo do Estado. As estações de piscicultura devem ser contatadas com uma antecedência mínima de 30 dias.

A produtividade média da pesca nos açudes públicos cearenses administrados pelo DNOCS é de 130 kg/ha/ano. Contudo, em vários açudes públicos de porte similar a Barragem Mamoeiro, onde o programa de alevinagem é bem conduzido com adoção de medidas de fomento e de administração da pesca, as pesquisas realizadas revelam que se pode chegar à captura de 250 kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento do reservatório. Assim sendo, o potencial pesqueiro da Barragem Mamoeiro, no ano de estabilização, será de 92,25 toneladas de pescado, considerando a área da bacia hidráulica (369 ha).

A SRH 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 e seu peixamento inicial. A área da bacia hidráulica do reservatório deverá ser desmatada visando evitar não só a eutrofização das águas represadas, como danos as embarcações e artes de pesca, tendo esta medida já sido prevista no âmbito do presente EIA/RIMA.

Estima-se que com essa atividade, sejam criadas 22 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 44 empregos indiretos, isto é, para ajudantes de pescaria, reparo e fabricação de redes e outros artefatos pesqueiros, fabricação e comercialização de gelo, sal e outros insumos, preservação e processamento do pescado (evisceração, salga, filetagem, etc.), transporte e comercialização do pescado.

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.

Estimativa efetuada pelo Consórcio KL/MABE/ENERCONSULT prevê uma receita gerada na atividade pesqueira, quando da estabilização do programa de peixamento, da ordem de R\$ 138.375,00 (valor expresso em reais de agosto de 2004). Com relação aos investimentos, representados pela implantação de um entreposto de pesca, pela aquisição de alevinos para o povoamento inicial do reservatório e de equipamentos e materiais de pesca (balança de pé, balança de balcão, redes de espera, redes sardinheira, espinhéis, covos, tarrafas, caixas de isopor e canoas a remo), estimou-se um custo de R\$ 66.501,50. Os investimentos devem ser efetuados nos 3 primeiros anos após o enchimento do reservatório.

O custo anual da pesca atingirá a cifra de R\$ 10.762,78, sendo composto pela aquisição gelo, sal e de 50,0% dos alevinos previstos para o repovoamento, bem como gastos com manutenção dos equipamentos de pesca e edificações.

Deduzindo do valor da produção anual de pescado os custos operacionais, obtém-se para o ano de estabilização uma renda líquida anual de R\$ 127.612,00, o correspondente a R\$ 5.800,55/pescador/ano ou R\$ 483,33/pescador/mês.

5.10 – PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SANITÁRIA

5.10.1 – Objetivos

O Programa de Educação Ambiental preconizado tem como objetivo geral promover a internalização, o disciplinamento e o fortalecimento da dimensão ambiental

no processo educativo, com vistas a prevenir e conter os impactos adversos sobre o meio ambiente, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida na área de influência da Barragem Mamoeiro, e para o aperfeiçoamento do processo de interdependência Sociedade-Natureza, necessário a manutenção dos recursos naturais.

Nesse sentido, o programa visa conscientizar os gestores municipais para a importância da integração dos municípios no processo de gestão da bacia hidrográfica contribuinte através da formação de um consórcio intermunicipal e da participação no comitê de bacia.

Outro aspecto relevante consiste em contribuir para a formação de políticas públicas de cunho ambiental, que promovam a conscientização da sociedade em geral quanto aos problemas relacionados à gestão, conservação e proteção dos recursos hídricos.

O programa visa, ainda, implementar um ciclo de ações interativas envolvendo a comunidade, a escola e o aparato institucional (comitê de bacia, prefeituras municipais e outros órgãos públicos), de modo que a área de influência da Barragem Mamoeiro disponha de um programa com características integradoras, que tenha na escola um pólo de aglutinação de ações estratégicas com o objetivo de formar, construir e somar valores, dinâmicas e atitudes pró-sustentabilidade. Dentre os objetivos específicos a serem atingidos pelo Programa de Educação Ambiental e Sanitária ora proposto figuram:

- Difundir princípios e técnicas sobre preservação ambiental junto à comunidade local, agentes econômicos, classe estudantil, etc.;
- Capacitar os recursos humanos das instituições locais (professores, extensionistas, agentes de saúde, agentes de vigilância sanitária, etc.) para a difusão de princípios e técnicas de preservação e conservação dos recursos naturais no seu ambiente de trabalho, como parte do exercício da cidadania local;
- Estimular a formação de um grupo de multiplicadores locais em educação ambiental e sanitária, nos níveis formal e não formal, que repasse permanentemente para população noções sobre medidas preservacionistas;
- Sensibilizar os gestores municipais para a necessidade de formação de um consórcio municipal para o gerenciamento, difusão e execução de ações preservacionistas no território da bacia hidrográfica contribuinte da Barragem Mamoeiro;

- Sensibilizar a população para que seja constituído um Conselho Popular da Comunidade voltado para a obtenção de informações e para debater e opinar sobre os problemas e políticas ambientais locais;
- Mobilizar instituições formais de educação básica para o apoio ao programa de educação ambiental através do envolvimento da comunidade estudantil;
- Envolver organizações sociais locais como espaços privilegiados para o exercício da cidadania e melhoria da qualidade ambiental;
- Contribuir para a conservação dos recursos hídricos, em termos quantitativos e qualitativos, através do estímulo ao reflorestamento das matas ciliares do riacho Conceição nos trechos degradados na área da bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro;
- Propor medidas alternativas para a eliminação ou minimização dos problemas ambientais identificados;
- Efetuar a avaliação da implementação do programa ao final de cada etapa e após a sua conclusão, apresentando sugestões para correção e aperfeiçoamento das atividades ou encaminhamentos propostos.

5.10.2 - Área de Abrangência do Estudo e Público-Alvo

A área de abrangência do estudo engloba o território da bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro. A referida barragem barra o riacho Conceição na localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), com a área da bacia hidrográfica contribuinte estando posicionada em terras dos municípios de Antonina do Norte e Aiuaba. A bacia hidrográfica do riacho Conceição se constitui numa sub-bacia do Alto Jaguaribe.

A área objeto do Programa de Educação Ambiental e Sanitária se estende desde as cabeceiras do riacho Conceição até a localidade de Várzea Nova (Vila Luziana), onde se encontra posicionado o eixo do barramento, perfazendo um total de 1.887,6 km².

A definição do público-alvo do programa deverá ter como base um diagnóstico das condições sócio-econômicas e ambientais vigentes no território da bacia contribuinte. Deverá envolver diferentes grupos sociais abrangendo além das populações residentes nos núcleos urbanos e comunidades rurais, lideranças comunitárias; os agentes econômicos aí atuantes; professores e a classe estudantil; organizações da sociedade civil atuantes na região, agentes de saúde,

agentes de vigilância sanitária, extensionistas rurais e as administrações públicas municipais, entre outros..

5.10.3 - Diagnóstico das Condições Socioeconômicas e Ambientais da Bacia Hidrográfica Contribuinte

Para a elaboração de um diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais vigentes no território da bacia contribuinte deverão ser aproveitados dados levantados em estudos desenvolvidos anteriormente pela SRH ou por outros órgãos na bacia do riacho Conceição. Os dados coletados deverão ser submetidos à análise, devendo ser complementados com levantamentos de campo sempre que se fizer necessário.

O diagnóstico a ser elaborado deverá abranger os meios físico e biótico ficando assim caracterizados os ecossistemas da área do estudo. Deverá contemplar, ainda, uma caracterização dos assentamentos humanos urbanos e rurais, com suas atividades econômicas, educacionais e culturais, bem como suas infra-estruturas básicas.

Especial ênfase deverá ser dada às questões vinculadas à identificação das degradações ambientais incidentes sobre o riacho Conceição, com destaque para a degradação das suas matas ciliares, bem como para identificação das formas de trânsito das informações e lideranças formais e informais.

As informações coletadas deverão constituir os elementos básicos para o estudo de uma aproximação prospectiva que permita a identificação dos principais problemas ambientais vigentes. Além disso, deverão dar subsídios para a elaboração de propostas para o desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e Sanitária.

