

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE

PROJETO PILOTO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS
PROGERIRH - PILOTO

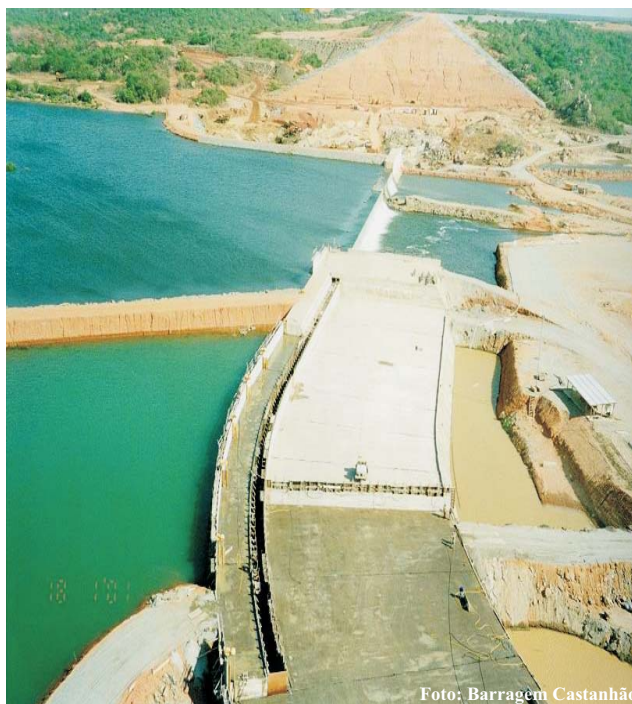


Foto: Barragem Castanhão

**ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA, AMBIENTAL,
ECONÔMICA E FINANCEIRA DA BARRAGEM MORRO**

Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental

RELATÓRIO GERAL

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	9
FICHA TÉCNICA	12
LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	15
I - VIABILIDADE TÉCNICA	19
1 - VISITA DE CAMPO	20
2 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS	22
2.1 – SERVIÇOS EXECUTADOS.....	23
2.2 – METODOLOGIA ADOTADA.....	23
2.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas	23
2.2.2 – Cotas do eixo da barragem	24
2.2.3 – Locação, estaqueamento, nivelamento e contra-nivelamento geométrico dos eixos da barragem principal, auxiliar e/ou sangradouro e do canal de sangria à montante	24
2.2.4 – Levantamento de seções transversais aos eixos da barragem principal, auxiliar e/ou sangradouro e do canal de sangria à montante	24
2.2.5 – Levantamento cadastral	24
2.2.6 – Cálculos topográficos.....	24
3 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO	25
4 – RESERVATÓRIO	27
5 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS	29
5.1 – ELEMENTOS DISPONÍVEIS.....	30
5.2 – GEOLOGIA	30
5.3 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS	31
6 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO	32
6.1 – ESTUDO DA VAZÃO DE REGULARIZAÇÃO.....	33
6.2 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO.....	34
6.2.1 – Introdução	34
6.2.2 – Metodologia utilizada.....	34
6.2.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS	34
6.2.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto	35
7 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS	38
7.1 – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO	39
7.1.1 – Solos.....	39
7.1.2 – Areia.....	39

7.1.3 – Pedreiras	40
7.1.4 – Fundação da Barragem/Vertedouro	40
8 – ESTUDOS HIDRÁULICOS	41
8.1 – VAZÃO PELO VERTEDOURO	42
8.2 – BORDA LIVRE	45
8.3 – COTA DA BARRAGEM	46
9 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS	48
10 – BARRAGEM	50
11 – VERTEDOURO	52
12 – TOMADA D'ÁGUA.....	54
13 – ADUTORA.....	56
13.1 – JUSTIFICATIVA.....	57
13.2 – OBJETIVO	57
13.3 – SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO.....	57
13.3.1 – População alvo	57
13.4 – ESTUDO DE ALTERNATIVAS	60
13.5 – ESTUDO POPULACIONAL	60
13.6 – PARÂMETROS DE PROJETO.....	62
13.7 - VAZÕES DE PROJETO	62
13.8 – CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO.....	63
13.8.1 – Captação	63
13.8.2 – Estação Elevatória de Água Bruta.....	63
13.8.3 – Adutora de Água Bruta	63
13.8.4 – Estações de Bombeamento de Água Tratada	64
13.8.5 – Reservatórios de Distribuição	64
13.9 – SISTEMA PROPOSTO.....	65
13.9.1 – Fonte Hídrica	65
13.9.2 – Captação	65
13.9.3 – Estação elevatória de água bruta	70
13.9.4 – Estação de Tratamento de Água	70
13.9.5 – Estação de bombeamento de água tratada	70
13.9.6 – Adutora	71
13.9.7 – Reservação	71
14 – CRONOGRAMA DE OBRAS	74
15 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS	78
16 – ANEXO (DESENHOS)	83
II - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA	92
1 - VIABILIDADE FINANCEIRA	94
1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	95

1.2 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO E DEMANDA ATUAL E FUTURA	95
1.3 - PROJEÇÕES DE OFERTA	95
1.4 - TARIFA MÉDIA.....	100
1.5 - RECEITAS	100
1.6 - CUSTOS	100
1.7 - FLUXOS DE RECEITAS E CUSTOS E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO FINANCEIRA	109
1.8 - CUSTO DA ÁGUA.....	109
1.9 - IMPACTO FISCAL.....	109
2 - VIABILIDADE ECONÔMICA.....	114
2.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	115
2.2 - CRITÉRIOS BÁSICOS UTILIZADOS.....	115
2.3 - CUSTOS E BENEFÍCIOS ECONÔMICOS ASSOCIADOS AO ABASTECIMENTO HUMANO	116
ANEXOS	124
ANEXO I – CUSTOS DE O&M – SITUAÇÃO COM PROJETO	125
ANEXO II – RESULTADOS DO MODELO SIMOP	127
III - VIABILIDADE AMBIENTAL	135
1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	136
2 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS.....	138
3 - O PROJETO	144
3.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	145
3.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	145
3.3 - OBJETIVOS E USOS MÚLTIPLOS	145
3.4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	146
3.5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DAS OBRAS	146
3.6 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS.....	149
4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	150
4.1 - ÁREAS DE ABRANGÊNCIA	151
4.1.1 - Área de Influência Física	151
4.1.2 - Área de Influência Funcional	151
4.2 - MEIO ABIÓTICO	151
4.2.1 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos	151
4.2.1.1 - Geologia	151
4.2.1.2 - Geomorfologia	152
4.2.1.3 - Recursos Minerais.....	152
4.2.1.4 - Sismicidade Induzida.....	153
4.2.2 - Solos.....	154
4.2.2.1 - Caracterização dos Solos da Área do Empreendimento	154
4.2.2.2 - Uso Atual dos Solos	157
4.2.3 - Clima.....	157

4.2.4 - Recursos Hídricos	158
4.2.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos	160
4.3 - MEIO BIÓTICO	161
4.3.1 - Flora.....	161
4.3.2 - Fauna.....	161
4.3.3 - Unidades de Conservação	162
4.4 - MEIO ANTRÓPICO	162
4.4.1 - Área de influência Funcional	162
4.4.1.1 - Aspectos Demográficos.....	162
4.4.1.2 - Infra-estrutura Física e Social.....	163
4.4.1.3 - Atividades Econômicas	165
4.4.1.4 - Estrutura Fundiária	166
4.4.2 - Área de Influência Física	166
4.4.2.1 - Generalidades	166
4.4.2.2 - Estrutura Fundiária	166
4.4.2.3 - População Atingida.....	166
4.4.2.4 - Terras Indígenas.....	167
4.4.2.5 - Infra-Estruturas de Uso Público a serem Atingidas.....	167
4.4.2.6 - Atividades Econômicas a serem Paralisadas	167
4.4.2.7 - Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico	167
5 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	169
5.1 - METODOLOGIA ADOTADA.....	170
5.2 - CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS	170
5.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	174
5.3.1 - Impactos sobre o Meio Abiótico.....	174
5.3.2 - Impactos sobre o Meio Biótico.....	176
5.3.3 - Impactos sobre o Meio Antrópico	178
6 - PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS	182
6.1 - GENERALIDADES	183
6.2 - PLANO DE DESMATAMENTO ZONEADO DA BACIA HIDRÁULICA	183
6.3 - PLANO DE PROTEÇÃO E MANEJO DA FAUNA.....	185
6.4 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS, BOTA-FORAS E CANTEIRO DE OBRAS	187
6.4.1 - Generalidades.....	187
6.4.2 - Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos	188
6.4.3 - Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.	190
6.5 - PLANO DE REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA.....	191
6.6 - PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	192
6.7 - ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO.....	194

6.8 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	195
6.9 - PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO	196
6.9.1 - Generalidades.....	196
6.9.2 - Diretrizes a Serem Adotadas no Projeto de Reassentamento	197
6.9.3 - Estudo de Alternativas e Anteprojeto de Reassentamento.....	199
6.9.4 - Arcabouço Legal	199
6.9.5 - Programas de Reativação da Economia.....	200
6.9.6 - Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento.....	200
6.10 - PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO	201
7 - MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	203
7.1 - GENERALIDADES	204
7.2 - GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS/ESTABE-LECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFAÇÃO D'ÁGUA.....	204
7.3 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA	206
7.4 - PLANO DE MONITORAMENTO DO NÍVEL PIEZOMÉTRICO E DO RESERVATÓRIO.....	207
7.4.1 - Monitoramento do Nível Piezométrico.....	207
7.4.2 - Monitoramento do Nível do Reservatório.....	208
7.5 - PLANO DE MONITORAMENTO DA SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO.....	208
7.6 - PLANO DE DELIMITAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO	209
7.6.1 – Delimitação da Faixa de Proteção	209
7.6.2 – Administração da Faixa de Proteção do Reservatório.....	209
7.7 - ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO	209
7.8 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA.....	210
7.9 – CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	211
8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	213
9 - BIBLIOGRAFIA	215
IV - RESENHA FOTOGRÁFICA.....	218

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, no âmbito do Contrato N.º001/PROGERIRH-PILOTO/SRH/2002, firmado com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará e com base nas definições contidas no Edital, vem desenvolvendo os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Morro, localizada no município de Hidrolândia, no Estado do Ceará.

Os referidos estudos serão apresentados através dos relatórios abaixo relacionados:

FASE I – Estudos Preliminares

- VOLUME 1 – Condições Sócio-Econômicas e Ambientais da Área
 - Tomo 1.1 – Relatório Preliminar
- VOLUME 2 – Estudos de Alternativas Locacionais das Barragens e Adutoras
 - Tomo 2.1 – Localização dos Eixos

FASE II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras

- VOLUME 1 – Estudos Básicos e Anteprojetos
 - Tomo 1.1 – Topografia
 - Tomo 1.2 – Geologia e Geotecnia
 - Tomo 1.3 – Hidrologia
 - Tomo 1.4 – Aspectos Sócio-Econômicos
- VOLUME 2 – Anteprojetos
 - Tomo 2.1 – Relatório Geral
 - Tomo 2.2 – Desenhos e Plantas

FASE III – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)

- VOLUME 1 – Estudos de Viabilidade Ambiental (EVA)
 - Tomo 1.1 – Estudos Básicos e Diagnósticos Ambientais

FASE IV – Avaliação Econômica Financeira dos Projetos

- VOLUME 1 – Viabilidade dos Projetos
 - Tomo 1.1 – Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental

O presente documento refere-se ao **Relatório Final de Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental**, dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Morro, localizada no município de Hidrolândia, no Estado do Ceará.

INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem sido uma das preocupações máximas do Governo, dotar o Estado de uma infraestrutura hídrica capaz de atender as demandas das populações, quanto ao abastecimento de água. No último decênio muito tem sido realizado no setor. Além da criação de todo um aparelhamento institucional, vem dedicando-se o Governo na execução de obras, através de programa específico, tais como o PROURB e o PROGERIRH que visam tanto fortalecer o sistema comunitário municipal, como equacionar e resolver os problemas de abastecimento de água das populações.

Este trabalho trata dos Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Morro, localizada no município de Hidrolândia, no Estado do Ceará.

O Estado do Ceará tem desenvolvido um extenso programa de recursos hídricos que inclui, desde a mobilização de água através da perfuração de poços ou em reservatórios, até sua distribuição às populações, através de adutoras, após tratamento para torná-la potável. O armazenamento de água para as populações e outros usos no Estado, historicamente, é feito através de mananciais artificiais constituídos por barramentos de rios, formando os açudes. No passado a construção destes reservatórios, tinha sempre um caráter emergencial, isto é, eles eram implantados sempre que se instalava uma seca mais prolongada. Nos anos de pluviometria normal, praticamente não se exercia essa atividade de modo continuado. Os açudes públicos eram construídos em locais muitas vezes não estratégicos, face à localização dos maiores contingentes de usuários, deixando-se de levar em conta outros fatores importantes, os quais só tiveram maior destaque com criação, o desenvolvimento e o debate dos aspectos ambientais.

Com o crescimento mais acelerado da população a partir da década de 1940, e sua concentração nas cidades, iniciada nos anos 60, o problema do abastecimento de água, no Estado, passou a ser encarado de modo a atender a requisitos mais técnicos tais como a localização dos açudes relativamente às cidades e às aglomerações rurais. Também tiveram um grande incremento os usos múltiplos da água, a qual passou a ser encarada como um bem econômico, sendo mais largamente utilizada, notadamente na agricultura irrigada, pecuária, piscicultura e nas atividades de lazer. Este aumento de consumo aliado às irregularidades pluviométricas, induziu o governo do Ceará, a partir do final da década dos anos 80, instituir programas que tratam a questão hídrica de modo racional, com continuidade e procurando sempre conferir um caráter de sustentabilidade as iniciativas do setor, podendo assim assegurar um desenvolvimento mais equilibrado do Estado.

Diante dessa realidade, a partir de 1987 o Governo Estadual vem institucionalizando a implementação de políticas públicas destinadas a encaminhar a questão da água. Assim, foram criados a partir da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH, a Superintendência de Obras Hidráulicas – SOHIDRA e a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH; foram também elaborados o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FUNORH.

O estudo objeto deste trabalho, se insere nas ações que o governo estadual está implantando em todo o território cearense, o qual consiste na construção de novos barramentos permanentes, de portes médios,

e de adutoras que conduzam a água até as cidades, de modo a dotar os centros urbanos do interior de fontes de água seguras, que garantam o abastecimento nos períodos secos.

Atualmente, as ações empreendidas pelo Governo do Estado, no tocante a construção de obras hídricas, devem satisfazer a critérios técnicos, ambientais e sócio-econômicos, antes de terem garantido recursos para suas implantações.

O estudo objeto deste trabalho é uma das etapas deste processo de seleção de locais para obras hídricas e da comprovação de suas viabilidades técnica, financeira e econômica, além da avaliação das condições ambientais que advirão com a concretização dessas obras.

Nesse trabalho, buscamos estudar mais detalhadamente, as alternativas de atendimento às demandas de água junto às cidades e aglomerados urbanos que se situam nas áreas de influência direta destes reservatórios, e subsidiariamente atender as necessidades de promover o desenvolvimento de atividades econômicas, através da irrigação de áreas estrategicamente situadas em relação aos açudes, da piscicultura intensiva e promoção de atividades de lazer.

Apresentamos, em seguida, uma caracterização da região em estudo, a nível municipal e a nível local, onde os dados apresentados refletem a realidade atual, uma vez que eles foram colhidos recentemente, durante viagem de inspeção aos municípios e povoados situados na área de influência e nos próprios locais dos eixos barráveis.

FICHA TÉCNICA

BARRAGEM MORRO

FICHA TÉCNICA DO PROJETO

Nome Barragem Morro;
Área da Bacia Hidráulica 205 ha;
Capacidade do Reservatório (Cota 199 m) $7,381 \times 10^6 \text{ m}^3$;

Barragem

Tipo Barragem e dique de terra;
Altura máxima 13,79m (barragem); 3,35m (dique);
Extensão pelo coroamento 435 m (barragem) e 360 m (dique);
Cota do coroamento 201,04 m;

Vertedouro

Tipo canal escavado em rocha;
Largura 120,00 m;
Cota da Soleira 199 m;
Descarga de Projeto (TR = 1.000 anos) 207,75 m³/s;
Descarga de Projeto (TR = 10.000 anos) 302,11 m³/s;

Tomada D'Água

Tipo Galeria com controle a montante e jusante;
Dimensões 0,70 m x 0,70 m e 700 mm;
Comprimento 45 m;
Descarga regularizada (Q90% de garantia) 0,118 m³/s;

Adutora

Denominação ADUTORA DE HIDROLÂNDIA;
Objetivos Atender à população urbana de Hidrolândia e comunidades difusas;
Localização Município de Hidrolândia (CE);
Extensão 3.305 m;
Diâmetro da tubulação 200 mm;
Pressão de serviço 100 m.c.a;
Desnível geométrico 32,50 m;
Vazão de projeto 30,60 l/s;
Fonte hídrica Açude Morro;

Obra de Captação (Flutuante)

- Número de conjuntos elevatórios 01 + 01 reserva;
- Vazão máx. por conjunto 2.644 m³/dia;
- Diâmetro do barrilete de sucção 200 mm;
- Diâmetro do barrilete de recalque 200 mm;
- Nível máximo operacional cota de sangria = 199 m;
- Nível mínimo operacional cota de alerta = 193,50 m;

Estação Elevatória de Água Bruta

- Número de conjuntos 01 + 01 reserva;
- Vazão por conjunto 110,16 m³/h;
- Altura manométrica estimada 30 mca;
- Potência de cada conjunto 20,40 cv;

Estação de Tratamento de Água

- Vazão 115,0 m³/h;
- Altura da câmara de carga 7,0 m;
- Diâmetro da câmara de carga 1,0 m;
- Diâmetro do filtro ascendente 2,0 m;
- Altura total do filtro ascendente 3,50 m;
- Capacidade do reservatório apoiado de água tratada 20 m³;

Estação de bombeamento de água tratada

- Número de conjuntos eletrobombas 01 + 01 (reserva);
- Vazão por conjunto 110,16 m³/h;
- Altura manométrica total 48,07 mca;
- Potência por conjunto 33,19 cv.

Reservação

- Localização Município de Hidrolândia (CE);
- Capacidade 881 m³.

LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A barragem Morro localiza-se no município de Hidrolândia, barrando o rio Batoque.

O município de Hidrolândia localiza-se na região Noroeste do Estado do Ceará com latitude 04° 24' 29 " S e longitude 40° 26' 16" W, ocupa uma área de 978,8 Km² , com altitude média da sede em torno de 195 m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte com Santa Quitéria e Pires Ferreira, ao Sul com Ipueiras, Nova Russas, Tamboril e Catunda, ao Leste com Catunda e Santa Quitéria e a Oeste com Ipu e Ipueiras.

O acesso à cidade de Hidrolândia pode ser feito, a partir de Fortaleza, da seguinte forma:

- Segue-se pela BR-020 no sentido Norte – Sul até Canindé (100 Km). Daí, segue-se na direção Oeste pela CE-257 percorrendo uma distância de 132 Km até a referida cidade, passando por Santa Quitéria. O percurso total estimado é de aproximadamente 232 Km.

Para deslocar-se até o eixo barrável do açude Morro, o acesso pode ser feito, a partir da cidade de Hidrolândia da seguinte forma:

- Segue-se por uma estrada vicinal no sentido Sul (localidade de Morro), uma distância de 4,0 Km, chegando ao referido eixo barrável.

As figuras apresentadas a seguir, mostram o mapa de localização e acessos no contexto estadual e o mapa do município de Hidrolândia.

Mapa de Localização no Contexto Estadual

Mapa Municipal

I - VIABILIDADE TÉCNICA

1 - VISITA DE CAMPO

1 – VISITA DE CAMPO

De forma a se obter informações complementares aos dados disponíveis – necessárias para a identificação de alternativas de barramento, vertedouro, condições de fundação, materiais naturais de construção, interferências e programação dos serviços de campo, foi realizada, no mês de abril de 2002, uma visita de reconhecimento ao local da barragem.

O reconhecimento foi realizado no período de chuvas, com o local apresentando densa cobertura vegetal.

Os trabalhos desenvolvidos nesta etapa tiveram, por base, os estudos de Hierarquização de Barragens realizados pelo PROGERIRH – Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará, de 1997, e da proposta técnica apresentada pelo Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, para os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira das barragens.

Após a análise da documentação existente, procedeu-se um reconhecimento de campo que consistiu de caminhamento pelo leito do riacho, ombreiras e vertedouro do barramento, através de estradas, caminhos e abertura de picadas quando possível, de forma a se obter informações quanto a:

- espessura e natureza dos solos
- existência de afloramentos de rocha e seu grau de alteração
- estruturas geológicas como falhamentos, dobramentos, xistosidade, acamamentos, zonas de cisalhamento, juntas e fraturas, obtendo-se, sempre que possível, suas características como: atitude, tipo de preenchimento, espaçamento, rugosidade, etc.

Do ponto de vista geotécnico, foram observadas as condições de fundação do maciço da barragem e vertedouro, estabilidade de taludes naturais e escavados, e disponibilidade de materiais naturais de construção.

No local foram escolhidos três eixos alternativos de barragens, com seus respectivos vertedouros. Das três alternativas de eixo analisadas para o local, apenas uma foi indicada para o estudo de viabilidade.

A partir da visita de campo foi feita a programação dos serviços de levantamento topográfico e investigações geológico-geotécnicas.

2 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS

2 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS

2.1 – SERVIÇOS EXECUTADOS

Foram executados os seguintes serviços topográficos:

- Levantamento de coordenadas do eixo barrável e do eixo do vertedouro, através do uso de GPS;
- Locação, nivelamento e contra-nivelamento geométrico do eixo da barragem, com estaqueamento a cada 20m – Estaca 00B à Estaca 27B, totalizando uma extensão de 540,00 metros;
- Levantamento cadastral ao longo do eixo da barragem, apresentando o nome dos proprietários, inclusive detalhando cercas, estradas, etc.;
- Levantamento de seções transversais, ao longo do eixo da barragem, com faixa variando de 40 m a 120 m, a cada 20m, com um número de 28 seções levantadas, com a respectiva extensão de 2.520,00 metros;
- Locação, nivelamento e contra-nivelamento geométrico do eixo da barragem auxiliar e/ou vertedouro, com estaqueamento a cada 20m – Estaca 00BA à Estaca 24BA, numa extensão de 480,00 metros;
- Levantamento cadastral ao longo do eixo da barragem auxiliar e/ou vertedouro, apresentando o nome dos proprietários, inclusive detalhando cercas, estradas, rede elétrica, etc.;
- Levantamento de seções transversais, ao longo do eixo da barragem auxiliar e/ou vertedouro, com uma faixa de 40 m e outra variando de 70 a 100 m, com um número de 24 seções levantadas, com a respectiva extensão de 1.200,00 metros;
- Locação, nivelamento e contra-nivelamento geométrico do eixo do Canal de sangria à montante, com estaqueamento a cada 20m – Estaca 00S = 21BA à Estaca 08S, com extensão de 160,00 metros;
- Levantamento cadastral ao longo do eixo do canal de sangria à montante, apresentando o nome dos proprietários, inclusive detalhando cercas;
- Levantamento de seções transversais, ao longo do eixo do Canal de sangria à montante, com uma faixa levantada variando de 80 a 120 m, com um número de 08 seções levantadas, com a respectiva extensão de 780 metros;

2.2 – METODOLOGIA ADOTADA

2.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas

Foram materializados marcos na ombreira esquerda da barragem principal e em ambas ombreiras da barragem auxiliar, conforme apresenta-se na planta baixa. As coordenadas verdadeiras destes marcos foram obtidas através da utilização de rastreadores de satélites GPS, marca Garmim, dispendo de 12 canais, frequência L1e código CA. O datum horizontal de referência é o CÓRREGO ALEGRE - MG.

2.2.2 – Cotas do eixo da barragem

A cota geométrica referenciada ao sistema altimétrico nacional, foi obtida através de restituição com o apoio das coordenadas levantadas em campo. A partir da cota obtida e dos elementos de campo, foram calculadas as demais cotas.

2.2.3 – Locação, estaqueamento, nivelamento e contra-nivelamento geométrico dos eixos da barragem principal, auxiliar e/ou sangradouro e do canal de sangria à montante

Os referidos eixos foram levantados com estaqueamento a cada 20m, inclusive com levantamento dos pontos notáveis como riachos, rio e vértices; as estacas foram então niveladas geometricamente para dar origem ao levantamento das seções, enquadrando-se na precisão tolerável de $10\text{mm} \sqrt{K}$, onde $k =$ km nivelados. Este serviço foi executado através do uso de teodolito automático Wild T1-A, com nível automático WILD N-2 e mira centimétrica com bolha nivelante.

2.2.4 – Levantamento de seções transversais aos eixos da barragem principal, auxiliar e/ou sangradouro e do canal de sangria à montante

Nas estacas dos referidos eixos locados foram abertas seções transversais, variando de acordo com a necessidade de cada, com pontos nivelados a cada 10m e detalhamento dos pontos críticos.

2.2.5 – Levantamento cadastral

Em função da locação dos eixos, foi realizado o levantamento cadastral pelo método de irradiação, com utilização de teodolito (marca Wild), balizas e miras metálicas. Neste levantamento foram considerados os nomes dos proprietários, o detalhamento de cercas, estradas, riachos, etc..

2.2.6 – Cálculos topográficos

Para dar maior precisão e agilidade, todos os cálculos topográficos realizados neste estudo, foram feitos a partir da utilização de um SOFTWARE específico para tais serviços, denominado TOPOEVN.

3 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO

3 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO

Com base nos estudos já realizados, na visita de campo e nos levantamentos topográficos e de restituição aerofotogramétrica, percebeu-se que o barramento poderia ter condições topográficas de fechamento nas ombreiras até aproximadamente à cota 210 m.

Os estudos de regularização efetuados para este aproveitamento mostraram que, para a condição de nível d'água normal igual a 199,00 m e garantia de 90%, o nível de sangria é de 14,4%, indicando ser este já o valor superior interessante de regularização. Portanto, estabeleceu-se o N.A. máximo normal do reservatório na **cota 199,00 m**.

4 – RESERVATÓRIO

4 – RESERVATÓRIO

O reservatório a ser formado com a construção da Morro, cuja planta pode ser vista no Desenho n.º MO-01, ocupará uma área em sua superfície, para o nível d'água máximo normal de 199,00 m, igual a $2,05 \times 10^6 \text{ m}^2$, acumulando um volume total nesta cota de $7,381 \times 10^6 \text{ m}^3$.

No Desenho n.º MO-05 é apresentada a sua curva cota x área x volume do reservatório do Morro.

Com base na série de volumes afluentes médios mensais do período histórico de 1934 a 1988, verifica-se que o reservatório apresenta relativa capacidade de regularização, ou seja, 39,63% da vazão média, e que o seu regime de regularização é plurianual.

5 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS

5 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS

5.1 – ELEMENTOS DISPONÍVEIS

Os elementos utilizados no diagnóstico geológico-geotécnico constituem os documentos relacionados a seguir:

- Mapa da Bacia Hidráulica com Resenha Fotográfica, produzido pela ANB – Águas do Nordeste do Brasil Ltda., com base em levantamento da SUDENE na escala 1:75.000
- Reconhecimento Topográfico nas escalas 1:2.000 (horizontal) e 1:2.000 (vertical) do perfil transversal e planta baixa do boqueirão (escala 1:2.000).
- Projeto Executivo do Açude Público Morro, DNOCS.

5.2 – GEOLOGIA

Do ponto de vista da geologia regional, a área onde será construída a barragem do Morro repousa totalmente sobre a unidade estratigráfica denominada Complexo Nordestino. Esta unidade encontra-se posicionada como substrato das seqüências supracitadas e está situada, do ponto de vista geológico no Pré-Cambriano Superior.

Em termos estruturais, verifica-se um autêntico mosaico de blocos. Falhamentos profundos extensos são freqüentes e condicionam a ocorrência das faixas de rochas metassedimentares. Zonas de cisalhamento são comuns, sendo uma das mais importantes aquela relacionada à Falha de Tauá.

A complexa evolução geológica sofrida pelas rochas deste Complexo é demonstrada tanto pelos processos de desenvolvimento crustal, a partir de núcleos mais antigos, como pelo retrabalhamento diferencial em eventos geodinâmicos mais jovens. Esta unidade, portanto, está representada por uma ampla e complexa associação de rochas onde predominam os migmatitos, gnaisses migmatizados e granitóides, anfibolitos, quartzitos, metarcóseos, calcários cristalinos, xistos, itabiritos, calcossilicatadas e rochas cataclásticas.

Localmente podem ser observados afloramentos rochosos de gnaisses migmatizados, além de estreitas faixas de aluviões, distribuídas ao longo do leito do riacho Batoque. Esses sedimentos incluem areias finas a grosseiras, de cores variadas, com cascalho e argilas escuras com matéria orgânica em decomposição.

5.3 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS

O eixo da barragem do Morro repousa sobre a unidade estatigráfica denominada Complexo Nordeste. Localmente podem ser observados afloramentos rochosos de gnaisses migmatizados, além de estreitas faixas de aluviões, distribuídos ao longo do leito do riacho batoque.

