

# REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH/CE

PROJETO PILOTO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS  
PROGERIRH - PILOTO

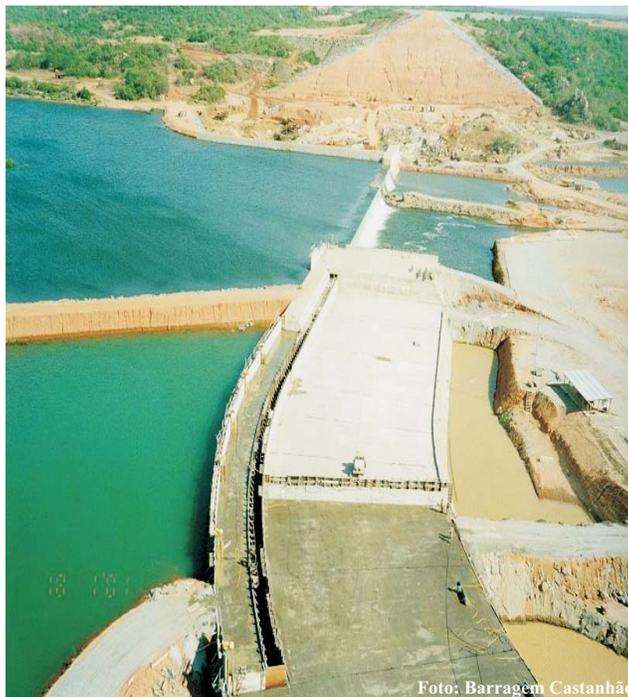


Foto: Barragem Castanhão

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

**Avaliação Técnico-Econômica-Financeira e Ambiental**

**RELATÓRIO GERAL**

## ÍNDICE

## ÍNDICE

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>FICHA TÉCNICA.....</b>	<b>12</b>
<b>LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....</b>	<b>15</b>
<b>I - VIABILIDADE TÉCNICA .....</b>	<b>19</b>
<b>1 - VISITA DE CAMPO .....</b>	<b>20</b>
<b>2 – LEVANTAMENTOS TOPOGRÁFICOS E PLANIALTIMÉTRICOS .....</b>	<b>22</b>
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 .....	23
2.2.3 – Locação, estaqueamento e nivelamento do eixo da barragem e da linha base.....	23
2.2.4 – Levantamento de seções transversais ao eixo da linha base.....	24
2.2.5 – Cálculos topográficos.....	24
<b>3 – DEFINIÇÃO DO N.A. MÁXIMO NORMAL DO RESERVATÓRIO.....</b>	<b>25</b>
<b>4 – RESERVATÓRIO.....</b>	<b>27</b>
<b>5 – ESTUDOS E INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICAS .....</b>	<b>29</b>
5.1 – ELEMENTOS DISPONÍVEIS.....	30
5.2 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS .....	30
<b>6 – ESTUDOS HIDROLÓGICOS E DE REGULARIZAÇÃO.....</b>	<b>31</b>
6.1 – ESTUDO DA VAZÃO DE REGULARIZAÇÃO .....	32
6.2 – ESTUDO DA CHEIA DE PROJETO.....	33
6.2.1 – Introdução .....	33
6.2.2 – Metodologia utilizada.....	33
6.2.3 – Hidrograma Unitário Triangular do SCS .....	33
6.2.4 – Hidrogramas das Cheias de Projeto .....	34
<b>7 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS .....</b>	<b>37</b>
7.1 – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO .....	38
7.1.1 – Solos.....	38
7.1.2 – Areia.....	38
7.1.3 – Pedreiras .....	39
7.2 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM/VERTEDOIRO.....	39
<b>8 – ESTUDOS HIDRÁULICOS .....</b>	<b>40</b>
8.1 – VAZÃO PELO VERTEDOIRO.....	41

8.2 - BORDA LIVRE.....	44
8.3 – COTA DA BARRAGEM .....	45
<b>9 – DESCRIÇÃO DO ARRANJO GERAL DAS OBRAS .....</b>	<b>47</b>
<b>10 – BARRAGEM .....</b>	<b>49</b>
<b>11 – VERTEDOURO .....</b>	<b>51</b>
<b>12 – TOMADA D’ÁGUA.....</b>	<b>53</b>
<b>13 – ADUTORA.....</b>	<b>55</b>
13.1 – JUSTIFICATIVA.....	56
13.2 – OBJETIVO .....	56
13.3 – SITUAÇÃO ATUAL DO ABASTECIMENTO.....	56
<b>13.3.1 – População alvo .....</b>	<b>56</b>
13.3.1.1 – Situação atual de Bom Sucesso.....	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
<b>13.8.1 – Captação .....</b>	<b>63</b>
<b>13.8.2 – Estação Elevatória de Água Bruta.....</b>	<b>63</b>
<b>13.8.3 – Adutora de Água Bruta .....</b>	<b>63</b>
<b>13.8.4 – Estações de Bombeamento de Água Tratada .....</b>	<b>64</b>
<b>13.8.5 – Reservatórios de Distribuição .....</b>	<b>64</b>
13.9 – SISTEMA PROPOSTO.....	65
<b>13.9.1 – Fonte Hídrica .....</b>	<b>65</b>
<b>13.9.2 – Captação .....</b>	<b>65</b>
<b>13.9.3 – Estação elevatória de água bruta .....</b>	<b>70</b>
<b>13.9.4 – Estação de Tratamento de Água .....</b>	<b>70</b>
<b>13.9.5 – Estação de bombeamento de água tratada .....</b>	<b>70</b>
<b>13.9.6 – Adutora .....</b>	<b>71</b>
<b>13.9.7 – Reservação .....</b>	<b>71</b>
<b>14 – CRONOGRAMA DE OBRAS .....</b>	<b>74</b>
<b>15 – ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO DAS OBRAS .....</b>	<b>78</b>
<b>16 – ANEXO (DESENHOS).....</b>	<b>83</b>
<b>II - VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA .....</b>	<b>92</b>
<b>1 - VIABILIDADE FINANCEIRA .....</b>	<b>94</b>
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.....	95

1.5 - RECEITAS .....	100
1.6 - CUSTOS .....	100
1.7 - FLUXOS DE RECEITAS E CUSTOS E RESULTADOS DA AVALIAÇÃO FINANCEIRA .....	100
1.8 - CUSTO DA ÁGUA .....	100
1.9 - IMPACTO FISCAL .....	106
<b>2 - VIABILIDADE ECONÔMICA .....</b>	<b>109</b>
2.1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	110
2.2 - CRITÉRIOS BÁSICOS UTILIZADOS .....	110
2.3 - CUSTOS E BENEFÍCIOS ECONÔMICOS ASSOCIADOS AO ABASTECIMENTO HUMANO .....	111
<b>ANEXOS .....</b>	<b>119</b>
ANEXO I – CUSTOS DE O&M – SITUAÇÃO COM PROJETO .....	120
ANEXO II – RESULTADOS DO MODELO SIMOP .....	122
<b>III - VIABILIDADE AMBIENTAL .....</b>	<b>130</b>
<b>1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>131</b>
<b>2 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS .....</b>	<b>133</b>
<b>3 - O PROJETO .....</b>	<b>140</b>
3.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR .....	141
3.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS .....	141
3.3 - OBJETIVOS E USOS MÚLTIPLOS .....	141
3.4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS .....	142
3.5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DAS OBRAS .....	145
3.6 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS .....	147
<b>4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....</b>	<b>148</b>
4.1 - ÁREAS DE ABRANGÊNCIA .....	149
<b>4.1.1 - Área de Influência Física .....</b>	<b>149</b>
<b>4.1.2 - Área de Influência Funcional .....</b>	<b>149</b>
4.2 - MEIO ABIÓTICO .....	149
<b>4.2.1 - Aspectos Geológicos e Geomorfológicos .....</b>	<b>149</b>
4.2.1.1 - Geologia .....	149
4.2.1.2 - Geomorfologia .....	150
4.2.1.3 - Recursos Minerais .....	150
4.2.1.4 - Sismicidade Induzida .....	151
<b>4.2.2 - Solos .....</b>	<b>152</b>
4.2.2.1 - Caracterização dos Solos da Área do Empreendimento .....	152
4.2.2.2 - Uso Atual dos Solos .....	153
<b>4.2.3 - Clima .....</b>	<b>154</b>
<b>4.2.4 - Recursos Hídricos .....</b>	<b>155</b>
<b>4.2.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos .....</b>	<b>157</b>
4.3 - MEIO BIÓTICO .....	157

4.3.1 - Flora.....	157
4.3.2 - Fauna.....	158
4.3.3 - Unidades de Conservação .....	159
4.4 - MEIO ANTRÓPICO .....	159
4.4.1 - Área de influência Funcional .....	159
4.4.1.1 - Aspectos Demográficos.....	159
4.4.1.2 - Infra-estrutura Física e Social.....	160
4.4.1.3 - Atividades Econômicas .....	162
4.4.1.4 - Estrutura Fundiária .....	162
4.4.2 - Área de Influência Física .....	163
4.4.2.1 - Generalidades .....	163
4.4.2.2 - Estrutura Fundiária .....	163
4.4.2.3 - População Atingida.....	163
4.4.2.4 - Terras Indígenas.....	163
4.4.2.5 - Infra-Estruturas de Uso Público a serem Atingidas.....	164
4.4.2.6 - Atividades Econômicas a serem Paralisadas .....	164
4.4.2.7 - Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico .....	164
<b>5 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>166</b>
5.1 - METODOLOGIA ADOTADA.....	167
5.2 - CHECKLIST DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS .....	167
5.3 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS.....	171
5.3.1 - Impactos sobre o Meio Abiótico.....	171
5.3.2 - Impactos sobre o Meio Biótico .....	173
5.3.3 - Impactos sobre o Meio Antrópico .....	174
<b>6 - PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS .....</b>	<b>179</b>
6.1 - GENERALIDADES .....	180
6.2 - PLANO DE DESMATAMENTO ZONEADO DA BACIA HIDRÁULICA .....	180
6.3 - PLANO DE PROTEÇÃO E MANEJO DA FAUNA.....	182
6.4 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS, BOTA-FORAS E CANTEIRO DE OBRAS .....	184
6.4.1 - Generalidades.....	184
6.4.2 - Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos .....	185
6.4.3 - Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição da Área do Canteiro de Obras.....	187
6.5 - PLANO DE REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA.....	188
6.6 - PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	189
6.7 - ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO.....	190
6.8 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	191
6.9 - PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO .....	192