5.10.4 - Estabelecimento de Parcerias

No desenvolvimento do Programa de Educação Ambiental e Sanitária a ser proposto deverá ser levado em conta o estabelecimento de parcerias, envolvendo não só a própria comunidade, as instituições e os atores sociais atuantes na região alvo do programa, como também o engajamento de órgãos governamentais e instituições da iniciativa privada, cujas participações sejam fundamentais na execução das ações propostas.

As participações de órgãos públicos e instituições no programa podem se dar através da integração de seus técnicos em algumas das atividades propostas seja de forma ativa como palestrantes ou como debatedores de determinados temas, ou através do fornecimento de dados sobre determinados assuntos e repasse de

experiências desenvolvidas por estes concernentes as áreas de interesse do programa de educação ora em pauta, o que deve ser viabilizado mediante solicitação formal aos respectivos titulares dessas instituições.

A priori já se visualiza o estabelecimento de quatro parcerias imprescindíveis para a boa execução do programa: com as secretarias de educação de cada município, objetivando a disponibilização de professores; com as secretarias municipais de meio ambiente e com a SEMACE objetivando a obtenção de subsídios para o enriquecimento do programa; com a EMATER e com produtores rurais para estimular o reflorestamento das matas ciliares e com as Prefeituras Municipais visando entre outras coisas a formação de um consórcio municipal em defesa do riacho Conceição.

5.10.5 - O Papel da Escola no âmbito do Programa

No âmbito do Programa de Educação Ambiental e Sanitária a ser proposto a escola deverá ter um papel centrado sobre duas questões primordiais: a acadêmica e a política. A questão acadêmica visa o repasse de conhecimento, enquanto que a questão política deve objetivar o desenvolvimento da cidadania através da conscientização dos alunos para os problemas vigentes na região, trabalhando com estes o pensamento crítico-reflexivo e estimulando a capacidade de observação e expressão. O professor deverá ser o principal agente promotor da educação ambiental.

Assim sendo, deverá ser delineada uma proposta de planejamento pedagógico, visando orientar os professores para as ações que estes irão desenvolver dentro da sala de aula.

5.10.6 - Elaboração de Material Didático

Objetivando divulgar os objetivos e metas preconizadas pelo Programa de Educação Ambiental e Sanitária, bem como referendar os trabalhos a serem desenvolvidos pela equipe de mobilização social, deverão ser elaborados diversos materiais didáticos (cartilhas educativas, folder, boletins informativos, etc.) para serem distribuídos junto aos diferentes públicos-alvos.

Ressalta-se que, no caso específico do setor escola e dos multiplicadores ambientais o material didático a ser preparado deverá envolver a elaboração de uma cartilha didática envolvendo temas pertinentes aos principais problemas ambientais identificados na área do estudo, bem como técnicas e atividades pedagógicas e de dinâmica de grupo que possam ser utilizadas pelos professores e multiplicadores na sua tarefa de conscientização ecológica. Deverá ser fornecido, ainda, para estes material audiovisual, além de informações relativas a bibliografia recomendada e sites que podem ser utilizados para consulta, entre outros.

Deverão ser divulgados, também, através de materiais impressos conhecimentos e normas técnicas adequadas que permitam o manejo preservacionista dos recursos naturais da área do estudo.

5.10.7 - Mobilização Social e Sistema de Informação, Comunicação e Mídia

O trabalho de mobilização social deverá ter início com a identificação da figura de reeditores (agentes multiplicadores) que, em seu campo de atuação, possam contribuir para aprofundar e viabilizar as metas a que se propõe o Programa de Educação Ambiental e Sanitária proposto. Uma vez identificados os reeditores, procurar-se-á conhecer os seus campos de atuação, para provê-los de compreensões, de alternativas de ações e decisões que irão ajudá-los, no primeiro momento, a responder à seguinte pergunta: o que eu posso fazer no meu campo de atuação, no meu cotidiano? Com o passar do tempo os próprios reeditores irão descobrir sozinhos novas formas de atuar e participar na defesa do meio ambiente. Em suma, será criada a figura do multiplicador ambiental que transfere conhecimentos, formas de uso correto e tecnologias alternativas de uso e gestão dos recursos naturais.

Outro papel a ser desenvolvido pela equipe de mobilização social é o incentivo a participação da comunidade em geral, lideranças comunitárias, agentes econômicos locais, classe estudantil e órgãos públicos a participarem ativamente dos eventos e atividades programadas no âmbito do Programa (palestras, oficinas, cursos, etc.), através de contatos pessoais e da distribuição de convites.

Tendo em vista que todo processo de mobilização social requer um projeto de comunicação em sua estruturação, deverão ser articuladas campanhas de divulgação das ações desenvolvidas pelo programa, bem como campanhas informativas que permitam a ampliação da base do processo de mobilização dando-lhe abrangência e pluralidade, reforçando e legitimando o discurso dos reeditores.

Deverá ser prevista, também, a divulgação dos eventos a serem ministrados no âmbito do Programa de educação Ambiental e sanitária (seminários, palestras, etc.). Para tanto deverão ser utilizados meios de comunicação radiofônicos, cartazes, distribuição de material impresso, etc.

5.10.8 - Execução de Seminários, Palestras e Reuniões com Grupos Formais e Informais

Deverão ser executados seminários, palestras e reuniões com grupos formais e não formais visando a divulgação dos objetivos e metas do Programa de Educação Ambiental e Sanitária proposto, a promoção de debates e fóruns sobre a preservação

dos recursos naturais e outros que abordem a dimensão ambiental das diversas atividades produtivas desenvolvidas na área do estudo, principalmente as ligadas a agropecuária, pesca, extração de areia, atividades de recreação e lazer, setor saúde, etc.

Mais especificamente, estes eventos deverão objetivar, além da divulgação dos objetivos e metas do programa a:

- Transferência de conhecimento para a população local através da execução de seminários, palestras e debates versando sobre os problemas ambientais vigentes na região, em especial sobre a problemática da degradação do riacho Conceição, especificando causas, conseqüências e medidas mitigadoras passíveis de serem adotadas, capacitando-a para exercer seu papel no controle da gestão ambiental;
- Fornecer apoio aos processos de educação ambiental nas escolas e nas organizações da sociedade civil em nível local, mediante reuniões, palestras, cursos e distribuição de material educativo;
- Contribuir para a fixação de valores, conhecimentos e atitudes relacionados à sustentabilidade ambiental, junto aos produtores econômicos atuantes na região.

O número de reuniões e palestras a ser executado deverá ser definido após a execução do diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais da bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro e definição do público-alvo do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, devendo a programação proposta ser submetida a avaliação da fiscalização da SRH.

5.10.9 - Capacitação de Professores e Multiplicadores

Deverão ser executados cursos de capacitação objetivando a formação de agentes multiplicadores, devendo ter como público-alvo professores e reeditores identificados pela equipe de mobilização social. Os cursos deverão ter uma duração de 32 horas/aula, sendo sub-divididos em dois módulos de 16 horas/aula cada.

O primeiro módulo deverá envolver cursos a ser ministrados junto aos multiplicadores sobre questões relativas aos recursos hídricos abrangendo as características biogeofísicas e socioeconômicas da bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro e seus principais problemas ambientais; o processo de gestão integrada da bacia hidrográfica (Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996); políticas nacional e estadual de educação ambiental; conceitos de desenvolvimento sustentável; técnicas de

elaboração de projetos de educação ambiental, técnicas pedagógicas e de dinâmica de grupo, entre outros. Cada agente multiplicador deverá elaborar um projeto passível de ser implementado em suas atividades cotidianas.

No segundo módulo deverão ser apresentados e debatidos os projetos de educação ambiental elaborados pelos agentes multiplicadores e discutidas sugestões para elaboração do material educativo, o qual deverá ser posteriormente distribuído para uso no desenvolvimento dos projetos dos reeditores capacitados.

O número de cursos a ser executado será definido após a execução do diagnóstico das condições socioeconômicas e ambientais da bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro e da definição do público-alvo do Programa de Educação Ambiental e Sanitária, devendo a programação proposta ser submetida a avaliação da fiscalização da SRH.