O perfil geotécnico do eixo barrável foi definido através de sondagens ao longo do eixo, consistindo de: 06 sondagens mistas, 04 sondagens a percussão com ensaios de permeabilidade “in situ”, e 04 sondagens a pá e picareta, além de ensaios de perda d’água tipo “Lugeon”, nos trechos de rotativa. Na ombreira direita foram executadas duas sondagens à pá e picareta, perpendiculares ao eixo, para melhor determinar o desenvolvimento da camada rochosa.

As sondagens indicaram na ombreira direita o afloramento de gnaisses são a pouco alterado nas cotas superiores; para cotas mais baixas tem-se a presença de solo residual de gnaisses formado por areia siltosa com pedregulhos micácea de fofa a compacta em profundidades até 1,70 metros, sotoposta a gnaisses decomposto. No leito do rio, tem-se um aluvião com espessura máxima de 4,85 m, formado por areia fina e média siltosa intercalada para areia grossa com pedregulhos fofa a pouco compacta. Na ombreira esquerda, tem-se em toda a sua extensão uma cobertura de solo residual de gnaisses formado por areia argilosa som pedregulhos de cor vermelha, fofa a compacta, com espessura variando de 0,60 a 2,0 metros, sotoposta a gnaisse decomposto.

6 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO

6 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO

Os estudos hidrológicos e de regularização estão apresentados no Relatório de Hidrologia – Tomo 1.3, Fase II – Desenvolvimento dos Estudos Básicos e dos Anteprojetos das Barragens e Adutoras, Volume 1 – Estudos Básicos.

Neste Relatório Geral apresenta-se, de maneira a facilitar a compreensão dos dimensionamentos efetuados, os resultados obtidos a partir dos estudos hidrológicos, a saber, as vazões regularizadas e as vazões das cheias de projeto.

6.1 – ESTUDO DA VAZÃO DE REGULARIZAÇÃO

Utilizando a equação do balanço hídrico, os dados de precipitação e evaporação mensais da estação meteorológica Crateús, bem como a curva Cota x Volume do Açude Morro e suas vazões mensais afluentes, determinou-se sua curva de garantia (%) x Vazão regularizada (hm^3/ano) para a capacidade de $7,381 \text{ hm}^3$ (cota = 199 m). A Tabela 6.1 e a Figura 6.1 apresentam os valores de Garantia x Vazão regularizada do Açude Morro.

Tabela 6.1 – Garantia versus Vazão regularizada do Açude Morro, para a Capacidade de $7,381 \text{ hm}^3$ (cota = 199 m)

SANGRIA ANUAL (%)	SANGRIA (%)	GARANTIA (%)	VAZÃO REGULARIZADA (HM3/ANO)
58,2	18,3	100,0	2,010000
58,2	17,6	99,0	2,203200
56,4	16,1	95,0	2,892000
54,5	14,4	90,0	3,705600
47,3	11,7	85,0	4,610400

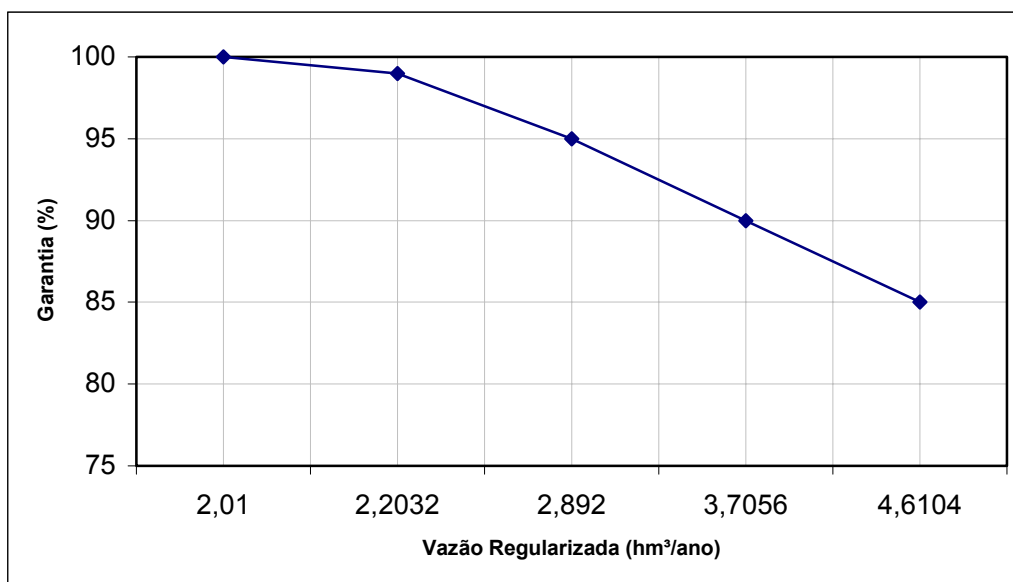


Figura 6.1 – Curva Garantia *versus* Vazão Regularizada do açude Morro, para a Capacidade de $7,381 \text{ hm}^3$ (cota = 199 m).

6.2 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO

6.2.1 – Introdução

A segurança e a economia de um açude está diretamente relacionada com a obtenção da cheia de projeto, a qual permitirá o dimensionamento adequado de seu sangradouro. Em açudes, onde há o perigo de grandes prejuízos e de perdas humanas, geralmente utilizam-se as cheias máximas milenares ou decamilenares.

6.2.2 – Metodologia utilizada

A inexistência de série de dados fluviográficos de boa qualidade e de razoável extensão, torna inexorável a utilização de métodos indiretos na determinação da cheia de projeto do açude estudado.

Adotar-se-á, no presente estudo, a metodologia indireta do HEC-1, a qual se baseia em seu hidrograma unitário triangular do *Soil Conservation Service* e no parâmetro CN (*Curve Number*). Esse parâmetro CN representa o complexo solo-vegetação e seu relacionamento com a potencialidade da bacia na formação de picos de cheias.

Para a bacia do Açude Morro, obteve-se o valor CN igual a 78.

6.2.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS

Para a obtenção do Hidrograma Unitário Triangular - HUT - , é necessária a determinação do tempo de concentração da bacia estudada, t_c , o que foi obtido pela fórmula de Kirpich:

$$t_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,387} = 57 \times (15,447^3 / 133)^{0,387} = 206,2 \text{ min.} = \mathbf{3,44 \text{ horas}}$$

onde:

t_c - tempo de concentração, em minutos;

L - comprimento do curso curso d'água principal, em km; e

H - desnível entre as cotas da cabeceira e do exutório da bacia, em m.

Após o cálculo do tempo de concentração - t_c , em horas, foram determinados os três parâmetros básicos do HUT do SCS, quais sejam:

$$t_r = t_c / 6 = 3,44 / 6 \cong \underline{0,57 \text{ horas}}$$

$$t_p = 0,5 \times t_r + 0,6 \times t_c = 0,5 \times 0,57 + 0,6 \times 3,44 \cong \underline{2,35 \text{ horas}}$$

$$t_b = 2,667 \times t_p = 2,667 \times 2,35 \cong \underline{6,26 \text{ horas}}$$

$$Q_p = \frac{0,2081 \times A_{\text{bacia}} \times 1\text{mm}}{t_p} = \frac{0,2081 \times 57,311}{2,35} \cong 5,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

onde:

t_r - duração da chuva efetiva unitária do HUT, em horas;

t_p - tempo decorrido até a vazão de pico do HUT, Q_p , em horas;

t_b - tempo de base do HUT, em horas; e

Q_p - vazão de pico correspondente à chuva efetiva unitária de 1mm, em m^3/s .

Na Figura 6.2 é mostrado o HUT de 0,57 horas do SCS, para o caso da bacia do Açude Morro.

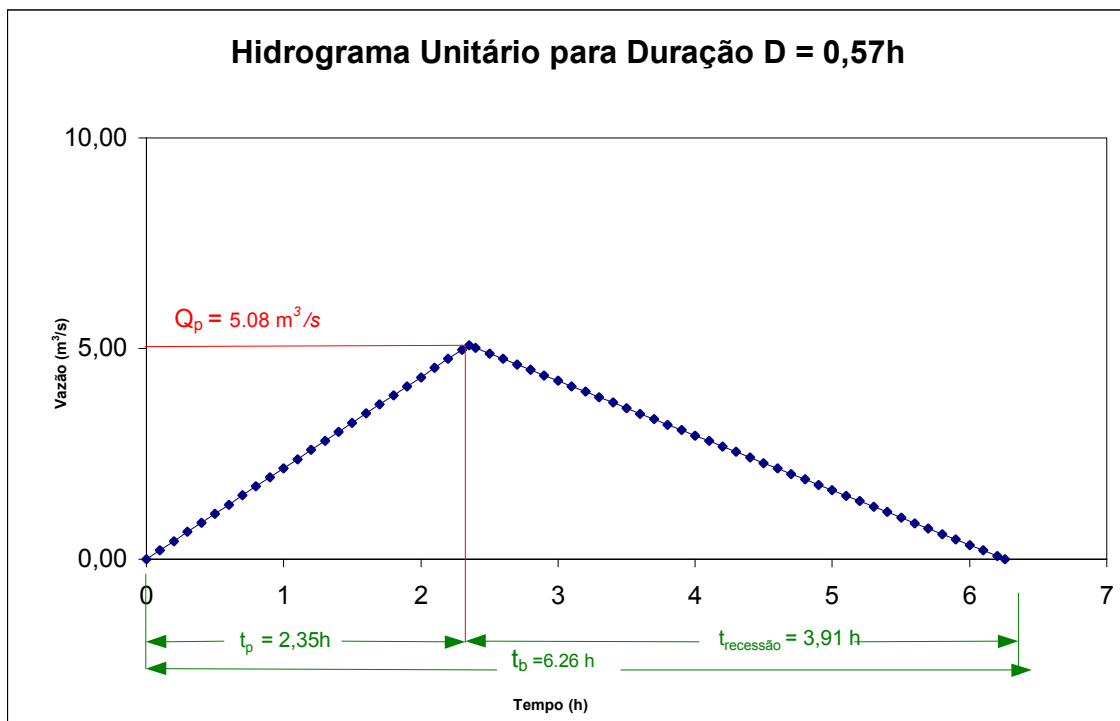


Figura 6.2 - Hidrograma unitário triangular do SCS para duração de 0,57 horas

6.2.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto

Para a obtenção dos hidrogramas das cheias de projeto, correspondentes aos tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, utilizando a metodologia do HEC-1, tornou-se necessário, inicialmente, a determinação do hidrograma efetivo balanceado com duração igual ao tempo de concentração da bacia estudada, para os referidos períodos de retorno.

As chuvas intensas na bacia foram obtidas através da metodologia de TABORGA-TORRICO, conforme descrito anteriormente.

As chuvas intensas efetivas na bacia foram obtidas através da equação do SCS, em unidades do S.I.:

$$P_{\text{efetiva}} = \frac{[P - (5080/CN) + 50,8]^2}{[P + (20320/CN) - 203,2]}$$

onde:

P_{efetiva} - chuva intensa efetiva na bacia, em mm;

P - chuva intensa na bacia, em mm; e

CN - parâmetro CN - "Curve Number" - do SCS.

Com o CN = 78 - obtido anteriormente - da bacia estudada, obtiveram-se as chuvas intensas efetivas para os tempos de retorno escolhidos.

Tabela 6.2 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Morro, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 1.000 anos

D(h)	P _{acumulada} (mm)	P _{efetiva acumulada} (mm)	P _{efetiva} (mm)	P _{efetiva ordenada} (mm)	P _{efetiva balanceada} (mm)
0,57	81,8	32,7	32,7	5,9	6,9
1,15	90,9	39,6	6,9	6,9	9,0
1,72	106,4	51,8	12,2	7,2	32,7
2,29	117,4	60,8	9,0	9,0	12,2
2,86	125,9	68,0	7,2	12,2	7,2
3,44	132,9	73,9	5,9	32,7	5,9

Tabela 6.3 – Cálculos do hietograma efetivo balanceado da bacia do açude Morro, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 10.000 anos

D(h)	P _{acumulada} (mm)	P _{efetiva acumulada} (mm)	P _{efetiva} (mm)	P _{efetiva ordenada} (mm)	P _{efetiva balanceada} (mm)
0,57	0,57	48,0	48,0	6,6	7,9
1,15	1,15	54,6	6,6	7,9	12,1
1,72	1,72	71,1	16,5	9,5	48,0
2,29	2,29	83,1	12,1	12,1	16,5
2,86	2,86	92,6	9,5	16,5	9,5
3,44	3,44	100,5	7,9	48,0	6,6

Aplicando os hietogramas efetivos balanceados da bacia do açude Morro ao H.U.T. de 0,57 horas de duração da bacia, obtiveram-se os hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, conforme mostrados na Figura 6.3.

Na Tabela 6.4 são apresentadas as vazões de pico dos hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Tabela 6.4 - Vazões de pico dos hidrogramas das cheias de projeto para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos

Tempo de Retorno (anos)	Vazões de Pico dos Hidrogramas das Cheias de Projeto (m ³ /s)
1.000	318,31
10.000	440,01

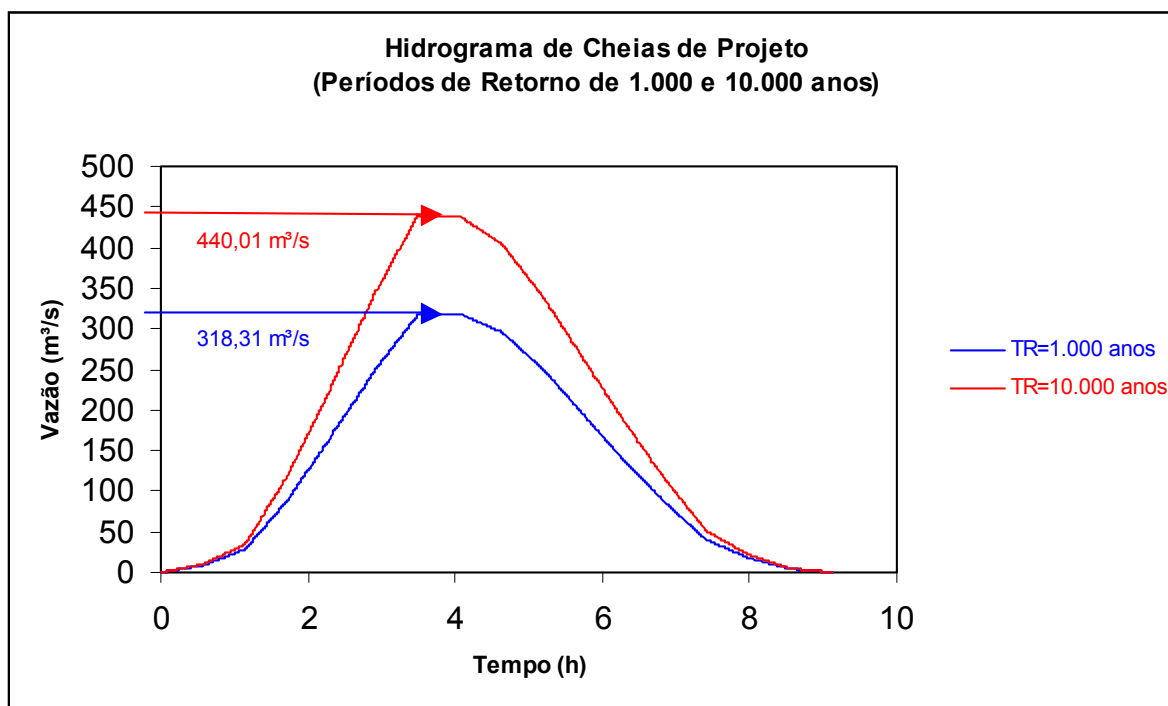


Figura 6.3 - Hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

7 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

7 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

7.1 – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO

7.1.1 – Solos

Foram estudadas 5 jazidas de solo, das quais foram colhidas 16 amostras de solo representativas das sondagens executadas. Sobre as amostras colhidas foram realizados ensaios de laboratório.

Sobre as amostras escolhidas foram executados os seguintes ensaios:

- Granulometria por peneiramento e sedimentação;
- Limite de Líquidez e plasticidade;
- Compactação (proctor normal);
- Densidade real dos grãos.

As jazidas, todas localizadas nas proximidades do eixo da barragem, apresentam os seguintes volumes disponíveis:

JAZIDA	DIST. MÉDIA AO LOCAL DA OBRA	CLASSIFICAÇÃO	VOLUME DISPONÍVEL
Jazida 01	0,40 Km	ML	32.000 M ³
Jazida 02	0,10 Km	SM	60.000 M ³
Jazida 03	0,10 Km	SC	91.000 M ³
	2,30 Km	SC	68.000 M ³
Jazida 04	0,10 Km	SM	33.000 M ³
Jazida 05	6,2 Km	CL	170.000 M ³

Tendo em vista que o volume necessário para a execução da obra é de 140.000 m³ (Barragem Principal + auxiliar), é indicada a jazida 02 para fornecer o material para sua construção, tendo em vista a sua proximidade (0,10 Km) ao local da obra. O Material SC deverá ser utilizado na parte de montante e o material SM, à jusante do filtro vertical.

Além dos ensaios citados, foram realizados sobre amostras selecionadas, ensaios de permeabilidade e cisalhamento direto.

Nos Desenhos MO-07 e MO-08, podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

7.1.2 – Areia

Foram encontrados, ainda, duas ocorrências de areias próximas ao eixo da barragem (0,15 Km) e coletadas amostras que foram submetidas à ensaio de granulometria. O Volume disponível da areia é de 20.000 m³, suficiente para a execução da obra.

Nos Desenhos MO-07 e MO-08, podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

7.1.3 – Pedreiras

Foi identificada, no campo, uma pedreira de boa qualidade, com volume estimado de 102.000 m³ de rocha.

7.1.4 – Fundação da Barragem/Vertedouro

Ao longo do eixo da barragem foram executadas duas sondagens mistas iniciadas a percussão e prosseguidas por rotativa, ao ser encontrado material impenetrável ao processo de perfuração por circulação de água.

Foram executadas, ainda, quatro sondagens a percussão, levadas até o impenetrável a perfuração por circulação de água e uma sondagem a pá e picareta.

Nos trechos de sondagem a percussão foram executados ensaios de infiltração tipo “Le Franc.”.

Nos trechos de rotativa, foram executados ensaios de perda d’água tipo “Lugeon”.

No estudo para local do Sangradouro, visando fornecer melhores opções de projeto, foram estudadas as duas ombreiras como locais de sangria.

Na ombreira esquerda e ao longo do eixo da barragem, foram executadas quatro sondagens mistas, SM-01, SM-02, SM-03 E SM-04, iniciadas a percussão e prosseguidas por rotativa AX.

Na ombreira direita e ao longo do eixo da barragem, foram executadas quatro sondagens mistas, SM-05, SM-06, SM-07 E SM-08, iniciadas a percussão e prosseguidas por rotativa. Foram feitos menor número de sondagens por se verificar durante visita ao campo a existência de gnaiss de boa qualidade aflorando na superfície.

Ainda na ombreira direita foram executados duas sondagens à pá e picareta, perpendiculares ao eixo de sangria, para melhor determinar o desenvolvimento da camada rochosa.

O Desenho n.º MO-02 mostra o perfil geológico-geotécnico pelo eixo da barragem/ vertedouro.

8 – ESTUDOS HIDRÁULICOS

8 – ESTUDOS HIDRÁULICOS

8.1 – VAZÃO PELO VERTEDOIRO

O vertedouro adotado é do tipo livre, com perfil da soleira vertente tipo Creager. Em função das condições de arranjo e dos estudos de amortecimento de cheias no reservatório, estabeleceu-se o comprimento da crista igual a 120 metros.

A vazão pelo vertedouro é dada pela seguinte expressão:

$$Q = C.L.H^{3/2}$$

Onde:

Q é a vazão pelo vertedouro, em m³/s;

C é o coeficiente de vazão, cujo valor adotado é 2,0;

L é o comprimento da crista do vertedouro, em m,

H é a carga hidráulica sobre a crista do vertedouro, em m.

O amortecimento das cheias de 1.000 e 10.000 anos foi efetivado, através da utilização da curva cota x volume apresentada no tabela 8.1 e da metodologia de Puls, que é dada pela equação:

$$V_{i+1} + \frac{1}{2}(QE_{i+1})xDT = (V_i - \frac{1}{2}(QE_i)xDT) + \frac{1}{2}(QA_i + QA_{i+1})xDT$$

Onde:

V - volume acumulado no açude, em metros cúbicos;

QA - vazão afluente ao açude, em metros cúbicos por segundo;

QE - vazão efluente ao açude, em metros cúbicos por segundo;

DT - intervalo de tempo utilizado.

TABELA 8.1 – Valores de cota versus volume do Açude Morro.

COTA (m)	ACUMULADO (hm³)
187,0	0,000000
188,0	0,000375
189,0	0,001500
190,0	0,017875
191,0	0,077875
192,0	0,219125
193,0	0,493500
194,0	0,963500
195,0	1,643500
196,0	2,587250
197,0	3,861000
198,0	5,467250
199,0	7,381000
200,0	9,586000
201,0	12,039750
201,6	14,641000

Considerando o volume do Açude Morro em sua cota de sangria de 199 metros, com largura do sangradouro de 120 metros, bem como a utilização da metodologia de Puls, obtiveram-se as cheias efluente para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos, respectivamente. Nas figuras 8.1 e 8.2 são apresentadas as cheias afluentes e efluentes para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

Na tabela 8.2 são apresentadas as vazões de pico afluentes e efluentes e respectivas lâminas efluentes, para os tempos de retorno de 1.000 anos e 10.000 anos.

Tabela 8.2 – Vazões de pico afluentes e efluentes

Tempo de Retorno de 1.000 anos			Tempo de Retorno de 10.000 anos		
Q_{pico} afluente (m³/s)	Q_{pico} efluente (m³/s)	Lâmina efluente (m)	Q_{pico} afluente (m³/s)	Q_{pico} efluente (m³/s)	Lâmina efluente (m)
318,31	207,75	0,91	440,01	302,11	1,17

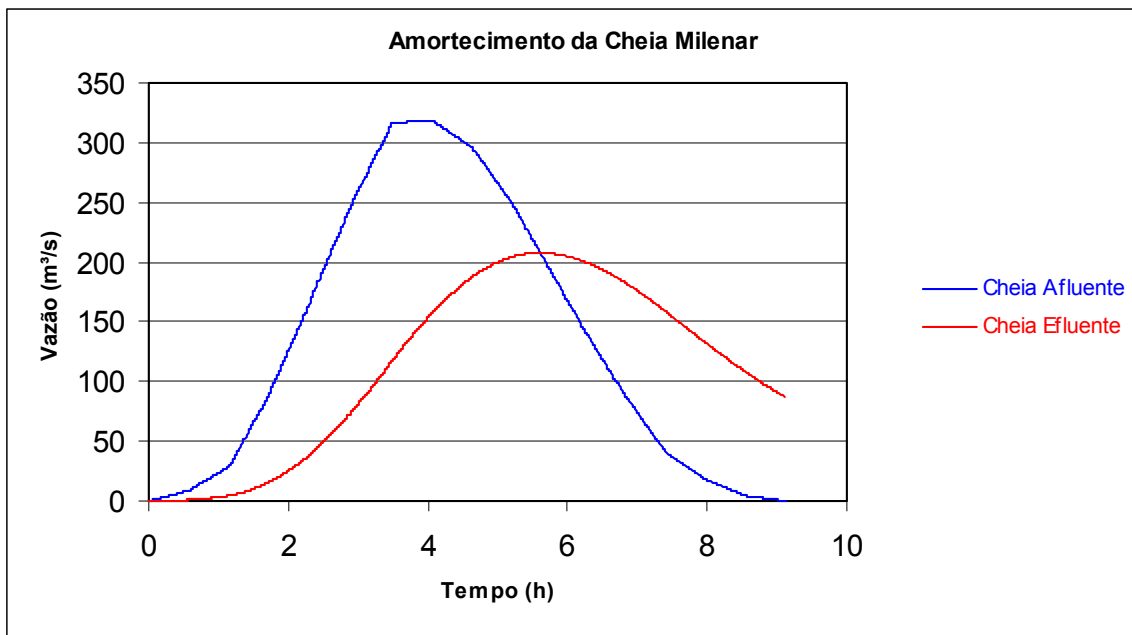


FIGURA 8.1 – Amortecimento da cheia milenar para cotas do sangradouro do Açude Morro

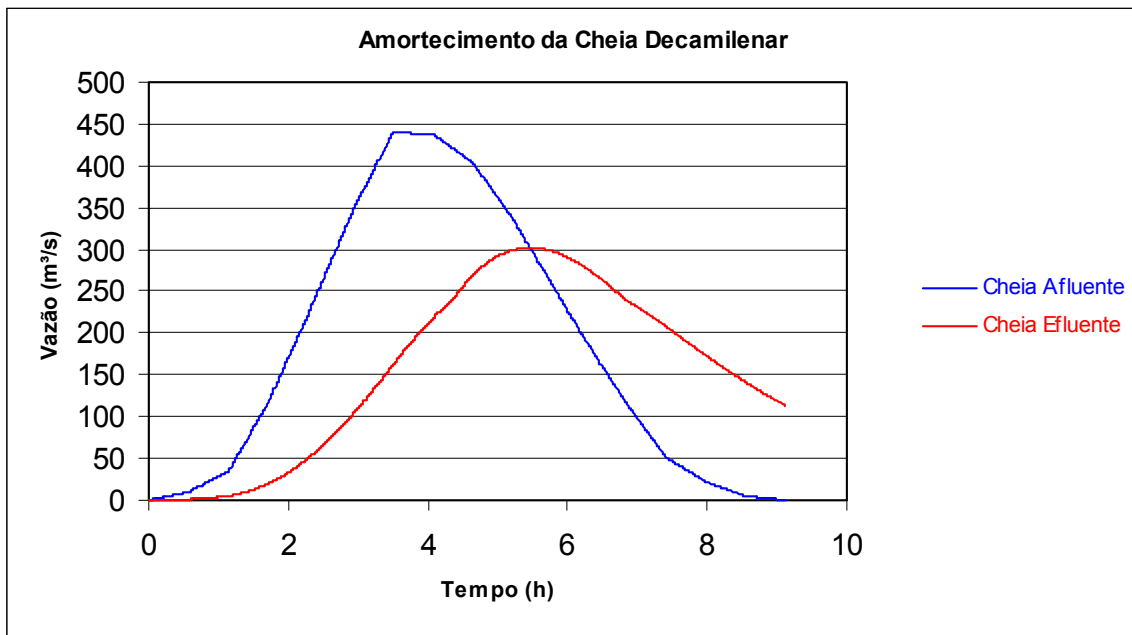


FIGURA 8.2 – Amortecimento da cheia decamilenar para cotas do sangradouro do Açude Morro

8.2 – BORDA LIVRE

A borda livre ou folga da barragem é a diferença de cota entre o coroamento e o nível d'água máximo para a cheia de projeto, considerada a cheia milenar.

Para o cálculo da borda livre foi utilizada a metodologia a seguir apresentada.

a) Cálculo do Fetch

O fetch é o comprimento efetivo máximo da área de influência da superfície do reservatório, sobre o qual a ação do vento provocará a formação de ondas.

O cálculo do fetch está apresentado no Desenho MO-06, tendo sido obtido o valor de 1,02 km.

b) Cálculo da Altura da Onda

A altura da onda formada pela ação do vento sobre o reservatório é dada pela expressão:

$$h = 0,75 + 0,34(F)^{1/2} - 0,26(F)^{1/4} \text{ para } F < 18Km$$

sendo:

h = altura da onda (m)

F = comprimento máximo da área de influência (km)

Portanto, vem:

$$h = 0,75 + 0,34(1,02)^{1/2} - 0,26(1,02)^{1/4}$$

$$h = 0,83m$$

c) Cálculo da Velocidade da Onda

A velocidade da onda é pela expressão:

$$v = 1,5 + 2 \cdot h$$

sendo:

v = velocidade da onda (m/s)

h = altura da onda (m)

$$v = 1,5 + 2 \cdot 0,83$$

$$v = 3,16m/s$$

d) Cálculo da Borda Livre

A borda livre (f) é dada pela expressão:

$$f = 0,75h + \frac{(v^2)}{2g}$$

sendo:

$$f = \text{altura da borda livre (m)}$$

$$h = \text{altura da onda (m)}$$

$$v = \text{velocidade da onda (m/s)}$$

$$f = 0,75 \cdot 0,83 + \frac{(3,16^2)}{2g}$$

$$f = 1,13m$$

8.3 – COTA DA BARRAGEM

A cota da barragem será definida de modo a atender aos dois seguintes critérios:

Nível d'água para a cheia milenar mais a borda livre calculada em função do fetch; e

Nível d'água para a cheia decamilenar mais folga de 0.60m.

- Para o primeiro critério, vem:

$$C = H + f + s$$

sendo:

$$C = \text{cota da vista da barragem (m)}$$

$$H = \text{carga hidráulica sobre o vertedouro para a cheia milenar (m)}$$

$$f = \text{borda livre}$$

$$s = \text{cota da crista da soleira do vertedouro (m)}$$

Então, vem:

$$c = 0,91 + 1,13 + 199,00$$

$$c = 201,04m$$

- Para o segundo critério, vem:

$$C = H + f + s$$

sendo:

C = cota da crista da barragem (m)

H = carga hidráulica sobre o vertedouro para a cheia decamilenar

f = borda livre de 0,60m

s = cota da crista da soleira do vertedouro (m)

Então, vem:

$$C = 1,13 + 0,60 + 199,00$$

$$C = 200,73m$$

Portanto, a cota da crista da barragem foi estabelecida na el. **201,04 m**.