<b>7 - MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS</b> .....	<b>195</b>
7.1 - GENERALIDADES .....	196
7.2 - GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS/ESTABE-LECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFAÇÃO D'ÁGUA.....	196
7.3 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA .....	198
7.4 - PLANO DE MONITORAMENTO DO NÍVEL PIEZOMÉTRICO E DO RESERVATÓRIO.....	199
<b>7.4.1 - Monitoramento do Nível Piezométrico</b> .....	<b>199</b>
<b>7.4.2 - Monitoramento do Nível do Reservatório</b> .....	<b>200</b>
7.5 - PLANO DE MONITORAMENTO DA SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO .....	200
7.6 - PLANO DE DELIMITAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO .....	201
<b>7.6.1 – Delimitação da Faixa de Proteção</b> .....	<b>201</b>
<b>7.6.2 – Administração da Faixa de Proteção do Reservatório</b> .....	<b>201</b>
7.7 - ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO .....	201
7.8 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA.....	202
7.9 – CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL .....	203
<b>8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>205</b>
<b>9 - BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>207</b>
<b>IV - RESENHA FOTOGRÁFICA</b> .....	<b>210</b>

## 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 Beré, localizada no município de Jardim, 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
  - 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 Beré, localizada no município de Jardim, no Estado do Ceará.

## INTRODUÇÃO

## 1 – 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 Beré, localizada no município de Jardim, 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 irregularidade 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 BERÉ

### FICHA TÉCNICA DO PROJETO

Nome ..... Barragem Beré;  
Área da Bacia Hidráulica ..... 72,39 ha;  
Capacidade do Reservatório (Cota 550 m) .....  $11,908 \times 10^6 \text{ m}^3$ ;

#### Barragem

Tipo ..... Concreto CCR;  
Altura máxima ..... 59,54m;  
Extensão pelo coroamento ..... 200 m;  
Cota do coroamento ..... 554,54 m;

#### Vertedouro

Tipo ..... CCR (Incorporado à barragem, com muro em perfil "Creager");  
Largura ..... 190,00 m;  
Cota da Soleira ..... 550 m;  
Descarga de Projeto (TR = 1.000 anos) ..... 2.260,72 m<sup>3</sup>/s;  
Descarga de Projeto (TR = 10.000 anos) ..... 2.762,38 m<sup>3</sup>/s;

#### Tomada D'Água

Tipo ..... Galeria com controle a montante e jusante;  
Dimensões ..... 0,60 m x 0,60 m e 600 mm;  
Comprimento ..... 45 m;  
Descarga regularizada (Q90% de garantia) ..... 0,040 m<sup>3</sup>/s;

#### Adutora

Denominação ..... ADUTORA DE JARDIM;  
Objetivos ..... Atender à população urbana de Jardim e comunidades difusas;  
Localização ..... Município de Jardim (CE);  
Extensão ..... 16.146 m;  
Diâmetro da tubulação ..... 200 mm;  
Pressão de serviço ..... 200 m.c.a.;  
Desnível geométrico ..... 143,50 m;  
Vazão de projeto ..... 30,46 l/s;  
Fonte hídrica ..... Açude Beré;

#### Obra de Captação (Flutuante)

- Número de conjuntos elevatórios ..... 01 + 01 reserva;
- Vazão máx. por conjunto ..... 2.632 m<sup>3</sup>/dia;
- Diâmetro do barrilete de sucção ..... 200 mm;
- Diâmetro do barrilete de recalque ..... 200 mm;
- Nível máximo operacional ..... cota de sangria = 550 m;
- Nível mínimo operacional ..... cota de alerta = 519 m;

#### Estação Elevatório de Água Bruta

- Número de conjuntos ..... 01 + 01 reserva;
- Vazão por conjunto ..... 109,656 m<sup>3</sup>/h;
- Altura manométrica estimada ..... 30 mca;
- Potência de cada conjunto ..... 20,31 cv;

#### Estação de Tratamento de Água

- Vazão ..... 115,0 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>;

#### Estação de Bombeamento de Água Tratada

- Número de conjuntos eletrobombas ..... 01 + 01 (reserva);
- Vazão por conjunto ..... 109,656 m<sup>3</sup>/h;
- Altura manométrica total ..... 218,94 mca;
- Potência por conjunto ..... 150,50 cv.

#### Reservação

- Localização ..... Município de Jardim (CE);
- Capacidade ..... 877 m<sup>3</sup>.

## LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

## 2 – LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

A barragem Beré situa-se no município de Jardim, na micro região Cariri.

O município de Jardim localiza-se na região Sul do Estado do Ceará com latitude 07°34'57" S e longitude 39°17'53" W, ocupa uma área de 500,9 Km<sup>2</sup>, com altitude média da sede em torno de 652 m acima do nível do mar. Limita-se ao Norte com os municípios de Porteiras, Missão Velha e Barbalha, ao Sul com Penaforte e o Estado de Pernambuco, ao Leste com Penaforte, Jati e Porteiras e a Oeste com Barbalha e Pernambuco.

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

- Segue-se pela BR-116 no sentido Norte-Sul até a cidade de Milagres (563 Km). Daí, segue-se na direção Oeste, pela CE-293, percorrendo uma distância de 47 Km até a cidade de Barbalha. Desta, segue-se na direção sul pela CE-060 uma distância de 37 Km. O percurso total estimado é de aproximadamente 647 Km.

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

- Segue-se pela CE-390 no sentido Penaforte uma distância de 18,00 Km. Daí segue-se a pé, uma distância de 0,50 Km, chegando ao barramento estudado pela hierarquização. Deste, segue-se pelo leito do rio percorrendo-se 1,00 Km até chegar a uma 2ª alternativa de eixo barrável.

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

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, 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 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 vertedouro, através do uso de GPS;
- Locação e nivelamento do eixo da barragem, com estaqueamento a cada 10m (unid.(est.)=20,00m) - Estaca 00(-40,00m) à Estaca 09+10,00m, totalizando uma extensão de 230,00 metros;
- Locação e nivelamento do eixo transversal ao eixo barrável (linha base), com estaqueamento variável – Estaca E5 à Estaca EM1(montante) e Estaca E5 à Estaca EJ3 (jusante), numa extensão total de 70,00 metros;
- Levantamento de seções transversais, ao longo da linha base, com faixa variando de 56m a 246m, com distância variável num número de 04 seções levantadas, com a respectiva extensão de 748,00 metros;
- Levantamento da calha do rio através da obtenção de diversos pontos plani-altimétricos, levantados taqueometricamente por irradiação;

### 2.2 – METODOLOGIA ADOTADA

#### 2.2.1 – Implantação de marcos com coordenadas

Foram materializados marcos na linha base (transversal ao eixo da barragem), conforme apresenta-se na planta baixa. As coordenadas verdadeiras destes marcos foram obtidas através da utilização de rastreadores de satélites GPS, marca Garmim, dispondo 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 e nivelamento do eixo da barragem e da linha base

O referido eixo barrável foi levantado com estaca a cada 10m (unid.(est.)=20m). Quanto à linha base, o estaqueamento variou entre 10 e 20m, levando-se em conta o levantamento dos pontos notáveis como riacho, e vértices; As estacas foram então niveladas, enquadrando-se na precisão tolerável de  $10\sqrt{K}$  mm, onde k = Km nivelados. Este serviço foi executado através do uso de estação total TopCon – GTS 229 e prisma.

#### **2.2.4 – Levantamento de seções transversais ao eixo da linha base**

Nas estacas do eixo da linha base, foram abertas seções transversais, variando de acordo com suas respectivas necessidades, com pontos levantados a cada 10m, observando-se também, os pontos críticos que possibilitassem um melhor conhecimento do terreno.

#### **2.2.5 – 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 SOFTDESK.

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

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

Com base 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 a cota 560.

Os estudos prévios elaborados e as avaliações de capacidade de regularização de vazão mostraram também não ser interessante ter-se um barramento acima da cota 555,00 m. Assim, estabeleceu-se a cota do nível d'água máximo normal do reservatório como sendo **550,00 m**.

#### 4 – RESERVATÓRIO

#### 4 – RESERVATÓRIO

O reservatório a ser formado com a construção da Barragem Beré, cuja planta pode ser vista no Desenho no BE-01, ocupará uma área em sua superfície, para o nível d'água máximo normal de 550,00m, igual a  $0,7239 \times 10^6 \text{ m}^2$ , acumulado um volume total nesta cota de  $11,908 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

No Desenho n.º BE-05 é apresentada a curva cota x área x volume do reservatório de Beré.

Com base na série de volumes afluentes médios mensais do período histórico de 1912 a 1988, verifica-se que o reservatório apresenta uma baixa capacidade de regularização, equivalente a 0,97% da vazão média, com 17.2 % de sangria, considerando-se nível de garantia de 90%, 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.
- Restituição aerofotogramétrica do Instituto de Terras do Ceará (Iterce), Projeto Nordestino/PDSFN, convênio INCRA / Governo do Estado do Ceará / SUDENE, folhas EP-37 e EP-38, na escala 1:7.500.
- Projeto Executivo do Açude Beré, DNOCS.

### 5.2 – ASPECTOS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS LOCAIS

A geologia local é identificada por rochas sedimentares pertencentes à bacia sedimentar do Araripe e sedimentos recentes caracterizados por coberturas tércio-quadernárias.

Os afloramentos de rocha observados são representados por filito cinza escuro, com veios de quartzo, são extremamente a muito pouco fraturado, coerente. As superfícies das fraturas e dos acamamentos são ondulados e irregulares.

Os grandes falhamentos observados são possuem direção preferencial leste-oeste. As fraturas são subverticais, na parte superior apresenta estratos rochosos sub-horizontais com discordância angular.

O sítio da barragem localiza-se em um trecho de estrangulamento do vale. No eixo propriamente dito, observa-se afloramentos de filitos co presença de blocos de rocha no leito do riacho.