5.10.10 - Avaliação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária

Deverá ser elaborado um plano de trabalho a ser executado junto aos agentes multiplicadores capacitados após a execução dos ajustes nos seus projetos. Terá como objetivo o assessoramento e acompanhamento direto da implementação dos projetos elaborados pelos agentes multiplicadores capacitados, estando aí previsto a execução de um monitoramento da aplicação do material educativo elaborado (cartilhas).

A aplicação dos projetos pelos agentes multiplicadores será efetuada através da execução de reuniões, visitas a escolas e outras instituições pública, visitas domiciliares e da distribuição de material educativo junto à população.

Visando avaliar os resultados do Programa de Educação Ambiental e Sanitária implementado deverá ser efetuada uma avaliação do programa, que deverá contemplar críticas ao plano de atividades desenvolvidas pelos agentes multiplicadores e ao programa como um todo. A referida avaliação terá como base relatórios de campo, questionários aplicados junto à população, planilhas e formulários a serem preenchidos pela equipe técnica e mobilizadores, onde serão analisados os seguintes fatores:

- Desenvolvimento do indivíduo - Será avaliado o aprendizado do conteúdo técnico, ação de solidariedade, mudanças de hábitos higiênicos, mudanças de valores sócio-culturais e elevação da auto-estima. Os indicadores utilizados serão a utilização do material educativo e de comunicação pelos mobilizadores e a verificação de regularidade no uso dos seus conteúdos;

- Desenvolvimento social e cidadania - Será avaliada a participação no coletivo, nos fatores de coesão social e nas ações de melhoria da qualidade de vida da comunidade em que reside e relaciona. Os indicadores utilizados serão consolidação de grupos de mobilizadores (quantos, onde, etc); engajamento em outros projetos coletivos locais e regionais; adesão e participação das instituições parceiras locais; fortalecimento do Comitê de Bacia; e continuidade, na veiculação de matérias sobre meio ambiente e recursos hídricos por rádios locais, após o desenvolvimento da programação;
- Uso racional dos recursos naturais - Será avaliada a relação dos beneficiários com o ambiente natural. Os indicadores utilizados serão os cuidados com os mananciais de captação de água; campanhas desenvolvidas por escolas, prefeituras e ONG's sobre a temática conservacionista local e datas comemorativas do meio ambiente / recursos hídricos.

Deverão ser apresentados, para apreciação da equipe de fiscalização da SRH, os modelos de planilhas, formulários e questionários que serão utilizados para a elaboração da avaliação final.

O prazo proposto para o desencadeamento das atividades concernentes a elaboração e implementação do Programa de Educação Ambiental e Sanitária será de 6 (seis) meses. Foi prevista uma verba de R\$ 85.000,00 para execução do programa

5.11 – MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA IMPLANTADA

As obras de engenharia pertinentes a construção de barragens são infra-estruturas projetadas para ter uma longa vida útil, mas que com demasiada frequência, podem vir a apresentar danos na sua estrutura e mau funcionamento dos equipamentos hidromecânicos. Tais problemas caso não sejam solucionados podem resultar desde danos materiais e prejuízos econômicos até a interrupção do suprimento da vazão regularizada.

Considerando as principais anomalias observadas nos açudes do Estado do Ceará a COGERH desenvolveu uma lista de inspeção para orientar os técnicos no diagnóstico do estado geral da infra-estrutura física das barragens e equipamentos hidromecânicos.

Além disso, disponibiliza Diários de Ocorrências nos locais das obras, que, em longo prazo, vão complementar o histórico do açude. O técnico que inspecionar o açude deve anotar neste diário as impressões e observações sobre as condições do

reservatório, que, se procedentes serão consideradas para acompanhamento e correção. São quatro os tipos de inspeções efetuados pela COGERH:

- Inspeção de rotina: é executada pelo Gerente de Bacia e pelo agente de inspeção. Visa à manutenção da barragem e equipamentos e a detecção de anomalias ou mudanças de comportamento que possam sugerir algum problema no desempenho da barragem. De periodicidade mensal para o período seco e semanal para o período chuvoso, podendo ser aplicadas diariamente em caso de chuvas intensas, ou quando observados comportamentos anômalos em qualquer dos diversos setores do açude;
- Inspeção formal: realizada por equipe técnica multidisciplinar da COGERH, responsável pelo gerenciamento de segurança da barragem. A frequência é estabelecida em função da classificação do potencial de risco;
- Inspeção de especialistas: executada quando se constata um problema que exija intervenção de especialistas. Em geral são requeridas por órgãos financiadores e realizadas por especialistas externos;
- Inspeção de emergência: executada quando for detectada anomalia ou deficiências potencialmente danosas a barragem.

A inspeção da Barragem Mamoeiro para fins do desenvolvimento das tarefas rotineiras de manutenção ficará a cargo de um agente de guarda e inspeção de reservatório, sob a fiscalização da Gerência da Bacia do Alto Jaguaribe. O agente de inspeção deverá residir na área de entorno do reservatório e ser devidamente treinado pela COGERH para exercer as suas funções, tendo as seguintes atribuições:

- Vigilância das áreas do açude pertencentes ao Estado, detectando (observando) vandalismo, desmatamentos, aporte de poluentes ao açude, pesca predatória e banhos em locais proibidos;
- Preenchimento mensal da Lista de inspeção de Rotina em Açudes junto com o Gerente da Bacia do Alto Jaguaribe;
- Manutenção da casa de apoio do reservatório;
- Verificação diária do nível do reservatório;
- Manutenção das cercas da área de proteção;
- Limpeza da câmara de medição e do medidor (vertedor);

- Limpeza das canaletas de drenagem de águas pluviais e meio-fio;
- Eliminação de formigueiros e tocas de animais;
- Manutenção do sangradouro: desmatamento e roço dos canais de aproximação e restituição;
- Manutenção da torre da comporta (inclusive escadas, passadiços, guarda-corpos, acessos e estrutura da torre) e dos equipamentos hidromecânicos;
- Desmatamento e conservação do revestimento do maciço da barragem e do acesso ao pé do talude de jusante em toda a extensão do barramento;
- Roço das laterais da via de acesso ao reservatório (50 m da entrada);
- Manutenção do caminho de acesso as principais infra-estruturas e equipamentos do reservatório para facilitar as vistorias;
- Manutenção da caixa de válvulas (limpeza, estrutura de concreto e equipamentos hidromecânicos – grade, válvulas e medidor de vazão);
- Pintura das estruturas de concreto do sangradouro e torre de montante;
- Manutenção e leitura da instrumentação;
- Acompanhamento das obras de manutenção.

Outras atividades de manutenção em reservatório compreendem o controle da proliferação de plantas aquáticas, remoção de grandes entulhos do espelho d'água (por exemplo, troncos de árvores); controle da qualidade da água visando detectar possíveis focos de poluição; efetuação de levantamento de depósito de sólidos no fundo do reservatório e controle de anomalias nos taludes e nas obreiras do barramento (erosões, escorregamentos, rachaduras, afundamentos, formigueiros, canaletas quebradas, etc.). Estas atividades requerem pouco tempo, pois são periódicas, no entanto, são extremamente importantes, a fim de detectar imediatamente a necessidade de uma ação corretiva, mantendo assim a integridade do empreendimento e seu pleno funcionamento.

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

A atividade de manutenção da Barragem Mamoeiro ficará a cargo da SRH e da COGERH, que deverão formular um programa de manutenção, baseado no inventário de todas as obras que precisem de serviços. Os custos a serem incorridos com a implementação das atividades de manutenção já estão inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

6 – PLANO DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO RESERVATÓRIO E DE MANEJO DA FAUNA

6 – PLANO DE DESMATAMENTO DA BACIA HIDRÁULICA DO RESERVATÓRIO E DE MANEJO DA FAUNA

6.1 – PLANO DE DESMATAMENTO DA ÁREA DA BACIA HIDRÁULICA

6.1.1 – Generalidades

O plano de desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório a ser posto em prática visa além do atendimento à legislação ambiental vigente, a manutenção da qualidade da água represada; o salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; a preservação da faixa de proteção do reservatório; o aproveitamento econômico dos sub-produtos gerados pelo desmatamento (mel, lenha, mourões, etc.) e a proteção do contingente obreiro engajado nesta operação e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro engloba uma área de 369,0 ha na cota de cheia máxima normal (cota 355,0 m), a qual deverá ser alvo do programa de desmatamento. A faixa de proteção do reservatório, que deverá ser destinada a preservação permanente perfaz uma área de 453,0ha. A composição da flora e da fauna da área da bacia hidráulica do reservatório pode ser visualizada, com maior riqueza de detalhe no Capítulo 3 do presente estudo.