9 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS

9 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS

A topografia no eixo escolhido para o barramento se apresenta na forma de um vale bastante aberto com um morro na região central do aluvião, sendo que as ombreiras apresentam inclinação suave nas extremidades da barragem.

O vertedouro terá 120 m de extensão e será executado todo em canal escavado numa cela topográfica situada após a ombreira esquerda.

O maciço da barragem será se solo compactado, com filtro vertical e tapete horizontal interligado a um dreno de pé “rock fill”.

Deverá ser retirada parte da fundação em argila orgânica e areia fina e média e para o controle da percolação deverá ser executado um “cut-off” face a pequena a média de profundidade do aluvião (máximo 8 metros).

Dado o caráter não perene do rio Batoque, no presente estudo não foram contempladas obras de desvio, uma vez que a barragem deverá ser construída no período de estiagem. Entretanto, ressalta-se que, quando da execução das obras, o empreiteiro deverá ter feito um planejamento da eventual colocação de dispositivos que permitam a limpeza e tratamento das fundações e a construção do próprio maciço da barragem, caso ocorram pequenas vazões.

Na ombreira esquerda da barragem está prevista a implantação de uma estrutura para tomada d’água, a partir da qual será feita a adução da vazão para o abastecimento.

O arranjo geral das obras pode ser visto no Desenho n.º MO-03.

10 – BARRAGEM

10 – BARRAGEM

A barragem acha-se sobreposta a solos residuais nas ombreiras e, junto ao canal do rio por camadas aluvionares. A maior espessura de solo aluvionar foi encontrada na sondagem SP - 03, com uma espessura de 8,00 m.

Na escavação da fundação da barragem de terra deve-se remover os aluviões arenosos fofos superficiais (SPT<7).

A barragem poderá ser assente sobre os solos aluvionares subjacentes devido sua altura módica.

O maciço será constituído pelas areia silto-argilosas com cascalho investigadas nas áreas de empréstimo devidamente compactadas e a jusante do filtro vertical por solos provenientes das escavações obrigatórias do vertedouro (“random”).

O sistema de drenagem interna da barragem será constituído por filtro vertical de areia de 1,00 m de espessura e filtro horizontal de 1,00 m de espessura. O filtro horizontal descarrega no dreno de pé (rock fill).

Os taludes da barragem serão de 1,0V:2,5H a montante e 1,0V:2,3H a jusante.

A montante os taludes serão protegidos por enrocamento com diâmetro médio das pedras de 0,50m com espessura de 1,00m.

É prevista uma camada de transição bem graduada entre a camada de enrocamento e o maciço de terra compactado.

Este material de transição protegerá a crista da barragem bem como o talude de jusante contra a ação das águas pluviais.

A implantação, a seção típica e o perfil longitudinal pelo eixo da barragem/vertedouro podem ser vistos nos Desenhos n.º MO-03 e MO-04.

11 – VERTEDOURO

11 – VERTEDOURO

O vertedouro será implantado numa sela topográfica após a ombreira esquerda, aproximadamente centrado em relação à sela, com condições de fundação apropriadas para suportar o efeito erosivo do fluxo de sangria.

O vertedouro terá soleira livre em perfil Creager apoiado em rocha sã a pouco alterada, com soleira na cota 199 m e comprimento de 120 m.

Para o dimensionamento do vertedouro, fez-se o estudo de laminação através da utilização das cheias milenar e decamilenar, conforme descrito no item 10, cujos resultados estão apresentados na Tabela 11.1 a seguir.

Tabela 11.1 - Carga Hidráulica sobre o Vertedouro

Cheia	Vazão de pico afluente (m³/s)	Vazão de pico efluente (m³/s)	Carga Hidráulica (m)
Milenar	318,31	207,75	0,91
Decamilenar	440,01	302,11	1,17

A implantação, a seção típica e o perfil longitudinal pelo eixo da barragem/vertedouro podem ser vistos nos Desenhos n.º MO-03 e MO-04.

12 – TOMADA D'ÁGUA

12 – TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água para a adutora será implantada na ombreira esquerda da barragem. A vazão a ser aduzida é de 0,118 m³/s considerando-se a garantia de 90%.

A tomada d'água será dotada de grade removível e comporta plana tipo adufa com dimensões 0,70 x 0,70m.

Na ranhura da grade poderá ser colocada uma comporta ensecadeira, no caso da necessidade de executar-se manutenção na adufa.

A partir da adufa quadrada, será feita uma transição de seção para tubo circular de diâmetro 0,70 m. Este tubo atravessa a fundação da barragem transversalmente, e logo a jusante do pé da barragem prevê-se a instalação de um registro de gaveta e válvula borboleta no interior de uma caixa de dissipação de energia.

A cota do eixo da tomada d'água está prevista na el. 193,50 m, de modo a deixar um pequeno volume no fundo do reservatório cuja cota é aproximadamente 187,25 m, para acúmulo de sedimentos.

A posição da tomada d'água e a sua seção típica podem ser vistos nos Desenhos n.º MO-03 e MO-04.

13 – ADUTORA

13.1 – JUSTIFICATIVA

A população das localidades a serem beneficiadas pelas adutora, não dispõem de água para consumo humano em quantidade e qualidade adequadas.

No caso de Hidrolândia, aquela sede municipal dispõe de sistema de abastecimento de água que vem atendendo com razoável eficiência às necessidades atuais da população. Apesar deste fato, a água para o abastecimento é a do açude Araras situado a 16 km de distância. O Araras foi construído pelo DNOCS para perenizar o rio Acaraú, e permitir o desenvolvimento da agricultura irrigada na região. Com a intensificação dos usos da água do Araras, os seus níveis médios operacionais deverão cair prejudicando as condições de captação atual, com o aumento das alturas geométricas e manométricas para o abastecimento de Hidrolândia, e conseqüentemente os custos operacionais do consumo de energia elétrica para o bombeamento. O outro inconveniente do sistema atual é sua extensão de adução de 16 km ser bem superior á alternativa a partir do açude Morro, que reduz a adução á cerca de 3,5 km.

Quanto ás demais comunidades a serem beneficiadas, o abastecimento é feito a partir de fontes pouco seguras. Tratam-se de pequenos reservatórios que captam as águas no período chuvoso e que na estação seca praticamente esvaziam.

Para atender às demandas locais, é necessário que se façam severos racionamentos e ainda se complemente o fornecimento de água para o abastecimento humano com carros-pipa.

Esse quadro tem agravado o empobrecimento das pessoas daquelas localidades e impedido o desenvolvimento econômico sustentável.

13.2 – OBJETIVO

O objetivo da adutora planejada é garantir o fornecimento de água às localidades por ela alcançadas em termos de quantidade e qualidade até o ano de 2032. O fornecimento da água bruta até as estações de tratamento locais e a implantação de estações de tratamento complementares, bem como a inclusão de reservatórios de distribuição são objetos deste Anteprojeto.

13.3 – SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO

13.3.1 – População alvo

A população a ser beneficiada pelo projeto é a população urbana da sede do município de Hidrolândia, além de comunidades difusas situadas ao longo da adutora. Tratam-se de pessoas, em sua grande maioria, de baixa renda. Suas principais fontes de renda são as aposentadorias rurais e a agricultura de subsistência. Em menor proporção, ocupam-se com empregos da prefeitura, pecuária e pequeno comércio.

A localidade de Hidrolândia conta com sistema de abastecimento de água desde 1992, de acordo com arranjo mostrado na figura seguinte.

Os componentes do sistema são:

Manancial:Rio Acaraú perenizado pelo açude Araras, com capacidade de armazenamento de 891,00 hm³. Esse açude nunca secou, mesmo tendo sido construído em 1958. O abastecimento nunca enfrentou problemas depois de sua construção. Apesar do quadro aparentemente favorável, a água do reservatório está totalmente comprometida com os projetos de irrigação que vem sendo implantados no vale do Acaraú, integrantes da política de irrigação do DNOCS. Os conflitos de usos deverão existir quando da operação intensiva da irrigação.

Captação:02 conjuntos motobombas (1 + 1 reserva)

Adutora de água bruta:.....Tubulação (Ferro Fundido) com comprimento de 8 km e diâmetro de 200mm.

Adutora de água tratada:.....Tubulação (PVC) com comprimento de 8 km e diâmetro de 200 mm.

Estação elevatória (captação flutuante):Estação de bombeamento com um conjunto eletrobomba (01 reserva) acionado por motor com potência 75 CV e Vazão de 98,40 m³/h

Lavagem de Filtros (água tratada):Estação de bombeamento com um conjunto eletrobomba (01 reserva) acionado por motor com potência 25 CV e Vazão de 75,80 m³/h

Estação de Tratamento

de Água (ETA):Trata a água de Irajá e Hidrolândia. Filtração de fluxo ascendente com colocação de cloro e sulfato de alumínio. Capacidade de tratamento de 120 m³/h.

Reservação:Irajá tem um reservatório apoiado de 300 m³. Dois reservatórios apoiados com capacidade de 350 m³ abastecem a sede municipal de Hidrolândia.

Distribuição:Hidrolândia dispõe de rede em cerca de 62 % da localidade, com 1908 (95 %) de ligações domiciliares ativas, 104 (5%) de ligações domiciliares inativas, perfazendo um total de 2.012 (100%), sendo que cerca de 1.166 (58 %) são dotadas de hidrômetros. A tarifa cobrada é de R\$ 0,49 por m³ de água medida.

ARRANJO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO ATUAL (Sede de Hidrolândia)

13.4 – ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O estudo de alternativa baseou-se em reconhecimento de campo e avaliação de traçados em cartas da SUDENE na escala 1:100.000

A região não dispõe de reservas subterrâneas que permitam a sua utilização para o abastecimento humano local. Os poços da área tem baixa vazão e sua água é muito salina inadequada para o consumo humano.

O único manancial superficial disponível com condições de fornecer água com níveis de garantia de abastecimento adequados é o Açude Morro.

Foram avaliadas duas alternativas de atendimento para a comunidade de acordo com o desenho seguinte.

A alternativa adotada foi a alternativa 01, pelos seguintes motivos:

- a) A topografia no seu traçado é mais favorável, possibilitando um menor número de dispositivos de controle e segurança da tubulação;
- b) O traçado acompanha, sempre que possível, estradas existentes o que facilita o acesso aos locais da adução, e as operação e manutenção dos sistemas;
- c) Os desníveis geométricos são menores, reduzindo os portes dos equipamentos de bombeamento e os custos operacionais;
- d) Beneficia um maior número de comunidades e de pessoas;
- e) Tem menor extensão;
- f) Em conseqüência dos demais motivos a alternativa selecionada tem menor custo somados os valores de implantação, manutenção e operação.

13.5 – ESTUDO POPULACIONAL

Para estimar-se a população a ser beneficiada por cada adutora partiu-se dos dados dos censos do IBGE de 1991 e 2000, e da contagem de 1996. Nas pequenas localidades em que o IBGE não disponibilizou dados, avaliou-se a população a partir da contagem das residências considerando-se 4,5 pessoas por residência. Incluiu-se ainda, uma população difusa ao longo da tubulação adutora.

Para efeito de projeção populacional adotou-se os dados do ano de 2000.

DESENHO DAS ALTERNATIVAS (carta da Sudene, tal como está + uma outra alternativa)

O horizonte de projeto, seguindo as recomendações dos Manuais Operativos do PROÁGUA, foi de 30 anos.

A projeção populacional foi realizada pelo método geométrico adotando-se como taxa máxima de crescimento geométrico o valor de 2,5% ao ano, e mínima de 1,5% ao ano.

No cálculo, utilizou-se a formulação:

$$P_n = P_{2000} \times (1 + t_g)^n, \text{ onde:}$$

P_n = população no ano n

P_{2000} = população em 2000, de acordo com o Censo do IBGE ou de pesquisa de campo.

t_g = taxa de crescimento geométrico

n = número de anos.

Em algumas localidades, observou-se, de acordo com o IBGE, taxas elevadas acima de 4% ao ano. Tal fato, que deverá ser passageiro, deve-se à transferência da população rural para os núcleos urbanos. Nos próximos 30 anos, com certeza, estas taxas deverão cair para valores de até 2,5% ao ano.

13.6 – PARÂMETROS DE PROJETO

Os parâmetros de projeto foram os indicados no Manual Operativo do PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO, que vem sendo utilizados em todos os projetos da Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH/CE.

Ano inicial do plano	2.002
Horizonte de projeto	2.032
Índice de abastecimento(IAB)	100% da pop. urbana
Consumo per capita bruto (C)	150 l/hab. x dia
Coefficiente de majoração p/ o dia de maior consumo (K1)	1,20
Tempo de operação diário	24 hs

13.7 - VAZÕES DE PROJETO

Vazão média

$$q = \frac{P \times C \times IAB}{86.400}$$

onde: P = população no horizonte de projeto (2032)

C = consumo per capita, incluindo perdas

IAB = índice de abastecimento

Vazão requerida no dia de maior consumo

$$q_1 = q \times K_1$$

13.8 – CONCEPÇÃO GERAL DO SISTEMA PROPOSTO

13.8.1 – Captação

A captação da água para o sistema adutor será na bacia hidráulica do reservatório do Açude Morro.

Para evitar trecho de tubulação flutuante mais extenso poderá ser implantado um canal de aproximação a ser escavado na bacia do reservatório.

13.8.2 – Estação Elevatória de Água Bruta

No anteprojeto considerou-se uma estação elevatória única na captação.

13.8.3 – Adutora de Água Bruta

Esta tubulação poderá ser executada utilizando qualquer material que atenda as condições de assentamento, rugosidade, e suporte as pressões de projeto.

Seus principais dados foram estimados assim:

- Extensão: obtida das cartas da SUDENE na escala: 1/100.000 e/ou do INCRA na escala 1/20.000;
- Diâmetro: estimado pela fórmula de BRESSE

$$D = 1,2 \cdot X^{1/4} \sqrt{Q}$$

onde: $X = \frac{\text{n}^\circ \text{ de horas operação por dia}}{24}$

Q = vazão - m³/s

- Perdas de Carga: calculadas pela fórmula de HAZEN-WILLIAMS:

$$j = 10,643 Q^{1,852} \times C^{-1,852} \times D^{-4,87}$$

Onde: Q: vazão (m³/s)

D: diâmetro interno do tubo (m)

j: perda de carga unitária (m/m)

C: coeficiente que depende da natureza (material e estado) das paredes dos tubos.

- Pressão de serviço: avaliada a partir do perfil piezométrico estimado para a linha de adução. Nesse perfil considerou-se uma pressão disponível mínima de 10 m.c.a., para garantir a chegada até reservatórios de distribuição e evitar formação de bolhas de ar.

13.8.4 – Estações de Bombeamento de Água Tratada

Para cada adutora previu-se a nível de Anteprojeto, uma estação de bombeamento única localizada na saída da ETA. Quando do projeto básico, poderá se utilizar mais estações de modo a minimizar os custos de implantação e operacionais do projeto, bem como melhorar sua funcionalidade.

Na estimativa destas estações, considerou-se o seguinte:

- Tipo de conjunto - bomba centrífuga de eixo horizontal com motor elétrico
- Número de conjuntos motobombas - 1 operando + 1 reserva
- Altura manométrica – obtida a partir do perfil piezométrico pela soma do desnível geométrico e das perdas de carga.
- Potência por conjunto elevatório calculado por:

$$P = \frac{\gamma QH}{75\eta},$$

onde: P = potência (em cv)

γ = peso específico da água (em kg/m³)

H = altura manométrica (em m)

η = rendimento adotado 0,65

13.8.5 – Reservatórios de Distribuição

Foram previstos reservatórios complementares para cada localidade de modo a garantir um volume de reservação mínimo igual a 1/3 do consumo máximo diário.

13.9 – SISTEMA PROPOSTO

O sistema proposto está ilustrado em planta e perfil na figura 13.1.

No seu dimensionamento considerou-se um índice de atendimento de 100 %, e um horizonte de projeto de 30 anos sendo o ano zero 2002.

As perdas de água no sistema são estimadas a um máximo de 25 %, já incluídas no consumo per capita de 150 l/s.

Por se tratar de um sistema de pequeno porte, admitiu-se que o mesmo fosse implantado em uma única etapa dimensionada para as necessidades do projeto no ano de 2032.

Em virtude da fragilidade do sistema atual, não deduziu-se de sua capacidade, o potencial do sistema proposto, que foi planejado para as necessidades globais em 2032.

No quadro 13.1 mostra-se ano a ano os dados operacionais do sistema, em termos de adução de água e armazenamento.

13.9.1 – Fonte Hídrica

A fonte hídrica para o abastecimento da localidade de Hidrolândia é o açude do Morro. Este reservatório barra o riacho Batoque, da bacia hidrográfica do rio Acaraú. O reservatório tem uma capacidade de armazenamento de 7,38 hm³ e uma descarga regularizada com 90 % de garantia de 117,5 l/s. Tal descarga é superior a vazão de dimensionamento da adutora que é de 30,6 l/s.

13.9.2 – Captação

A captação da água bruta se fará do lago do reservatório do açude por intermédio de uma plataforma flutuante circular dimensionada para conter um conjunto elevatório. Devendo a mesma ter as seguintes dimensões:

Diâmetro – 1,50 m

Altura – 1,00 m

Vazão máxima diária – 2.644 m³/dia

A tubulação para travessia do lago será flutuante de polietileno de alta densidade com as seguintes características:

Diâmetro – 200 mm

Extensão aproximada – 100 m

Pressão de serviço – 60 mca

FIGURA 13.1a - PLANTA BAIXA (SUDENE) _ autocad

FIGURA 13.1b - PERFIL DA ADUTORA (autocad)

QUADRO 13.1 - DADOS OPERACIONAIS DO SISTEMA (ADUTORA DE HIDROLÂNDIA)

quadro

figura

13.9.3 – Estação elevatória de água bruta

Esta estação deverá bombear a água do lago do reservatório até o reservatório apoiado a ser construído na margem do açude acoplado a ETA.

Será constituída de conjuntos motobombas elétricos com bombas centrífugas de eixo horizontal a serem instaladas na plataforma flutuante. Suas principais características são:

Número de conjuntos – 2, sendo um em funcionamento e 1 para reserva.

Vazão por conjunto - 110,16 m³/h

Altura manométrica estimada – 30 mca

Potência de cada conjunto – 20,4 cv

13.9.4 – Estação de Tratamento de Água

A nível de viabilidade previu-se uma Estação de Tratamento compacta incluindo no mínimo, câmara de carga, filtros, desinfecção e reservatório de água tratada. Seus principais dados são:

Vazão – 115 m³/h

Altura da câmara de carga – 7,0 m

Diâmetro da câmara de carga – 1,0 m

Diâmetro do filtro ascendente – 2,0 m

Altura total do filtro ascendente – 3,50 m

Capacidade do reservatório apoiado de água tratada – 20 m³

13.9.5 – Estação de bombeamento de água tratada

A água do reservatório de água tratada deverá ser bombeada até os reservatórios de distribuição das localidades a serem beneficiadas por uma estação de bombeamento com bombas centrífugas de eixo horizontal acionadas com motores elétricos com as seguintes características:

Número de conjuntos eletrobombas: 02, sendo um em funcionamento e um para reserva;

Vazão por conjunto – 110,16 m³/h

Altura manométrica total – 48,07 mca

Potência por conjunto – 33,19 cv

13.9.6 – Adutora

A tubulação adutora deverá chegar até o reservatório de distribuição na localidade de Hidrolândia tendo os seguintes elementos:

Extensão – 3.305 m

Diâmetro da tubulação – 200 mm

Pressão de serviço (perfil da figura) – 100 m.c.a.

Desnível geométrico – 32,50 m

A seguir, apresentamos o perfil topográfico e piezométrico da adutora de Hidrolândia.

13.9.7 – Reservação

Foi previsto um reservatório de distribuição elevado a ser implantado em ponto estratégico da sede municipal de Hidrolândia, dimensionado para 1/3 do consumo máximo diário no ano de 2032. A sua capacidade de armazenamento é de 881 m³.

PERFIL TOPOGRÁFICO E PIEZOMÉTRICO

(ADUTORA DE HIDROLÂNDIA) em excel

QUADRO

PERFIL

14 – CRONOGRAMA DE OBRAS

14 – CRONOGRAMA DE OBRAS

O principal condicionante na definição do esquema para execução das obras diz respeito ao período e construção da barragem, que deverá estar inserido no período de estiagem, entre os meses de julho e janeiro.

Para os volumes totais dos serviços principais previstos, estima-se o prazo total de 10 meses para execução das obras, conforme cronograma apresentado a seguir:

CRONOGRAMAS

1, 2

15 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS

15 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS

Com base nos quantitativos de obras, serviços e equipamentos obtidos a partir dos desenhos de concepção das estruturas, foi elaborado o orçamento para implantação das obras.

Os preços unitários utilizados são os usualmente empregados em obras deste tipo, tendo sido utilizados preços praticados no Estado do Ceará, e constantes do banco de dados da ANB e da HIDROSTUDIO.

Os preços estão referidos à data base de setembro de 2002, com a taxa de câmbio igual a US\$1,00 = R\$ 3,09.

A seguir apresenta-se a planilha de orçamento, onde pode-se ver que o valor estimado para a implantação das obras é de R\$ 3.341.557,17

PLANILHAS DO ORÇAMENTO

[Açude + Adutora(s)]

1, 2, 3

16 – ANEXO (DESENHOS)

RELAÇÃO DE DESENHOS

DESENHO_MO-01 - RESERVATORIO.dwg
DESENHO_MO-02 - PERFIL-GEOLOGICO.dwg
DESENHO_MO-03 - IMPLANTACAO.dwg
DESENHO_MO-04 - SECOES-PERFIL.dwg
DESENHO_MO-05 - CURVA-COTA-VOL.dwg
DESENHO_MO-06 - FETCH.dwg
DESENHO_MO-07 - ENSAIOS.dwg
DESENHO_MO-08 - ENSAIOS-LOC.dwg

II - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

II - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

Atendendo ao disposto nos Termos do Contrato N.º001/PROGERIRH-PILOTO/SRH/2002, firmado com a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, o Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, com base nas definições contidas no Edital, vem desenvolvendo os Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Morro, localizada no município de Hidrolândia, no Estado do Ceará.

O relatório descreve as etapas e metodologias empregadas com objetivo de investigar a sustentabilidade financeira e econômica dos investimentos necessários a implantação e operação da barragem e do sistema adutor para o abastecimento das localidades de Hidrolândia e Monte Grave, levando em conta a garantia de suprimento e os padrões de qualidade estabelecidos na legislação vigente.

1 - VIABILIDADE FINANCEIRA

1 - VIABILIDADE FINANCEIRA

1.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A metodologia de avaliação financeira de projetos de Obras Hidráulicas tem por objetivo investigar a sustentabilidade financeira dos investimentos, tendo por base a valoração dos custos e benefícios a preços de mercado, os quais incluem impostos e subsídios.

A avaliação financeira objetiva, portanto, avaliar se os recursos serão aplicados de forma eficaz e se os ganhos privados e públicos são suficientes para remunerarem os investimentos propostos. Vista pela ótica da alocação dos recursos a avaliação financeira busca mensurar o impacto direto provocado pelo aumento da oferta d'água no fluxo de caixa atual dos financiadores do projeto através da ótica incremental. Assim, como o objetivo é de mensurar o retorno aos investimentos do projeto, será formado um fluxo de caixa incremental, cuja elaboração exigirá a quantificação de várias variáveis para as situações "sem projeto" e "com projeto".

Todos os valores dos custos e benefícios são expressos em reais de fevereiro de 2003.

1.2 - PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO E DEMANDA ATUAL E FUTURA

O Quadro 1.1 apresenta a projeção da população e os Quadros 1.2 e 1.3 destacam os valores projetados das demandas, para as situações sem e com projeto para a população alvo da barragem Morro.

1.3 - PROJEÇÕES DE OFERTA

A oferta para a situação com projeto foi calculada considerando-se a demanda com projeto, adicionando-se as perdas do sistema.

Para efeito de projeto, foi considerado o nível de perdas de 25%, que é o nível recomendado pelo PROÁGUA para as empresas estaduais de saneamento.

Para a situação sem projeto, a oferta foi calculada considerando-se as populações ligadas e não ligadas à rede. Para a população ligada, a oferta é igual à demanda adicionando-se as perdas físicas de 25%, mantidas constante durante todo o horizonte de análise. Para os não ligados, considerou-se a oferta igual à demanda.

O Quadro 1.4 apresenta os valores de oferta para as situações sem e com projeto.

QUADROS 1.1, 1.2, 1.3, 1.4

1.4 - TARIFA MÉDIA

A tarifa para a situação com projeto foi calculada levando-se em conta a estrutura tarifária atual, o consumo per capita adotado no projeto e a estimativa de 4,5 habitantes por ligação. A tarifa média estimada foi de R\$ 0,52/m³ (Quadro 1.5).

Para a situação sem projeto o cálculo da tarifa média foi calculado dividindo-se a arrecadação total pelo consumo total (consumo medido mais consumo estimado), conforme orientação do PROÁGUA. O valor estimado foi de R\$ 0,45/m³.

1.5 - RECEITAS

As receitas da situação com projeto foram estimadas multiplicando-se os valores das demandas anuais de água pela tarifa média, descontando ainda as perdas financeiras resultantes das inadimplências, correspondente ao percentual de 3% ao ano, conforme sugerido pelo PROÁGUA (Quadro 1.6).

Para a situação sem projeto o cálculo das receitas é obtido multiplicando a demanda anual sem projeto da população ligada à rede pela tarifa média atualmente praticada, que é de R\$ 0,45/m³, sendo descontado um percentual de 3% referente às perdas financeiras, mantendo-se constante para todo o horizonte de análise do projeto (Quadro 1.6).

1.6 - CUSTOS

a) Investimentos

Os valores dos investimentos previstos para o projeto (Barragem, Serviços Preliminares, Captação, Adução, Reservação, ETA, Estação Elevatória, Desapropriação, Reassentamento etc.) e desagregados em tubos e conexões, obras civis, equipamentos hidromecânicos, equipamentos elétricos, serviços, etc., estão apresentados, a preços de mercado, no Quadro 1.7.

b) Despesas Anuais com Operação, Administração e Manutenção.

Os custos operacionais para a situação sem projeto foram estabelecidos com base nos custos observados nos últimos 12 meses de operação do sistema atual. De acordo com as informações fornecidas pela companhia operadora local do sistema, discriminados nos Quadros 1.8, 1.9 e 1.10, esses custos, distribuídos em custos fixos e variáveis, somam o montante de R\$ 244.402.

Os custos operacionais para a situação com projeto são discriminados nos Quadros 1.11 e 1.12. Nos cálculos consideraram-se os custos de manutenção dos investimentos, energia, pessoal e produtos químicos. Esses custos foram separados em custos fixos, os quais ocorrem mesmo quando o sistema está parado, isto é, independem do volume de produção anual, e os custos variáveis, que são proporcionais aos níveis de produção. O Anexo 01 apresenta uma descrição detalhada de obtenção dos dados de custos de operação e manutenção.

QUADROS 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12

1.7 - FLUXOS DE RECEITAS E CUSTOS E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO FINANCEIRA

O Quadro 1.13 apresenta os fluxos financeiros do projeto, constando dos valores relativos às receitas, aos investimentos, aos custos operacionais e aos benefícios líquidos incrementais.

O Quadro 1.13 resume ainda os resultados da avaliação financeira. A taxa interna financeira de retorno de 6,5% trata-se de um bom resultado para projetos com essas características, haja vista ter sido considerado apenas como benefício o suprimento de água doméstico e ter sido incluído nos investimentos os custos da barragem, da desapropriação e do reassentamento. O Quadro 1.13 demonstra ainda que deveria ser necessário cobrar uma tarifa média de apenas R\$ 0,97/m³ para que a TIR financeira fosse igual a 12%. Sem a cobrança deste nível tarifário, o volume de subsídio líquido é de R\$ 0,52/m³.

1.8 - CUSTO DA ÁGUA

O custo da água disponibilizada se define como sendo:

- $CAD = \text{Soma do Valor Presente dos Custos (Investimento. + Oper. e Manut.)} / \text{Soma do Valor Presente da Água Fornecida.}$

O Quadro 1.14 resume os dados de custo de investimento e de operação e manutenção, e os dados de volumes de água fornecida do projeto, para o período de 30 anos. A partir do valor presente destas variáveis, obtiveram-se as respectivas anualidades de custo de capital e O&M, as quais fornecem os seguintes valores: Custos de Capital + O&M = R\$ 1,05/m³ e Custos de O&M = R\$ 0,21/m³.

1.9 - IMPACTO FISCAL

O impacto fiscal do projeto foi calculado através da diferença entre a situação com projeto e a situação sem projeto dos fluxos financeiros de investimentos, custos de operação e manutenção e de receitas, considerando os seguintes percentuais médios de incidência de impostos:

- Operação e Manutenção: 30% sobre a folha de salários e gastos com manutenção;
- Energia elétrica: 17% referente ao ICMS;
- Produtos Químicos: sobre este item incidem dois tipos de tributos - o IPI e o ICMS - estimados, respectivamente, em 10% e 15%;
- Outras despesas: admitiu-se a alíquota média de 15%;
- Receitas: sobre as vendas foram considerados a incidência de tributos, tais como ICMS, imposto de renda, PIS e FINSOCIAL, cujo total foi estimado em 15%.