Não foram observados depósitos de aluvião.

Os afloramentos de filito, mostram-se com superfícies das fraturas e dos acamamentos de formas conduladas, rugosas e irregulares.

As ombreiras apresentam coberturas de solo silto-arenoso com espessuras variando de 1,0 m a 2,5 m.

O maciço e vertedouro da barragem, em concreto, deverão ser apoiados diretamente sobre o filito, que apresenta excelentes condições de fundação, com baixo grau de fraturamento e elevados parâmetros de resistência na suas descontinuidades.

## 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 Barbalha, bem como a curva Cota x Volume do Açude Beré e suas vazões mensais afluentes, determinou-se sua curva de garantia (%) x Vazão regularizada (hm<sup>3</sup>/ano) para a capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m). A Tabela 6.1 e a Figura 6.1 apresentam os valores de Garantia x Vazão regularizada do Açude Beré.

Tabela 6.1 – Garantia versus Vazão regularizada do Açude Beré, para a Capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m)

SANGRIA(%) – ANUAL	SANGRIA (%)	GARANTIA (%)	VAZÃO REGULARIZADA (HM <sup>3</sup> /ANO)
90,9	31,0	100,0	0,41742
89,6	26,6	99,0	0,56769
88,3	18,0	95,0	0,94765
87,0	17,2	90,0	1,26120
84,4	16,6	85,0	1,48691

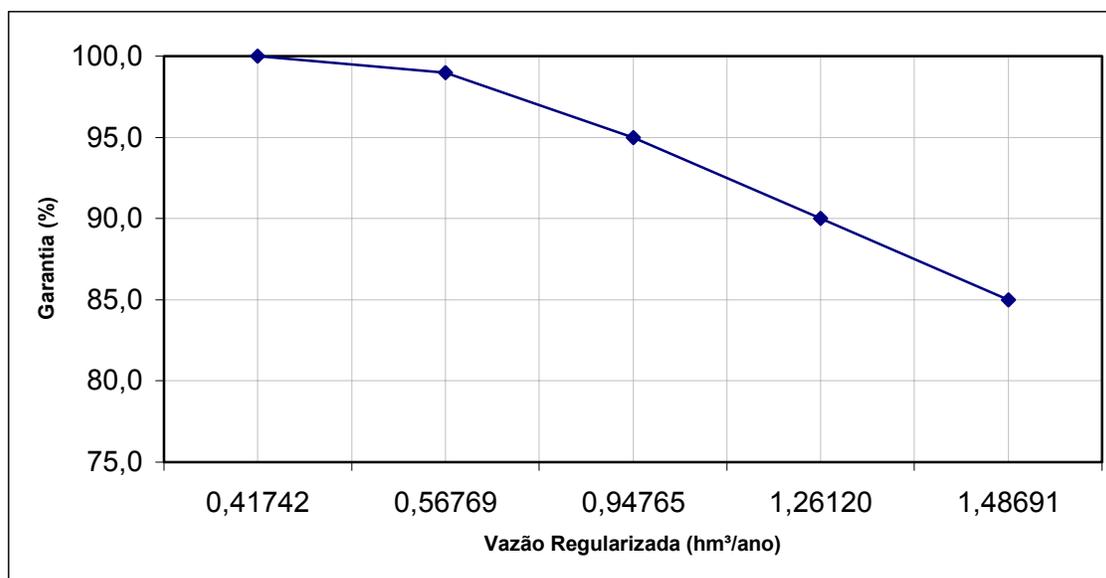


Figura 6.1 – Curva Garantia versus Vazão Regularizada do açude Beré, para a Capacidade de 11,908 hm<sup>3</sup> (cota = 550,0 m).

## 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 Beré, obteve-se o valor CN igual a 65.

### 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:

$$t_c = 57 \times (L^3 / H)^{0,387} = 57 \times (80,46 / 360,0)^{0,387} = 939,0 \text{ min.} = \mathbf{15,65 \text{ horas}}$$

onde:

$t_c$  - tempo de concentração, em minutos;

L - comprimento do 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:

$$t_r = t_c / 6 = 15,65 / 6 \cong \mathbf{2,61 \text{ horas}}$$

$$t_p = 0,5 \times t_r + 0,6 \times t_c = 0,5 \times 2,61 + 0,6 \times 15,65 \cong \mathbf{10,69 \text{ horas}}$$

$$t_b = 2,667 \times t_p = 2,667 \times 10,69 \cong \mathbf{28,55 \text{ horas}}$$

$$Q_p = (0,2081 \times A_{\text{bacia}} \times 1\text{mm}) / t_p = (0,2081 \times 1410,197) / 10,69 \cong \underline{27,44 \text{ m}^3/\text{s}}$$

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  $\text{m}^3/\text{s}$ .

Na Figura 6.2 é mostrado o HUT de 1,13 horas do SCS, para o caso da bacia do Açude Beré.

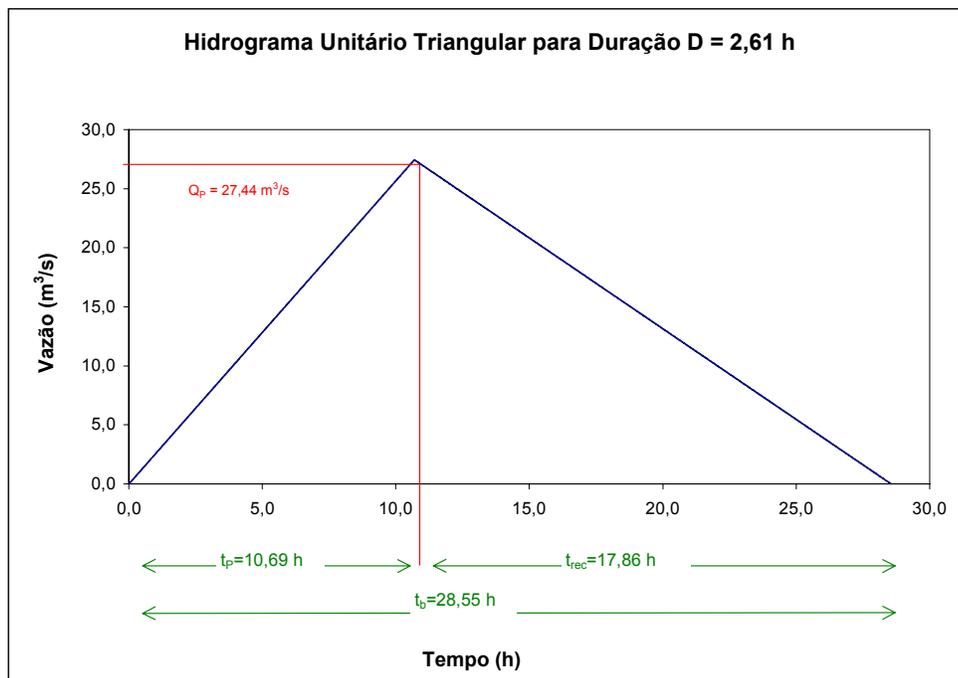


Figura 6.2 - Hidrograma unitário triangular do SCS para duração de 2,61 horas

#### 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 hietograma 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:

$P_{\text{efetiva}}$  - 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 = 65 - 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 Beré, para duração igual ao tempo de concentração e período de retorno de 1.000 anos

D(h)	$P_{\text{acumulada}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva acumulada}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva ordenada}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva balanceada}}$ (mm)
2,61	132,93	45,99	45,99	5,87	7,09
5,22	160,62	65,77	19,78	7,09	12,28
7,82	176,83	78,05	12,28	8,97	45,99
10,43	188,32	87,02	8,97	12,28	19,78
13,04	197,24	94,11	7,09	19,78	8,97
15,65	204,52	99,98	5,87	45,99	5,87

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

D(h)	$P_{\text{acumulada}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva acumulada}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva ordenada}}$ (mm)	$P_{\text{efetiva balanceada}}$ (mm)
2,61	148,09	56,61	56,61	7,05	8,53
5,22	180,23	80,69	24,07	8,53	14,86
7,82	199,02	95,55	14,86	10,82	56,61
10,43	212,36	106,37	10,82	14,86	24,07
13,04	222,70	114,90	8,53	24,07	10,82
15,65	231,15	121,96	7,05	56,61	7,05

Aplicando os hietogramas efetivos balanceados da bacia do açude Beré ao H.U.T. de 2,61 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	2.267,85
10.000	2.771,75

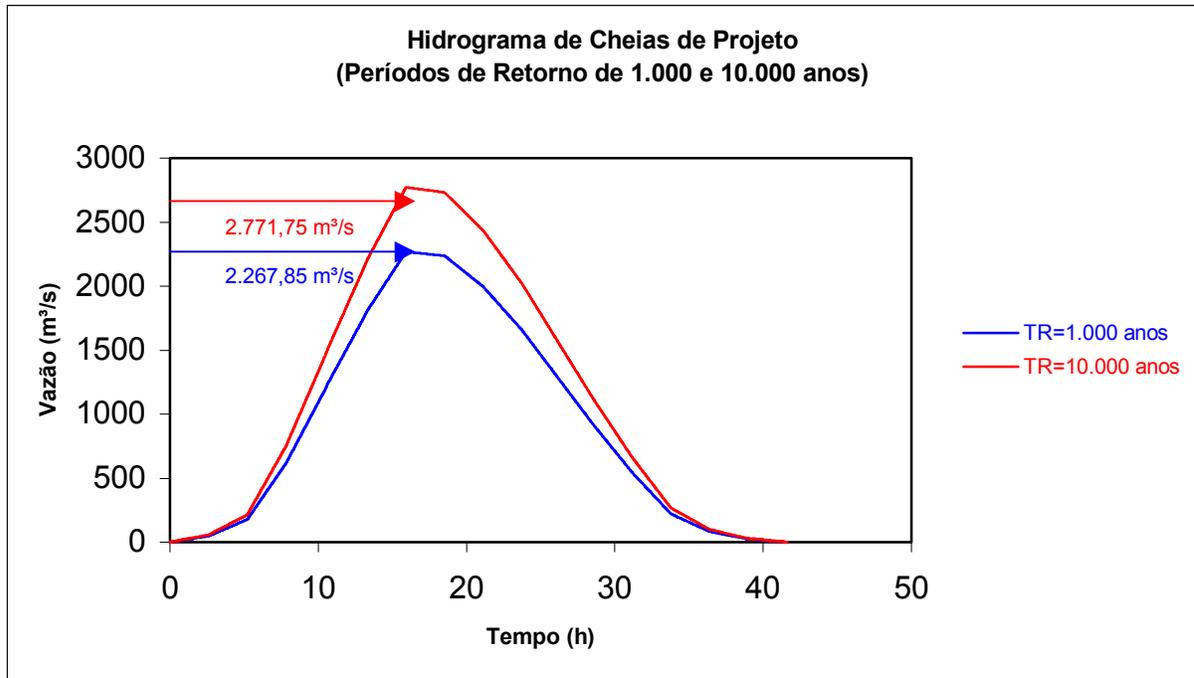


Figura 6.3 - Hidrogramas das cheias de projeto, para os tempos de retorno de 1.000 e 10.000 anos.