6.1.2 – Diagnóstico Florístico e Faunístico

Para a concepção do projeto de desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico da área, visando, não só a identificação e caracterização destes recursos, como a verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes.

Para tanto, deverão ser executadas as seguintes tarefas: elaboração de perfis representativos de cada fâcies 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 e identificação dos locais de pouso e reprodução de aves, de desova dos répteis, além de refúgios e caminhos preferenciais da fauna.

6.1.3 - Implantação de Herbário e Demarcação das Áreas a Serem Desmatadas

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.

A área a ser desmatada encontra-se delimitada pela cota de máxima inundação da Barragem Mamoeiro (355,0 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, ainda, ser preservada a faixa de proteção do reservatório, conforme estabelece o Código Florestal (Lei nº 4.771/65, alterada pelas Leis nº 7.803/89 e no 7.893/96 e pela Medida Provisória no 2.166-67/2000) e a Resolução CONAMA nº 004/85. Assim sendo, deverá ser desapropriada pela SRH uma faixa marginal de 100m, medidos horizontalmente a partir da cota de máxima inundação, a qual será destinada à faixa de proteção do reservatório. A referida faixa funcionará como uma barreira ao aporte de sedimentos e poluentes ao reservatório, bem como uma reserva vital à alimentação da ictiofauna e de abrigo e fonte de alimento para a fauna terrestre, em especial a avifauna.

6.1.4 - Técnicas de Desmatamento

Na determinação das técnicas e do tipo de equipamento a ser empregado no desmatamento de determinada área deverão ser levados em conta os fatores negativos, que afetam a capacidade de trabalho das máquinas (topografia, tipo de solo, clima, afloramentos rochosos, etc.) e a tipologia vegetal (densidade da vegetação, diâmetro dos troncos das árvores, tipos de madeiras-duras ou moles, número de árvores por hectare, etc.).

A área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro apresenta solos rasos a moderadamente profundos, com drenagem imperfeita e presença de pedregosidade/rochosidade, relevo suave ondulado a ondulado e cobertura vegetal densa nas áreas preservadas. Logo, pelas suas características, é possível prever a necessidade da utilização dos métodos manual e mecânico. Nas operações de

desmatamento e destoca, através do método mecânico, deverão ser utilizados tratores de esteiras com potência variando de 120 a 150 Hp, equipados com lâminas do tipo frontal reta-S, cujo rendimento aproximado é de 1,0 ha/hora. Nas operações de enleiramento, para que não ocorra o carreamento de terra juntamente com os restolhos, devem ser usados tratores de esteiras equipados com ancinhos enleiradores.

O desmatamento deve ser iniciado a partir do barramento em direção à montante, de forma a possibilitar um espaço de tempo necessário à fuga da ornitofauna e da fauna terrestre de maior mobilidade. Recomenda-se a execução do desmatamento durante o período de estiagem, dado a maior disponibilidade de mão-de-obra na região, principalmente, no caso de adoção do método manual.

6.1.5 - 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 m, facilitando assim o livre trânsito da fauna de maior porte e mais arisca. De modo a permitir uma melhor acomodação da fauna, os corredores de escape deverão, também, fazer a interligação entre reservas ecológicas.

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.

6.1.6 - Inventário Florestal /Recursos Florestais Aproveitáveis

Os recursos florestais da área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro contam com espécies de valor econômico e/ou medicinal, além daquelas fornecedoras de madeira mourões e lenha. Com exceção das espécies destinadas à exploração extrativa da lenha, as demais espécies apresentam-se esparsamente distribuídas na área a ser desmatada. Para um melhor aproveitamento dos sub-produtos do desmatamento devem ser adotadas as seguintes recomendações:

- Concessão de franquias 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 foi efetuada através de amostragem aleatória de dois blocos com dimensões 10 m x 10m, dentro dos quais foram avaliados os seguintes parâmetros: Diâmetro à Altura do Peito (DAP) de cada espécie e do bloco, Altura Média (H) de cada espécie e do bloco, Diâmetro na Base (DNB), Volume médio das árvores de cada bloco (V) e Área Basal (AB).

Com base nos dados da análise fitossociológica efetuada no inventário florestal foi calculada a composição volumétrica média. O produto florestal existente na área é constituído basicamente pela lenha, oriunda de espécies florestais nativas. O volume passível de exploração por hectare foi obtido deduzindo-se do valor da composição volumétrica média da área (182,05 st/ha) o valor dos volumes da classe diamétrica 1 (52,82 st/ha), tendo-se chegado a um volume médio explorável em lenha de 129,23 st/ha.

A produção florestal (lenha) da área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro foi estimada em 47.685,87 st, levando em conta o volume médio explorável de lenha por hectare (129,23 st/ha) e a extensão da área a ser desmatada (369,0 ha).

A execução do desmatamento da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro demandará um período de 24 dias. Tal medida deverá ser executada pela Empreiteira, sob a fiscalização da SRH e da SEMACE. Os custos a serem incorridos com o desmatamento racional da área da bacia hidráulica já estão inclusos no orçamento do projeto de engenharia

6.2 – PLANO DE MANEJO DA FAUNA

Os impactos incidentes sobre a fauna, dada a erradicação da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica do reservatório e conseqüente degradação do seu habitat natural, podem ser minimizados através de sua transferência para áreas de reservas

ecológicas. A implementação de corredores de escape, durante as operações de desmatamento, permitirá a fuga da fauna que ainda permanecer na área da bacia hidráulica do reservatório para as zonas de refúgio. Entretanto, é comum que uma pequena parcela destes animais retornem ao seu antigo habitat, fazendo-se necessário a sua captura para posterior soltura nas reservas.

O manejo da fauna deverá ser executado por equipe técnica especializada, contratada pelo órgão empreendedor do projeto, podendo ser engajado nesta atividade as seguintes instituições de pesquisa: NEPC – Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ciência e CCT – Centro de Ciências e Tecnologia, ambos vinculados à UECE – Universidade Estadual do Ceará, Departamento de Biologia e LAROF – Laboratório Regional de Ofiologia de Fortaleza, pertencentes a UFC – Universidade Federal do Ceará.

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 efetuado durante o período de estiagem, quando ocorrem poucas espécies nidificando, evitando-se assim a destruição de ninhos e ovos. Os métodos de captura mais aconselhados para pássaros são alçapão com chamariz e a rede de neblina com quatro bolsas, sendo o transporte feito em sacos de algodão.

Quanto aos répteis, as serpentes deverão ser capturadas com o uso de laço ou de ganchos apropriados 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. Animais apresentando sinais de traumatismo devem ser acondicionados separadamente. O tempo de permanência dos animais nas caixas deverá ser mínimo, não devendo estas ficar expostas à ação do sol ou da chuva, e, uma vez desocupadas, deverão ser lavadas e desinfetadas antes de serem reutilizadas.

Os animais seriamente debilitados e que tenham comprometido a sobrevivência, e os que, porventura, morrerem durante a operação de desmatamento ou resgate deverão ser enviados vivos ou mortos para instituições de pesquisa em Fortaleza, onde serão incorporados à coleções científicas, tornando-se registros da fauna da região.

Durante a operação de desmatamento os trabalhadores e a comunidade local ficarão expostos a acidentes com mamíferos, animais peçonhentos (serpentes, aranhas, escorpiões e lacraias), abelhas e vespas. Assim sendo, medidas que previnam estes acidentes deverão ser adotadas durante a execução dos trabalhos.

A equipe engajada no resgate da fauna deverá receber treinamento sobre identificação e técnicas de capturas de animais, especialmente dos peçonhentos, além de estarem adequadamente trajados com botas e luvas de cano longo feitas de couro ou de outro material resistente. Deverão compor a equipe, indivíduos treinados na prestação de primeiros socorros.