QUADROS 1.13, 1.14

O Quadro 1.15 apresenta os impactos fiscais incrementais gerados pelo projeto que, em termos de valor presente, corresponde a um decréscimo na arrecadação na ordem de R\$ 52.087. Este valor pode ser considerado como conservador, pois se limita apenas aos gastos de investimentos e de O&M e receitas pela venda de água e, portanto, não considera o impacto fiscal adicional a ser gerado com o incremento das atividades econômicas proporcionadas pelo projeto nas localidades beneficiadas (efeitos "para traz" e "para frente"). Como consequência ainda dos benefícios indiretos pela implantação do projeto, o setor público reduzirá, naturalmente, suas despesas com obras e serviços de assistência social, principalmente para oferecer fontes alternativas de abastecimento humano e pela redução dos atendimentos médicos provocados pela melhoria da qualidade da água. Desta forma, pode-se concluir que o projeto é financeiramente viável, desde que sejam incluídos nos fluxos de benefícios líquidos, como consequência do projeto, todos os impactos fiscais diretos e indiretos.

QUADRO 1.15

2 - VIABILIDADE ECONÔMICA

2 - VIABILIDADE ECONÔMICA

2.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A avaliação econômica objetiva averiguar se os recursos serão aplicados de forma eficaz e se os ganhos privados e públicos são suficientes para remunerarem os investimentos propostos. Assim, como o objetivo é mensurar o retorno dos investimentos do projeto, formou-se um fluxo de caixa incremental, cuja elaboração exigiu a quantificação de custos de investimentos e de operação, administração e manutenção, medidas ambientais e dos benefícios incrementais oriundos dos serviços de suprimento de água doméstica.

2.2 - CRITÉRIOS BÁSICOS UTILIZADOS

a) Conversão a Preços de Eficiência

Como se requerem valores a preços econômicos¹, devem-se utilizar fatores de conversão para transformar os custos a preços de mercado para preços sociais. Para isso, sugere-se utilizar os mesmos fatores de conversão já utilizados e recomendados pelo PROÁGUA, ou seja:

ITEM	FATORES DE CONVERSÃO (F.C.)
Mão de Obra Qualificada	0,81
Mão de Obra Não Qualificada	0,46
Materiais Nacionais e Importados	0,88
Equipamentos Nacionais e Importados	0,80
Produtos Químicos	0,83
Energia Elétrica	0,97
Fator de Conversão Padrão	0,94

b) Taxa de Desconto Social e Horizonte de Planejamento.

A taxa social de desconto que convencionalmente se emprega e recomendada pelo BIRD para este tipo de projeto para cálculo do valor presente dos custos e receitas é de 12% ao ano. O horizonte de planejamento é de 31 anos, sendo 01 (um) para implantação do projeto, e 30 anos de geração de benefícios (operação).

¹ Denomina-se preço econômico, sombra, social, ou de eficiência como aquele que ocorreria em uma economia em equilíbrio, em condições de concorrência perfeita e ausência de distorções de mercado - impostos discriminatórios, subsídios, externalidades etc. Embora o rigor técnico distinga diferenças metodológicas de cálculo desses preços, cabe aqui lembrar que, na prática, a conversão de um orçamento de um projeto a preços financeiros ou de mercado para preços sociais sempre se efetua empregando fatores de conversões, sejam específicos para cada insumo empregado no projeto, ou generalizados: mão-de-obra, insumos importados, energia elétrica, ou componentes nacionais etc.

2.3 - CUSTOS E BENEFÍCIOS ECONÔMICOS ASSOCIADOS AO ABASTECIMENTO HUMANO

a) Introdução

Os benefícios sociais decorrentes da implantação de um projeto de abastecimento de água potável tornam o processo decisório de natureza social, pois, em geral, espera-se que esses projetos possam proporcionar os seguintes benefícios:

- redução das taxas de morbidade e mortalidade provocada por enfermidades de origem hídrica;
- melhorias dos hábitos e atitudes da população beneficiária, com respeito ao uso da água e disposição final;
- promoção do desenvolvimento econômico, social e intelectual das comunidades através de melhorias das condições sanitárias.

No entanto, em face ao reconhecido *problema econômico* de escassez de recursos frente às necessidades ilimitadas, a decisão sobre a implantação desses projetos exige a aplicação de critérios econômicos, tendo em vista os objetivos de alocação eficiente dos recursos, de crescimento econômico e de distribuição de renda.

É dentro desse contexto do problema econômico que se insere a avaliação econômica de projetos, com o intuito de demonstrar para a sociedade em quanto a implantação de um projeto aumenta o seu bem-estar. Em um país em desenvolvimento, uma boa medida dessa variação de bem-estar coletivo é o incremento de riqueza gerado pelo projeto.

A mensuração dessa variação pode ser efetuada através de uma análise de custo-benefício (ACB). Uma técnica de estimar monetariamente os custos e benefícios decorrentes de um projeto sobre todos os agentes afetados, em uma mesma medida (reais, dólares, etc) e para diferentes momentos. Em outras palavras, o objetivo da ACB é formar um fluxo de caixa de custos e benefícios que atualizados por uma dada taxa social de desconto resultem em um valor presente líquido (VPL). Se o valor presente desse fluxo for positivo, deve-se aceitar o projeto, pois neste caso ele agregará riqueza à sociedade, mas se VPL for negativo, deve-se rejeitá-lo, mesmo que privadamente represente um bom negócio para os donos do projeto, pois nesta situação, o ganho proporcionado aos donos será, pelo menos, igual à perda sofrida pelos demais agentes econômicos afetados.

É nesse último ponto que aparece uma primeira diferença entre a avaliação financeira e econômica de projeto, aquela se preocupa apenas com os empreendedores ou financiadores, enquanto que esta última envolve todos os agentes econômicos: consumidores, produtores e governos.

b) Elasticidade-preço da Demanda

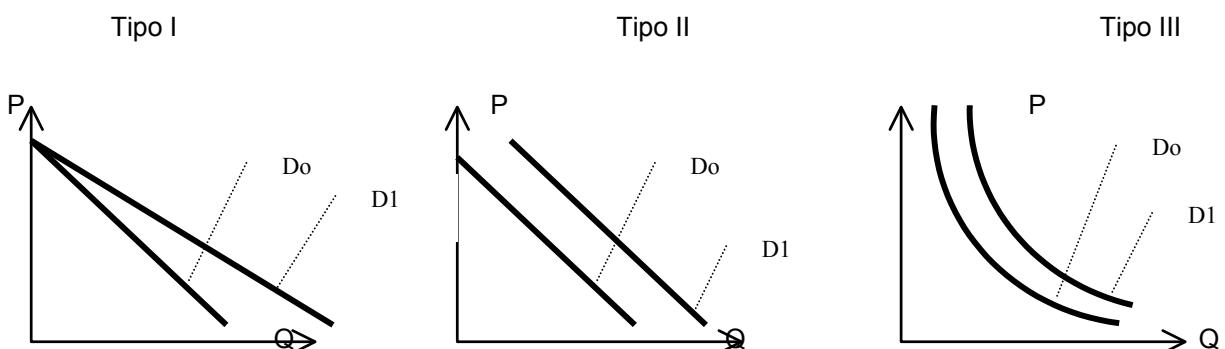
Estudos desenvolvidos pelo Banco do Nordeste em 1997 para estimação de funções de demanda de água no Nordeste calculam os custos econômicos (preço por m³) para cada um desses modos de obtenção de água na região.

Identificada a situação base deve-se em seguida proceder à demanda de água na situação com projeto. A diferença entre a situação com e sem o projeto definirá os benefícios do projeto pelo consumo adicional de água.

Para determinar a demanda com o projeto, deve-se valer de funções de demanda de água, estimadas para esse fim. As formas funcionais usualmente empregadas para ajustar as curvas de demanda de água em função do preço são as lineares e hiperbólicas. No caso do modelo SIMOP² a função linear se desdobra em dois outros tipos de curva, **tipo I** para as funções de demanda cujo deslocamento ao longo do tempo se processa sem alteração na magnitude da elasticidade, para um dado nível de preço (intercepto constante), e o **tipo II** cujo deslocamento da função se processa paralelamente ao longo do tempo (inclinação constante), porém para um mesmo nível de preço a elasticidade vai diminuindo em magnitude absoluta.

A função hiperbólica, denominado no SIMOP por **tipo III**, é a mais recomendada para o consumo humano, por representar um bem em que sempre há um nível mínimo de consumo, independente do preço cobrado.

Os gráficos I, II e III abaixo ilustram essas formas funcionais, inclusive os deslocamentos dessas curvas ao longo do tempo. Nos casos ilustrados, a curva D₀ representa a curva de demanda do ano zero do projeto, enquanto a curva D₁ mostra a curva de demanda do ano um, cujo deslocamento ocorre tanto em função do crescimento do número de consumidores, como em função do crescimento da renda per capita dos consumidores, que por sua vez eleva os consumos per capita.



As equações que originam essas curvas são mostradas a seguir.

$$Q = a + bP \Rightarrow \text{função linear}$$

² O SIMOP é um modelo computacional desenvolvido pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID para simular custos e benefícios econômicos decorrentes de um projeto de expansão de sistemas de abastecimento de água. A metodologia e operação do modelo encontram-se no *Manual del Usuario* – Publicação Técnica No. 12-75, preparado por Terry A. Power.

$Q = a P^e \Rightarrow$ função hiperbólica, que linearizando-a se torna : $\ln Q = \ln A + e \ln P$

Onde:

Q : é quantidade demandada em função do preço,

a: é constante da função,

P: o preço do m³ da água consumida e

e: a elasticidade preço-consumo

Salientando-se que no caso da função hiperbólica a elasticidade preço é obtida diretamente da função, que é o expoente da variável preço, enquanto que para a função linear o valor da elasticidade é dado pela seguinte fórmula.

$$e = (\Delta Q / \Delta P) \cdot (P / Q)$$

Onde:

$(\Delta Q / \Delta P)$: corresponde à derivada da função de demanda com relação a preço,

(P / Q) : razão preço quantidade, que pode ser calculado para um determinado ponto da equação ou para um intervalo de valores, que neste caso deve-se tomar o valor médio da série de preço e da quantidade.

Para o abastecimento humano, considerou-se a elasticidade de $- 0,55$, de acordo com a função de demanda de água do Nordeste (Banco do Nordeste, 1997)³.

c) Custo Alternativo da Água

Os consumidores não conectados à rede pública de abastecimento de água suprem suas necessidades através de diversas fontes alternativas, tais como poços particulares, carros-pipa, buscam água em córregos, chafarizes, vizinhos e, não raro, compram água, entre outras.

Esses custos, em geral, são mais elevados, por unidade de volume, do que os cobrados pelos sistemas públicos de abastecimento. Além disso, os sistemas públicos oferecem água de melhor qualidade.

Conforme informações colhidas na localidade de Hidrolândia, as famílias não ligadas à rede pública de abastecimento da comunidade “buscam água”. Para essa fonte alternativa de água, os custos, de acordo com o estudo desenvolvido pelo Banco do Nordeste⁴, é de R\$ 4,38/m³. Desta forma, o custo alternativo da água na comunidade em estudo foi considerado igual a R\$ 4,38/m³.

³ Banco do Nordeste/PBLM-Consultoria Empresarial – Agosto, 1997.

⁴ Banco do Nordeste/PBLM, *op.cit.*

d) Grupos de Usuários

Na avaliação econômica da adutora de Hidrolândia foram considerados dois grupos de beneficiários, ou seja:

GRUPO 1 – Grupo compreendido pelos atuais usuários da localidade de Hidrolândia.

GRUPO 2 – Grupo compreendido pelos novos usuários da localidade de Hidrolândia.

e) Custos Econômicos

Para transformar de valores financeiros a econômicos foi utilizado o Quadro 1.16, que permitiu desagregar os custos financeiros dos investimentos, enquanto o Quadro 1.16a apresenta os investimentos do projeto em valores econômicos.

Com base no Quadro 1.12 foram estimados os custos fixos e variáveis do projeto, a preços de eficiência, dados importantes para o modelo SIMOP, os quais se encontram destacados no Quadro 1.17.

f) Parâmetros Utilizados para o Modelo SIMOP, Fluxos dos Benefícios Líquidos Incrementais e Resultados da Avaliação Econômica

- Horizonte do projeto: 30 anos;
- Taxa de desconto: 12%;
- Elasticidade de preço: -0,54731;
- Tarifa média da água: R\$ 0,52/ m³;
- Tipo de curva: Tipo III (Consumidores residenciais).
- Taxa de crescimento da demanda: Considerada a taxa de crescimento da população.
- Fator de conversão do consumo: 0,94;
- Custos periódicos.

Os custos incrementais de operação e manutenção, a preços de eficiência, correspondem às despesas previstas no Quadro 1.17.

- Custos não periódicos:

Considerados os investimentos do projeto previstos no Quadro 1.16a (a preços de eficiência).

- Custos variáveis

Considerados os custos unitários de ligação ao sistema, ou seja, R\$ 0,06/m³, os quais foram estimados com base nos Quadros 1.12 e 1.17.

QUADRO 1.16(a) e 1.17

Com base nestas informações rodou-se o modelo SIMOP (Anexo II), encontrando-se um valor presente líquido positivo, a taxa de desconto de 12% ao ano, de R\$ 348.331 e uma taxa interna econômica de retorno de 27,17%, que é bem acima da taxa mínima (12%) exigida pelo BID. A TIR de 27,17%, muito embora já demonstre a rentabilidade econômica do empreendimento, pois supera a taxa mínima exigida pelo BID, poderia obter ainda indicadores mais favoráveis, visto que outros tipos de benefícios comuns aos projetos de saneamento não foram incorporados no fluxo econômico, tais como redução das taxas de morbidade e mortalidade provocada por enfermidades de origem hídrica; melhorias dos hábitos e atitudes da população beneficiária, com respeito ao uso da água e disposição final; e promoção do desenvolvimento econômico, social e intelectual das comunidades através de melhorias das condições sanitárias.

O Quadro 1.18 apresenta, de forma resumida, o valor presente dos benefícios e dos custos (investimentos e OAM) e os indicadores de rentabilidade para o projeto da Barragem Morro e da Adutora de Hidrolândia.

QUADRO 1.18 - INDICADORES DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA

DISCRIMINAÇÃO	RESULTADOS
BENEFÍCIOS (R\$)	6.319.821
CUSTOS (R\$)	2.871.476
Periódicos	409.928
Não periódicos	2.159.970
Variáveis	301.578
VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$)	3.448.345
TAXA INTERNA DE RETORNO (%)	27,17

Os resultados relativos às análises de sensibilidade demonstram que a TIR é mais sensível às variações nos coeficientes de elasticidade-preço da demanda pela água que às variações no custo alternativo da água (Quadros 1.19 e 1.20).

QUADRO 1.19 - SENSIBILIDADE DA TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) A VARIAÇÕES NO COEFICIENTE DE ELASTICIDADE-PREÇO DA DEMANDA

SIMULAÇÕES	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)
- 0,85 (menos 0,30)	17,22
- 0,75 (menos 0,20)	19,88
- 0,65 (menos 0,10)	23,16
- 0,55 (original)	27,30
- 0,40 (mais 0,10)	32,68
- 0,35 (mais 0,20)	40,17
- 0,25 (mais 0,30)	52,47

QUADRO 1.20 - SENSIBILIDADE DA TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) A VARIAÇÕES NO CUSTO ALTERNATIVO DA ÁGUA

SIMULAÇÕES	TAXA INTERNA DE RETORNO (%)
Menos R\$ 0,60	37,94
Menos R\$ 0,40	32,47
Menos R\$ 0,20	29,30
Original	27,17
Mais R\$ 0,20	25,63
Mais R\$ 0,40	24,44
Mais R\$ 0,60	23,49

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a barragem Morro é viável do ponto de vista econômico.

ANEXOS

ANEXO I – CUSTOS DE O&M – SITUAÇÃO COM PROJETO

ANEXO II – RESULTADOS DO MODELO SIMOP

III - VIABILIDADE AMBIENTAL

1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O Estudo de Viabilidade Ambiental (EVA) ora apresentado, tem o objetivo de identificar e avaliar os impactos ambientais causados pelo barramento do riacho Batoque, no município de Hidrolândia, no Estado do Ceará. Visa, ainda, a sugestão de medidas mitigadoras de modo a restabelecer o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento regional a partir dos usos múltiplos propostos para o referido reservatório.

Os estudos desenvolvidos foram pautados nos critérios e diretrizes preconizados pela Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Foram executados levantamentos dos fatores abióticos, bióticos e sócio-econômicos das áreas de influência física e funcional do empreendimento, visando caracterizar a situação vigente antes da implantação da Barragem Morro.

Com base no diagnóstico ambiental da área de influência do empreendimento e nos estudos de concepção do projeto elaborados pelo Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, foram estabelecidas relações entre os componentes ambientais existentes e as ações propostas para o empreendimento. Em seguida foram identificados os principais impactos potenciais, os quais foram discriminados quanto ao caráter, extensão, reversibilidade, intensidade e duração/periodicidade. Por fim, foram definidas medidas visando a mitigação dos impactos adversos, além de programas de monitoramento e educação ambiental.

2 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

2 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

O aproveitamento dos recursos hídricos no Estado do Ceará é de extrema importância para o seu processo de desenvolvimento, uma vez que este estado é frequentemente assolado por secas periódicas. O problema de escassez da água associado ao crescimento acelerado da população, vem provocando o aparecimento de regiões cujas potencialidades hídricas estão esgotadas ou sujeitas a racionamento do uso da água nos períodos de seca. Tal situação torna necessária a implantação de reservatórios para o atendimento da crescente demanda hídrica. Tendo em vista, que este tipo de projeto em geral encontra-se associado a uma ampla gama de impactos ambientais, faz-se necessário à implementação de um planejamento racional que abranja também os efeitos da degradação ambiental decorrentes da implantação deste tipo de projeto.

Assim sendo, faz-se necessário o conhecimento do suporte institucional existente, de modo a compatibilizar as ações preconizadas pelo projeto com a legislação ambiental vigente. Para tanto foram elaboradas sínteses dos aspectos legais e institucionais que regem a legislação ambiental, as quais são apresentadas a seguir.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente. Dentre às políticas ambientais a nível federal pertinente a projetos hidráulicos e ao meio ambiente, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

- Constituição Federal;
- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6.938/81 e estabelece os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pela Lei nº 7.803, de 18/07/89): institui o Código Florestal;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985 (alterada pela Lei nº 7.803/89): define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;
- Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação e os padrões de qualidade das águas doces, salobras e salinas do território nacional;

- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Portaria SUDEPE nº N-0001, de 04 de janeiro de 1977: dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água;
- Decreto nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;
- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de 20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;
- Portaria Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;

- Decreto-Lei no 95.733, de 12 de fevereiro de 1988: dispõe sobre a inclusão no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrentes da execução desses projetos e obras.

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

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

- Decreto-Lei no 4.146, de 04 de março de 1942: dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos;
- Lei no 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre a proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos;
- Resolução CONAMA no 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;
- Portaria no 07, de 01 de dezembro de 1988, da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos;
- Portaria IBAMA no 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;
- Decreto no 99.556, de 01 de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências;
- Portaria IBAMA no 57, de 05 de junho de 1997: institui o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, que tem por finalidade normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro;
- Lei no 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

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

No Estado do Ceará, o sistema de controle ambiental é integrado pela Secretaria da Ouvidoria Geral e Meio Ambiente, criada pela Lei nº13.093, de 08 de janeiro de 2001, à qual encontram-se vinculados o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA) e a SEMACE, ambos criados pela Lei nº 11.411, de 28 de dezembro de 1987, que dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente. Os dispositivos legais a nível estadual pertinente a projetos hidráulicos e ao meio ambiente são os seguintes:

- Constituição Estadual;
- Lei nº 10.148, de 02 de dezembro de 1977: dispõe sobre a preservação e controle dos recursos hídricos existentes no estado e dá outras providências;
- Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto sócio-ambiental relevante em projetos de construção de barragens, o deslocamento das populações habitantes na área a ser inundada pelo lago formado e dá outras providências;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

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

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

No caso específico do lançamento de esgotos e de outros resíduos líquidos nos corpos d'água, a SRH não está ainda emitindo a concessão de outorga. Tal fato tem como justificativa a complexidade que envolve o assunto decorrente, principalmente, do caráter intermitente da quase totalidade dos cursos d'água do Estado.

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

Quando a outorga envolver obras ou serviços de oferta hídrica sujeitos à licença prévia da SRH, conforme previsto no Decreto nº 23.068, de 11 de fevereiro de 1994 (açudes, transposição de água bruta, barragem de derivação ou regularização de nível d'água, e poços), será obrigatória a apresentação desta, aproveitando-se sempre que possível os dados e informações já apresentados para o licenciamento.

Outra legislação que se apresenta relevante para o projeto ora em pauta, embora tenha aplicação em termos legais restrita aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, é a Lei nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977, que dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos.

Ressalta-se, ainda, embora não constitua dispositivo legal, o Plano Estadual de Recursos Hídricos elaborado pela SRH em meados de 1991, e a proposta para enquadramento dos principais cursos d'água do Estado do Ceará, elaborada pela SEMACE, tendo como base à classificação preconizada pela Resolução CONAMA nº 020/86. A referida resolução estabelece padrões de qualidade para os cursos d'água em função de seus usos preponderantes e da sua capacidade de autodepuração. A nível municipal figuram como dispositivo legal à lei orgânica do município de Hidrolândia.

O futuro reservatório irá inundar terras pertencentes a terceiros, fazendo-se necessária à elaboração de um plano de desapropriações. Deverá ficar a cargo da SRH a execução de um levantamento cadastral dos imóveis na área diretamente afetada pelo projeto. A desapropriação deverá ser efetivada através de Decreto Estadual Específico, ficando a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis, que são abrangidos em parte ou na sua totalidade pela área de inundação máxima futura e pela faixa de proteção do futuro reservatório sob a responsabilidade da SRH.

O órgão empreendedor do projeto é a SRH. Os recursos financeiros necessários à implantação do empreendimento serão oriundos do Governo do Estado e de empréstimos obtidos junto ao Banco Mundial. Além do órgão empreendedor, prevê-se o envolvimento de outros órgãos governamentais na operação futura do reservatório.

Não foram constatados conflitos envolvendo a implantação do projeto ora em análise com outros programas ou projetos governamentais, pelo contrário, a obra encontra-se inserida num programa mais amplo denominado: Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH).

3 - O PROJETO

3 - O PROJETO

3.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

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

3.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A Barragem Morro será formada pelo barramento do riacho Batoque, afluente do rio Acaraú pela margem direita. A obra fechará o boqueirão existente a cerca de 4,0 km ao sul da sede do município de Hidrolândia. O reservatório terá sua bacia hidráulica totalmente incluída em terras do município de Hidrolândia.

O acesso ao sítio do barramento partindo-se de Fortaleza é feito através da rodovia federal asfaltada BR-020 até a cidade de Canindé. Daí segue-se na direção oeste pela CE-257 por cerca de 132 km até a sede municipal de Hidrolândia. A extensão total do percurso é de aproximadamente 232 km.

O acesso ao sítio do barramento é feito percorrendo-se uma estrada vicinal no sentido sul (localidade de Morro), por uma distância de 4,0 km até o local do eixo barrável.

3.3 - OBJETIVOS E USOS MÚLTIPLOS

A implantação da Barragem Morro tem como objetivo servir para usos múltiplos, trazendo benefícios às zonas urbana e rural do município de Hidrolândia. Em primeiro lugar garantirá o abastecimento de água humano da cidade de Hidrolândia, beneficiando no horizonte do projeto uma população urbana da ordem de 14.688 habitantes. Permitirá, ainda, o abastecimento da população ribeirinha periférica e de jusante em terras do município citado. Foi previsto o atendimento de uma demanda humana de 25,5 l/s.

O segundo uso importante da Barragem Morro será o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado e de atividades associadas à recreação/lazer, além da dessedentação animal. Poderá haver, ainda, desenvolvimento hidroagrícola nas aluviões posicionadas na área de jusante, ressalta-se que as opções para abastecimento de água ou irrigação são excludentes, ou seja, ou se faz o abastecimento humano ou a irrigação.

3.4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

O vale do riacho Batoque conta com apenas um local com boqueirão propício a implantação de uma barragem, razão pela qual não foram estudadas outras alternativas de barramento ao longo deste curso d'água (Figura 3.1).

A título investigativo, foi analisada a alternativa de eixo localizada no riacho Macacos, junto à rodovia estadual asfaltada que dá acesso à Hidrolândia, a partir de Santa Quitéria. Tal alternativa, no entanto, foi de pronto descartada em função da grande extensão do boqueirão, muito aberto, com comprimento acima de 2,0 km, da interferência com a rodovia estadual e da grande distância para adução à cidade de Hidrolândia. Assim sendo, a alternativa de eixo no riacho Batoque constitui a alternativa mais favorável ao barramento.

3.5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DAS OBRAS

A Barragem Morro terá uma capacidade de acumulação de 7,38 hm³ e vazão regularizada de 3,706 hm³/ano com 90,0% de garantia, com a área da bacia hidráulica abrangendo 205,0 ha. A bacia de contribuição do reservatório, com área de 57,31 km² está totalmente inclusa no território do município de Hidrolândia, na Bacia do Acaraú. O tempo médio de detenção do reservatório será de 02 anos e este apresenta uma eficiência hidrológica (volume regularizado anual/capacidade total do reservatório) de 50%. A razão entre a área de inundação e a vazão regularizada será de 17,45 km²/m³/s, enquanto que o coeficiente de armazenamento (volume armazenado/volume afluente) será de 0,8.

O estudo do arranjo das estruturas ligadas à Barragem Morro baseou-se no melhor aproveitamento das condições topográficas e geológico-geotécnicas do local das obras, buscando para cada estrutura um posicionamento favorável técnica e economicamente. O arranjo geral das obras pode ser visualizado na Figura 3.2, e consta das seguintes estruturas:

- uma barragem de terra, com altura máxima de 13,79 m, comprimento da crista de 435 m e um dique auxiliar de terra, com altura máxima de 3,35 m, comprimento da crista de 360m, compreendendo um volume total de 110.978 m³;
- um descarregador de fundo do tipo galeria, localizado na margem esquerda (estaca 5);
- vertedouro dimensionado para a capacidade total de extravasão, localizado na ombreira esquerda, apresentando largura de 120 m e soleira na cota 199 m, composto por um canal de aproximação, estrutura de dissipação, muros e guias laterais.

FIGURA 3.1 (1/1) - ALTERNATIVAS DE EIXOS DE IMPLANTAÇÃO

FIGURA 3.2 (1/1) - ARRANJO GERAL DAS OBRAS

3.6 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS

Dentro de afastamento econômico da área das obras foram estudadas cinco jazidas de material terroso (J-01 a J-05), dois areais (A-01 e A-02) e uma pedreira (P-01). As jazidas J-02 e J-04 posicionadas dentro da área da bacia hidráulica, distam ambas do eixo do barramento cerca de 100 m. A jazida J-01 encontra-se posicionada a cerca de 400 m a jusante do eixo do barramento à margem da estrada Betânia/Hidrolândia. As jazidas J-03 e J-05 estão ambas localizadas às margens da estrada Betânia/Hidrolândia, a montante do eixo do barramento, distando deste 2,3 km e 6,2 km, respectivamente. Os areais encontram-se representados pelos bancos de areia existentes no leito do riacho Batoque, tanto a jusante como a montante do eixo do barramento.

Nas jazidas de material terroso foram efetuados ensaios de laboratório abrangendo granulometria por peneiramento e sedimentação, limite de liquidez, limite de plasticidade, compactação (Pronctor Normal) e densidade real dos grãos, enquanto que o material coletado nos areais foram submetidos a ensaios de granulometria e permeabilidade. Os materiais analisados apresentam características compatíveis para o uso nas obras da barragem.

A pedreira está posicionada a jusante do eixo do barramento, distando deste cerca de 250 m, situando-se fora da área da bacia hidráulica do reservatório, sendo composta por rocha de boa qualidade.

4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

4.1 - ÁREAS DE ABRANGÊNCIA

4.1.1 - Área de Influência Física

A área de influência física do empreendimento está representada pela bacia hidráulica do reservatório e por sua faixa de proteção periférica, perfazendo, aproximadamente, um total de 205,0 ha, compreendendo parte da zona rural do município de Hidrolândia, pelas áreas de jazidas de empréstimos, localizadas nas cercanias da bacia hidráulica do reservatório, bem como pelas áreas do canteiro de obras e dos bota-foras.

4.1.2 - Área de Influência Funcional

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

O município de Hidrolândia que será contemplado com o reforço no fornecimento d'água regularizado à sede municipal, atendendo as demandas humana e industrial, beneficiando no horizonte do projeto uma população urbana de 14.688 habitantes;

Áreas periféricas ao reservatório que se beneficiarão com o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado;

Áreas ribeirinhas de jusante que serão beneficiadas com a regularização de vazão e conseqüente desenvolvimento da irrigação difusa, além do abastecimento humano difuso e da dessedentação animal.