## 7 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

## 7 – ESTUDOS GEOTÉCNICOS

### 7.1 – CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DOS MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO

#### 7.1.1 – Solos

Foram localizadas duas áreas de empréstimo para fornecimento de solo impermeável.

A jazida no. 1 dista 100m ao eixo da barragem e foi investigada através de 4 furos de sondagem a trado. A jazida no. 2 dista 2100m e foi investigada também através de 10 furos a trado. Os furos de sondagem foram rasos com profundidade média de 0,80 m para a jazida nº 1 e 1,00 m para a jazida nº 2.

O material encontrado é constituído por areia silto argilosa.

Foram realizados 8 ensaios de caracterização (granulometria por peneiramento e Limites de Atterberg) e 8 ensaios de compactação.

Os ensaios mostraram que a fração granulométrica predominante é constituída por areia (28 a 57%), seguida da fração silto-argilosa (43 a 71%), complementada pela fração pedregulho (0 a 2%).

Os ensaios de Limite de Liquidez e Limite de Plasticidade mostraram que o material localiza-se acima da linha A, ora abaixo ora acima desta sendo portanto classificado como CL.

Os ensaios de compactação mostraram umidade ótima variando de 12,2 a 13,8% e densidade seca máxima variando de 1,753 a 1,805 kg/m<sup>3</sup>.

Nos Desenhos n.º BE-07 e BE-08 podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

#### 7.1.2 – Areia

Foram identificados quatro areais para a construção da barragem, denominados de A-01, A-02, A-03 e A-04.

O areal A-01 está localizado no Riacho Jardim, distanciado do eixo barrável 16,0 Km. Foram executados 5 (cinco) furos no leito do rio, com profundidade média de exploração de 1,00 m.

O areal A-02 fica no riacho corrente, distante do eixo barragem 5,7 Km, na propriedade do Sr. Chico Felix. Foram executados 5 (cinco) furos, com coleta de amostras de material.

O areal A-03 fica no Riacho São João, contudo possui volume insuficiente para exploração.

O areal A-04 fica no sítio Cidade, distante 16,0 km. Possui volume suficiente para ser utilizado na obra.

Nos Desenhos n.º BE-07 e BE-08 podem ser vistos os resultados dos ensaios e a localização das áreas investigadas.

### **7.1.3 – Pedreiras**

Foi identificado uma pedreira para a construção da barragem, denominado de P-01.

A pedreira P-01 fica localizada a montante do eixo da barragem, com distância de 3.700 m, a qual apresentou rocha de ótima qualidade.

## **7.2 – FUNDAÇÃO DA BARRAGEM/VERTEDOIRO**

O maciço de concreto da barragem deverá ser assentado sobre a superfície de rocha no seu estado são. Todas as ocorrências de solos, matacões, blocos soltos e rocha alterada e/ou fraturada deverão ser removidas, de forma que o concreto fique em contato direto com a rocha sã.

No caso de ocorrerem faixas de rocha alterada ou muito fraturada no topo do maciço rochoso, que possam ser removidas com picareta e rompedor, essas faixas devem ser escavadas até à total remoção, ou, no mínimo, até uma profundidade igual à largura, preenchendo-se as mesmas com concreto de resistência 30 MPa.

Para o tratamento profundo da fundação, deverão ser realizados injeções exploratórias verticais de calda de cimento ao longo do eixo da barragem, em toda a sua extensão, até à profundidade de 1,5 vezes a altura da barragem no local dos furos. Os furos deverão ter diâmetro de 4" e espaçamento de 8 metros, sendo injetados com calda de cimento sob pressão com fator água/cimento 0,5. As pressões de injeção em cada furo deverão ser calculadas de forma a não ultrapassar o limite de 75 % da pressão equivalente provocada pelo peso de rocha, evitando-se, assim, o macaqueamento do maciço rochoso.

Caso as perdas específicas de calda de cimento nos furos ultrapassem 50 kg de cimento por metro perfurado, o traço deverá ser aumentado progressivamente, até se controlar a absorção, e deverão ser realizados furos de injeção a cada 4 metros e, se necessário, a cada 2 metros, utilizando-se o mesmo critério.

O Desenho n.º BE-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 190 metros.

A vazão pelo vertedouro é dada pela seguinte expressão:

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

Onde:

$Q$  é a vazão pelo vertedouro, em m<sup>3</sup>/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 na tabela 7.1 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 Beré

COTA (m)	ACUMULADO (hm <sup>3</sup> )
490	0,000000
495	0,000812
498	0,003847
499	0,020508
500	0,040709
501	0,064406
502	0,091583
503	0,122249
504	0,156443
505	0,194229
506	0,235698
507	0,280968
508	0,330186
509	0,383523
510	0,441178
511	0,503378

<b>COTA (m)</b>	<b>ACUMULADO (hm<sup>3</sup>)</b>
512	0,570377
513	0,642454
514	0,719917
515	0,803101
516	0,892366
517	0,988100
518	1,090720
519	1,200667
520	1,318410
521	1,444446
522	1,579298
523	1,723516
524	1,877677
525	2,042386
526	2,218273
527	2,405997
528	2,606243
529	2,819722
530	3,047175
531	3,289367
532	3,547092
533	3,821168
534	4,112444
535	4,421793
536	4,750117
537	5,098344
538	5,467428
539	5,858351
540	6,272123
541	6,709779
542	7,172383
543	7,661024
544	8,176820
545	8,720913
546	9,294476
547	9,898706
548	10,534828
549	11,204094
550	11,907782
551	12,647200
552	13,423678
553	14,238578
554	15,093285
555	15,989215
556	16,927807
557	17,910530
558	18,938878
559	20,014373
560	21,138564

Considerando o volume do Açude Beré em sua cota de sangria de 550,0 metros, com largura do sangradouro de 190 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		
$Q_{pico\_afluente}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{pico\_efluente}$ ( $m^3/s$ )	Lâmina efluente (m)	$Q_{pico\_afluente}$ ( $m^3/s$ )	$Q_{pico\_efluente}$ ( $m^3/s$ )	Lâmina efluente (m)
2267,85	2260,72	3,28	2771,75	2762,58	3,75

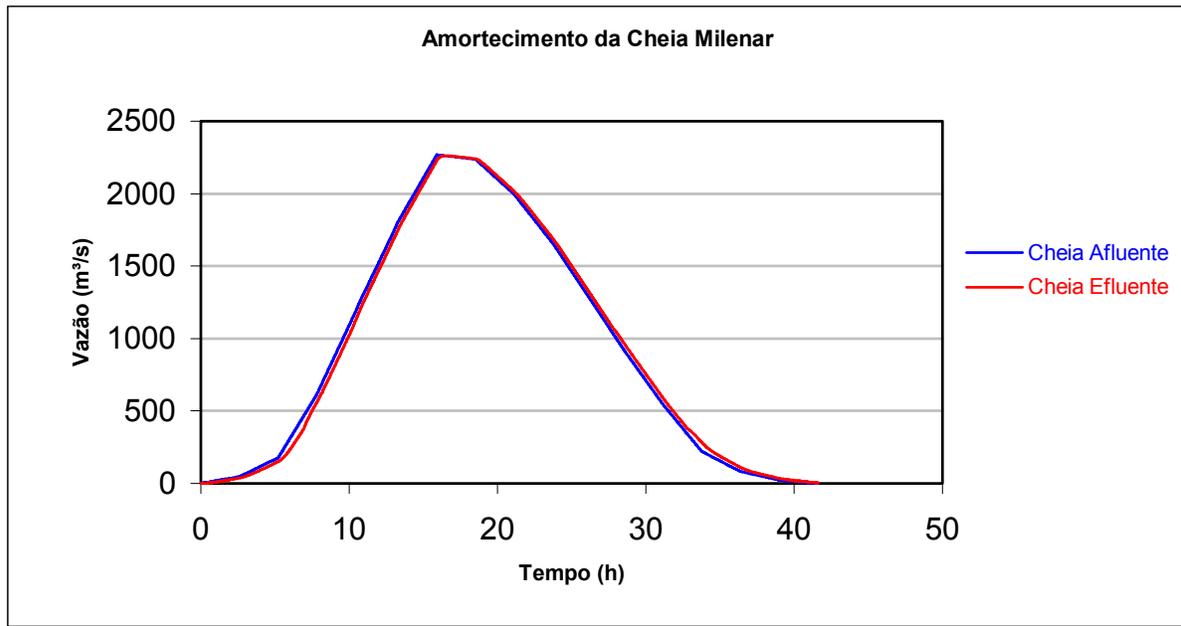


FIGURA 8.1 – Amortecimento da cheia milenar para cotas do sangradouro do Açude Beré