Os responsáveis pelas operações de desmatamento e de manejo da fauna deverão, antes do início desta última atividade, manter contato com os postos de saúde da região, certificando-se da existência de pessoal treinado no tratamento de acidentes ofídicos, bem como de estoque de soros dos tipos antiofídicos adotados nos casos de envenenamentos por jararaca, cascavel, coral, aranhas e escorpiões. Deverá, ainda, ser divulgado junto à população local, as principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos através da distribuição de cartilhas.

A remoção de colméias e vespeiros deverá ser feita por pessoal especializado e devidamente equipado, sendo posteriormente transferidos para as áreas de reservas ecológicas.

Caso ocorram acidentes com cobras, devem ser tomadas as seguintes medidas de primeiros socorros, até que haja atendimento médico adequado: não amarrar ou fazer torniquete para impedir a circulação do sangue; não cortar o local da picada ou colocar qualquer tipo de substância sobre o ferimento; manter o acidentado deitado em repouso e evitar que este venha a ingerir querosene, álcool ou fumo; levar o acidentado para o serviço de saúde mais próximo, onde deve ser ministrado soro específico. A

serpente agressora deve ser capturada para que possa ser identificado com mais segurança o tipo de soro a ser adotado.

Já na ocorrência de acidentes envolvendo mamíferos silvestres, deve-se efetuar a lavagem do ferimento com água e sabão antisséptico e manter o animal agressor em cativeiro pelo período de 10 dias, visando detectar uma possível contaminação pelo vírus da raiva. Caso o animal apresente os sintomas da doença, o trabalhador agredido deverá ser submetido imediatamente a tratamento anti-rábico e o animal deve ser sacrificado e cremado.

O resgate da fauna deve ser iniciado com uma semana de antecedência do desmatamento, passando, em seguida, os dois processos a serem executados de forma concomitante. O manejo da fauna da área da bacia hidráulica da Barragem Mamoeiro poderá ser realizado em cerca de 29 dias. O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 14.763,00, valor expresso em reais de agosto de 2004.

7 – GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E PLANOS DE MONITORAMENTO

7.1 – GENERALIDADES

A gestão dos recursos hídricos represados na Barragem Mamoeiro se constitui numa forma de garantir a sua destinação para o atendimento de múltiplos usos, assegurando à população da região e aos seus agentes econômicos (irrigantes, pescadores, etc.) o fornecimento de água de boa qualidade e em quantidade suficiente para atender a demanda.

Os usos do solo e as atividades econômicas desenvolvidas no território de uma bacia hidrográfica são fatores definidores da quantidade e da qualidade da água necessárias para o seu desenvolvimento sustentável da região. Desta forma, é de suma importância o disciplinamento do uso do solo e da água, de modo a se obter o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, evitando desperdícios e a sua poluição.

As principais diretrizes a serem adotadas na implementação do gerenciamento dos recursos hídricos represados na Barragem Mamoeiro são: estabelecimento de outorgas e tarifação d'água; monitoramento da qualidade da água e da sedimentação no reservatório; monitoramento dos níveis do lençol freático na área de entorno do reservatório; monitoramento do nível d'água no reservatório; delimitação e fiscalização da faixa de proteção do reservatório; reflorestamento da faixa de proteção do reservatório e zoneamento de usos na área de entorno do reservatório.

Tais diretrizes constituem práticas integrantes das medidas mitigadoras preconizadas no Capítulo 5 deste Relatório, bem como dos programas de monitoramento ora apresentados. Têm como objetivo a preservação do meio ambiente, bem como da integridade do reservatório..

7.2 – GERENCIAMENTO E CONTROLE DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS

O planejamento de empreendimentos vinculados a área de recursos hídricos deve levar sempre em conta os planos governamentais de desenvolvimento econômico postos em prática ou propostos para a região, estabelecendo assim formas de articulação entre os órgãos gestores do reservatório e os gestores do planejamento e coordenação geral de programas públicos. Desta forma, o gerenciamento da Barragem Mamoeiro deve ser conduzida tendo em vista uma perspectiva global, ou seja, considerando o território da bacia hidrográfica como um todo.

O modelo de gestão dos recursos hídricos posto em prática atualmente pelo Governo do Estado do Ceará é constituído por um conjunto de entidades que desenvolvem ações de gestão unificada, considerando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, a integração dos usos múltiplos, o controle do regime das águas, o controle da poluição e dos processos erosivos. O referido modelo prevê, ainda, as formas de relacionamento entre as entidades gestoras dos recursos hídricos e os usuários, no que se refere aos direitos e obrigações decorrentes do uso e derivação da água.

O Estado do Ceará conta com um Plano Estadual de Recursos Hídricos, no qual é proposto um planejamento global de utilização dos recursos hídricos, objetivando a obtenção de um equilíbrio dinâmico entre a oferta e a demanda hídrica, de modo que a água não venha a se tornar um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social do Estado.

Na área de influência da Barragem Mamoeiro, o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos assume primordial importância, uma vez que propicia as condições de desenvolvimento sustentável da região, de modo que o uso dos recursos naturais não supere sua condição de se renovar, garantindo a melhoria de vida da população local e evitando possíveis entraves ao desenvolvimento econômico e social.

O Programa de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos que vêm sendo posto em prática na Bacia do Alto Jaguaribe pelo Governo Estadual têm 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. Desta forma, procura estimular a participação de usuários, instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil no processo. Para que o gerenciamento dos recursos hídricos atenda estes preceitos, faz-se necessário à adoção dos seguintes instrumentos:

- 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.

O uso destes instrumentos visa a implementação de um sistema de gerenciamento que permita a integração das ações dos órgãos governamentais a nível federal, estadual ou municipal que atuam no setor, além de fornecer subsídios para a tomada de decisão com o objetivo de promover, de forma coordenada, o uso, controle e preservação da água.

Como forma de facilitar a implementação da Lei de Recursos Hídricos (Lei nº 11.996/92) e de permitir um maior controle sobre a oferta e distribuição da água necessária para atender a demanda hídrica dos usuários, foram definidos os seguintes 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.

A integração da Barragem Mamoeiro ao Programa de Gerenciamento e Controle dos Recursos Hídricos atualmente posto em prática na Bacia do Alto Jaguaribe, através do estabelecimento do sistema de outorga e a tarifação d'água ficarão a cargo da SRH e da COGERH que, juntamente com a Associação dos Usuários e/ou Conselho Gestor da Barragem Mamoeiro, a ser criado posteriormente, tratará do gerenciamento da água aí represada.

7.3 – PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA

O controle sistemático da qualidade da água da Barragem Mamoeiro 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 Mamoeiro, 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 do açude Poço da Pedra, localizado na bacia de contribuição da Barragem Mamoeiro, apresentar um elevado nível de salinidade, apesar de apresentar as mesmas características do açude ora em análise, ou seja, não conta com a presença de solos salinos na sua bacia de contribuição e apresenta baixo tempo de detenção da água. Assim sendo, é recomendável que seja investigada a causa deste problema, devendo a priori a questão dos riscos de salinização da água represada ser levado em consideração no manejo da Barragem Mamoeiro.

Tendo em vista que essa água servirá para o abastecimento de populações e para o uso 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 nº 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.

Durante a formação do reservatório deverão ser coletadas amostras de água para análise, desde o início até o enchimento completo do açude. Após o enchimento, deverão ser coletadas amostras de água, ao final da estação seca, e início, meio e final

da estação chuvosa. Portanto, além da fase de amostragem inicial (enchimento do reservatório), deverão ser feitas, no mínimo, quatro amostragens anuais.

Para exames de rotina, a coleta pode ser efetuada em pelo menos dois pontos do reservatório, de preferência junto ao local de captação da água para abastecimento humano e próximo a possíveis atividades poluidoras situadas na bacia. A tomada de amostra na superfície deve ser realizada com um simples frasco de vidro ou plástico, o qual deve ser lavado várias vezes na própria água e não ser completamente cheio, de modo que permaneça uma pequena quantidade de ar dentro do frasco para suprir de oxigênio os seres aeróbios.