4.2 - MEIO ABIÓTICO

4.2.1 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

4.2.1.1 - Geologia

A geologia da área da bacia hidráulica do reservatório é constituída predominantemente por rochas cristalinas pertencentes ao Pré-Cambriano (Complexo Tamboril/Santa Quitéria), aparecendo em menor escala as coberturas sedimentares terció-quaternárias representadas pelas Aluviões do riacho Batoque.

O Complexo Tamboril/Santa Quitéria encontra-se situado, do ponto de vista geológico, no Pré-Cambriano. Encontra-se composto por litologias que apresentam diferentes graus de migmatização, desde xistos feldspatizados até núcleos homogeneizados a nível de embrechitos e anatexitos. A fácies petrográfica mais comum corresponde aos gnaisses à biotita e hornblenda, geralmente leucocráticos, textura bandeada, cor cinza e granulação fina a média. Em termos estruturais, verifica-se na região a presença de importantes falhamentos representados pelas falhas de Forquilha, do rio Groaíras e de Humberto Monte.

Na área das obras observa-se a ocorrência de afloramentos rochosos de gnaisses e gnaisses migmatizados, além de estreitas faixas de aluviões, distribuídas ao longo do leito do riacho Batoque.

Na ombreira direita observa-se o afloramento de gnaiss são a pouco alterado nas cotas superiores, enquanto que nas cotas mais baixas tem-se a presença de solo residual de gnaiss formado por areia siltosa com pedregulhos micácea de fofa a compacta em profundidades até 1,7 m, sotoposta ao gnaiss decomposto. Na ombreira esquerda, por sua vez, tem-se em toda a sua extensão uma cobertura de solo residual de gnaiss formado por areia argilosa com pedregulhos de cor vermelha, fofa a compacta, com espessura variando de 0,6 a 2,0 m, sotoposta a gnaiss decomposto.

No leito do riacho Batoque, tem-se um aluvião com espessura máxima de 4,85 m, formado por areia fina e média siltosa intercalada para areia grossa com pedregulhos fofa a pouco compacta.

4.2.1.2 - Geomorfologia

Na região onde será assente o empreendimento observa-se duas unidades de relevo: a Depressão Sertaneja e a Planície Fluvial do riacho Batoque e tributários.

A Depressão Sertaneja é o domínio geomorfológico de maior representatividade na região. Corresponde a uma superfície de aplainamento, onde o trabalho erosivo se fez sobre as rochas do Complexo Tamboril/Santa Quitéria. Caracteriza-se por apresentar topografia suave ondulada, cortada ocasionalmente, por afloramentos rochosos.

No território da área do empreendimento, destaca-se a planície fluvial do riacho Batoque, como a mais significativa. O vale do riacho Batoque é do tipo amplo, com encostas suaves e sela topográfica na margem esquerda.

4.2.1.3 - Recursos Minerais

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

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

4.2.1.4 - Sismicidade Induzida

No Ceará as regiões sísmicas estão concentradas na região nordeste do Estado: Cascavel (Pitombeiras), Chorozinho, Pacajus e Palhano. Dessas regiões, foi Pacajus a que apresentou eventos de maior magnitude, chegando a atingir em 1980, 5,2 graus na escala Richter e intensidade VII na escala Mercalli. O Quadro 4.1 mostra a relação dos sismos com magnitudes superiores a 3,0 mb ocorridos no Estado do Ceará.

Quadro 4.1
Relação dos Sismos com Magnitude mb \geq 3,0
Ocorridos no Estado do Ceará

Localidade	Data	Magnitude (Mb)	Intensidade (MMI) (1)	Observações
BATURITÉ	02/1903	3,9	-	3 sismos
BATURITÉ	02/1903	4,1	VI	2 sismos
MARANGUAPE	24/11/1919	4,5	IV	-
ARACATI	14/04/1928	4,0	VI	-
PEREIRO	1968	3,9 – 4,5	V - VII	5 sismos (janeiro a março)
BEBERIBE	03/1974	-	V	vários sismos
SÃO LUIZ DO CURU	1974/1976	3,4	VI	Sismos alternados
IBARETAMA	07/1976	-	V	-
IBARETAMA	12/03/1977	3,9	-	-
PACAJUS	20/11/1980	5,2	VII	-
CASCADEL (PITOMBEIRAS)	22/04/1995	3,8	VI	-

FONTE: Ferreira, J.M., Sismicidade no Rio Grande do Norte in Simpósio sobre Sismicidade Atual em João Câmara (RN). Rio de Janeiro, 10 a 11 de novembro de 1986.p.32-48.
 Berrocal, J. et alli, Sismicidade do Brasil. São Paulo, JAG/USP,1984
 Defesa Civil do Ceará.

Nota: (1) Intensidade Modificada de Mercalli.

Quanto à ocorrência de eventos sísmicos na área do estudo, observa-se que num raio de 100 km em torno do eixo estudado, há registro de ocorrência de atividades sísmicas nas seguintes localidades: Santa Quitéria, Ipueiras, Ibuauçu e Irauçuba, as quais distam da área do eixo do barramento cerca de 28,0 km, 38,0 km, 80,0 km e 105 km, respectivamente.

Tendo em conta que os eventos sísmicos registrados são de magnitude baixa a moderada, e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa, não são esperados questionamentos associados a sismicidade induzida que, tradicionalmente, são apenas tratadas em regiões de sismicidade moderada e para cargas hidráulicas máximas da ordem de 100 m.

4.2.2 - Solos

4.2.2.1 - Caracterização dos Solos da Área do Empreendimento

Os solos de maior expressão na área englobada pela bacia hidráulica da Barragem Morro são os Bruno Não Cálcicos, em associação com solos Litólicos Eutróficos, Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados. Em seguida aparecem numa escala relativamente reduzida os Solos Aluviais da planície fluvial do riacho Batoque.

Observa-se que, em termos de potencial agrícola, a maior parte (90,0%) dos solos que serão submersos apresentam reduzido potencial agrícola, tendo como fatores restritivos aos seus usos, além da escassez de recursos hídricos, a pequena profundidade efetiva e a presença de pedregosidade/rochosidade superficial no caso dos Litólicos e dos Bruno Não Cálcicos e problemas de encharcamento/fendilhamento e de teores elevados de sais nos horizontes subsuperficiais no caso dos Planossolos e Solonetz.

Os solos com potencial para desenvolvimento hidroagrícola estão representados praticamente pelos Aluviões, que se encontram sujeitos a riscos de inundações periódicas. A presença de solos salinos (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados), tanto na bacia de contribuição do futuro reservatório, quanto em sua bacia hidráulica constitui motivo de atenção na etapa de operação do reservatório. Apresenta-se a seguir a descrição dos tipos de solos identificados na área do empreendimento.

a) Bruno Não Cálcicos

São solos moderadamente profundos a rasos, de alta fertilidade natural, imperfeitamente drenados e bastante susceptíveis a erosão, apresentando textura arenosa/média no horizonte A e argilosa no horizonte subsuperficial. Caracterizam-se por apresentar pavimento desértico, constituído por calhaus e matações, na superfície do solo.

Do ponto de vista químico são solos com altos valores de saturação de bases, argila de atividade alta, reação moderadamente ácida a praticamente neutra, possuindo em sua composição mineralógica elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis, os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas.

Apresentam como fatores restritivos ao uso agrícola, a soma de bases trocáveis alta, a pedregosidade superficial, a baixa profundidade efetiva, a susceptibilidade à erosão, além da escassez d'água na maior parte do ano.

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

b) Litólicos Eutróficos

São solos rasos, de textura arenosa/média, apresentando pedregosidade/ rochosidade superficial, drenagem moderada a acentuada, sendo bastante susceptíveis à erosão face à reduzida espessura.

Não se presta ao uso agrícola, razão pela qual geralmente apresentam a sua cobertura vegetal preservada. Apresentam fortes limitações no que se refere à deficiência d'água no período seco e à difícil mecanização, em face da pequena profundidade dos solos e da pedregosidade/rochosidade superficial. São comuns as presenças de afloramentos rochosos associados a este tipo de solo.

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

c) Planossolos Solódicos

Esses solos, normalmente relacionados ao relevo plano da superfície pediplanada (Depressão Sertaneja), estão desenvolvidos sobre os litotipos da seqüência gnáissico-migmatítica. São moderadamente profundos a rasos, moderadamente ácidos a praticamente neutros, bastante susceptíveis à erosão, imperfeitamente drenados e de baixa permeabilidade, sofrendo encharcamento durante os períodos chuvosos e fendilhamento nas épocas secas. Apresentam teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais.

O horizonte A é predominantemente fraco, podendo às vezes ser moderado e com textura arenosa, enquanto o horizonte B é textural, com argila de alta atividade e de estrutura moderada a forte. Os fatores limitantes à utilização agrícola são: estrutura colunar ou prismática, soma de bases trocáveis alta, baixa profundidade efetiva, elevada saturação de sódio, susceptibilidade à erosão, excesso de água nos períodos chuvosos e ressecamento nas estações secas, com o horizonte B apresentando condições físicas pouco favoráveis à penetração de raízes. São fortemente limitados pela falta d'água.

Atualmente a exploração destes solos centra-se no extrativismo da carnaúba, além da pecuária extensiva suplementada com pastagens naturais. São aproveitados, também, em pequena escala, com culturas de subsistência.

Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial. O seu aproveitamento preferencial é dirigido para a pecuária com a implantação e intensificação da utilização de novas forrageiras, introdução do sistema de capineiras, bem como o emprego de reservas de forragens para o período seco.

d) Solonetz Solodizados

São solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados, bastante susceptíveis à erosão e com alto teor de sódio nos horizontes subsuperficiais. Apresentam mudança textural abrupta do

horizonte A para o B. O horizonte A é fraco com textura arenosa, enquanto que o B possui textura geralmente argilosa. Ocorrem normalmente associados aos solos Aluviais, nas áreas de relevo plano que margeiam os eixos de drenagem.

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

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

Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial. O seu aproveitamento preferencial é dirigido para pecuária com a implantação e intensificação da utilização de novas forrageiras, introdução do sistema de capineiras, bem como o emprego de reservas de forragens para o período seco.

e) Solos Aluviais Eutróficos

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

Apresentam texturas variadas desde arenosas até argilosas. Quanto às propriedades químicas, apresentam reação desde moderadamente ácida até alcalina, argila de atividade alta, baixa saturação de alumínio e alta saturação de bases.

São solos de grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso, devendo ser cultivados intensivamente. A principal limitação ao uso agrícola decorre da falta d'água, face às insuficientes precipitações pluviométricas nas áreas semi-áridas. Há limitações ao uso de maquinário agrícola, principalmente nos solos argilosos imperfeitamente drenados. Além disso, as áreas destes solos estão sujeitas aos riscos de inundações periódicas.

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

aproveitamento agrícola mais intenso, sendo as várzeas do riacho Batoque exploradas com agricultura de sequeiro.

4.2.2.2 - Uso Atual dos Solos

Com base nos levantamentos de campo efetuados, o uso atual dos solos na região onde será implantada a Barragem Morro, caracteriza-se como uma zona de potencialidade agrícola média, cujas atividades sofrem a influência das irregularidades climáticas. A pecuária é a atividade principal, sendo caracterizada pela criação extensiva, em grandes propriedades, de bovinocultura mista. A agricultura tradicional integrada está baseada nos cultivos de milho, feijão, algodão e capim com produções voltadas para subsistência, alimentação do rebanho e abastecimento do mercado local. O plantio de fruteiras apresenta-se pouco representativo. A cultura do algodão, apesar de tradicional, não tem respondido às expectativas de produção, devido ao ataque de pragas (bicudo).

Quanto à situação das matas ciliares, as várzeas do riacho Batoque apresentam trechos com cobertura vegetal substituída por cultivos agrícolas, capeamentos gramíneo/herbáceos e capoeiras de caatinga de pequeno porte, sendo observado, ainda, trechos com mata ciliar preservada.

Na área da bacia hidráulica da Barragem Morro observa-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo denso, a qual apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do riacho Batoque. Constata-se ao longo deste curso d'água e em alguns trechos de terras altas a substituição da caatinga por cultivos de subsistência (milho, feijão e algodão) e capineiras. Observa-se, ainda, a presença de áreas degradadas pelo extrativismo da lenha e para formação de pastos, bem como áreas em descanso, prática associada à agricultura itinerante desenvolvida na região. Não foi constatado o desenvolvimento de atividade hidroagrícola na área da bacia de contribuição da Barragem Morro, nem tão pouco na área englobada pela sua bacia hidráulica.

4.2.3 - Clima

Segundo a classificação de Köppen, a área do empreendimento possui um clima do tipo BSw'h' - quente e semi-árido, com estação chuvosa no outono. Dentro dos parâmetros estabelecidos por Gaussen, o clima local é 4 ath - tropical quente de seca acentuada, com o período de estiagem durando de 7 a 8 meses e um índice xerotérmico entre 150 e 200. Para caracterização do clima da área do projeto, optou-se pela adoção dos dados provenientes da estação hidroclimatológica de Cratéus, a qual localiza-se relativamente próxima à área do estudo e apresenta uma boa disponibilidade e qualidade de dados.

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre, e uma variação em anos alternados de seus totais. Geralmente, a estação chuvosa tem início no mês de janeiro e se prolonga até maio. O trimestre mais chuvoso é o de fevereiro/abril respondendo por 68,1% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice atinge 88,5%. A pluviometria média anual é de 826,1 mm, podendo-se constatar desvios acentuados em torno desta média, em decorrência da distribuição irregular das chuvas.

A temperatura média anual oscila entre 23,9°C e 29,0°C, apresentando, no decorrer do dia, valores mínimos entre 6 e 7 horas e máximos entre 14 e 15 horas. Os meses de setembro, outubro e novembro apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de março, abril, maio e junho.

A umidade relativa média anual é de 60,2%, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (fevereiro/abril), quando atinge até 78,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 45,0%, de agosto a dezembro.

A insolação média anual é da ordem de 2.613,2 horas, o que corresponderia, em tese, a aproximadamente 59,6% dos dias do ano, com luz solar direta. O trimestre de maior insolação é o de agosto/outubro e o de menor insolação é o de fevereiro/abril.

A nebulosidade definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, chegando a atingir 7,0 décimos em março e o mínimo de 3,0 décimos na maioria dos meses do período de estiagem. A nebulosidade média anual é de 4,5 décimos.

A evaporação média anual é da ordem de 2.904,4 mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 70,1% do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 13,3 mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 3,2 mm/dia, sendo que o trimestre fevereiro/abril responde por apenas 16,4% da evaporação anual.

4.2.4 - Recursos Hídricos

a) Hidrografia

A bacia de contribuição da Barragem Morro encontra-se totalmente inclusa no território do município de Hidrolândia, abrangendo uma área de 57,31 km² e um perímetro de 41,45 km, estando localizada na Bacia do Acaraú, do qual o riacho Batoque é afluente pela margem direita, desaguando na bacia hidráulica do açude Paulo Sarasate. Apresenta índice de compacidade de 1,54 e fator de forma 0,24. Até o local do barramento, o comprimento do riacho Batoque é de 15,45 km com uma declividade média de 0,00457 m/m. O curso d'água apresenta um caráter intermitente. O nível de açudagem da bacia é pouco significativo, contando apenas com reservatórios de pequeno porte, que não permitem a perenização dos seus cursos d'água.

Quanto à bacia hidrográfica do Rio Acaraú, esta drena uma área de 14.422,9 km², desenvolvendo-se, preferencialmente, ao longo de seus 315 km, no sentido sul-norte. A declividade no trecho inicial é forte, reduzindo-se bastante passando a apresentar no restante da bacia relevo predominantemente suave. Embora sua configuração espacial desfavoreça a formação de cheias, com índice de compacidade de 1,85 e fator de forma igual a 0,15, são verificadas grandes enchentes na sua parcela final devido tanto à pluviometria das regiões montanhosas como, em especial, à configuração muito diferenciada da bacia: a parcela de montante tem uma forte tendência a uma forma circular, portanto causadora de picos,

enquanto que a outra, de jusante, se mostra longilínea e estreita. Destacam-se como principais afluentes do Acaraú, os rios dos Macacos, Groaíras, Jacurutu e Sabonete pela margem direita, os dois primeiros com sub-bacias de grande porte, e o rio Jaibaras, pela margem esquerda.

O nível de açudagem na bacia do Acaraú é considerável, com a presença de grandes açudes como o Paulo Sarasate (860,9 hm³) em Varjota, o Edson Queiroz (250,5 hm³) em Santa Quitéria e o Ayres de Sousa (104,4 hm³), em Sobral. De acordo com Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará – PERH, o número total de açudes nesta bacia atinge 684 unidades, com volume global de armazenamento de 1,60 bilhões de m³ e taxa específica de 111,02 mil m³/km².

b) Fontes de Poluição Hídrica Existentes e Potenciais

• Poluição por Efluentes de Esgoto Urbano

Atualmente, um dos maiores problemas enfrentados pela região que compreende a Bacia do Acaraú é a poluição dos recursos hídricos pelo aporte de efluentes de esgotos domésticos, industriais e hospitalares lançados a céu aberto, ou canalizados diretamente para os cursos d'água sem tratamento prévio.

A bacia de contribuição da Barragem Morro, no entanto, não conta com núcleos urbanos de médio e grande porte posicionados no seu território, que possam vir a contribuir com o aporte de efluentes sanitários e industriais a este manancial hídrico, sendo observada apenas a presença do povoado de Betânia que contribui com uma vazão de efluentes da ordem de 0,59l/s. Assim sendo, os riscos de poluição das águas aí represadas por efluentes de esgotos domésticos são considerados pouco significativos, enquanto que os riscos de aporte de efluentes industriais são considerados nulos.

• Riscos de Poluição das Águas Represadas por Agrotóxicos

Não foi constatada a presença de perímetros públicos de irrigação na bacia de contribuição da Barragem Morro. Além disso, a irrigação difusa é uma prática pouco disseminada nesta região, dado à escassez de recursos hídricos. Assim sendo, pode-se afirmar que os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Morro pelo aporte de agrotóxicos são atualmente praticamente nulos.

• Riscos de Salinização das Águas Represadas

A Barragem Morro conta com a presença de solos salinos tanto na sua bacia de contribuição, quanto na bacia hidráulica, sendo os riscos de salinização das águas aí represadas considerados médios. Assim sendo, esta questão precisa ser considerada na etapa de operação deste reservatório.

c) Qualidade das Águas Superficiais

Dado o seu caráter intermitente não foi possível apresentar no presente relatório dados sobre a qualidade das águas do riacho Batoque em termos físico-químicos e bacteriológicos, devendo-se, por

ocasião do estabelecimento da quadra invernos, ser efetuada pela SRH uma campanha de amostras com esta finalidade.

Objetivando analisar a qualidade dos recursos hídricos superficiais da região foram apropriados os dados do Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade efetuado pela COGERH, englobando os reservatórios posicionados na Bacia do Acaraú, na qual o riacho Batoque está inserido.

Quanto ao nível de salinidade, as campanhas de monitoramento empreendidas pela COGERH, em meados de 2001, nos principais açudes do Estado do Ceará revelam que 11 açudes são monitorados na bacia do rio Acaraú, destes, apenas os açudes Carão em Tamboril e São Vicente em Santana do Acaraú apresentaram níveis de cloretos mais elevados, 117,8 e 97,0 mg/L e condutividades elétricas de 0,670 e 0,430 mS/cm, tendo ambos as águas enquadradas na classe C₂ para irrigação. Os demais reservatórios monitorados nesta bacia apresentam níveis de cloretos oscilando entre 14,7 mg/L (açude Ayres de Sousa em Sobral) a 56,9 mg/L (açudes Bonito em Ipu e Edson Queiroz em Santa Quitéria) e a condutividade elétrica variando de 0,100 a 0,380 mS/cm, com o açude Paulo Sarasate, localizado a jusante do reservatório proposto, apresentando nível de cloretos de 22,5 mg/L e condutividade elétrica de 0,210. Quanto a classe de irrigação, os açudes Acaraú Mirim (Massapê), Paulo Sarasate (Varjota), Ayres de Sousa (Sobral), Farias de Sousa (Nova Russas) e Sobral (no município homônimo) foram todos classificados na classe C₁. Os açudes Arrebita (Forquilha), Bonito (Ipu), Edson Queiroz (Santa Quitéria) e Forquilha no município de Forquilha foram enquadrados na Classe C₂.

4.2.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos

Os sistemas aquíferos que ocorrem na bacia hidráulica da Barragem Morro podem ser classificados como aquíferos cristalino e sedimentar, este último representado pelas Aluviões do riacho Batoque. O aquífero cristalino chega a ocupar cerca de 90,0% da área da bacia hidráulica do reservatório. Dentro do contexto aqui estudado, a implantação da Barragem Morro poderá influir na alimentação destes aquíferos através de processos de infiltração vertical.

O aquífero cristalino apresenta a sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento associados à extensão, grau de abertura e conexão das zonas de fraturamento das rochas, tendo um potencial hidrogeológico fraco. A recarga se dá através da pluviometria, rede hidrográfica e Aluviões, apresentando, no entanto, a circulação bastante restrita. Quanto à qualidade das águas, os aquíferos cristalinos apresentam potabilidade dentro do limite de passável a medíocre, devido a elevada concentração salina.

O aquífero Aluvial apresenta potencial hidrogeológico elevado a médio, tendo sua alimentação assegurada pelas precipitações e pelas infiltrações laterais provenientes dos cursos d'água nos períodos de enchentes. Funcionam como exutórios a evapotranspiração e os rios para os quais as águas do aquífero são drenadas no período de estiagem. Quanto à qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade, apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco, quase sempre, inferior a 500 mg/l.

4.3 - MEIO BIÓTICO

4.3.1 - Flora

A cobertura vegetal da área engloba pela bacia hidráulica da Barragem Morro pode ser dividida nos seguintes ecossistemas: caatinga arbustiva aberta e matas ciliares. A caatinga arbustiva aberta constitui a principal formação vegetacional da área em estudo, sendo caracterizada pelo caráter xerófilo. Em termos fitofisionômicos a cobertura vegetal da área apresenta na sua quase totalidade uma fisionomia arbustiva densa, relativamente degradada nas imediações do leito do riacho Batoque.

Aparecem entre as espécies arbóreas desta comunidade: pau branco (*Auxemma onocalyx*), crotatá (*Bromelia plumieri*), mororó (*Bauhinia cheilanta*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), Cajazeira (*Spondias mombim*), cumaru (*Amburana cearensis*), sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), jucá (*Caesalpinia ferrea*) e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), entre outras. O estrato arbustivo é composto por mofumbo (*Combretum leprosum*), marmeleiro (*Croton sonderianus*), pinhão (*Jatropha mollissima*), matapasto (*Cassia sericea*), ciumeiro (*Calotropis gigantea*) e velame (*Croton campestris*). Nas áreas degradadas é freqüente a presença da jurema preta (*Mimosa acustitipula*).

Na área da bacia hidráulica do reservatório a caatinga apresenta-se relativamente preservada nos trechos de encostas. A montante desta área apresenta-se relativamente descaracterizada, pela interferência antrópica, através da agricultura itinerante, pecuária extensiva e retirada de lenha. Observa-se a presença de áreas ocupadas com vegetação secundária (capoeiras de caatinga), que não oferece nenhuma proteção ao solo.

As planícies fluviais dos cursos d'água que cortam a área são ocupadas por matas de várzeas, onde se observa a ocorrência de espécies como oiticica (*Licania rigida*), ingá bravo (*Lonchocarpus sericeus*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e carnaúba (*Copernicia cerifera*), além de capeamentos gramíneo/herbáceos, arbustos e trepadeiras. A mata ciliar do riacho Batoque apresenta-se descaracterizada, estando substituída em diversos pontos por capeamentos gramíneo/herbáceos e capoeiras de caatinga de pequeno porte.

4.3.2 - Fauna

A semi-aridez vigente na região da bacia hidráulica do reservatório, aliada aos constantes desmatamentos e à caça predatória vem contribuindo para que a fauna local se apresente pobre em espécies e com baixo grau de endemismo.

Dentre os mamíferos, as espécies remanescentes apresentam, geralmente, pequeno porte e são reprodutivamente prolíficos, apresentando em geral hábitos noturnos. Aparecem como representantes desta classe: raposa, preá, peba, guaxinim, entre outros. Com relação aos répteis, aparecem com certa abundância cobras, camaleões, tejos e tijubinas, com destaque para as cobras venenosas, dentre as quais a coral verdadeira, a jararaca e a cascavel.

As aves apresentam-se bastante diversificadas na área, muito embora sejam alvo predileto dos caçadores devido os seus valores canoros. Na área em pauta as espécies abundantes são rolinhas, anuns, tetéus, nambus, garças carrapateiras, galos de campina, caborés, etc.

Quanto aos insetos, encontram-se na região pragas nocivas à agricultura como o bicudo do algodão, gafanhotos, formigasa e lagartas, bem como espécies transmissoras de doenças (muriçocas e baratas). Os aracnídeos encontram-se representados por aranhas, escorpiões e lacraias, tendo como habitat preferencial, a caatinga.

A ictiofauna dos rios da região é pobre e altamente adaptada à ecologia regional. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, cangati, cará, piaba e piau comum. Algumas espécies de peixes (curimatã, piau, piaba) descem e sobem o rio “mãe” na época da desova, fenômeno conhecido como piracema.

4.3.3 - Unidades de Conservação

As áreas previstas para implantação das obras, bem como a bacia hidráulica da Barragem Morro não interferem com territórios de unidades de conservação, nem tão pouco irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas.

Com efeito, as unidades de conservação situadas mais próximo da área do barramento, encontram-se representadas pela APA de Ipu, pela Estação Florestal de Experimentação de Sobral, pelo Parque Nacional de Ubajara e pela APA da Serra da Ibiapaba, que distam respectivamente cerca de 38,0 km, 75,0 km, 87,0 km e 80,0 km da área da bacia hidráulica da Barragem Morro, estando todas situadas fora do território do município de Hidrolândia.

4.4 - MEIO ANTRÓPICO

4.4.1 - Área de influência Funcional

4.4.1.1 - Aspectos Demográficos

Compõe a área de influência funcional do empreendimento, o município de Hidrolândia situado na porção noroeste do Estado do Ceará, na Microrregião de Santa Quitéria, ocupando uma área de 978,8 km². De acordo com o IBGE, em 2000, a população total do município era constituída por 17.687 habitantes. Nesse ano, a taxa de urbanização do município atingiu um percentual de 51,6%.

A carga demográfica calculada para o município atingiu uma média de 18,07 hab/ km², bem inferior à densidade demográfica constatada para o Estado (50,77 hab/ km²). No que se refere à análise da estrutura populacional por sexo, observou-se uma leve dominância do sexo feminino sobre o masculino, com 50,4% contra 49,6%.

A taxa anual de crescimento da população total do município verificada no período intercensitário de 1996/2000, demonstrou um decréscimo de – 0,12% ao ano. Nesse período, a população urbana apresentou um crescimento pouco significativo, com taxa de 0,43%, enquanto a população rural regrediu a uma taxa média de – 9,91% ao ano.

Com relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (2000) indicam que 75,9% das pessoas responsáveis pelos domicílios recebe mensalmente rendimentos inferiores a dois salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população.

A taxa de analfabetismo atinge um percentual de 31,82% de analfabetos e semianalfabetos entre o total de pessoas maiores de 5 anos de idade, índice superior ao registrado para o Estado (29,3%).

Constitui outro importante parâmetro para análise da qualidade de vida e o 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. Para o município de Hidrolândia o IDH-M, em 1991, atingiu 0,390. Em 2000, o IDH-M teve uma considerável melhora passando para 0,638.

4.4.1.2 - Infra-estrutura Física e Social

a) Setor Educacional

O setor educacional do município dispõe dos três níveis regulares de ensino (educação infantil, fundamental e médio). Os estabelecimentos de ensino, em sua maioria sob a administração do município, somavam, em 1999, um total de 60 escolas oferecendo o ensino de educação infantil, 63 o ensino fundamental e apenas duas escolas com ensino médio.

O número de alunos matriculados nestes estabelecimentos, no período letivo de 1999, atingiu 6.563 alunos. O maior número de alunos foi matriculado no ensino fundamental (77,1%). O corpo docente que ministrava aula aos ensinos de educação infantil, fundamental e médio perfazia um total de 305 professores.

A taxa de evasão no ensino médio (21,86%) superou aquela constatada para o ensino fundamental (12,22%), demonstrando a necessidade dos jovens buscarem oportunidades de emprego.

b) Setor Saúde

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios estão abaixo das reais necessidades da comunidade, conforme acontece na maior parte das cidades nordestinas. Em 1998, o número de unidades de saúde ligadas ao SUS – Sistema Único de Saúde correspondia a sete, sendo 57,1% destas referentes a postos e centros de saúde. O município não dispunha de hospital. Nesse mesmo ano estava disponibilizada uma equipe de 149 profissionais de saúde, destes 14,1% eram médicos, 42,3% agentes comunitários de saúde, 34,2% outros profissionais de saúde de nível médio, 4,0% enfermeiros e outros

4,0% dentistas. O número de famílias acompanhadas pelo Programa de Saúde da Família atinge 3.193, perfazendo uma população assistida de 14.081 pessoas.