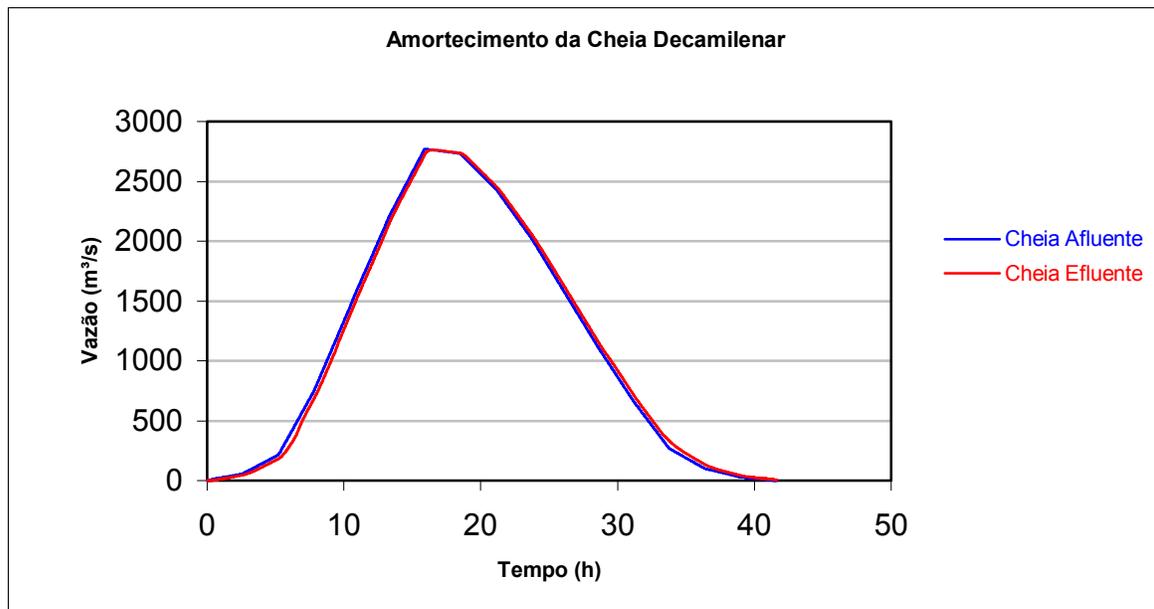


FIGURA 8.2 – Amortecimento da cheia decamilenar para cotas do sangradouro do Açude Beré

## 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 n.º BE-06, tendo sido obtido o valor de 0,36 km.

### b) Cálculo da Altura da Onda

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

$$h = 0,75 + 0,35(F)^{1/2} - 0,26(F)^{1/4} \text{ para } F < 18Km$$

sendo:

$h$  altura da onda (m)

$F$  comprimento máximo da área de influência (km)

Portanto, vem:

$$h = 0,75 + 0,34(0,36)^{1/2} - 0,26(0,36)^{1/4}$$

$$h = 0,75m$$

### c) Cálculo da Velocidade da Onda

A velocidade da onda é pela expressão:

$$v = 1,5 + 2.h$$

sendo:

$v$  velocidade da onda (m/s)

$h$  altura da onda (m)

$$v = 1,5 + 2 \cdot 0,75$$

$$v = 3,01 \text{ m/s}$$

d) Cálculo da Borda Livre

A borda livre ( $f$ ) é dada pela expressão:

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

sendo:

$f$  altura da borda livre (m)

$h$  altura da onda (m)

$v$  velocidade da onda (m/s)

$$f = 0,75 \cdot 0,74 + \frac{(3,01^2)}{2g}$$

$$f = 1,02 \text{ m}$$

### 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:

$C$  cota da crista da barragem (m)

$H$  carga hidráulica sobre o vertedouro para a cheia milenar (m)

$f$  borda livre

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

Então, vem:

$$c = 3,28 + 1,02 + 550,00$$

$$c = 554,35m$$

- 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:

$$C = 3,75 + 0,60 + 550,00$$

$$C = 554,35m$$

Portanto, a cota da crista da barragem foi estabelecida na el. **554,35 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 encaixado, em forma de "V", com encostas bastante íngremes. Como as condições geológico-geotécnicas de fundação são favoráveis à implantação de um barramento de concreto, adotou-se um arranjo em que o vertedouro estará inserido na própria barragem.

Dado o caráter não perene do riacho Jardim, 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.

À direita do vertedouro, no maciço 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 BE-03.

## 10 – BARRAGEM

## 10 – BARRAGEM

A barragem será constituída por um maciço de concreto C.C.R., com crista na cota 554,54 m, comprimento de 200 m, e altura máxima de cerca de 59,54 m.

Em termos de fundação, a barragem será apoiada em rocha, que se apresenta praticamente aflorante em todo o leito.

A barragem terá o paramento de montante vertical, e o de jusante na inclinação 0,8H : 1,0V., em forma de degraus, resultante do próprio processo construtivo da maciço em C.C.R.

No paramento de montante será colocada uma camada de concreto convencional para impermeabilizar o maciço, da mesma forma que a parte superior da barragem também será executada em concreto convencional devido à largura pequena para os equipamentos de compactação.

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

## 11 – VERTEDOURO

## 11 – VERTEDOURO

O vertedouro, incorporado à barragem, será implantado aproximadamente centrado em relação à calha do rio, com condições de fundação apropriadas para receber uma estrutura de concreto.

O vertedouro terá soleira livre com crista na cota 550,00 m e comprimento de 190 m. O perfil vertente será do tipo Creager, com coeficiente de descarga igual a 2,0.

A estrutura, em C.C.R., estará apoiada em rocha, com altura máxima de cerca de 55 m. O paramento a jusante da estrutura, que terá a forma de degraus já resultante do processo construtivo, será revestido com concreto convencional para maior resistência à ação do fluxo. O paramento em forma de degraus irá propiciar grande parte da dissipação de energia do fluxo.

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

<b>Cheia</b>	<b>Vazão de pico afluente (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Vazão de pico efluente (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Carga Hidráulica (m)</b>
Milenar	2.267,85	2.260,72	3,28
Decamilenar	2.771,75	2.762,58	3,75

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

## 12 – TOMADA D'ÁGUA

## 12 – TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água para a adutora será implantada na barragem, à direita do vertedouro. A vazão a ser aduzida é de 0,040 m<sup>3</sup>/s considerando-se a garantia de 90%.

A tomada d'água estará incorporada na própria estrutura da barragem, sendo dotada de grade removível e comporta plana tipo adufa com dimensões 0,60 x 0,60m.

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 0,60 m. Este tubo atravessa a fundação da barragem transversalmente, e logo a jusante do pé da barragem prevê-se a instalação de um registro no interior de uma caixa.

A cota do eixo da tomada d'água está prevista na el. 519,00 m, de modo a deixar um pequeno volume no fundo do reservatório cuja cota é aproximadamente 495,00m, para acúmulo de sedimentos.

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



## 13 – ADUTORA

### 13.1 – JUSTIFICATIVA

A população das localidades a serem beneficiadas pela adutora, não dispõem de água para consumo humano em quantidade e qualidade adequadas. O abastecimento daquelas comunidades é feito a partir de mananciais pouco seguros. Tratam-se de fontes que brotam da Chapada do Araripe. Com o uso intensivo destas fontes, e o desmatamento de suas nascentes, as mesmas tem-se exaurido.

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 das adutoras planejadas é garantir o fornecimento de água às localidades por elas 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 da sede municipal de Jardim, além de comunidades difusas situadas ao longo da adutora, inclusive Bom Sucesso. 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 Jardim conta com sistema de abastecimento de água de acordo com arranjo mostrado na figura seguinte.

Os componentes do sistema são:

Manancial: .....Riacho Boca-da-mata (seis fontes). Uma das fontes já secou e o volume das demais está gradativamente diminuindo. Cada fonte tem um mini-reservatório que somam 89 m<sup>3</sup>, os quais escoam para um reservatório de reunião.

Adutora de água bruta (gravitária): .....tubulação (PVC) de 2.100 m, com DN=150 mm ,  
tubulação (PVC) 1.600 m, com DN=150 mm. Vazão = 89,61 m<sup>3</sup>/h.

Adutora de água tratada(gravitária): tubulação (Ferro fundido) medindo 600 m e DN=200mm + 200 m de DN=150mm (aéreo/sobre o rio Jardim)

#### Estação elevatória

(recalque - água tratada): .....03 unidades (na cidade/rede de distribuição), sendo todas de 5cv, apresentando porém apenas uma com reserva (1+1), as outras duas sem reserva (1+0).

#### Tratamento

de Água: .....Aplicação de cloro nos reservatórios apoiados. Capacidade de tratamento de 85 m<sup>3</sup>/h.

Reservação: .....Dois reservatórios de distribuição apoiados sendo um de 345 m<sup>3</sup> e o outro de 340 m<sup>3</sup>.

Distribuição: .....Dispõe de rede em cerca de 98% da localidade, com 1.970(93%) de ligações domiciliares ativas, 140(7,0%) de ligações domiciliares inativas, perfazendo um total de 2.110 (100%), sendo que cerca de 93(4,0%) são dotadas de hidrômetros.

#### 13.3.1.1 – Situação atual de Bom Sucesso

Bom Sucesso dispõe de um sistema de abastecimento rudimentar, hoje desativado, a seguir descrito.

A população de Bom Sucesso atualmente é abastecida com água vinda de Toré (fonte), por carros pipas que transportam a água de 8,5 km.

Os componentes do sistema existente e desativado são:

Manancial: .....Poço tubular de Bom Sucesso Q=5.000 l/h, inaugurado em 1993, fechou em 2001 e passou 1 ano sem funcionar, sendo reaberto em 2002.

Adutora de Toré, instalada em 1987, deixando de abastecer desde 2000.

Captação: .....Bomba submersa (poço tubular de Bom Sucesso), potência de 3,5 cv.

Adutora de água bruta(recalque): .....Poço tubular de Bom Sucesso: tubulação (PVC) de 600 m, DN=50mm e Q=5 m<sup>3</sup>/h.

Adutora de água bruta(gravitária): .....Toré (desativado): tubulação (PVC) de 8.400 m, DN=32mm e Q=700l/h.

#### Estação elevatória (captação

e recalque): .....Poço tubular de Bom Sucesso: Bomba submersa (1+0) com potência 3,50 CV; Vazão de 5,0 m<sup>3</sup>/h; e altura manométrica de 70m.c.a.

#### Tratamento

de Água : .....Não existe tratamento.

Reservação: .....Dois reservatórios apoiados de 20 m<sup>3</sup> (totalizando 40 m<sup>3</sup>).