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA nº 020 de 18 de junho de 1986, publicado no D.O.U de 30 de julho de 1986. Até que a SEMACE defina a classe em que será adequada a água do reservatório, esta deverá ser considerada como pertencente à Classe 2, a qual se destina ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional. Nas análises deverão ser determinadas as características químicas, físicas e organolépticas e o Número Mais Provável (NPM) de coliformes fecais.

A maioria das amostras pode ser transportada para o laboratório nos mesmos frascos que serviram para a coleta. Os frascos ao chegarem ao laboratório, devem ser desenvolvidos, especialmente quando o exame for realizado somente no dia seguinte, pois durante a noite (ou na ausência de luz) as algas existentes deixarão de produzir oxigênio, passando a respirar e, em consequência, a consumir grandes quantidades desse gás dissolvido.

Se, entre a coleta e a análise do material no laboratório, decorrer um período máximo de 24 horas, nenhum cuidado adicional será necessário, além na manutenção de quantidade suficiente de oxigênio dissolvido na amostra. Caso contrário, recomenda-se à adição de conservantes à mesma.

A SRH e a COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água do futuro reservatório. Os custos anuais advindos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 2.800,00, valor expresso em reais de agosto de 2004.

7.4 – PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DO LENÇOL FREÁTICO E DO NÍVEL D'ÁGUA NO RESERVATÓRIO

7.4.1 – Monitoramento do Nível do Lençol Freático

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 reservatório. A superfície piezométrica quando sofre elevação tenderá a aflorar ou ficar muito próxima da superfície nos pontos topograficamente mais rebaixados. Esse efeito será menos pronunciado a medida em que se caminha para a montante e perpendicularmente ao reservatório. Apesar desse fato ser benéfico por aumentar a espessura saturada do aquífero livre e conseqüentemente a vazão dos poços, implica também na deterioração 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 Mamoeiro são esperadas pequenas alterações de nível do lençol freático, principalmente nas regiões próximas ao reservatório, já que ao longo do trecho perenizado do riacho Conceição a influência do volume da vazão regularizada será bastante reduzida. O caminho a ser descrito pelas águas deverá ser conhecido, sendo para isso necessário que se determine a forma da superfície piezométrica ou nível freático, através do monitoramento de uma rede de poços, aproveitando-se os já existentes, localizados numa faixa de 2,0 km em torno do reservatório e às margens do riacho Conceição. 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 dos Níveis d'Água no Reservatório

A exploração do reservatório, cuja vazão se destinará ao abastecimento d'água doméstico, irrigação difusa e a dessedentação animal, 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 das réguas limnimétricas aí instaladas, com vistas a controlar o seu nível de exploração. As leituras deverão ser efetuadas diariamente. 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 d'água no reservatório e do nível do lençol freático na sua área de entorno ficará a cargo da SRH/COGERH. Os custos incorridos com estas medidas já estão inclusos no programa de monitoramento da faixa de proteção do reservatório, cujas diretrizes na foram descritas no Capítulo 5 do presente relatório.

7.5 – PLANO DE MONITORAMENTO DAS TAXAS DE SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO

Com a implantação do eixo do barramento, a bacia será seccionada e o reservatório colherá a sedimentação oriunda de toda a bacia hidrográfica contribuinte. Portanto, a análise quantitativa e qualitativa dos sedimentos que serão depositados no reservatório permitirá o conhecimento das atividades exercidas na bacia, as quais podem vir a comprometer a qualidade dos recursos hídricos represados ou a capacidade de acumulação do reservatório.

Após o desmatamento da área a ser submersa, deverão ser escolhidos pontos de amostragem da sedimentação, que deverão ser materializados com marcos de concreto rentes ao solo, com áreas não inferiores a 1,0 m², 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 deverão ser utilizados na coleta das amostras dragas ou pegadores, sendo que a draga de Ekman e a draga de Peterson são as mais usadas. O amostrador de Suber é utilizado para casos especiais.

O acondicionamento das amostras coletadas deverá ser feitos em frasco de boca larga de polietileno para a análise de metais, nutrientes e carga orgânica (DBO/DQO/COT), ou de vidros para compostos orgânicos, óleos e graxas. É recomendável congelar as amostras a 20°C para preservar a sua integridade, deixando uma alíquota sem refrigeração, para determinação da composição granulométrica.

Os custos anuais incorridos na execução do monitoramento da sedimentação foram estimados em R\$ 1.900,00, valor expresso em reais de agosto de 2004. Esta atividade ficará a cargo da SRH/COGERH.

8 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

8 – CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

O **Quadro 8.1** apresenta os valores dos custos a serem incorridos com a implementação das medidas mitigadoras e dos programas de monitoramento recomendados, cujas diretrizes principais foram delineadas nos capítulos 5, 6 e 7 deste relatório. O somatório destes custos perfaz um montante de R\$ 2.595.860,13 a preços de agosto de 2004.

Ressalta-se que, não foram inclusos neste montante os custos relativos às medidas de: adoção de normas de segurança no trabalho, desmatamento da bacia hidráulica do reservatório, zoneamento de usos no entorno do reservatório, gerenciamento e controle dos recursos hídricos represados e manutenção da infraestrutura implantada.

A adoção de normas de segurança no trabalho é uma exigência da legislação trabalhista devendo ser cumprida pela Empreiteira sem ônus para o empreendedor. No caso específico do desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório e da manutenção da infra-estrutura hídrica implantada os custos incorridos nestas atividades são partes integrantes do orçamento do projeto de engenharia.

O Programa de Gerenciamento e Controle dos Recursos Hídricos Represados, por sua vez, já é exercido pela SRH/COGERH estando seus gastos inclusos nos custos operacionais destes órgãos, não incorrendo em ônus para o empreendimento. Os gastos a serem incorridos com os monitoramentos dos níveis do lençol freático na área de entorno do reservatório e com o nível d'água no reservatório, bem como com as atividades de fiscalização pertinentes ao zoneamento de usos no reservatório encontram-se inclusos no orçamento do plano de fiscalização da faixa de proteção do reservatório.

Quanto a relocação da infra-estrutura de uso público a ser submersa, os custos a serem incorridos com a rede viária e a rede elétrica já se encontram inclusos nos custos do projeto de reassentamento da população desalojada.

QUADRO 8.1 – CUSTO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SUGERIDAS

Discriminação	Valor (R\$ 1,00) ¹	Responsabilidade da Implantação
Adoção de Normas de segurança no Trabalho	Sem ônus para o empreendimento	Empreiteira
Identificação e Resgate de Sítios Arqueológicos e Paleontológicos	40.000,00	SRH, IPHAN e DNPM
Reconstituição Paisagística das Áreas do Canteiro de obras e das Jazidas de Empréstimo	3.000,00	Empreiteira, SRH e IBAMA
Remoção da Infra-estrutura da Área da Bacia Hidráulica	18.450,00	Empreiteira
Relocação da Infra-estrutura da Área da Bacia Hidráulica (trechos de estradas vicinais e da rede elétrica de baixa tensão)	(2)	SRH e Prefeituras Municipais de Antonina do Norte e Aiuaba
Desmatamento da Bacia Hidráulica do Reservatório	Custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia	Empreiteira, SRH e IBAMA
Plano de Manejo da Fauna	14.763,00	Empreiteira, SRH e IBAMA
Reassentamento da População Desalojada	2.198.797,63	SRH
Reflorestamento da Faixa de Proteção do Reservatório (Investimento)	72.326,00	SRH e IBAMA
Reflorestamento da Faixa de Proteção do Reservatório (Manutenção)	87.822,00	SRH e IBAMA
Delimitação e Fiscalização da Faixa de Proteção do Reservatório	4.500,00	SRH e COGERH
Zoneamento de Usos no Reservatório	Custos já inclusos no Plano de Monitoramento da Faixa de Proteção	SRH e COGERH
Peixamento do Reservatório	66.501,50	SRH
Programa de Educação Ambiental e Sanitária	85.000,00	SRH e SEMACE
Gerenciamento e Controle do Uso da Água Represada	Gastos já inclusos nos custos operacionais dos órgãos responsáveis pela sua implementação	SRH e COGERH
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	2.800,00	SRH e COGERH
Monitoramento do Nível do Lençol Freático na Área de Entorno do Reservatório	Custos já inclusos no Plano de Monitoramento da Faixa de Proteção	SRH e COGERH
Monitoramento do Nível d'Água do Reservatório	Custos já inclusos no Plano de Monitoramento da Faixa de Proteção	SRH e COGERH
Monitoramento das Taxas de Sedimentação no Reservatório	1.900,00	SRH e COGERH
Manutenção da Infra-estrutura Hídrica Implantada	Custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia	SRH e COGERH
Total	2.595.860,13	-

(1) Valores expressos em reais de agosto de 2004. (2) Os custos a serem incorridos com a rede viária e a rede elétrica já estão inclusos no orçamento do Projeto de Reassentamento.