Quanto as doenças de veiculação ou origem hídrica, de acordo com dados da Secretaria de Saúde do Estado – SESA, foram notificados no ano de 1999, no município de Hidrolândia, 23 casos de hepatite viral e 169 casos de diarreias, tendo sido computado no caso desta última doenças apenas o número de notificações efetuadas no primeiro semestre do ano. A ocorrência destas doenças se deve, principalmente, à falta de saneamento básico adequado.

A taxa de mortalidade infantil calculada para o município de Hidrolândia, em 1999, atingiu 39,5‰, óbitos entre os menores de um ano de idade por mil nascidos vivos, apresentando-se bastante superior à calculada para o Estado (34,9‰).

c) Setores de Comunicação e Transportes

No caso específico da telefonia, existiam, em 1998, 320 terminais telefônicos instalados no município de Hidrolândia. A entidade mantedora dos serviços telefônicos é a TELEMAR.

A ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, mantinha em 1998, uma agência de correios na sede municipal, sendo que o município de Hidrolândia contava ainda com uma caixa de coleta e um posto de correio.

d) Setor Transportes

O setor de transportes é constituído por rodovias estaduais e municipais. As estradas municipais que permitem o acesso às localidades e fazendas mostram-se em situação física precária na estação chuvosa e perfazem cerca de 186 m de extensão. O acesso a sede municipal é feito através da CE-257, que interliga a cidade de Hidrolândia a BR-020 em Canindé e a BR-403 em Ipu.

O acesso aéreo é permitido através do campo de pouso pertencente à Prefeitura Municipal, cujo revestimento da pista é em piçarra, enquanto que o acesso ferroviário mais próximo refere-se a linha da Companhia Ferroviária do Nordeste - CFN existente no município de Ipu.

d) Energia Elétrica e Saneamento Básico

Em 1998, existia no município de Hidrolândia um total de 2.962 ligações de energia elétrica nas diversas classes de consumo, predominando a classe residencial, com 86,4% das ligações. Na zona rural, eram atendidos 33 consumidores (1,1% do total). O consumo total de energia atingiu no referido ano, 3.958 Mwh, sendo a maior taxa de consumo alcançada pelo setor residencial (54,4% do consumo total). O fornecimento de energia elétrica se encontra a cargo da COELCE – Companhia de Eletrificação do Ceará.

O sistema de abastecimento d'água no município de Hidrolândia é operado pela CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Segundo dados do IBGE, em 2000, 29,5% dos domicílios do município eram desprovidos de rede geral de abastecimento de água, enquanto 39,2% contava com esse tipo de benefício. O percentual restante (31,3% dos domicílios) se utilizava de poços como fonte de abastecimento d'água.

Quanto à existência de esgotamento sanitário, o município de Hidrolândia apresentava, em 2000, 55,2% dos domicílios com instalações sanitárias centradas no uso de fossas, enquanto 42,6% dos domicílios não dispunha de instalações sanitárias.

Com relação ao destino final do lixo, em 2000, segundo o IBGE, 37,6% dos domicílios do município eram atendidos pela coleta pública, sendo predominante o percentual de domicílios que lançava o lixo em locais inadequados como terrenos baldios, cursos d'água, entre outros (52,8%).

4.4.1.3 - Atividades Econômicas

a) Setor Primário

De acordo com o IBGE, em 1996, a atividade agropecuária predominante no município de Hidrolândia era a agricultura, participando com cerca de 59,0% do valor bruto da produção do setor.

Com relação à área colhida, dados do IPLANCE de 1999, apontam as culturas do feijão e do milho como as mais representativas, com 3.200 e 3.000 ha colhidos, respectivamente. Quanto ao valor da produção, a cultura mais representativa era o feijão, vindo em seguida o milho.

A pecuária do município apresentava como efetivo de principal retorno econômico, em 1997, o rebanho bovino (14.650 cabeças). Quanto aos efetivos de pequeno e médio porte, destaca-se o plantel avícola com 26.780 cabeças, ovino (15.920 cabeças), caprino (4.480 cabeças) e suíno (4.185 cabeças). Geralmente, boa parte dos efetivos de pequeno e médio porte são destinados à subsistência dos produtores.

b) Setores Secundário e Terciário

O setor industrial do município de Hidrolândia dispunha, em 1998, de 15 estabelecimentos cadastrados, todos pertencentes ao ramo de indústrias de transformação, com destaque para os gêneros Madeira e Mobiliário com sete fábricas e Produtos Alimentares, com quatro estabelecimentos.

Quanto ao setor terciário, foram cadastrados em 1998, 304 estabelecimentos comerciais ativos, dos quais 75,0% pertencem ao ramo de Produtos de Gêneros Alimentícios, e apenas um estabelecimento do Setor Serviços.

4.4.1.4 - Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária vigente no município de Hidrolândia revela de imediato, a grande concentração fundiária típica da região Nordeste, onde a pequena e a média propriedade prevalecem em número sobre a grande propriedade ocupando, entretanto, um baixo percentual da área total.

Em 1999, conforme dados do IPLANCE, as pequenas propriedades classificadas como minifúndio chegavam a representar 52,2% do número total de propriedades ocupando apenas 16,2% da área total dos imóveis. Por outro lado, as médias e grandes propriedades, representando apenas 7,6% do total dos imóveis rurais, ocupavam 39,7% da área total das propriedades rurais.

4.4.2 - Área de Influência Física

4.4.2.1 - Generalidades

Foram efetuados levantamentos expeditos de campo na área da bacia hidráulica da Barragem Morro, em meados de 2002, por equipe do Consórcio ANB/HIDROSTUDIO, os quais procuraram englobar todas as propriedades que serão afetadas com a implantação do reservatório.

Os levantamentos efetuados procuraram obter informações relativas ao número de propriedades a serem desapropriadas e suas respectivas áreas, infra-estruturas de uso público a serem atingidos, populações a serem remanejadas e atividades econômicas a serem paralisadas, entre outros. Apresenta-se a seguir a caracterização da área da bacia hidráulica elaborada com base nos dados levantados em campo.

4.4.2.2 - Estrutura Fundiária

Os levantamentos preliminares de campo efetuados pelo Consórcio HIDROSTUDIO/ANB permitiram identificar que o número de imóveis atingidos pela formação do reservatório será da ordem de 10 imóveis rurais.

A situação fundiária vigente na área da bacia hidráulica da Barragem Morro caracteriza-se pela elevada concentração das terras com quatro propriedades abrangendo 87,9% da área total dos imóveis aí existentes. As pequenas e médias propriedades em número de cinco imóveis respondem apenas por 12,0% da área e uma propriedade não teve a sua área informada.

4.4.2.3 - População Atingida

Quanto aos aspectos demográficos, a área onde será implantada a Barragem Morro apresenta, em geral, densidade demográfica rarefeita, com sete dos imóveis atingidos não contando com população nas áreas que serão submersas, enquanto que uma única propriedade terá 13 habitações atingidas, estando 76,5% da população que será desalojada aí posicionada.

A população a ser desalojada da área da bacia hidráulica da Barragem Morro perfaz um contingente de 170 pessoas, distribuídas em 22 famílias. Com base nos valores apresentados, pode-se afirmar, que o contingente populacional a ser remanejado apresenta-se relativamente expressivo.

Quanto às expectativas da população foi constatado que o contingente de proprietários rurais tem preferência por se estabelecer nas áreas remanescentes das propriedades, enquanto os moradores sem terra e os proprietários que terão suas propriedades totalmente submersas preferem ser reassentados em agrovila a ser implantada.

4.4.2.4 - Terras Indígenas

De acordo com informações fornecidas pela FUNAI – Fundação Nacional do Índio, não há ocorrência de reservas indígenas na área da bacia hidráulica da futura Barragem Morro.

4.4.2.5 - Infra-Estruturas de Uso Público a serem Atingidas

Com a formação do reservatório proposto, algumas infra-estruturas de uso público serão submersas fazendo-se necessário suas relocações, estando estas representadas por uma escola localizada na ombreira direita do barramento, a qual ficará ilhada, além de uma igreja evangélica.

O setor elétrico encontra-se representado por redes de distribuição de baixa tensão. O setor rodoviário da bacia hidráulica é constituído exclusivamente por estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e aos povoados da região.

4.4.2.6 - Atividades Econômicas a serem Paralisadas

As atividades econômicas a serem paralisadas na área da bacia hidráulica da Barragem Morro encontram-se representadas, principalmente, pela agricultura de subsistência, centrada nos cultivos de milho, feijão e algodão, sendo constatado em algumas propriedades a presença de cajueiros. A produção agrícola destina-se à subsistência do produtor rural e sua família na maioria das propriedades pesquisadas.

A atividade pecuária é praticada de forma extensiva, estando centrada no rebanho bovino. A alimentação do rebanho é complementada com restos culturais e em algumas propriedades com forrageiras.

4.4.2.7 - Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico

Não foi constatada na área da bacia hidráulica do futuro reservatório a ocorrência de monumentos históricos, sítios arqueológicos e paleontológicos, ou cavernas e grutas tombados, em processo de tombamento ou apenas identificados preliminarmente pelos órgãos competentes.

Em consulta realizada ao IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – 4ª Coordenação Regional e ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral sobre a ocorrência de sítios arqueológicos e paleontológicos na região do estudo, estes órgãos informaram que não constam em seus arquivos o registro de sítios arqueológicos e paleontológicos no município de Hidrolândia, o que não significa a inexistência destes na região.

Apesar disso, qualquer área escolhida para a implantação de obras hídricas pode ser considerada como de elevado potencial arqueológico e paleontológico. Com efeito, a experiência tem revelado que áreas até 500m das margens das drenagens mais importantes, apresentam alta incidência de artefatos pré-históricos, pois são áreas preferenciais para assentamento de populações dado a boa oferta de água, alimentos e matéria-prima para fabricação de instrumentos líticos. Além disso, os terraços fluviais e aluviões em geral recebem materiais fósseis transportado pelos rios. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados na área antes do início das obras.

5 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

5 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

5.1 - METODOLOGIA ADOTADA

O método de avaliação adotado para a análise ambiental do projeto será uma listagem de controle (checklist) escalar. Consiste numa lista de todos os parâmetros e fatores ambientais que podem ser afetados pela implantação e operação do empreendimento, acrescidas da atribuição de uma escala de valores subjetivos aos parâmetros. O referido método atribui valores numéricos ou em forma de símbolos (letras e sinais) para cada fator ambiental, permitindo assim que sua avaliação qualitativa.

Desta forma, os impactos ambientais identificados serão discriminados de modo sistemático na checklist, considerando o seu caráter benéfico ou adverso, à nível dos meios abiótico, biótico e antrópico. Na análise dos impactos serão considerados os critérios de extensão; natureza; horizonte temporal, ou seja, a partir de quanto o impacto passa a ocorrer; reversibilidade; intensidade e duração/periodicidade, sendo adotado os seguintes indicadores:

- **Extensão:** 1- Restrita a área parcial dentro do projeto, 2- Abrange toda a área do projeto, 3- Abrange a área do projeto e atinge parcialmente a área de influência funcional, 4- Abrange a área do projeto e atinge toda a área de influência funcional, 5- Abrange a área de influência funcional do projeto e 6- Abrange parcialmente a área do projeto e a área de influência funcional;
- **Natureza:** D - Direto e I - Indireto
- **Horizonte Temporal:** i - Imediatamente, m - A médio prazo e l - A longo prazo;
- **Reversibilidade:** R - Reversível e Ir - Irreversível;
- **Intensidade:** F - Fraco, M - Médio e Ft - Forte;
- **Duração/Periodicidade:** T - Temporário (Tc - De curta duração, Tm - De média duração e Tl - De longa duração), P - Permanente e C - Cíclico.

Objetivando melhorar a visualização da dominância do caráter dos impactos na checklist, o método adota a prática de colorir de verde os impactos benéficos e de vermelho os adversos. As tonalidades forte, média e clara dessas cores indicam, respectivamente, a importância significativa, moderada ou não significativa do impacto. Complementando a análise empreendida é designada a probabilidade de ocorrência dos impactos como alta, média e baixa.

5.2 - CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

A checklist de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao Projeto da Barragem Morro é apresentada no Quadro 5.1. Os impactos foram lançados segundo as etapas do empreendimento (implantação e operação), considerando os meios abiótico, biótico e antrópico. No caso específico da checklist elaborada para o projeto ora em análise os símbolos (letras ou sinais) foram substituídos pela grafia do significado correspondente visando facilitar a compreensão da avaliação empreendida.

QUADRO 5.1

1, 2, 3

5.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

5.3.1 - Impactos sobre o Meio Abiótico

Durante a implantação do empreendimento os impactos adversos incidentes sobre o meio abiótico da área das obras civis decorrem, principalmente, dos desmatamentos localizados e dos cortes, aterros e escavações requeridos durante a construção das obras e explorações das áreas de empréstimos. Haverá emissão em larga escala de poeiras e poluição acústica prejudicando temporariamente a qualidade do ar, além de pequenos abalos sísmicos provocados pelas detonações de explosivos durante a exploração da pedreira e as escavações requeridas na fundação e para construção do vertedouro.

Haverá perdas pontuais da qualidade dos solos decorrentes do desencadeamento de processos erosivos, resultando no carreamento superficial de sólidos para os cursos d'água periféricos. Consequentemente, haverá contribuições ao assoreamento dos leitos fluviais dos referidos cursos d'água e um aumento dos níveis de turbidez das águas.

Com o desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório (205 ha), haverá uma redução das taxas de infiltrações das águas pluviais, principalmente nas áreas com permeabilidade do solo baixa, com reflexos negativos sobre a recarga dos aquíferos. As condições climáticas da área serão alteradas ocorrendo uma pequena elevação da temperatura, ao nível de microclima, devido à erradicação da vegetação da área da bacia hidráulica. Em contrapartida, o desmatamento objetiva a preservação da qualidade da água represada, uma vez que evita a sua eutrofização pelo apodrecimento da vegetação que seria submersa.

As degradações impostas pela remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica (poeira, ruídos, erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água) serão irrelevantes, estando restritas a áreas pontuais, sendo mais expressiva apenas nas áreas onde houver maior adensamento de habitações.

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

Quanto à ocorrência de patrimônio paleontológico nas áreas das obras, os levantamentos de campo, desenvolvidos em caráter preliminar, não detectaram nenhuma evidência da presença de sítios paleontológicos na área do empreendimento, também não há registros nos arquivos do DNPM de evidências paleontológicas no território do município de Hidrolândia. Entretanto como os terraços fluviais

e aluviões recebem materiais fósseis transportados pelos rios, pode-se afirmar que toda área escolhida para a implantação de obras hidráulicas apresenta elevado potencial paleontológico, razão pela qual os órgãos competentes exigem o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras.

Quanto à submersão de grandes extensões de solos agricultáveis, pode-se afirmar que cerca de 90,0% dos solos existentes na área da bacia hidráulica do reservatório apresentam limitações ao desenvolvimento hidroagrícola. Apresentam como restrições ao uso agrícola a pedregosidade e/ou rochosidade superficial, a pouca profundidade efetiva e a susceptibilidade a erosão, no caso dos Litólicos e dos Bruno Não Cálculos. Já os Planossolos Solódicos e os Solonetz Solodizados apresentam elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais e problemas de encharcamento/fendilhamento. Os Solos Aluviais que apresentam potencial agrícola médio a elevado, por sua vez, sofrem riscos de inundações periódicas.

Merece ressalva, no entanto, o fato da Barragem Morro contar com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) na sua bacia de contribuição. Assim sendo, embora esta apresente tempo de detenção baixo (02 anos), os riscos de salinização das águas represadas podem ser considerados médios, razão pela qual esta questão precisa ser considerada na operação do reservatório.

O meio abiótico sofrerá, ainda, a redução temporária do escoamento natural do riacho Batoque durante a época chuvosa por ocasião da construção das obras; alterações no nível do lençol freático nas áreas de entorno do reservatório com a formação do lago, e redução do incremento anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas de jusante que não terão os nutrientes dos solos renovados naturalmente.

Haverá, ainda, a possibilidade de desencadeamento de processos erosivos a jusante do reservatório, uma vez que a retenção de sedimentos pelo barramento liberará para jusante uma água limpa com elevado potencial erosivo, entretanto está não deverá ser significativa, já que o rio neste trecho apresenta uma planície fluvial não muito larga, não havendo riscos de deslocamento do seu talvegue e consequente formação de meandros.

Com o início da operação do reservatório haverá, também, aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na bacia do riacho Batoque permitido pela sua perenização e pela própria presença do reservatório, possibilitando o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, bem como da cidade de Hidrolândia, beneficiando no horizonte do projeto uma população urbana da ordem de 14.688 habitantes. Haverá, ainda, o desenvolvimento da irrigação difusa nas áreas ribeirinhas de jusante e da piscicultura extensiva no lago a ser formado, além da dessedentação animal.

Ressalta-se ainda que o desenvolvimento da irrigação difusa proporcionado pela implantação do empreendimento ora em análise, certamente resultará num ligeiro aumento no consumo de agrotóxicos, havendo riscos de poluição hídrica principalmente nas imediações das áreas irrigadas. Tal impacto, no

entanto, pode ser revertido com a difusão através de um programa de educação ambiental de regras sobre o uso e manejo correto de agrotóxicos junto aos produtores rurais.

O fornecimento de uma vazão regularizada para o suprimento da demanda humana urbana e industrial, por sua vez, implicará em incrementos na poluição hídrica associados ao lançamento de efluentes sanitários e industriais "in natura" a céu aberto ou a sua canalização para os cursos d'água, o que pode ser contornado com a implementação de um sistema de esgotamento sanitário na cidade de Hidrolândia.

Os riscos de poluição das águas represadas na Barragem Morro por efluentes sanitários e industriais são considerados nulos, já que a referida barragem não conta com núcleos urbanos de porte posicionados na sua bacia de contribuição, sendo constatado aí apenas a presença do povoado de Betânia que contribui com uma vazão de esgotos da ordem de 0,59 l/s.

Quanto à possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, a Barragem Morro localiza-se numa bacia onde não existem grandes reservatórios a montante, sendo constatada apenas a presença do açude Paulo Sarasate (891,11 hm³) a jusante, ou seja, não recebe afluições significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos só podem ser armazenados a jusante pelo açude Paulo Sarasate.

Quanto aos riscos de sismicidade induzida estes são praticamente nulos, visto que os eventos sísmicos registrados na área de influência do reservatório são de magnitude baixa a moderada e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa.

5.3.2 - Impactos sobre o Meio Biótico

Os impactos negativos sobre o meio biótico ocorrerão logo após a desapropriação dos imóveis, pois haverá incentivo ao aumento da exploração extrativa vegetal, com o intuito de obtenção de benefícios em termos de renda. Tal atividade impactará negativamente a flora e provocará pequena evasão da fauna para as áreas circunvizinhas. Na instalação do canteiro de obras o desmatamento requerido também atingirá pequena monta e estará restrito a uma área pontual, incorrendo em danos a flora e degradação do habitat da fauna, só que numa escala relativamente reduzida.

Assim sendo, o impacto mais significativo que incide sobre o meio biótico decorre do desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório. Devido à erradicação extensiva da cobertura vegetal haverá perda do patrimônio florístico e genético da flora e destruição do habitat da fauna terrestre e da avifauna, o que pode resultar em extinção de algumas espécies nativas, alterando a composição da fauna.

Ressalta-se que na área da bacia hidráulica da Barragem Morro a fisionomia da vegetação apresenta-se variável, observando-se um predomínio da caatinga arbustiva densa, alternando-se com cultivos agrícolas e áreas com campos de macegas e capoeira de caatinga de baixo porte. As matas ciliares encontram-se degradadas em diversos trechos ao longo do riacho Batoque, apresentando a cobertura vegetal original substituída por áreas antropizadas compostas por plantios agrícolas e campos de

macegas. Nos demais eixos de drenagem as matas ciliares apresentam-se relativamente preservadas. A área a ser desmatada abrange cerca de 205 ha.

A fauna apresenta-se pouco representativa, sendo composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, os quais apresentam-se pouco diversificados, sendo os insetos o grupo faunístico com maior significância na área.

Não foi constatada a ocorrência de endemismo na composição da vegetação ou da fauna, e as áreas previstas para as obras, bem como a bacia hidráulica do reservatório não estão localizadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas. Com efeito, as unidades de conservação situadas mais próximo da área do barramento, encontram-se representadas pela APA de Ipu, pela Estação Florestal de Experimentação de Sobral, pelo Parque Nacional de Ubajara e pela Apa da Serra da Ibiapaba, que distam respectivamente cerca de 38,0 km, 75,0 km, 87,0 km e 80,0 km da área da bacia hidráulica da Barragem Morro, estando todas situadas fora do território do município de Hidrolândia.

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

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

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

A interrupção temporária do fluxo d'água na calha do riacho Batoque, durante a implantação das obras prejudicará a ictiofauna. Além disso, a presença física do barramento provocará a interrupção do fenômeno da piracema (migração dos peixes para as cabeceiras dos rios no período de desova), com extinção de algumas espécies.

Em contrapartida, com a formação do reservatório será criado um habitat permanente para a fauna aquática, muito embora algumas espécies não se adaptem a alteração do regime hídrico de lótico para lêntico. Além disso, o fornecimento de vazão regularizada para a área de jusante permitirá a renovação

periódica das águas represadas na Barragem Morro, preservando a sua qualidade e beneficiando de forma indireta o bioma aquático.

5.3.3 - Impactos sobre o Meio Antrópico

Durante a execução da pesquisa de campo, houve a difusão da notícia de que seria construído na região um reservatório para abastecimento da cidade de Hidrolândia, bem como para o suprimento da população ribeirinha de jusante e para a dessedentação animal. Tal notícia impactou de forma benéfica à população que tinha como anseio poder contar com uma fonte hídrica permanente suprimindo a carência hídrica da região. Observou-se também um certo receio de não receber indenizações justas e em tempo hábil.

Quanto à desapropriação de terras e conseqüente mobilização de um contingente populacional para fora da área. No caso do projeto ora em pauta, estes efeitos podem ser considerados relativamente significativos, uma vez que resultará na relocação de um contingente populacional composto por 170 pessoas distribuídas em 22 famílias. Ressalta-se, no entanto, que uma parcela desta população poderá continuar residindo em áreas remanescentes das propriedades que serão apenas parcialmente atingidas. Com efeito, os 10 imóveis que terão suas áreas total ou parcialmente submersas pelo reservatório, perfazem uma área total de 1.205 ha. Como a área da bacia hidráulica da Barragem Morro perfaz apenas 205 ha, pode-se afirmar que algumas propriedades contarão com áreas remanescentes.

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

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

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

Quanto às atividades econômicas paralisadas, centradas na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência, estas são pouco significativas, dado à escassez de recursos hídricos na região e ao fato de boa parte dos solos da área apresentarem restrições ao uso agrícola. A infra-estrutura privada abandonada será de pouca monta, estando restrita a habitações, estábulos, currais e cercas. Não

haverá desemprego significativo da mão-de-obra, uma vez que uma parcela da população pode continuar explorando o restante de suas terras.

Com relação à infra-estrutura de uso público atingida esta se encontra restrita a trechos de estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais da região e de rede elétrica de baixa tensão, além de uma igreja evangélica e de uma escola localizada na ombreira direita que terá seu acesso submerso, ficando ilhada.

Durante a implantação das obras, as cidades de Hidrolândia e Santa Quitéria, localizadas nas proximidades da área do projeto, terão suas funções econômicas e sociais sensivelmente alteradas pelo início dos trabalhos e, em particular, pelo aparecimento da nova comunidade operária. Dado a proximidade da área do empreendimento do núcleo urbano de Santa Quitéria, centro polarizador da economia da região, é muito provável que o contingente obreiro exerça um aumento na demanda de bens e serviços neste núcleo urbano, entretanto dado o maior porte apresentado por este, os impactos decorrentes desta ação só serão sentidos em áreas localizadas. Do conjunto de impactos que surgem desse contato, pode-se prever os seguintes:

Geração de mini-inflação: com a chegada do contingente obreiro, haverá um aumento da demanda por bens e serviços na região. Como a oferta dificilmente irá aumentar na proporção necessária, pode-se prever uma elevação dos preços que, em alguns casos pode chegar a ser bastante significativa. Os principais prejudicados por este processo inflacionário serão os habitantes locais, cujas rendas não acompanham estes aumentos de preços. O contingente obreiro, por sua vez, tem remunerações normalmente superiores à média regional, estando assim mais imunes à carestia. Além disso, em torno do canteiro de obras geralmente surge um setor informal dedicado as atividades terciárias diversas, que interferem na disponibilidade de bens e serviços, aumentando sua oferta e sua demanda como consumidor. Como conseqüência, este setor tem um papel importante, ainda que dúbio, sobre a geração da mini-inflação regional;

Provável ocorrência de choques culturais entre os costumes nativos e os dos recém-chegados, com reflexos sobre as relações familiares e sociais;

Pressão sobre a infra-estrutura existente: o aporte do contingente obreiro gerado pelo empreendimento criará pressão de demanda sobre o conjunto de serviços públicos existentes, dimensionados apenas para o atendimento da população local;

Mercado de trabalho: dada a sua magnitude, o empreendimento irá interferir no mercado de trabalho da região, através da oferta de um grande número de empregos para mão-de-obra não qualificada (cerca de 250 empregos). A oferta de empregos com salários superiores aos vigentes na região provocará a evasão da mão-de-obra dos setores produtivos tradicionais. Entretanto estes impactos não serão tão relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada, se caracterizando como expulsadora de mão-de-obra;

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

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

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

Há possibilidade de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro radicado no canteiro de obras, ou atraído pelas obras e fixado nos núcleos urbanos da região e favorecidas pelas novas condições sanitárias agravadas com o aumento da população;

O intenso tráfego de máquinas e caminhões pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo a população;

Riscos de desmoronamentos dos taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e granular, dado a estrutura pouco coesa do terreno;

Riscos de acidentes com explosivos durante a exploração da pedreira e as escavações da fundação e do vertedouro.

Além dos problemas de saúde acima mencionados, durante o desmatamento da bacia hidráulica do reservatório aumentam os riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos, tanto para os trabalhadores engajados nesta atividade, como para a população periférica. Assim sendo, durante a implantação das obras é previsível a ocorrência de pressão sobre a infra-estrutura do setor saúde regional, dimensionado apenas para o atendimento da população nativa.

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

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

A exemplo do que ocorre com o patrimônio paleontológico, os riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico também podem ser considerados relevantes, visto que qualquer área escolhida para a implantação de obras hídricas pode ser considerada como de elevado potencial arqueológico. Com efeito, a experiência tem revelado que áreas até 500m das margens das drenagens mais importantes, apresentam alta incidência de artefatos pré-históricos, pois são áreas preferenciais para assentamento de populações dado a boa oferta de água, alimentos e matéria-prima para fabricação de instrumentos líticos. Assim sendo, deverá ser implementada a realização de estudos mais acurados antes do início das obras, inclusive com a execução de prospecções arqueológicas caso se faça necessário.

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

Com o início da operação do reservatório, haverá um impulso no desenvolvimento do setor primário da região através do desenvolvimento da irrigação difusa nas áreas ribeirinhas pela iniciativa privada decorrente da perenização do riacho Batoque, o que permitirá ao homem rural auferir rendas superiores às obtidas na agricultura de sequeiro, tendo reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

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

O empreendimento ora em análise garantirá ainda o reforço ao abastecimento d'água humano da cidade de Hidrolândia beneficiando, no horizonte do projeto, uma população urbana da ordem de 114.688 habitantes, além da população ribeirinha de jusante. Com a garantia de um fornecimento d'água regularizado haverá incentivo ao desenvolvimento dos setores industrial e de comércio e serviços da cidade de Hidrolândia.

O fornecimento d'água regularizado elevará os padrões de higiene da população, além de permitir o consumo de água de boa qualidade. Tudo isso impactará de forma benéfica à saúde da população e conseqüentemente o próprio setor saúde, pois são bastante representativos os números de casos de doenças de veiculação hídrica por ingestão de água contaminada na região.

Com relação à ocupação da mão-de-obra, haverá um aumento na oferta de empregos estáveis, tornando as relações de produção mais humanas e o modo de vida da população mais estruturado, dado o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada e dos setores industrial e de comércio e serviços na cidade de Hidrolândia.

A operação e manutenção da infra-estrutura do reservatório demandarão serviços que geram uma oferta adicional de oportunidades de empregos permanentes. O aumento da renda do homem rural, por sua vez, propiciará uma maior demanda de bens e serviços de consumo que dinamizará as atividades econômicas dos centros urbanos próximos. Tudo isso resultará na redução dos problemas sócio-econômicos decorrentes do fenômeno das secas, dado a fixação do homem no campo.

6 - PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS

6 - PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS

6.1 - GENERALIDADES

O melhor aproveitamento dos impactos benéficos e a mitigação ou a absorção de impactos adversos decorrentes da implementação do empreendimento, somente serão possíveis mediante a adoção de medidas de proteção ambiental preconizadas a seguir. Os planos aqui apresentados compreendem diretrizes gerais, devendo ser posteriormente convertidos em projetos específicos, adequados a realidade local.