Distribuição: .....Dispõe de rede em cerca de 94% da localidade, com 75(100%) de ligações domiciliares ativas, sem hidrômetros.

ARRANJO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO ATUAL (Sede de Jardim) = 01/02

ARRANJO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO ATUAL (Sede de Jardim) = 02/02

#### 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 Beré.

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.

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

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

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 desde 2030 até n.

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
Coeficiente 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.

Para evitar trecho de tubulação flutuante mais extenso poderão ser implantados 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 - m<sup>3</sup>/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 (m<sup>3</sup>/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)

$\gamma$  = peso específico da água (em kg/m<sup>3</sup>)

H = altura manométrica (em m)

$\eta$  = 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 para a sede municipal de Jardim é o açude Beré. Este reservatório barra o rio Jardim, na bacia hidrográfica do riacho do Jardim. O reservatório tem uma capacidade de armazenamento de 11,908 hm<sup>3</sup> e uma descarga regularizada com 90 % de garantia de 39,99 l/s. Tal descarga é superior a vazão de dimensionamento da adutora que é de 30,46 l/s.

### 13.9.2 – Captação

A captação da água bruta se fará no 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 – 2.632 m<sup>3</sup>/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 13.1 - PLANTA BAIXA (SUDENE) \_ autocad

PLANTA BAIXA

PERFIL

QUADRO 13.1 - DADOS OPERACIONAIS DO SISTEMA (ADUTORA DE JARDIM) **excel**

QUADRO

GRÁFICO

### **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 à 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 - 109,656 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica estimada – 30 mca

Potência de cada conjunto – 20,31 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 – 115,0 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>

### **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 - 109,656 m<sup>3</sup>/h.

Altura manométrica total – 218,94 mca

Potência por conjunto – 150,50 cv

### **13.9.6 – Adutora**

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

Extensão – 16.146 m

Diâmetro da tubulação – 200 mm

Pressão de serviço (perfil da figura) – 200 m.c.a

Desnível geométrico – 143,50 m

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

### **13.9.7 – Reservação**

Foi previsto um reservatório de distribuição elevado a ser implantado em ponto estratégico da sede municipal de Jardim, dimensionado para 1/3 do consumo máximo diário no ano de 2032. A sua capacidade de armazenamento é de 877 m<sup>3</sup>.

PERFIL TOPOGRÁFICO E PIEZOMÉTRICO (**ADUTORA DE JARDIM**) 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 9 meses para execução das obras, conforme cronograma apresentado a seguir:

## CRONOGRAMA

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\$ 16.828.327,50

PLANILHAS DO ORÇAMENTO

[ Açude + Adutora(s) ]

1,2,3

**16 – ANEXO (DESENHOS)**

## **RELAÇÃO DE DESENHOS**

DESENHO\_BE-01 - RESERVATORIO.dwg

DESENHO\_BE-02 - PERFIL-GEOLOGICO.dwg

DESENHO\_BE-03 - IMPLANTACAO.dwg

DESENHO\_BE-04 - SECOES-PERFIL.dwg

DESENHO\_BE-05 - CURVA-COTA-VOL.dwg

DESENHO\_BE-06 - FETCH.dwg

DESENHO\_BE-07 - ENSAIOS.dwg

DESENHO\_BE-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 Beré, localizada no município de Jardim, 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 da localidade de Jardim, 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 do Beré.

### 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 somente as populações não ligadas à rede. Para essa população, a oferta é igual à demanda sem projeto mantida constante durante todo o horizonte de análise.

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

### 1.4 - TARIFA MÉDIA

A tarifa foi calculada levando-se em conta a estrutura tarifária atualmente vigente na CAGECE, o consumo per capita adotado no projeto e a estimativa de 4,5 habitantes por ligação. A tarifa média estimada foi de R\$ 0,85/m<sup>3</sup>.

QUADROS 1.1, 1.2, 1.3, 1.4

## 1.5 - RECEITAS

As receitas 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 1.5).

## 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 1.6.

### b) Despesas Anuais com Operação, Administração e Manutenção.

Os custos operacionais para a situação com projeto são discriminados nos Quadros 1.7 e 1.8. 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.

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

O Quadro 1.9 apresenta os fluxos financeiros do projeto, constando dos valores relativos às receitas, aos investimentos, aos custos operacionais e aos benefícios líquidos incrementais.

O Quadro 1.9 resume ainda os resultados da avaliação financeira. A taxa interna financeira de retorno de – 3,9% trata-se de um resultado normal para projetos com características de usos múltiplos, 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 1.9 demonstra ainda que deveria ser necessário cobrar uma tarifa média de R\$ 6,05/m<sup>3</sup> para que a TIR financeira fosse igual a 12%.

## 1.8 - CUSTO DA ÁGUA

O custo da água disponibilizada se define como sendo:

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

QUADROS 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9

O Quadro 1.10 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\$ 4,78/m<sup>3</sup> e Custos de O&M = R\$ 0,22/m<sup>3</sup>.

## 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%.

O Quadro 1.11 apresenta os impactos fiscais incrementais gerados pelo projeto que, em termos de valor presente, corresponde a um incremento na arrecadação na ordem de R\$ 822.392. Este valor, apesar de representativo em termos de impacto direto na geração de impostos, 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.

QUADROS 1.10, 1.11

## 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 econômicos<sup>1</sup>, 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).

<sup>1</sup> 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

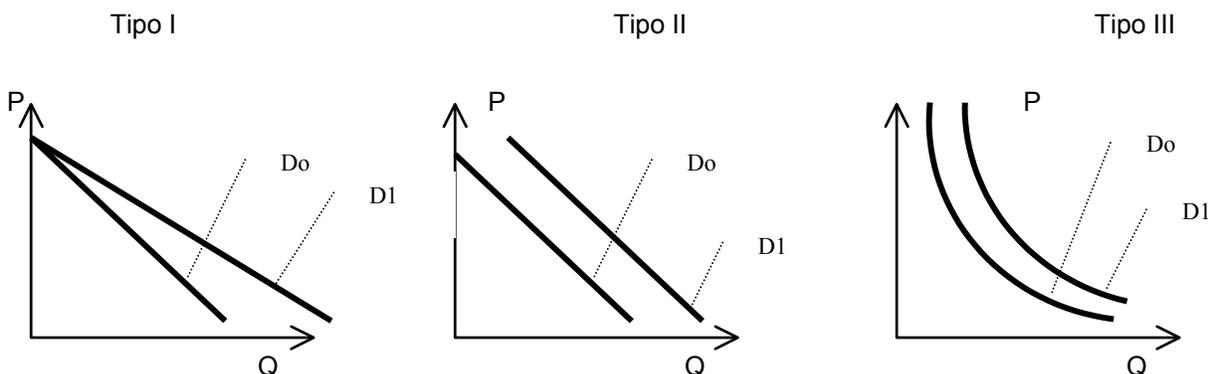
Estudos desenvolvidos pelo Banco do Nordeste em 1997 para estimação de funções de demanda de água no Nordeste calculam os custos econômicos (preço por  $m^3$ ) para cada um desses modos de obtenção de água na região.

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 SIMOP<sup>2</sup> 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  $D_0$  representa a curva de demanda do ano zero do projeto, enquanto a curva  $D_1$  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.

<sup>2</sup> 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.

$Q = a + bP \Rightarrow$  função linear

$Q = a P^e \Rightarrow$  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  $m^3$  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)<sup>3</sup>.

### 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 Jardim, 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 Nordeste<sup>4</sup>, é de R\$ 4,38/ $m^3$ . Desta forma, o custo alternativo da água na comunidade em estudo foi considerado igual a R\$ 4,38/ $m^3$ .

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

<sup>4</sup> Banco do Nordeste/PBLM, *op.cit.*

#### d) Grupos de Usuários

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

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

**GRUPO 2** – Grupo compreendido pelos novos usuários da localidade Jardim.

#### e) Custos Econômicos

Para transformar de valores financeiros a econômicos foi utilizado o Quadro 1.12, que permitiu desagregar os custos financeiros dos investimentos, enquanto o Quadro 1.12a apresenta os investimentos do projeto em valores econômicos.

Com base no Quadro 1.8 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 1.13.

#### 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\$ 0,85/ m<sup>3</sup>;
- 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 1.13.

- Custos não periódicos:

Considerados os investimentos do projeto previstos no Quadro 1.12a (a preços de eficiência).

- Custos variáveis

Considerados os custos unitários de ligação ao sistema, ou seja, R\$ 0,0605/m<sup>3</sup>, os quais foram estimados com base nos Quadros 1.8 e 1.13.

QUADRO 1.12(a) e 1.13

Com base nestas informações rodou-se o modelo SIMOP (Anexo II), encontrando-se um valor presente líquido negativo de R\$ 4,4 milhões, a taxa de desconto de 12% ao ano, e uma taxa interna econômica de retorno de 7,45%, que é abaixo da taxa mínima (12%) exigida pelo BID.

O Quadro 1.14 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 Beré e da Adutora de Jardim.

QUADRO 1.14 - INDICADORES DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA

DISCRIMINAÇÃO	RESULTADOS
<b>BENEFÍCIOS (R\$)</b>	7.150.891
<b>CUSTOS (R\$)</b>	11.585.899
Periódicos	333.093
Não periódicos	10.995.608
Variáveis	257.198
<b>VALOR PRESENTE LÍQUIDO (R\$)</b>	4.435.008
<b>TAXA INTERNA DE RETORNO (%)</b>	7,45

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 1.15 e 1.16).

QUADRO 1.15 - 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)	4,55
- 0,75 (menos 0,20)	5,33
- 0,65 (menos 0,10)	6,28
<b>- 0,55 (original)</b>	<b>7,48</b>
- 0,40 (mais 0,10)	9,13
- 0,35 (mais 0,20)	11,69
- 0,25 (mais 0,30)	16,68

QUADRO 1.16 - SENSIBILIDADE DA TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)  
A VARIAÇÕES NO CUSTO ALTERNATIVO DA ÁGUA

<b>SIMULAÇÕES</b>	<b>TAXA INTERNA DE RETORNO (%)</b>
<b><i>Menos R\$ 0,60</i></b>	9,08
Menos R\$ 0,40	8,27
Menos R\$ 0,20	7,78
<b><i>Original</i></b>	<b><i>7,45</i></b>
Mais R\$ 0,20	7,20
Mais R\$ 0,40	7,01
<b><i>Mais R\$ 0,60</i></b>	6,85

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que a barragem Beré é inviável 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 Jardim, no município de Jardim, 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 Beré.