9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

9 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Estudo de Impacto Ambiental – EIA/RIMA desenvolvido para o Projeto da Barragem Mamoeiro e obras correlatas teve como objetivo analisar a viabilidade ambiental da implantação e operação do referido empreendimento.

A avaliação ambiental empreendida demonstrou que o projeto originalmente proposto apresenta o peso ponderal dos impactos adversos superior aos dos impactos benéficos, o que é típico de projetos de barragens. Entretanto, observa-se que os impactos adversos identificados têm ocorrência concentrada na etapa de implantação das obras de engenharia, apresentando em geral duração de curto e médio prazo. Por outro lado, os impactos benéficos identificados estão relacionados principalmente a etapa de operação do reservatório, sendo compostos em sua maior parte por impactos permanentes ou temporários de longa duração.

Os resultados obtidos pela análise perpetrada revelam que o projeto original da Barragem Mamoeiro não contempla no seu escopo todas as ações necessárias para a reparação dos impactos decorrentes da sua implantação e operação. O valor obtido para o Índice de Avaliação Ponderal calculado apresenta-se inferior a unidade (IAP = 0,7979), demonstrando que os benefícios são ultrapassados pelos impactos adversos e indefinidos gerados. Com a incorporação das medidas de proteção ambiental preconizadas uma parcela significativa das adversidades e indefinições conseguem ser mitigada tornando o projeto viável sob o ponto de vista ambiental, elevando o valor do IAP para 1,7755.

Simulações efetuadas considerando a conversão de 50% das indefinições em benefícios, elevam o valor do Índice de Avaliação Ponderal para 2,0713, enquanto que com a conversão de 100 % das indefinições identificadas, o projeto atingiria o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 2,4376.

A área de influência direta sofre uma maior carga de impactos adversos, os quais incidem principalmente sobre os meios abiótico e biótico, enquanto que o meio antrópico apresenta um IAP bastante próximo da unidade, o que não é característico de projetos de barragens. Como explicação para este fato pode-se citar o pequeno contingente populacional a ser relocado composto por 41 famílias, das quais apenas 25 devem ser contempladas pelo projeto de reassentamento, já que as demais famílias afetadas receberão valores elevados pelas indenizações, o que permite que estas efetuem o autoreassentamento. Além disso, as atividades econômicas a serem paralisadas atingem pouca monta, já que a pecuária pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades.

Com a incorporação das medidas mitigadoras ao projeto, as adversidades incidentes sobre o meio natural da área de influência direta conseguem ser revertidas, passando o valor do Índice de Avaliação Ponderal de 0,3421 para 1,1973 para o meio abiótico e de 0,3738 para 1,2989, no caso do meio biótico.

Situação mais ou menos semelhante é verificada com o meio antrópico, o que se deve em parte ao fato do contingente populacional a ser alvo do projeto de reassentamento ser pouco representativo (25 famílias). A avaliação da área de influência direta apresenta-se inicialmente negativa para o meio antrópico (IAP = 0,8797), sendo estas adversidades revertidas com a adoção das medidas mitigadoras, elevando o valor do índice de Avaliação Ponderal deste meio para 1,1519. Para a área de influência direta como um todo a adoção das medidas de proteção ambiental eleva o valor do Índice de Avaliação Ponderal de 0,5540 para 1,2060.

A análise da área de influência indireta, por sua vez, demonstra que a implantação e operação do empreendimento é inicialmente adversa para o meio natural (meio abiótico - IAP = 0,5328 e meio biótico IAP = 0,2689), sendo a situação revertida com a incorporação das medidas mitigadoras (meio abiótico - IAP = 1,2624 e meio biótico IAP = 1,6130). O meio antrópico já apresenta resultados bastante auspiciosos sem a incorporação das medidas de proteção ambiental (IAP = 2,3245), que aumentam consideravelmente com a adoção destas medidas (IAP = 4,2770). Para a área de influência indireta como um todo, o valor do Índice de Avaliação Ponderal eleva-se de 1,1013 para 2,2770 com a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Em suma, a implantação e operação da Barragem Mamoeiro é perfeitamente viável sob o ponto de vista ambiental, desde que sejam adotadas as medidas de proteção ambiental sugeridas no presente EIA/RIMA. Com a incorporação destas medidas o projeto passará a apresentar um nível de adversidades suportável pelo meio natural e terá uma elevação dos seus benefícios.

Analisando o balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, constata-se que o custo de oportunidade da área a ser submersa com a formação do reservatório pode ser considerado baixo. Tal constatação é referendada pelo baixo nível de exploração apresentado pela área, onde apenas 9,3% das áreas das propriedades são exploradas com cultivos agrícolas, devido às limitações apresentadas pelos solos.

Quanto às atividades econômicas paralisadas, a economia da área está centrada na pecuária extensiva, que responde por 59,8% da renda agropecuária da região, aparecendo em segundo lugar a agricultura de subsistência com 40,2%. Entretanto pode-se afirmar que o impacto causado pela paralisação destas atividades na área a ser submersa não será muito significativo já que a pecuária poderá continuar

a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Pode-se afirmar, portanto, que não haverá queda significativa na arrecadação tributária.

Com relação à estrutura fundiária, observa-se que as propriedades com área inferior a 50 ha correspondem a 32,4 % do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 5,6 % da área total. As propriedades com mais de 200 ha, por sua vez, representam 23,5 % do número total de imóveis ocupando 81,3 % da área total. Pode-se afirmar, portanto que a área do estudo apresenta uma elevada concentração da ocupação da terra.

Em compensação, a vazão regularizada pela Barragem Mamoeiro irá permitir o abastecimento d'água da cidade de Antonina do Norte e da população ribeirinha de jusante, favorecendo a saúde pública uma vez que irá contribuir para redução da incidência de doenças de veiculação hídrica, bem como das taxas de mortalidade infantil. Além disso, a perenização do riacho Conceição permitirá o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada nas suas várzeas. Haverá, ainda, a dessedentação animal e o desenvolvimento da piscicultura extensiva e da pesca no reservatório, dinamizando a economia da região.

Quanto aos impactos incidentes sobre o meio natural, tendo em vista as características geológicas, pedológicas, climáticas, hidrológicas e de cobertura vegetal predominantes na região sob intervenção, estes impactos não são muito relevantes, podendo ser contornados com a incorporação das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Por fim, merece ressalva o fato da Barragem Mamoeiro não contar com a presença de solos salinos nas áreas da bacia hidráulica e da bacia de contribuição, o que aliado ao baixo tempo de detenção da água no reservatório (em média 2 anos) torna a priori relativamente reduzidos os riscos de salinização das águas aí represadas. Deve-se atentar, no entanto, que o açude Poço da Pedra que barra esse mesmo curso d'água e apresenta características pedológicas semelhantes apresenta um elevado nível de salinidade. Assim sendo, é recomendável que seja investigada a causa deste problema, devendo a priori a questão dos riscos de salinização da água represada ser levado em consideração no manejo da Barragem Mamoeiro.

10 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

10 – LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PERTINENTE

A implantação da Barragem Mamoeiro visa garantir o suprimento hídrico da cidade de Antonina do Norte, no município homônimo, bem como contribuir para o processo de desenvolvimento da região onde será implantada, cujas disponibilidades hídricas estão sujeitas a racionamento do uso da água durante os períodos de seca. No entanto, faz-se necessário a implementação de um planejamento racional que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção e operação deste tipo de empreendimento.