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

6.2 - PLANO DE DESMATAMENTO ZONEADO DA BACIA HIDRÁULICA

O desmatamento zoneado da área a ser inundada objetiva, além do atendimento à legislação vigente, atingir as seguintes metas: limpeza da área da bacia hidráulica, tendo em vista a conservação da água represada; salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; preservação da faixa de proteção do reservatório definida pela Resolução CONAMA nº 004/85; aproveitamento dos recursos florestais gerados pelo desmatamento; proteção dos trabalhadores e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A Barragem Morro, ora em análise, deverá inundar uma área de 205 ha, cuja cobertura vegetal encontra-se composta predominantemente por vegetação de caatinga arbustiva densa, enquanto que as áreas de várzeas apresentam a vegetação nativa substituída por capeamentos gramíneo/herbáceos, capoeiras de caatinga de porte arbustivo e cultivos agrícolas. Cerca de 29,0% da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica encontra-se degradada.

Para a concepção do projeto de desmatamento zoneado da área do reservatório deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico, visando, não só a identificação e caracterização destes recursos, como a verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes, devendo ser executadas as seguintes tarefas: elaboração de perfis representativos de cada fácies vegetal identificada na área; elaboração de um mapa da composição florística da área da bacia hidráulica e cercanias, identificando as áreas de reservas ecológicas e zonas de refúgio para a fauna; identificação das espécies da fauna, definindo as espécies de maior importância ecológica no que diz respeito aos seus hábitos, fontes de nutrição, migrações e interações com o meio natural; identificação dos locais de pouso e reprodução de aves, de desova dos répteis, além de refúgios e caminhos preferenciais da fauna.

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 (199 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.

No caso específico da Barragem Morro as áreas a serem preservadas estão restritas à faixa de proteção do reservatório conforme dita a Resolução CONAMA nº 004/85. Assim sendo, deve ser desapropriada pela SRH uma faixa marginal de 100 m, medidos horizontalmente da cota de máxima inundação, a qual será destinada à faixa de proteção do reservatório. Esta área serve de barreira ao aporte de sedimentos e agentes poluentes, bem como de reserva vital à recuperação e/ou melhoria do sistema natural da área de influência do reservatório.

Quanto às técnicas de desmatamento, a área a ser englobada pela bacia hidráulica do reservatório apresenta solos rasos a medianamente profundos, com ocorrência de afloramentos rochosos, relevo suave ondulado a ondulado e densidade vegetacional média a densa nas áreas de matas e capoeiras. 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.

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 acuadaos poderão provocar acidentes. Além disso, deve ser estabelecida uma fiscalização que proíba a caça durante os trabalhos de desmatamentos.

Os recursos florestais da área contam com espécies de valor econômico e/ou medicinal, além daquelas fornecedoras de madeira e lenha. Com exceção das espécies destinadas a exploração da lenha, as demais espécies apresentam-se esparsamente distribuídas na área a ser desmatada. Para um melhor aproveitamento da madeira devem ser adotadas as seguintes recomendações:

Concessão de franquia à população para a exploração da lenha e de tipos vegetais úteis à medicina caseira, proporcionando assim um estímulo ao replantio;

Coordenação dos órgãos públicos envolvidos no sentido de orientar a população quanto às formas de acondicionamento e os melhores usos, segundo os vários tipos de vegetais;

Acondicionamento de espécies vegetais raras em bancos de germoplasma para posterior replantio na área da faixa de proteção do reservatório.

A quantificação do estoque madeireiro existente na área a ser desmatada deverá ser efetuada através de amostragem aleatória de blocos com dimensões 10 m x 10m, dentro dos quais serão avaliados os seguintes parâmetros: diâmetro da altura do peito (DAP) de cada espécie; DAP médio de cada bloco; altura média (H) de cada espécie e dos blocos; volume médio (V) das árvores de cada bloco; fator de empilhamento (Fe) de cada bloco. Os valores obtidos são importantes para a análise do crescimento vegetal, bem como para a comercialização do estoque madeireiro.

A execução do desmatamento demandará um período de 13 dias, tendo como base o rendimento do método mecânico com 2 tratores de 120 HP (1 ha/hora cada trator), sendo efetivado próximo ao início do enchimento do reservatório. Tal medida deverá ser executada pela Empreiteira, sob a fiscalização da SRH, da SEMACE e do IBAMA. Os custos a serem incorridos com o desmatamento zoneado da área da bacia hidráulica do reservatório já foram previstos pela Projetista, estando inclusos no orçamento das obras da barragem.

6.3 - PLANO DE PROTEÇÃO E MANEJO DA FAUNA

Os impactos incidentes sobre a fauna, dada a erradicação do seu habitat natural durante os trabalhos de desmatamento, podem ser minimizados através de sua transferência para as áreas de reservas ecológicas. A implementação de corredores de escape, durante as operações de desmatamento, permitirá a fuga da fauna que ainda permanecer na área do reservatório para as zonas de refúgio. No entanto, alguns animais que tiverem retornado ao seu antigo habitat, precisarão ser capturados para posterior soltura nas reservas.

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

Na captura, acondicionamento e transporte da fauna devem ser seguidas determinadas normas de acordo com as particularidades de cada espécie animal. Assim sendo, mamíferos, que na região são, em geral, de pequeno e médio porte, com várias espécies arredias, devem ser desentocados com o uso de varas compridas e/ou fumaça, e aprisionados através de redes para posterior acondicionamento em caixas apropriadas.

Parte da entomofauna, aqui representada por vespas e abelhas devem ter seus ninhos transferidos para árvores localizadas nas zonas de refúgio da fauna. Já as aranhas e outros invertebrados deverão ser capturados com pinças e colocados em vidro de boca larga com tampa rosqueada.

Tendo em vista que a época de procriação de uma parcela representativa da ornitofauna coincide com a estação das chuvas, recomenda-se que o desmatamento seja executado durante o período de estiagem, quando ocorrem poucas espécies nidificando, evitando-se assim a destruição de ninhos e ovos. Os métodos de captura mais aconselhados para pássaros são alçapão com chamariz e a rede de neblina com quatro bolsas, sendo o transporte feito em sacos de algodão.

Quanto aos répteis, as serpentes deverão ser capturadas com o uso de laço ou de ganchos apropriados e acondicionadas em caixas especiais. As serpentes capturadas deverão ser enviadas vivas para o LAROF. Pequenos lagartos e anfíbios deverão ser coletados com as mãos e transportados em sacos de pano.

As caixas destinadas ao acondicionamento e transporte de animais, deverão oferecer segurança contra fuga e traumatismo, ventilação adequada e facilidade de transporte. Deve-se evitar a ocorrência de superlotação, sob a pena de acelerar o processo de “stress” dos animais, bem como a colocação de animais com incompatibilidade inter/intra-específica (predador x presa) numa mesma caixa.

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

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

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

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

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

Caso ocorra acidentes com cobras, devem ser tomadas as medidas de primeiros socorros recomendadas para estes casos, até que haja atendimento médico adequado. A serpente agressora deve ser capturada para que possa ser identificado com mais segurança o tipo de soro a ser ministrado.

Já na ocorrência de acidentes envolvendo mamíferos silvestres, deve-se manter o animal agressor em cativeiro pelo período de 10 dias, visando detectar uma possível contaminação pelo vírus da raiva. O trabalhador agredido deverá ser submetido imediatamente a tratamento anti-rábico. Caso o animal apresente os sintomas da doença 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 Morro poderá ser realizado em cerca de 16 dias, utilizando-se uma equipe de 30 homens trabalhando 8 horas/dia para o preparo de 15 ha para captura. O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 5.500,00, valor expresso em reais de janeiro de 2003.

6.4 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS, BOTA-FORAS E CANTEIRO DE OBRAS

6.4.1 - Generalidades

As áreas de exploração de material de empréstimos, bem como as áreas destinadas ao canteiro de obras e aos bota-foras sofrerão alterações da paisagem natural, com comprometimento da cobertura vegetal, da fertilidade dos solos e da topografia original, além do desencadeamento de processos erosivos com conseqüente assoreamento dos cursos d'água, e da geração de poeiras e ruídos provocados por máquinas e veículos pesados e pelo uso de explosivos.

Desta forma, faz-se necessário à implementação de projetos de recomposição paisagística das áreas degradadas. Ressalta-se, no entanto, que o cuidado com as áreas potencialmente degradáveis deve ser observado desde as primeiras etapas da implementação do empreendimento, com a empreiteira

incorporando no processo construtivo, medidas tais como: redução dos desmatamentos operacionais ao mínimo necessário, disposição adequada dos resíduos sólidos do canteiro de obras, dotação de infraestrutura de esgotamento sanitário no canteiro de obras (fossas sépticas) e campanhas de esclarecimentos junto aos trabalhadores sobre a prevenção de doenças de veiculação hídrica, entre outras.

6.4.2 - Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras da Barragem Morro são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais terrosos, granulares e pétreos. Para obtenção do material terroso foram estudadas cinco jazidas, todas posicionadas num raio de 10 km da área do eixo do barramento, estando as jazidas J-02 e J04 posicionadas dentro da área da bacia hidráulica, distando ambas do eixo do barramento cerca de 100 m. A Jazida J-01 encontra-se posicionada a cerca de 400 m a jusante do eixo do barramento à margem da estrada Betânia/Hidrolândia. As jazidas J-03 e J-05 estão ambas localizadas as margens da estrada Betânia/Hidrolândia, a montante do eixo do barramento, distando deste 2,3 km e 6,2 km, respectivamente. Os areiais, por sua vez, encontram-se posicionados no leito do riacho Batoque, podendo o Areal A-01 ser explorado imediatamente a montante ou a jusante do eixo do barramento, enquanto que o Areal A-02 dista da área das obras cerca de 150 m, estando totalmente incluso na área da bacia hidráulica do futuro reservatório.

Para obtenção do material pétreo foi estudada uma pedreira, localizada a jusante do eixo do barramento, distando deste cerca de 250 m, estando fora da área da bacia hidráulica.

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

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

Na operação de decapeamento, a camada de solo fértil deve, logo após o desmatamento, ser empilhada por trator de esteira e carregada em caminhões para as áreas de bota-foras, onde não haja incidência de luz solar direta, visando assim evitar a germinação das sementes que se encontram em estado de “dormência”.

Durante a operação das lavras devem ser obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração das pedreiras e as escavações da fundação e do vertedouro, caso estes se situem próximos de habitações ou rodovias, 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 provocadas pelas detonações deve ficar dentro dos valores toleráveis, a serem estabelecidos pelos órgãos competentes;

Reduzir ao máximo o ruído, a fumaça e a poeira geradas pelas detonações, através do uso de tecnologias avançadas;

Evitar o ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavra e na escolha dos locais para o fogacho, entre outras.

No carregamento e transporte dos materiais de empréstimos e rejeitos, deve-se fazer uma otimização dos caminhos, de modo a reduzir a poluição da região circunvizinha por detritos e poeiras, e adotar o uso de sinalização de trânsito adequada para diminuir os riscos de acidentes. Na exploração das jazidas deve-se considerar, também, as condições geológicas, topográficas e hidrológicas das áreas de lavra, diminuindo assim os riscos de inundações e de deslizamentos de encostas.

Visando reduzir ao mínimo o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas às jazidas, deverão ser implantados sistemas de drenagem antes do início da lavra. Desta forma, todos os sistemas de encostas e toda a área minerada deverão ser protegidos através do desvio das águas pluviais por meio de canaletas.

O avanço das frentes de lavra poderá provocar, em alguns setores das jazidas de materiais terrosos e granulares, instabilidades das encostas marginais com riscos de desmoronamentos e desencadeamentos de processos erosivos. Diante disso, é recomendável a reconstituição topográfica dos taludes mais íngremes e o estabelecimento de programas de reflorestamento com espécies vegetais adaptadas à região.

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

Durante a exploração das jazidas são produzidas grandes quantidades de rejeitos sólidos, os quais deverão ser depositados 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.

As pilhas de rejeitos constituídos por materiais não-coesivos 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 os materiais coesivos, a inclinação dos taludes e as alturas permitidas são determinadas por testes de estabilidade.

Para a estabilização dos rejeitos no caso específico da Barragem Morro, deve ser adotado o método botânico, pois a região dispõe de material que serve de cobertura de solo. Para que haja um pronto restabelecimento da cobertura vegetal nas bermas de rejeitos, devem ser usadas técnicas que aumentem a fertilidade dos solos, associado ao uso de sementes selecionadas.

Após o abandono das áreas de lavra, deverão ser iniciados os trabalhos de reconstituição paisagística das jazidas de materiais terrosos e granulares localizadas fora da bacia hidráulica, através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

O solo vegetal deve ser depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões, utilizando tratores de esteira, caminhões basculantes e pás carregadeiras. Em seguida devem ser efetuadas adubações e correções do solo, de acordo com os resultados de análises químicas.

O reflorestamento deve ser efetuado, logo após a recomposição do solo, sendo o plantio executado preferencialmente por hidro-semeadura (aspersão de pasta formada pela mistura de sementes, fibras de madeira, adesivo resinoso, fertilizantes e água) ou pelo plantio de mudas.

Quanto à pedreira, deve-se cercar a área a ser utilizada, especialmente eventuais buracos surgidos durante a lavra, a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas durante a sua exploração.

6.4.3 - Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação do canteiro de obras envolvem danos à flora, deterioração pontual dos solos, desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água e redução na recarga dos aquíferos. Além disso, ocorre geração de poeira e ruídos provocados pelos desmatamentos e terraplenagens, e pela operação da usina de concreto. 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 áreas habitadas;
- 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 m 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.

Os custos a serem incorridos na recuperação de 1 ha (um hectare) de área degradada foram estimados em R\$ 700,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2003). Após a definição das áreas de jazidas a serem exploradas deverá ser elaborado um plano de recomposição paisagística das áreas degradadas, o qual deverá ser submetido a aprovação da SEMACE. Esta atividade é de competência direta da Empreiteira, devendo a mesma ser fiscalizada pela SRH.

6.5 - PLANO DE REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA

A Barragem Morro destina-se a usos múltiplos, tendo como principal finalidade o abastecimento d'água da cidade de Hidrolândia, razão pela qual a preservação da qualidade das águas represadas assume primordial importância, sendo para tanto necessária a eliminação de fatores potencialmente poluentes existentes na área a ser inundada.

As edificações quando submersas constituem graves obstáculos à pesca, às atividades balneárias e à navegação, além de prejudicarem o processo de autodepuração dos reservatórios. A submersão de fossas, esgotos domésticos, pocilgas e currais, sem limpeza ou tratamento prévio, também, representam focos potenciais de poluição. Assim sendo, faz-se necessário a adoção de normas para a limpeza da área englobada pela bacia hidráulica, evitando que o processo de preservação da qualidade dos recursos hídricos represados seja dispendioso.

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

- Demolição de todas as edificações e cercas, e remoção do entulho para fora das áreas a serem inundadas. O material reutilizável deve ser separado e os materiais restantes, não combustíveis, devem ser enterrados a uma profundidade mínima de um metro;

- As fossas devem ser esgotadas, sendo os líquidos transportados para outros locais. Tendo em vista a quase inexistência de fossas na área a ser inundada, o tratamento destes efluentes pode ser feito com a simples adição de cal hidratada e posterior aterramento com material argiloso;
- Os detritos de hortas, pocilgas, currais, etc., devem ser removidos para cavas abertas, contendo cal hidratada e em seguida recobertos com material argiloso;
- O lixo doméstico, quando combustível, deverá ser recolhido e incinerado, sendo o material resultante da queima, posteriormente enterrado em solo argiloso, de modo que o local fique impermeabilizado.

A remoção da infra-estrutura deverá ser executada à medida que os trabalhos de desmatamento forem avançando, fazendo uso sempre que possível da mão-de-obra local. Compete à Empreiteira os trabalhos de remoção da infra-estrutura existente na bacia hidráulica, devendo a SRH fiscalizar o andamento do serviço.

A maior parte da infra-estrutura a ser removida da área da bacia hidráulica do reservatório pertence a particulares, e será alvo de indenizações, não precisando portanto ser relocada. A infra-estrutura de uso público existente, que necessita ser relocada, atinge pouca monta, sendo representada apenas por trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e de rede elétrica de baixa tensão, além de uma escola localizada na ombreira direita que ficará ilhada e de uma igreja evangélica.

Na ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público da área da bacia hidráulica do reservatório, recomenda-se sejam firmados convênios com a Prefeitura Municipal de Hidrolândia no caso das estradas vicinais, da escola e da igreja, e com a COELCE no caso da rede elétrica de baixa tensão.

Os custos incorridos com a limpeza da área da bacia hidráulica do reservatório foi estimado em R\$ 3.600,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2003). Quanto ao cálculo dos custos a serem incorridos no processo de relocação das infra-estruturas de uso público, estes só poderão ser orçados após a definição da extensão dos trechos de estradas vicinais e de rede elétrica que realmente precisem ser relocados após o reassentamento da população desalojada da área do reservatório. Para a relocação da escola e da igreja foi estimado um custo de R\$ 60.000,00.

6.6 - PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

O programa de peixamento proposto para a Barragem Morro contempla apenas a exploração da piscicultura extensiva, uma vez que a grande quantidade de matéria orgânica gerada pela piscicultura superintensiva (tanques-redes), torna o seu cultivo pouco recomendável em açudes cujas águas se destinam ao abastecimento humano.

Na piscicultura extensiva o povoamento inicial do reservatório deverá adotar inicialmente a adaptação das espécies nativas da bacia do riacho Batoque às condições lênticas do lago formado. Posteriormente

devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração de valor econômico. A escolha das espécies a serem introduzidas no açude deverá ser fiel aos seguintes critérios: ecológicos - posição na cadeia trófica, potencial reprodutivo, produtividade da biomassa, etc.; e econômicos-culturais - facilidade de manejo, fonte protéica e energética, palatabilidade, boa aceitação comercial, etc.

Dentre as várias espécies propostas para o peixamento da Barragem Morro citam-se: curimatã-comum (*Prochilodus cearaensis*), piau lavrado (*Leporinus fasciatus fasciatus*) e sardinha (*Triportheus angulatus angulatus*) entre as espécies nativas, e carpa comum (*Cyprinus carpio*), Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), tilápia do Congo (*Tilapia rendalli*), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piau verdadeiro (*Leporinus elongatus*), apaiari (*Astronotus ocellatus ocellatus*) e pescada do Piauí (*Plagioscion squamosissimus*), entre as aclimatizadas.

Deve-se dar ênfase, ainda, a espécies que consomem caramujos (apaiari, tambaqui, tilápias do Nilo e do Congo e piau verdadeiro), pois estas contribuem para controlar o caramujo hospedeiro intermediário do vetor da esquistossomose. Não deve ser adotado no peixamento do reservatório o uso das espécies de tucunarés ocorrentes no Estado do Ceará a não ser com o objetivo de competir com a piranha e a pirambeba.

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

A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada 2 anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, tambaqui, piau verdadeiro, entre outros. Algumas espécies poderão requerer repovoamento dependendo do grau de depleção das mesmas. Caso seja necessário, recomenda-se utilizar o mesmo número de alevinos do povoamento inicial.

De acordo com pesquisas realizadas em vários açudes públicos de porte similar a Barragem Morro, um programa de alevinagem bem conduzido, pode levar à captura de aproximadamente 250 kg/ha/ano de pescado, no oitavo ano após o enchimento do reservatório.

À SRH caberá implantar a administração dos recursos pesqueiros do açude, onde vigorarão as leis e normas referentes à regulamentação da pesca em águas interiores, com vistas à proteção da ictiofauna. A proibição da pesca na época das cheias, quando ocorre o fenômeno da piracema e o controle do tamanho da malha da rede de espera, constituem umas das principais normas disciplinares a serem seguidas na área.

O empreendedor deve estimular a população ribeirinha, à prática pesqueira incentivando, inclusive, a criação de um clube de pesca ou cooperativa de pesca que poderá ter as seguintes atribuições: comercialização; regulamentação e fiscalização da pesca no reservatório; promoção de cursos de treinamento e campanhas de conscientização sobre a importância deste tipo de uso do açude, entre outras.

O programa de peixamento do açude deverá ser iniciado logo que se complete o enchimento do lago, devendo em 4 (quatro) anos, no mínimo, estar em plena operação. A pesca comercial, no entanto, poderá ser iniciada 1 (um) ano após o enchimento do açude. Estima-se que com essa atividade, sejam criadas 108 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 216 empregos indiretos.

Os investimentos na atividade pesqueira do açude, bem como a receita gerada na ocasião da estabilização do programa de peixamento deverá ser devidamente quantificada em projeto específico, cuja elaboração deverá ser contratada pela SRH. Estimativas efetuadas pelo Consórcio ANB/HIDROSTUDIO prevêm uma receita gerada na atividade pesqueira, quando da estabilização do programa de peixamento, da ordem de R\$ 471.500,00 (preços de janeiro de 2003). Com relação aos investimentos, estimou-se um custo de R\$ 2.800,00 para o peixamento inicial do reservatório.

6.7 - ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO

Durante a execução das obras de engenharia os riscos de acidentes com os operários são relativamente elevados requerendo a adoção de regras rigorosas de segurança no trabalho.

A empreiteira através de palestras ilustrativas, deverá educar e orientar os operários a seguirem regras rigorosas de segurança do trabalho, esclarecendo-os sobre os riscos a que eles estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida visa evitar não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas. Entre os cuidados a serem seguidos com relação à segurança pode-se citar os seguintes:

- Munir os operários com ferramentas e equipamentos apropriados para cada tipo de serviço
- Dotar os operários de proteção apropriada: capacetes, óculos, luvas, botas, capas, abafadores de ruídos, etc., e tornar obrigatório o seu uso;
- Instruir os trabalhadores a não deixarem ferramentas em lugares ou posições inconvenientes;
- Evitar o mau hábito de deixar tábuas abandonadas sem lhes tirar os pregos;
- Zelar pela correta maneira de transportar materiais e ferramentas;
- Evitar o uso de viaturas com freios em más condições, ou com pneus gastos além do limite de segurança, pois podem advir perdas de vidas por atropelamentos ou batidas;

- Alertar sobre o risco de desmoronamento das valas escavadas na área das jazidas podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- Estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de serviços e na estrada de acesso à área do empreendimento, de modo a evitar acidentes com veículos.

A empreiteira deve manter os operários sempre vacinados contra doenças infecciosas, tais como, tétano e febre tifóide. E alertá-los para após o serviço efetuarem a higiene pessoal com água e sabão em abundância, como forma de combater as dermatoses. Deve, também, efetuar um levantamento prévio das condições de infra-estrutura do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso da ocorrência de acidentes. Deve, ainda, promover treinamentos sobre o uso e manuseio de explosivos.

Por se tratar de normas trabalhistas, a adoção de medidas de segurança no trabalho deve ser cumprida pela empreiteira sem ônus para o empreendimento.

6.8 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Entre os principais tensores de origem humana que ocorrem e/ou são passíveis de ocorrer na região onde será implantado o empreendimento estão: desmatamento da vegetação marginal dos cursos d'água para cultivos agrícolas e pastagens; desencadeamento de processos erosivos e de carreamento de sedimentos com conseqüente assoreamento; diminuição da capacidade de acumulação dos mananciais e aporte de poluentes, causando o surgimento de turbidez e trazendo prejuízo ao pleno desenvolvimento dos ecossistemas; acondicionamento impróprio do lixo doméstico com riscos de poluição dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, além do uso de agrotóxicos e fertilizantes na atividade agrícola.

Com tais parâmetros em mente, é necessário que se formule um projeto de educação ambiental destinado aos proprietários e moradores da região, potenciais usuários dos reservatórios, pois somente com a formação de uma consciência ecológica popular se poderá alcançar uma convivência satisfatória entre o homem e o equilíbrio da natureza.

O projeto de educação ambiental ora proposto consiste na atuação junto à comunidade, visando, através da transmissão de determinadas práticas e informações, educá-la em suas relações com o meio ambiente. Nos seus objetivos, o projeto de educação ambiental deve focar os seguintes pontos:

- reuniões e outros eventos envolvendo professores das escolas da área de entorno do empreendimento e da sede do município de Hidrolândia, tendo como objetivo a incorporação do enfoque ambiental nas disciplinas curriculares;
- divulgar informações sobre práticas de uso e conservação dos recursos naturais, através de rádio e televisão visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o assunto;

- realizar palestras para associações e/ou grupos formais e informais, tendo em vista promover a participação da população na defesa e proteção do meio ambiente.

O papel da população deverá ser dinâmico, sendo imprescindível sua fiscalização junto às degradações do meio, bem como a real efetivação das diversas medidas mitigadoras a serem adotadas para o sucesso do empreendimento.

Sugere-se para tanto, que o empreendedor realize palestras com os usuários e distribua cartilhas educativas, transmitindo conhecimentos sobre as principais questões ambientais concernentes à área, procurando inculcar nestes noções relativas à importância ecológica do ecossistema e da reconstituição e preservação da mata ciliar do reservatório, de modo que a faixa de proteção a ser estabelecida passe a constituir um patrimônio paisagístico do município e do estado, permitindo que eles atuem eficientemente no processo de manutenção e até mesmo de recuperação do equilíbrio ambiental da área. Outro ponto que merece especial destaque no programa de educação ambiental a ser implementado encontra-se associado à divulgação de normas técnicas para o uso e manejo adequado de agrotóxicos, inclusive quanto a deposição final de embalagens junto aos agricultores da região.

A elaboração das cartilhas, bem como a definição do conteúdo das palestras e até mesmo as suas execuções poderá ficar a cargo da SEMACE. Assim sendo, faz-se necessário o estabelecimento de um convênio entre a SRH e o referido órgão para este fim. Foi prevista uma verba de R\$ 5.000,00 para implementação do Programa de Educação Ambiental, a preços de janeiro de 2003.

6.9 - PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO

6.9.1 - Generalidades

Tendo por objetivo a relocação das famílias a serem desalojadas da área objeto de desapropriação, recomenda-se a elaboração de um projeto de reassentamento rural pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural desenvolvida pela SRH, órgão responsável pela efetivação do mesmo.

Estima-se que residam atualmente nos imóveis atingidos pela construção do açude cerca de 170 pessoas agrupadas em 22 famílias, compostas predominantemente por médios proprietários rurais. Todavia espera-se um número menor de famílias a serem relocadas, visto que a pesquisa de campo realizada identificou que boa parte dos imóveis contam com áreas remanescentes.

Quanto às expectativas da população ante a implantação do empreendimento, dado a escassez de recursos hídricos permanentes, observou-se uma boa aceitação do projeto tanto na região do empreendimento quanto na cidade de Hidrolândia, que será beneficiada com o reforço no seu suprimento hídrico.

O presente plano dispõe apenas sobre as diretrizes a serem adotadas em um projeto de reassentamento de populações. Tendo em vista o número relativamente significativo de famílias a serem relocadas

deverá ser adotado o sistema de permuta de imóveis para as famílias que residem em propriedades que contam com áreas remanescentes. Para as famílias que terão suas propriedades totalmente submersas e para os moradores deverão ser estudadas outras alternativas que vão desde a relocação em agrovila nas imediações do reservatório ou em núcleos urbanos próximos até a compensação monetária. Recomenda-se que seja contemplado no Projeto de Reassentamento a construção das novas moradias com padrão similar ou superior ao existente na região e munidas de instalações sanitárias.

Uma recomendação de grande importância, a ser definida no projeto de reassentamento da população desalojada, será a retomada da atividade econômica da população local. O desenvolvimento da irrigação difusa nas áreas ribeirinhas de jusante e da piscicultura no lago a ser formado constitui atenuantes desse problema.

6.9.2 - Diretrizes a Serem Adotadas no Projeto de Reassentamento

Antes da execução da pesquisa sócio-econômica propriamente dita, deverá ser efetuado um levantamento e análise dos dados secundários existentes visando o fornecimento de subsídios para a definição da estratégia de execução dos trabalhos de campo, bem como o delineamento preliminar da realidade a ser estudada.

A participação dos reassentados não voluntários e das populações hospedeiras nas fases do planejamento anteriores à mudança é de extrema importância para o sucesso do projeto de reassentamento. Assim sendo, para obter-se cooperação, participação e "feedback", os reassentados e os hospedeiros deverão ser sistematicamente informados e consultados sobre os seus direitos e sobre as opções possíveis, durante a preparação do projeto de reassentamento.

Contudo, outras medidas deverão ser estabelecidas, como programações das reuniões entre encarregados do projeto e comunidades dos reassentados e hospedeiros, onde os membros das equipes possam avaliar as preocupações das pessoas, durante as fases de planejamento e execução. Propõe-se a realização de 3 (três) reuniões comunitárias, estrategicamente distribuídas ao longo do processo de elaboração.

Dessa análise deverão surgir elementos para formulação de alternativas, não apenas de locais de reassentamento, como também de alternativas de soluções para a retomada da atividade econômica da população, consideradas as novas perspectivas que surgirão com a criação do reservatório.

A execução da pesquisa sócio-econômica tem por objetivo traçar o perfil da população rural impactada pela formação do reservatório através da aplicação de pesquisa censitária. Além do dimensionamento e caracterização da população alvo, a pesquisa deverá apropriar as expectativas da população em face da construção do reservatório, e suas pretensões quanto ao local de residência futura, entre outras. A pesquisa sócio-econômica com registro dos nomes das famílias afetadas deverá ser realizada o mais cedo possível, a fim de evitar o influxo de populações não merecedoras de indenizações. Deverão ser

aplicados questionários para levantamento de ocupantes (proprietários e arrendatários/posseiros), conforme modelo fornecido pela SRH.