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 necessário 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 pertinentes a projetos hidráulicos e meio ambiente, destacam-se os seguintes dispositivos legais:

Constituição Federal;

Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 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 nºN-0001, de 04 de janeiro de 1977: dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;

Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;

Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;

Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;

Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água;

Decreto nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;

Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;

Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;

Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de 20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;

Portaria Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo;

Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;

Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.

Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;

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

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

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

Decreto-Lei nº 4.146, de 04 de março de 1942: dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos;

Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961: dispõe sobre a proteção dos monumentos arqueológicos e pré-históricos;

Resolução CONAMA nº 005, de 06 de agosto de 1987: aprova o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico;

Portaria nº 07, de 01 de dezembro de 1988, da Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional: estabelece os procedimentos necessários para pesquisa e escavações em sítios arqueológicos;

Portaria IBAMA nº 887, de 15 de junho de 1990: dispõe sobre a proteção do patrimônio espeleológico nacional;

Decreto nº 99.556, de 01 de outubro de 1990: dispõe sobre a proteção das cavidades naturais subterrâneas existentes no Território Nacional e dá outras providências;

Portaria IBAMA nº 57, de 05 de junho de 1997: institui o Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas - CECAV, que tem por finalidade normatizar, fiscalizar e controlar o uso do patrimônio espeleológico brasileiro;

Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985: disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico, e dá outras providências.

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

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

Constituição Estadual;

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

Portaria SEMACE nº 14, de 22 de novembro de 1989: estabelece normas técnicas e administrativas do sistema de licenciamento de atividades utilizadoras dos recursos ambientais no Estado do Ceará;

Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;

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

Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

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

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 Beré 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 Beré será formada pelo barramento do riacho Jardim, afluente do riacho dos Porcos, que por sua vez se constitui num dos principais tributários do rio Salgado pela margem direita. A obra fechará o boqueirão existente à cerca de 18 km ao sudeste da sede do município de Jardim. O reservatório terá sua bacia hidráulica totalmente inclusa em terras do município de Jardim.

O acesso ao sítio do barramento partindo-se de Fortaleza é feito através da rodovia federal asfaltada BR-116 até a cidade de Milagres (563 km). Daí segue-se na direção oeste pela CE-293 por cerca de 47 km até a cidade de Barbalha. A partir daí toma-se a CE-060, onde se percorre 37 km até a sede municipal de Jardim. A extensão total do percurso é de aproximadamente 647 km.

O acesso ao sítio do barramento é feito percorrendo-se a rodovia CE-390 em direção a Penaforte por uma distância de 18 km até o local do eixo barrável. O mapa de localização e acessos da área do projeto em relação ao Estado do Ceará pode ser visualizado no capítulo 2.

#### 3.3 - OBJETIVOS E USOS MÚLTIPLOS

A implantação da Barragem Beré tem como objetivo servir para usos múltiplos, trazendo benefícios às zonas urbana e rural do município de Jardim. Em primeiro lugar garantirá o abastecimento d'água humano da cidade de Jardim e do povoado de Bom Sucesso, beneficiando no horizonte do projeto uma população urbana da ordem de 14.622 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 25,38 l/s.

O segundo uso importante da Barragem Beré 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 d'água ou irrigação são excludentes, ou seja, ou se faz o abastecimento humano ou a irrigação.

### 3.4 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

No âmbito do Projeto Básico da Barragem Beré foram estudadas duas alternativas de eixos barráveis (Eixo 1 e Eixo 2), cuja distribuição ao longo do riacho Jardim pode ser visualizada na Figura 3.1. Na análise das diferentes alternativas de eixo foram levados em conta os seguintes fatores:

Hídricos: relativos aos recursos hídricos utilizáveis e às demandas inerentes;

Técnicos: relacionados à morfologia dos boqueirões, as condições geotécnicas de fundação da obra e a existência de jazidas de empréstimo nas imediações;

Econômico-financeiros: relativos à ordem de grandeza dos custos estimados de construção, exploração e dos benefícios esperados;

Socioeconômicos: inerentes à necessidade de reassentamento de contingentes populacionais, à problemática relativa a submersão de solos agricultáveis e de infra-estruturas de uso público, notadamente interferências com rodovias e linhas elétricas;

Ambientais: associados à submersão de áreas de relevante interesse ecológico (áreas indígenas, unidades de conservação e patrimônios histórico, arqueológico e paleontológico), bem como os riscos de salinização das águas a serem represadas ou de sua poluição por agrotóxicos ou por efluentes sanitários e industriais.

Quanto aos fatores hídricos, para a mesma cota de área inundada pelo reservatório é, obviamente, o Eixo 1 posicionado mais a jusante que possibilita a criação de um reservatório com maior capacidade de acumulação.

No que se refere aos recursos hídricos disponibilizados, o Eixo 1 é o que melhor rentabiliza os recursos existentes ao longo do trecho em estudo do riacho Jardim. Obviamente, o Eixo 2 situado mais a montante perde a contribuição de alguns tributários.

Com relação às capacidades de armazenamento e regularização, observa-se que o volume armazenado na alternativa do Eixo 1 é mais significativo do que o da alternativa do Eixo 2.

No que se refere às condições de fundação das obras, as duas alternativas de barramento estudadas apresentam características geológicas praticamente semelhantes em termos litológicos e tectônicos, com pequenas diferenças quanto ao tratamento e preparo das fundações.

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

Quanto à disponibilidade de materiais de construção dentro de uma distância econômica da área das obras, constata-se que as jazidas de areia poderão ser exploradas nos leitos dos riachos Retirana, Corrente e São João e no Sítio Cidade distando de 5,7 a 16,0 km das áreas das obras. Afloramentos rochosos adequados à exploração de materiais pétreos e/ou enrocamento são observados a 3,7 km à montante do Eixo 1. O material terroso pode ser obtido em duas jazidas de solos, que distam do eixo do barramento 100,0 m e 2,1 km.

No que se refere aos fatores ambientais, nenhuma das alternativas estudadas apresenta interferências com áreas de unidades de conservação ou terras indígenas. Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes de esgotos domésticos e industriais devem ser considerados qualquer que seja a alternativa adotada, visto que a bacia de contribuição do reservatório conta com a cidade de Jardim e com o povoado de Jardimirim em seu território. Quanto aos riscos de salinização não foi constatada a presença de solos salinos nas bacias de contribuição dos eixos estudados. No que se refere aos riscos de poluição das águas represadas pelo aporte de agrotóxicos, estes apresentam-se praticamente nulos quaisquer que seja a alternativa analisada.

Com relação aos riscos de dilapidação dos patrimônios histórico, arqueológico e paleontológico estes devem ser considerados qualquer que seja a alternativa adotada dado à proximidade da área do reservatório da Chapada do Araripe, região rica nestes tipos de patrimônios. Assim sendo, a única diferenciação observada entre as alternativas está associada à extensão da área a ser desmatada, que se apresenta maior no Eixo 1.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, observa-se que os solos a serem submersos são, em sua maioria (95,0%), de reduzido potencial agrícola. 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. Os Solos Aluviais que apresentam potencial agrícola médio a elevado, por sua vez, apresentam pouca expressão geográfica e sofrem riscos de inundações periódicas.

Com relação a relocação de contingentes populacionais, este impacto pode ser considerado nulo qualquer que seja a alternativa adotada, não tendo sido identificada no levantamento de campo efetuado a presença de habitações na área da bacia hidráulica dos eixos estudados, uma vez que o vale apresenta-se bastante encaixado, com encostas íngremes.

Em termos das áreas a serem desapropriadas dos imóveis rurais, a maior extensão de área é verificada no Eixo 1 (73 ha), enquanto que a alternativa do Eixo 2 recobre uma área de 45 ha.

No que se refere à interferência com infra-estruturas de uso público, estas são estão restritas em ambas alternativas a trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais da região.

A ponderação dos fatores acima descritos permitiu a análise comparativa das alternativas de eixos barráveis, tendo-se chegado a conclusão que a alternativa do Eixo 1 é a mais interessante, principalmente sob o ponto de vista do volume d'água armazenado, que apresenta-se relativamente

superior ao da outra alternativa, sem que isto resulte em impactos ambientais e sócio-econômicos significativos.

Com base no acima exposto os eixos 1 e 2 foram submetidos a uma análise comparativa mais detalhada. Sobre estes eixos foram efetuados comparações considerando as cotas do sangradouro, capacidade de acumulação d'água, volumes anuais regularizados com 90,0% de garantia, áreas irrigáveis, quantidade de pessoas abastecidas e custo de implantação. Deve-se frisar que as opções, de irrigação intensiva e abastecimento humano, estudadas são excludentes, ou seja, ou se irriga ou se faz o abastecimento d'água dos núcleos urbanos.

Pode-se afirmar que o Eixo 2 apresenta a menor relação de custo-benefício, ou seja, uma menor rentabilização de recursos hídricos. Face ao exposto, foi assumido pelo Consórcio ANB/HIDROSTUDIO para o local de implantação da Barragem Beré, o boqueirão associado ao Eixo 1.

### 3.5 - DESCRIÇÃO E ARRANJO GERAL DAS OBRAS

A Barragem Beré terá uma capacidade de acumulação de 11,908 hm<sup>3</sup> e vazão regularizada de 1,261 hm<sup>3</sup>/ano com 90,0% de garantia, com a área da bacia hidráulica abrangendo 73 ha. A bacia de contribuição do reservatório, com área de 1.410,19 km<sup>2</sup> está totalmente inclusa no território do município de Jardim, na Bacia do Salgado. O tempo médio de detenção do reservatório será de 01 ano e este apresenta uma eficiência hidrológica (volume regularizado anual/capacidade total do reservatório) de 11%. A razão entre a área de inundação e a vazão regularizada será de 18,25 km<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>/s, enquanto que o coeficiente de armazenamento (volume armazenado/volume afluente) será de 0,09.