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

Preceito Constitucional

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

Política Nacional do Meio Ambiente

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

Política Estadual do Meio Ambiente

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

Licenciamento Ambiental

- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Resolução CONAMA nº 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;
- 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;
- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Resolução CONAMA nº 002, de 16 de abril de 1996: determina a implantação de unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente, Estação Ecológica a ser exigida em licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, como reparação de danos

ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas. Revoga a Resolução CONAMA nº 10/87.

Proteção do Meio Ambiente de Forma Abrangente

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

Proteção dos Recursos Hídricos

- Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- 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;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH) no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- 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 Estadual nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977: dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos.

Muito embora, tenha aplicação em termos legais restritos aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, suas normas são consideradas relevantes para o empreendimento ora em pauta;

- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977 (regulamentada pelo Decreto no 14.535, de 02/06/81): dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;
- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- Resolução CONAMA no 302, de 20 de março de 2002: dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de entorno;
- 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;
- Portaria SEMACE no 154, de 07 de agosto de 2002: dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras;
- 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;
- Decreto Estadual nº 23.067, de 11 de fevereiro de 1994: regulamenta o Artigo 4º da Lei nº 11.996/92, na parte referente à outorga de direito do uso dos recursos hídricos e a aplicabilidade de sanções por ilícitos cometidos no uso da água. Cria o Sistema de Outorga para Uso da Água. Reza que dependerá de prévia outorga da SRH o uso de águas dominiais do Estado que envolva captação para abastecimento e lançamento de efluentes nos corpos d'água.

O pedido de outorga de direito de uso de águas deverá ser encaminhado a SRH através do preenchimento de formulário padrão fornecido por esta, no qual deverá constar informações sobre destinação da água; fonte onde se pretende obter a água; vazão máxima pretendida; tipo de captação da água, equipamentos e obras complementares, bem como informações adicionais para a aprovação do pedido.

Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia da SRH (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água, e poços), conforme previsto no Decreto nº 23.068/94, será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

Proteção da Flora e da Fauna

- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pelas Leis nº 7.803, de 18/07/89 e no 7.893/96 e pela Medida Provisória no 2.166-67, de 24/08/2000): institui o Código Florestal;
- Lei no 12.488, de 13 de setembro de 1995: dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará;
- 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;
- Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (regulamentada pelo Decreto no 4.340, de 22/08/02): regulamenta o Art. 225, parágrafo 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- Resolução CONAMA no 013, de 06 de dezembro de 1990: estabelece normas referentes ao entorno de unidades de conservação;
- 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 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água.

Controle e Disciplinamento da Exploração Minerária

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

Proteção do Patrimônio Histórico e Cultural

- Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942: dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos;
- Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre a proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos;
- 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).

Desapropriações

- Normas do Governo do Estado e da SRH.

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

Reassentamento de População

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

Controle da Disposição de Resíduos Sólidos

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

Leis Orgânicas Municipais

- Antonina do Norte: promulgada em 05 de abril de 1990;
- Aiuaba: promulgada em 05 de abril de 1990.

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

11 – BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 01 - BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- 02 - BRAID, E.C.M., **Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 78p.
- 03 - BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 04 - BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 05 - BRASIL, DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- 06 - _____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Censo Agropecuário 1995-1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1996. 214p.
- 07 - _____, _____, **Censo Demográfico 2000-Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2000. 523p.
- 08 - _____, _____, **Contagem da População 1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- 09 - _____, Ministério das Minas e Energia, **Projeto RADAMBRASIL. Folha SB 24/25 Jaguaribe/Natal**. Rio de Janeiro, MME, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais 23).
- 10 - _____, Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), **Resoluções do CONAMA, 1984/90**. Brasília, SEMA, 1991. 97p.
- 11 - _____, _____, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências**. Brasília, SEMA, 1986. 29p.
- 12 - _____, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Recife, SUDENE, 1971. 2v. (Folha 9 – Jaguaribe - NO e Folha 10 - Jaguaribe - NE).
- 13 - CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH, 2001.

- 14 - _____, _____, **Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH/SEMACE, 2001. (Boletim Informativo).
- 15 - _____, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- 16 - _____, Fundação Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE), **Anuário Estatístico do Ceará 2000**. Fortaleza, IPLANCE, 2001. 2v.
- 17 - _____, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
- 18 - _____, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v. (no prelo).
- 19 - _____, _____, **Legislação Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1997. 37p.
- 20 - _____, _____, **Meio Ambiente - Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476p.
- 21 - _____, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Barragem Mamoeiro. Estudo de Alternativas de Localização da Barragem e Adutora**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.
- 22 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Estudos Básicos**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 5v.
- 23 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Anteprojeto. Relatório de Concepção Geral**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004.
- 24 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Detalhamento do Projeto Executivo da Barragem**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 6v
- 25 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Levantamento Cadastral Preliminar**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 2v.
- 26 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Projeto Executivo da Adutora**. Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 2v. (Estudos Básicos).

- 27 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Projeto Executivo da Adutora.** Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. (Anteprojeto).
- 28 - _____, _____, **Barragem Mamoeiro. Projeto Executivo da Adutora.** Fortaleza, KL/MABE/ENERCONSULT, 2004. 4v (Detalhamento do Projeto Executivo).
- 29 - _____, _____, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos,** Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- 30 - _____, _____, **PROGERIRH - Projeto Piloto. Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA. Produto Final.** Fortaleza, TC/BR, 2000. 262p.
- 31 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará.** Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- 32 - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), **Guia Industrial do Ceará 2000.** Fortaleza, FIEC, 2001.
- 33 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos.** Fortaleza, Stylus Comunicações, 1990. 116p.
- 34 - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros.** PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 1998.
- 35 - HARGREAVES, G.H., **Disponibilidades e Deficiências de Umidades para a Produção Agrícola do Ceará, Brasil.** Universidade de Utah, 1973. 88p..
- 36 - HENRRQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos.** Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 01. 22p.
- 37 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará.** Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- 38 - MOTA, S., **Introdução à Engenharia Ambiental.** Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- 39 - _____, **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental.** Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.
- 40 - _____, **Preservação de Recursos Hídricos.** Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.

- 41 - REY, L., Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos. **Revista Médica de Moçambique**, vol.1, nº 2. Moçambique, 1982.
- 42 - SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. CETESB, 1987. 149p..
- 43 - SILVA, A.B., **Prevenção da Poluição em Águas Subterrâneas**. Belo Horizonte, 1986. 44p.
- 44 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrosócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2v.
- 45 - TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.

12 – EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio responsável pela elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA da Barragem Mamoeiro é formado pelas empresas KL/MABE/ENERCONSULT, prestadoras de serviços na área de recursos hídricos e meio ambiente, tendo como empresa líder a KL Engenharia, inscrita no CGC/MF sob o nº 06.022.644/0001-67, com sede à Av. Senador Virgílio Távora, 1701 – Salas 906 a 908 - Aldeota, na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, cujo telefone para contato é (085) 261.8766 e o fax (085) 261.4766.

A equipe técnica engajada na elaboração do presente estudo é apresentada no quadro a seguir, no qual são discriminados o nome do técnico, sua formação profissional, registro profissional e sua assinatura.

Nome	Formação Profissional	Registro Profissional	Assinatura
José Célio de Araújo Oliveira Júnior	Engenheiro Civil	CREA 13.886/D-CE	
Juliana Maria do Socorro Gomes Barbosa	MSc em Recursos Hídricos / Engenheira Civil	CREA 7.624/D-PB	
Naimar Gonçalves Barroso Severiano	MSc em Economia Rural / Meio Ambiente	CORECON 1.996/8ªR-CE	
Marcos César Feitosa	Geólogo	CREA 11.468/D-CE	
Paulo Silas de Sousa	Engenheiro Agrônomo	CREA 12.637/D-CE	

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) pela elaboração do presente EIA/RIMA, expedida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), é apresentada no Anexo.

ANEXO 1 – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA (ART)

INSERIR ART DO CREA

INSERIR DESENHO 01/01 – Matriz de Avaliação dos Impactos