Como produto desta etapa inicial deverá ser formulada uma agregação da população, segundo grupos homogêneos do ponto de vista da natureza do impacto sofrido e cujos integrantes deverão receber tratamento análogo para efeito de reassentamento. Como exemplo de prováveis grupos a serem encontrados tem-se:

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

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

O estudo deverá avaliar os recursos usados pela comunidade, localizados dentro e fora da área afetada, bem como reunir informações sobre disponibilidade, capacidade e acessibilidade de infra-estrutura de transporte, inclusive trilhas e passagens molhadas; serviços de transporte; serviços utilitários, como eletricidade, abastecimento d'água; outros serviços, inclusive postos de saúde, escolas, mercados, agências de correio; infra-estrutura comunitária, como igrejas, campos de futebol, etc. e fontes de combustível, especialmente lenha.

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

6.9.3 - Estudo de Alternativas e Anteprojeto de Reassentamento

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

Dentre as opções que podem ser adotadas e que deverão ser discutidas com as famílias afetadas pode-se citar: o reassentamento nas áreas remanescentes; o reassentamento em agrovila nas imediações do reservatório; o reassentamento em centros urbanos próximos e a compensação monetária, entre outros. Serão avaliadas, também, as alternativas propostas pela população alvo, tanto em termos de custos, como de satisfação das necessidades da comunidade local.

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

Após a seleção das melhores alternativas de reassentamento, serão elaborados os seus anteprojetos, os quais deverão contemplar as obras de engenharia relativas às habitações, sendo estimados os custos a serem incorridos.

As alternativas deverão ser submetidas à apreciação social da população afetada, mesmo que tal participação seja resumida a uma representação.

6.9.4 - Arcabouço Legal

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

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

6.9.5 - Programas de Reativação da Economia

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

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

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

6.9.6 - Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento

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

Deverá, também, ser elaborada, juntamente com a SRH, uma matriz institucional indicando os órgãos públicos e/ou instituições privadas responsáveis pela implementação das atividades previstas, além de uma lista de acordos legais (convênios, contratos, etc.) que serão necessários à implementação do programa e das minutas dos referidos acordos.

Os custos a serem incorridos com o reassentamento da população desalojada das áreas das obras civis e da bacia hidráulica da Barragem Morro foram orçados em R\$ 330.000,00, a preços de janeiro de 2003, tendo sido considerado um custo médio por família de R\$ 15.000,00, tendo como base custos de reassentamentos já executados pela SRH em outros açudes, no âmbito do Projeto de Desenvolvimento Urbano e Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROURB-CE) e do próprio PROGERIRH. Para efetuar o cálculo do custo do reassentamento da população residente na área do reservatório, procedeu-se a contabilização do número de famílias residentes na área inundada.

6.10 - PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

Na região onde será implantada a Barragem Morro não foram registradas ocorrências arqueológicas e paleontológicas pelos órgãos competentes até o presente momento. Todavia qualquer área escolhida para a implantação de obras hidráulicas pode ser considerada como de alto potencial arqueológico e paleontológico, uma vez que áreas periféricas a cursos d'água até 500 m de cada margem, além dos limites das planícies de inundação, apresentam alta incidência de artefatos pré-históricos por serem áreas preferenciais para assentamentos humanos, face à oferta de água, alimentos e matéria-prima para a fabricação de instrumentos líticos. Os fósseis, por sua vez, são mais comuns nas planícies de inundação, terraços fluviais e calhas dos rios, onde freqüentemente, são encontradas ossadas fossilizadas de grandes animais extintos, há cerca de 10 mil anos (mega-fauna quaternária).

Não haja registros de sítios arqueológicos e paleontológicos no território do município de Hidrolândia. Entretanto, na Bacia do Acaraú, onde se situa o empreendimento ora em estudo, há registros de sítios arqueológicos nos municípios de Sobral (líticos polidos e esqueletos humanos), Reriutaba (cerâmica e arte rupestre) e Tamboril (arte rupestre e líticos polidos). Quanto ao patrimônio paleontológico, foi constatada a presença de evidências paleontológicas nos municípios de Acaraú e Sobral. Assim sendo, deverão ser efetuados estudos científicos na área de implantação das obras, na área da bacia hidráulica do reservatório e nas áreas de empréstimos visando identificar inicialmente a evidência ou não de tais ocorrências, através da presença de material de superfície.

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

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

Deverão ser engajados nesta atividade profissionais das áreas de arqueologia e paleontologia devidamente habilitados, os quais deverão contar com a autorização do IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e do DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral, respectivamente.

Ressalta-se que, mesmo com a efetuação de prospecções na área de influência direta das obras, sempre é possível a descoberta ao acaso de uma nova ocorrência, principalmente nas atividades que envolvem movimentação de terra, como escavações e terraplenagem. Nesse caso, o procedimento

necessário consiste na paralisação parcial das atividades naquele local, até a chegada dos profissionais especializados para o resgate do material, dentro dos critérios científicos.

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

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

A responsabilidade pelo desenvolvimento das atividades concernentes ao salvamento do patrimônio histórico, arqueológico e paleontológico deverá ser da SRH, 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\$ 7.000,00, a preços de janeiro de 2003.

7 - MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

7 - MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

7.1 - GENERALIDADES

O gerenciamento dos recursos hídricos surge como um meio de assegurar a utilização múltipla e integrada deste recurso, garantindo às populações e às atividades econômicas, água em qualidade e quantidade suficiente para atender suas necessidades.

É sabido que os usos do solo e as atividades realizadas numa bacia hidrográfica definem a quantidade e a qualidade necessárias da água. Assim, torna-se imprescindível disciplinar-se os usos do solo e da água, de modo a se obter o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

A seguir são apresentadas as diretrizes gerais para a execução do gerenciamento dos recursos hídricos represados, as quais devem ser desenvolvidas ao nível de projetos específicos.

7.2 - GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS/ESTABELECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFICAÇÃO D'ÁGUA

Os planos e programas ligados aos recursos hídricos devem relacionar-se com os planos de desenvolvimento econômico dos âmbitos federal, estadual e municipal, de modo que o próprio investimento estabeleça formas de articulação entre as entidades de gestão dos açudes, e aquelas do planejamento e coordenação geral de programas públicos. Desta forma, a gestão do reservatório deve ser conduzida de acordo com uma perspectiva global, considerando a bacia hidrográfica como um todo.

O núcleo central do modelo de gestão dos recursos hídricos será constituído por um conjunto de entidades que deverá desenvolver ações de gestão unificada, considerando a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, a integração dos usos múltiplos, o controle do regime das águas, o controle da poluição e dos processos erosivos.

O modelo de gestão a ser empregado deverá prever as formas de relacionamento entre as entidades de gestão e os usuários, compreendendo os direitos e as obrigações decorrentes do uso e derivação da água.

O Estado do Ceará vem atualmente desenvolvendo um planejamento global de utilização dos recursos hídricos, com vistas a um equilíbrio dinâmico do balanço demanda versus disponibilidade, procurando impedir que a água venha a ser um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social do Estado.

Para propiciar as condições de desenvolvimento sustentável área do açude, de forma que o uso dos recursos naturais não supere sua condição de se renovar, garantindo a melhoria de vida para todos e evitando possíveis limitações ao desenvolvimento econômico e social das gerações futuras, é fundamental gerenciar com eficiência estes recursos.

Tendo como referencial o princípio de que a água deve ser gerenciada de forma descentralizada, integrada e participativa, sendo a bacia hidrográfica a unidade de planejamento e atuação, deve-se estimular a participação de usuários, instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil neste processo. Para que o gerenciamento se dê nesses moldes, faz-se necessário a utilização de vários instrumentos, tais como:

- **Planejamento:** visa realizar estudos na busca de adequar, o uso, controle e preservação dos recursos hídricos às necessidades sociais e/ou governamentais identificadas na bacia hidrográfica;
- **Operação:** objetiva definir a liberação de águas de forma a atender a demanda (os usos), levando em consideração a oferta disponível e as características 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 a organização dos usuários:** conscientizar/educar os usuários para que, de forma organizada, possam gerenciar, com o apoio técnico, este bem tão precioso da natureza.

A utilização destes instrumentos tem por finalidade a implementação de um sistema gerencial que integre as ações dos diversos órgãos federais, estaduais ou municipais que atuam no setor, e que seja capaz de fornecer informações para a tomada de decisão com o objetivo final de promover, de forma coordenada, o uso, controle e preservação da água.

Para facilitar a implementação da lei de recursos hídricos (Lei nº 11.996/92) e, possibilitar um maior controle sobre a quantidade e distribuição de água necessária para atender todas as necessidades dos usuários, foram definidos alguns instrumentos legais:

- **A outorga:** que se constitui numa autorização, com validade anual, concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos que assegura ao usuário o direito de usar a água num determinado local, retirando-a de uma determinada fonte superficial ou subterrânea, com uma vazão definida e para uma finalidade também definida;
- **A licença para obras hídricas:** que se constitui numa autorização concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos à execução de qualquer obra ou serviço de oferta de água que altere o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;

- **A cobrança pelo uso da água bruta:** prevista como forma de diminuir o desperdício, aumentar a eficiência no uso da água e como fonte arrecadadora de fundos para cobrir as despesas com gestão, operação e manutenção das obras hídricas.

O estabelecimento do sistema de outorga e tarifação d'água ficará a cargo da Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (COGERH) que, juntamente com a SRH e a Associação dos Usuários e/ou Conselho Gestor da Barragem Morro, a ser criado posteriormente, tratará do gerenciamento deste manancial.

7.3 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA

O controle sistemático da qualidade da água da Barragem Morro 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 deve ser conduzido visando detectar pontos ou níveis de poluição.

Tendo em vista que essa água servirá para o abastecimento da cidade de Hidrolândia, além da população ribeirinha de jusante, sua qualidade deverá se adequar da melhor maneira possível aos futuros usos (abastecimento humano, irrigação difusa e dessedentação animal).

Para um estudo básico de avaliação de qualidade das águas, em vistas de seus usos preponderantes, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA n° 020/86, sugere-se o seguinte plano de coleta:

- Seleção de estações de monitoramento no reservatório junto à entrada dos poluentes;
- Levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras da bacia que podem influir na qualidade da água 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 um ou dois pontos do reservatório, de preferência junto ao local de captação da água para abastecimento humano e próximo a possíveis atividades poluidoras situadas nas imediações da bacia hidráulica.

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA n° 020/86. 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.

À SRH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água represada. Os custos anuais advindos com esta atividade foram estimados em R\$ 2.105,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2003), considerando a coleta de 8 amostras anuais, sendo duas a cada trimestre.

7.4 - PLANO DE MONITORAMENTO DO NÍVEL PIEZOMÉTRICO E DO RESERVATÓRIO

7.4.1 - Monitoramento do Nível Piezométrico

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

As áreas mais afetadas são aquelas marginais ao reservatório, onde a profundidade da superfície piezométrica original era inferior à cota final do lago. A superfície piezométrica quando sofre elevação tenderá a aflorar ou ficar muito próxima da superfície nos pontos topograficamente mais rebaixados. Esses efeitos serão menos pronunciados à medida que se caminha para a montante e perpendicularmente ao reservatório. Apesar desse fato ser benéfico por aumentar a espessura saturada do aquífero livre e conseqüentemente a vazão dos poços, implica também na deteriorização do meio, acarretando problemas tais como: manutenção de áreas permanentemente alagadas, afogamento de raízes, aumento da taxa de evapotranspiração, redução da taxa de infiltração, aumento da salinização das águas subterrâneas, saturação de sub-leito de estradas e diminuição da capacidade de carga dos solos.

A previsão ou análise de comportamento das águas subterrâneas diante da implantação de uma barragem, é uma técnica simples que se utiliza basicamente do conhecimento das características originais dos aquíferos, confrontando-se posteriormente com as novas condições de fronteiras impostas.

No caso específico da Barragem Morro, são esperadas alterações de nível do lençol freático, principalmente nas regiões próximas ao reservatório, já que ao longo do trecho do riacho Batoque a influência do volume da vazão regularizada será bastante reduzida não chegando a implicar em riscos de elevação do lençol freático. 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 Batoque. Convém iniciar o monitoramento antes da formação do reservatório para que possa ser estabelecido o efeito do enchimento e a partir daí adotar soluções para os problemas que possam surgir.

7.4.2 - Monitoramento do Nível do Reservatório

A exploração do reservatório, cuja vazão se destinará ao abastecimento d'água da cidade de Hidrolândia, bem como a perenização do riacho Batoque, causará impacto sobre o volume armazenado, principalmente quando se considerar as variações climáticas ocorridas na região, resultando em oscilações no nível do reservatório. Em virtude dessas alterações, faz-se imprescindível o monitoramento do seu nível, com vistas à obtenção de elementos básicos que sirvam para propor soluções e tomadas de decisão.

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

O monitoramento do nível piezométrico e do reservatório ficará a cargo da SRH. O custo incorrido com tal atividade encontra-se incluso na administração da faixa de proteção do reservatório, devendo esta atividade integrar as tarefas a serem desenvolvidas pela fiscalização.

7.5 - PLANO DE MONITORAMENTO DA SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO

Uma vez implantado o barramento, a bacia será seccionada e o reservatório colherá a sedimentação oriunda de toda a área contribuinte. Portanto, a análise quantitativa e qualitativa dos sedimentos que serão depositados no reservatório permitirá o conhecimento das atividades exercidas na bacia hidrográfica, as quais possam vir a comprometer a qualidade do meio ambiente.

Após o desmatamento da área a ser inundada, deverão ser escolhidos pontos de amostragem da sedimentação, que serão materializados com marcos de concreto rentes ao solo, com áreas não inferiores a $1,0 \text{ m}^2$, os quais deverão ser demarcados por bóias.

As amostras devem ser feitas duas vezes por ano, constando dos seguintes tipos de análise dos sedimentos: granulometria; conteúdo de matéria orgânica; metais pesados e componentes de pesticidas, sempre que sinais de alerta ocorrerem a partir das análises da água.

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

Os custos anuais incorridos na execução do monitoramento da sedimentação foram estimados em R\$ 1.568,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2003), considerando a coleta de 4 amostras anuais, sendo duas a cada semestre. Esta atividade ficará a cargo da SRH/COGERH.

7.6 - PLANO DE DELIMITAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO

7.6.1 – Delimitação da Faixa de Proteção

A utilização de faixa de proteção vegetal em áreas marginais de recursos hídricos, neste caso a Barragem Morro, tem uma enorme importância para a proteção destes empreendimentos, uma vez que serve de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes, reduzindo sensivelmente os riscos de poluição da água represada, e de assoreamento e conseqüente perda da capacidade de acumulação do reservatório.

Quanto a delimitação da área da faixa de proteção, de acordo com a legislação ambiental vigente estas devem ter uma largura mínima de 100,0 m medidos horizontalmente a partir da cota de máxima inundação do reservatório.

7.6.2 – Administração da Faixa de Proteção do Reservatório

O estabelecimento de uma faixa de proteção periférica ao lago visa a preservação do meio natural, com reflexos positivos sobre a vida silvestre, impedindo atividades prejudiciais ao reservatório, e servindo de anteparo natural ao carreamento de sedimentos causado pela erosão laminar das encostas.

A proteção da reserva ecológica periférica ao reservatório exigirá a constituição de uma polícia florestal, que terá a seu cargo uma considerável tarefa educativa, devendo ser engajada nesta atividade a própria população local. Recomenda-se que a SEMACE estabeleça regras a serem seguidas pela população.

É importante que a área da faixa de proteção seja cercada, deixando-se apenas os corredores necessários para os acessos aos locais em que se desenvolvam as atividades de pesca, balneário, entre outras. No domínio da faixa de proteção não será tolerado o exercício de atividades agrícolas e/ou pecuárias de quaisquer espécies. No caso específico de pontos de bebida para o gado, recomenda-se a construção de valas que conduzam a água para fora da reserva, mesmo que seja preciso bombeamento. Outra atividade que pode vir a ser danosa ao ecossistema do reservatório é a pesca. A salga de peixe nas margens do lago deve ser expressamente proibida, haja vista o risco de salinização da água represada.

Os custos anuais incorridos com esta atividade foram orçados em R\$ 2.400,00 considerando a contratação de 1 (um) fiscal, recrutado junto à população residente na área periférica ao reservatório (valor expresso em reais de janeiro de 2003). A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH/COGERH, devendo tal órgão receber o apoio da SEMACE e do IBAMA.

7.7 - ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO

Os usos da água armazenada na Barragem Morro devem ser controlados, visto que muitos deles podem vir a ser conflitantes, resultando na poluição de suas águas, cuja destinação principal é o abastecimento de populações e a irrigação difusa.

Uma prática importante é o zoneamento de usos no reservatório, devendo-se procurar afastar dos pontos de captação d'água para abastecimento doméstico aqueles usos que são incompatíveis com este fim. Nesse contexto, não deve ser permitido num raio de no mínimo 500 m em torno de áreas destinadas a captação d'água para abastecimento humano usos tais como banhos, lavagens de roupas, etc., devendo tais áreas serem demarcadas com cabos suspensos por bóias.

Deverá ser proibido o uso de lanchas e de outros equipamentos náuticos motorizados, com vistas a evitar a poluição do reservatório por óleos e resíduos de graxas. Além disso, as hélices dos motores contribuem para desestruturar a constituição física dos componentes planctônicos (fito e zooplâncton), ocasionando desequilíbrio na cadeia alimentar do ecossistema aquático.

Não se deve permitir o lançamento de papéis, garrafas, latas, vidros e outros resíduos na água, nem mesmo às margens do lago pois, além de poluir o mesmo, prejudicará o valor paisagístico e estético do manancial. As responsabilidades e custos da presente medida encontram-se inclusos no plano de administração da faixa de proteção do reservatório, descrito no item anterior.

7.8 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA

As obras de engenharia constituem infra-estruturas projetadas para durar muito tempo. Entretanto, com demasiada frequência, vê-se obras com pouco tempo de implantação já apresentando sinais visíveis de deterioração. O mau funcionamento de estruturas e outras situações indesejáveis, podem vir a impossibilitar o desenvolvimento das atividades rotineiras do empreendimento. Como resultado, surgem danos materiais e prejuízos financeiros, além dos inconvenientes da interrupção do suprimento da vazão regularizada.

No caso da Barragem Morro, as principais atividades de manutenção previstas são as seguintes: limpeza de entulhos, tubulações, galerias, registros, válvulas, integridade do corpo do barramento e vegetação das ombreiras.

Outras atividades de manutenção em reservatórios compreendem o controle da proliferação de plantas aquáticas, remoção de grandes entulhos (por exemplo, troncos de árvores) que flutuam na água; controle da qualidade da água visando detectar possíveis focos de poluição; e levantamento da deposição de sólidos no fundo do reservatório. Estas atividades requerem pouco tempo, pois são periódicas, no entanto, são extremamente importantes, a fim de detectar imediatamente a necessidade de uma ação corretiva, mantendo assim a integridade do empreendimento e seu pleno funcionamento.

A atividade de manutenção da Barragem Morro ficará a cargo da SRH/COGERH, que deverá formular um programa de manutenção, baseado no inventário de todas as obras que precisem de serviços, devendo ser contempladas as seguintes medidas: fixar o volume de atividades de manutenção a serem executadas anualmente; estabelecer o melhor ciclo de manutenção para cada tipo de obra; determinar as necessidades de equipamentos, material de consumo, mão-de-obra e contratação de firmas

especializadas para determinados tipos de serviços; orçar e estabelecer as prioridades de manutenção.

As estradas da rede rodoviária 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 na operação de manutenção, administração da faixa de proteção do reservatório e monitoramentos concernentes ao empreendimento.

Recomenda-se ainda, no escopo dessa medida, a efetuação de vistorias no sentido de detectar falhas ao longo do eixo do barramento e no tratamento dado à fundação da barragem (injeções de concreto), buscando a identificação de possíveis vazamentos que venha a comprometer sua estrutura. Os custos a serem incorridos com esta medida já foram previstos no orçamento do projeto de engenharia.

7.9 – CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

Os custos a serem incorridos com a implementação do programa de monitoramento e medidas de proteção ambiental referente ao Projeto da Barragem Morro, cujas diretrizes são apresentadas nos Capítulos 6 e 7 do presente relatório, foram orçados em R\$ 420.373,00, a preços de janeiro de 2003. Ressalta-se que neste montante não estão inclusos os custos das medidas de adoção de normas de segurança no trabalho, desmatamento zoneado da área da bacia hidráulica do reservatório, gerenciamento dos recursos hídricos represados/ estabelecimento de outorgas 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 zoneado da área da bacia hidráulica do reservatório e da manutenção da infra-estrutura implantada os custos incorridos nestas atividades são partes integrantes do orçamento do projeto de engenharia.

O programa de gerenciamento dos recursos hídricos represados/ estabelecimento de outorgas e tarifação d'água já são exercidos pela SRH na Bacia do Acaraú não devendo incorrer em ônus para o empreendimento.

Os custos referentes aos monitoramentos dos níveis piezométrico e do reservatório, bem como as atividades pertinentes ao zoneamento de usos no reservatório, encontram-se inclusos no orçamento do plano de administração da faixa de proteção. Já os custos referentes a relocação da infra-estrutura de uso público atingida (trechos de estradas vicinais e de rede elétrica de baixa tensão) e para a recomposição paisagística das áreas de empréstimos os custos a serem incorridos, estes só poderão ser estimados quando forem definidas as jazidas que serão efetivamente exploradas e as infra-estruturas cujas relocações se façam realmente necessárias. O Quadro 7.1 apresenta os valores do programa de monitoramento e das medidas de proteção ambiental preconizadas, exceto as mencionadas anteriormente.

QUADRO 7.1
CUSTO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL PRECONIZADAS

DISCRIMINAÇÃO	VALOR (R\$) ¹
Administração da Faixa de Proteção do Reservatório	2.400,00
Plano de Proteção da Fauna	5.500,00
Programa de Educação Ambiental	5.000,00
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	2.105,00
Monitoramento da Sedimentação no Reservatório	1.568,00
Reassentamento da População Desalojada	330.000,00
Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	7.000,00
Limpeza da Área da Bacia Hidráulica	3.600,00
Peixamento do Reservatório	3.200,00
Relocação da infra-estrutura de uso público (1 escola e 1 igreja)	60.000,00
TOTAL	420.373,00

(1) Valores expressos em reais de janeiro de 2003.

8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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

O balanço dos efeitos econômicos do empreendimento revela que o custo de oportunidade da área a ser inundada é baixo, pois apenas cerca de 10,0% da área total das propriedades é explorada com agricultura, devido às limitações impostas pela escassez de recursos hídricos e pelas condições edáficas desfavoráveis. Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá o reforço ao abastecimento d'água da cidade de Hidrolândia, bem como da população ribeirinha de jusante. A perenização do riacho Batoque contribuirá ainda para o desenvolvimento da irrigação difusa e para a desdentação animal. Haverá, ainda, o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado.

Quanto ao contingente populacional a ser relocado, este se apresenta relativamente significativo, sendo composto por 22 famílias, com boa parte destas podendo ser reassentada nas áreas remanescentes das propriedades. Para as famílias cujas propriedades serão totalmente submersas, deverão ser estudadas outras alternativas de reassentamento, que vão desde a relocação em agrovila nas imediações do reservatório ou em núcleos urbanos próximos até a compensação monetária, sempre de acordo com as solicitações da população alvo. O projeto de reassentamento deverá contemplar um programa de reativação da economia da área, uma vez que a população terá sua atividade produtiva afetada. Deverá ser evidenciado, também, no seu escopo o caráter sanitário na construção das novas residências dos reassentados.

Outro ponto que merece destaque é o fato do reservatório não contar com áreas irrigadas posicionadas na sua bacia de contribuição, sendo atualmente os riscos de poluição das águas represadas pelo aporte de agrotóxicos considerados praticamente nulos. Quanto a poluição por efluentes sanitários estes podem ser considerados pouco significativos já que o único núcleo urbano existente na bacia de contribuição (Betânia) apresenta pequena porte apresentando uma vazão de esgotos de apenas 0,59 l/s.

Merece ressalva, também, o fato do reservatório contar com solos salinos na sua bacia de contribuição, fazendo com que os riscos de salinização das águas aí represadas sejam considerados médios, sendo necessário que esta questão seja considerada na fase de operação do reservatório.

Quanto aos patrimônios arqueológico e paleontológico, tendo em vista que a experiência indica que as várzeas de cursos d'água são áreas potencialmente ricas nestes tipos de patrimônio e que a região da Bacia do Acaraú, onde se localiza o empreendimento, conta com registros de sítios arqueológicos em Sobral, Reriutaba e Tamboril e de ocorrências paleontológicas em Sobral e Acaraú, faz-se necessário antes da implantação das obras o desenvolvimento de estudos detalhados nestas áreas.

9 - BIBLIOGRAFIA

9 - BIBLIOGRAFIA

- 01 - BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Fortaleza, ESAM, 1953. 523 p.
- 02 - BOTTURA, J.A. & SANTOS J.P., **Impactos Hidrogeológicos de Reservatórios**. São Paulo, 348 p.
- 03 - BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620 p.
- 04 - BRANCO, S.M., & ROCHA A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, Ed. E. Blucher, 1977. 185 p.
- 05 - CESP/DRN, **Reservatórios - Modelo Piloto de Projeto Integral**. São Paulo, CESP, 1978. 119 p.
- 06 - CETESB, **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo, CETESB, 1987. 149 p.
- 07 - COGERH, **Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH/SEMACE, 2001.
- 08 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1979. 130 p.
- 09 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza, 1990. 205 p.
- 10 - FUNCEME, **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994. (Grupo de Trabalho 1 - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- 11 - HENRRQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos**. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 1. 22 p.
- 12 - IBGE, **Censo Demográfico, 1991. nº 11 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1991. 523 p.
- 13 - _____, **Censo Demográfico, 2000 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2001.
- 14 - INMET, **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, SPI/EMBRAPA, 1992. .84 p.
- 15 - IPLANCE, **Anuário Estatístico do Ceará, 1997**. Fortaleza, IPLANCE, 1997. 2v.
- 16 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Vol. I. Recife, SUDENE, 1973. 301 p.
- 17 - JUREIDINI, P., **Autodepuração e Eutrofização: Conceitos, Causas e Conseqüências**. São Paulo. Instituto de Biociências da USP. 1987.
- 18 - MOTA, S., **Preservação de Recursos Hídricos**, Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222 p.
- 19 - NASCIMENTO, N.G., **Avaliação de Impactos Ambientais de Grandes Barragens: um estudo de caso**. Fortaleza, 1991. 203 p. (Tese de Mestrado).

- 20 - PAIVA, M.P., **Algumas Considerações sobre a Fauna da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro**. Coleção Mossoroense 404 Ser. B. Mossoró, ESAM, 1983. 31 p.
- 21 - _____, **Distribuição e Abundância de Alguns Mamíferos Selvagens no Estado do Ceará**. Ciência e Cultura, Vol. 25, nº 5, p. 442-450, 1973.
- 22 - REY, L., **Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos**. Revista Médica de Moçambique, Vol. I, nº 2. Moçambique, 1982. 7 p.
- 23 - ROCHA, A.A., **Aspectos Biológicos a Serem Observados na Construção de Lagos Artificiais e Cuidados com a Preservação**. Belo Horizonte, 1986. 30 p.
- 24 - SEARA, **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
- 25 - SEMA, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências**. Brasília, SEMA, 1986. 29 p.
- 26 - _____, **Resoluções do CONAMA - 1984/86**. Brasília, SEMA, 1986. 96 p.
- 27 - SEMACE, **Meio Ambiente. Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476 p.
- 28 - SICK, H., **Ornitologia Brasileira - Uma Introdução**. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1985.
- 29 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agro-sócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2 v.
- 30 - SRH, **Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Morro**. Fortaleza, ANB/HIDROSTUDIO, 2002.
- 31 - _____, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Fortaleza, SRH-CE, 1992., 4 v.
- 32 - _____, **PROGERIRH – Projeto Piloto. Relatório de Avaliação Ambiental Regional – RAA**. Fortaleza, TC/BR,2000. 262 p.
- 33 - TUNDISI, J.G., **Limnologia de Represas Artificiais**. Boletim de Hidráulica e Saneamento nº 11. São Carlos, 1986. 41 p.

IV - RESENHA FOTOGRÁFICA



FOTO 01 – Vista da ombreira direita do barramento, observa-se em primeiro plano a cobertura vegetal predominante na área da bacia hidráulica, caatinga arbustiva aberta.



FOTO 02 – Vista de um dos areais que serão utilizados nas obras da barragem, localizado no leito do riacho Batoque.



FOTO 03 – Vista parcial de habitações e de infra-estruturas de uso público (trechos de rede elétrica de baixa tensão e de estradas vicinais) localizadas na ombreira esquerda, devendo as primeiras serem alvo do processo desapropriatório, enquanto que para as últimas deverá ser analisada a necessidade de relocação.



FOTO 04 – Igreja evangélica localizada na área da ombreira direita, a qual deverá ser relocada.



FOTO 05 – Grupo escolar localizado na ombreira direita do barramento, cujo acesso será submerso, devendo a escola ser relocada, pois ficará ilhada.



FOTO 06 – Alternativa sugerida pelos moradores de morro



FOTO 07 – Área de reservação (Hidrolândia)



FOTO 08 – Vista panorâmica de Hidrolândia