O estudo do arranjo das estruturas ligadas à Barragem Beré 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 CCR, com altura máxima de 59,54 m, comprimento da crista de 200 m e volume total de concreto de 116.405 m<sup>3</sup>;

um descarregador de fundo incorporado na estrutura da barragem e localizado na margem direita (estaca 2 + 18,00 m);

vertedouro dimensionado para a capacidade total de extravasão, localizado na própria barragem, apresentando largura de 190 m e soleira na cota 550 m, composto por um canal de aproximação, estrutura de dissipação, muros e guias laterais.

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

(igual ao MODELO da Hidrostudio)

### 3.6 - MATERIAIS DE EMPRÉSTIMOS

Dentro de afastamento econômico da área das obras foram estudadas duas jazidas de material terroso (J-01 e J-02), quatro areais (A-01 a A-04) e uma pedreira (P-01). As jazidas J-01 e J-02 estão ambas localizadas na propriedade do Sr. José Salviano, distando uma 100,0 m da área das obras e a outra 2,1 km. Os areais encontram-se representados pelos bancos de areia existentes nos leitos dos riachos Retirana (A-01), situado a 16,0 km do eixo do barramento, Corrente (A-02 localizado a 5,7 km) e São João (A-03), contudo este último não possui volume suficiente para exploração. Por sua vez, o areal A-04 localizado no Sítio Cidade dista 16,0 km da área das obras e conta com volume suficiente para ser utilizado na obra.

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

A pedreira está posicionada a montante do eixo do barramento, distando cerca de 3.700 m deste, 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 73,0 ha, compreendendo parte da zona rural do município de Jardim, pelas áreas de jazidas de empréstimos, localizadas nas cercanias da bacia hidráulica do reservatório, bem como pelas áreas do canteiro de obras e dos botaforas.

#### **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 Jardim que será contemplado com o reforço no fornecimento d'água regularizado à sede municipal e ao povoado de Bom Sucesso, atendendo as demandas humana e industrial, beneficiando no horizonte do projeto uma população urbana de 14.622 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, datadas do Proterozóico Médio (Grupo Cachoeirinha), aparecendo em menor escala as coberturas sedimentares terció-quadernárias representadas pelas Aluviões do riacho Jardim.

O Grupo Cachoeirinha apresenta-se constituído por metarenitos, filitos, metassiltitos, metaconglomerados e micaxistos com granada e/ou estauroлита, além de lentes de rochas calcissilicáticas e quartzíticas finas (seqüência de baixo grau metamórfico). Em termos estruturais, não se verifica na região a presença de importantes falhamentos.

As Aluviões são em geral compostas por areias de granulometria fina a média e argilas arenosas, localmente cobertas por seixos. Blocos e matacões. A gênese dos sedimentos está associada à deposição fluvial que se associa, localmente, aos detritos de origem coluvial.

Na área das obras, localizada em um trecho de estrangulamento do vale, observa-se a ocorrência de afloramentos rochosos de filitos, com presença de blocos de rocha no leito do riacho Jardim. Os afloramentos de filito mostram-se com superfícies das fraturas e dos acamamentos de formas onduladas, rugosas e irregulares. Não foram observados depósitos de Aluvião no leito do riacho Jardim neste trecho.

As ombreiras apresentam coberturas de solo silto-arenoso com espessuras variando de 1,0 m a 2,5 m. O maciço e o vertedouro da barragem, em concreto, deverão ser assentes diretamente sobre o filito, que apresenta excelentes condições de fundação, com baixo grau de fraturamento e elevados parâmetros de resistência nas suas descontinuidades.

#### 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 Jardim 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 Grupo Cachoeirinha. Caracteriza-se por apresentar topografia suave ondulada, cortada ocasionalmente, por afloramentos rochosos.

Na região da área do empreendimento, destaca-se a planície fluvial do riacho Jardim, como a mais significativa. Contudo, o vale do riacho Jardim na área das obras é do tipo “V”, bastante encaixado, de encostas íngremes.

#### 4.2.1.3 - Recursos Minerais

Com relação à ocorrência de minerais na área a ser ocupada pela bacia hidráulica da Barragem Beré 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 Beré.

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 allí, 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 apenas nas localidades de Jardimirim (Jardim) e Betânia (Farias Brito), as quais distam da área do eixo do barramento cerca de 8,0 km e 90,0 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 Beré são os Litólicos Eutróficos. Em seguida aparecem numa escala bastante reduzida os Solos Aluviais da planície fluvial do riacho Jardim.

Observa-se que, em termos de potencial agrícola, a maior parte (95,0%) 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.

Os solos com potencial para desenvolvimento hidroagrícola estão representados praticamente pelos Aluviões, que se encontram sujeitos a riscos de inundações periódicas. Não foi constatada a presença de solos salinos (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) na bacia de contribuição do futuro reservatório, nem tão pouco em sua bacia hidráulica, não havendo necessidade da questão relativa aos riscos de salinização das águas represadas ser considerada na etapa de operação do reservatório. Apresenta-se a seguir a descrição dos tipos de solos identificados na área do empreendimento.

#### a) 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. Constata-se nas áreas onde o horizonte A é mais espesso, pequenos cultivos de subsistência.

#### b) 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 Jardim, fora da área da bacia hidráulica do reservatório proposto.

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 Jardim 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 Beré, 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 e capineiras com produções voltadas para subsistência, alimentação do rebanho e abastecimento do mercado local.

Quanto à situação das matas ciliares, as várzeas do riacho Jardim 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, principalmente, na área da bacia hidráulica do reservatório onde o vale apresenta-se bastante encaixado. Observa-se, ainda, nas terras altas 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.

Na área da bacia hidráulica da Barragem Beré observa-se o predomínio da caatinga de porte arbóreo/arbustivo denso, a qual apresenta-se relativamente preservada. As matas ciliares do riacho Jardim na área da bacia hidráulica também se apresentam preservadas, o que pode ser atribuído a escassez de recursos hídricos na região, as restrições edáficas dos solos e principalmente a topografia bastante íngreme do terreno. Não foi constatado o desenvolvimento de atividades econômicas na área da bacia hidráulica do reservatório. Além disso, não foi constatado o desenvolvimento de atividade hidroagrícola na área da bacia de contribuição da Barragem Beré, nem tão pouco na área englobada pela sua bacia hidráulica.

### 4.2.3 - Clima

Segundo a classificação de Thornthwaite, a área do empreendimento possui um clima do tipo C1WA'a' – sub-úmido com pequeno excesso hídrico, megatérmico, apresentando pequena variação da evapotranspiração potencial ao longo do ano. Para caracterização do clima da área do projeto, optou-se pela adoção dos dados provenientes da estação hidroclimatológica de Barbalha, a qual localiza-se relativamente próxima à área do estudo e apresenta uma boa disponibilidade e qualidade de dados. Para a caracterização do regime pluviométrico, no entanto, foi adotada a média dos dados dos postos de Brejo Santo, Porteiras e Jardim.

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 56,1% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice atinge 80,4%. A pluviometria média anual é de 882,7 mm, podendo-se constatar desvios acentuados em torno desta média, em decorrência da distribuição irregular das chuvas.

A temperatura média anual oscila entre 24,0°C e 27,2°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 maio, junho e julho.

A umidade relativa média anual é de 63,4%, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (fevereiro/abril), quando atinge até 80,0%. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 49,0%, de agosto a dezembro.

A insolação média anual é da ordem de 2.869,0 horas, o que corresponderia, em tese, a aproximadamente 65,5% dos dias do ano, com luz solar direta. O trimestre de maior insolação é o de agosto/outubro e o de menor insolação é o de fevereiro/abril.

A evaporação média anual é da ordem de 2.578,9 mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 64,6% do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 10,2 mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 3,5 mm/dia, sendo que o trimestre fevereiro/abril responde por apenas 13,7% da evaporação anual.

A evapotranspiração potencial apresenta valores máximos nos meses mais secos, chegando a atingir 222,5 mm em outubro e o mínimo de 118,3 mm no mês de abril representativo da estação chuvosa. A evapotranspiração potencial média anual é de 1.953,4 mm.

#### 4.2.4 - Recursos Hídricos

##### a) Hidrografia

A bacia de contribuição da Barragem Beré encontra-se totalmente inclusa no território do município de Jardim, abrangendo uma área de 1.410,19 km<sup>2</sup> e um perímetro de 189,57 km, estando localizada na Bacia do Salgado, do qual o riacho Jardim é afluente pela margem esquerda do riacho dos Porcos, um dos principais tributários do Salgado pela margem direita. Apresenta índice de compacidade de 1,42 e fator de forma 0,22. Até o local do barramento, o comprimento do riacho Jardim é de 80,46 km com uma declividade média de 0,00137 m/m. O curso d'água apresenta um caráter intermitente. O nível de aqüedagem 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 Salgado, esta drena uma área de 12.216 km<sup>2</sup>, desenvolvendo-se, preferencialmente, ao longo de seus 308,2 km, no sentido sul-norte. Nas vertentes da chapada do Araripe, o rio Salgado apresenta fortes declividades, que vão se tornando mais suaves até a formação de aluvionamento. As declividades do talvegue variam de 0,1% a 8,0%, sendo a média de 0,18%. Destacam-se como principais afluentes do Salgado, o rio Batateiras e o riacho dos Porcos. Este último drena uma área de 5.029,4 km<sup>2</sup>, com comprimento do talvegue de 193,2 km e apresenta índice de compacidade de 1,65 e fator de forma de 0,207, classificando-se como uma bacia de 3<sup>a</sup> ordem.

O nível de aqüedagem na bacia do Salgado é relativamente considerável, com a presença de grandes e médios açudes como o Atalho (108,25 hm<sup>3</sup>) em Brejo Santo, o Lima Campos (66,37 hm<sup>3</sup>) em Icó, o Manoel Balbino (37,18 hm<sup>3</sup>) em Juazeiro do Norte, o Cachoeira (34,33 hm<sup>3</sup>) em Aurora, o Prazeres (32,5 hm<sup>3</sup>) em Barro, o Ubaldinho (31,79 hm<sup>3</sup>) em Cedro, o Quixabinha (31,78 hm<sup>3</sup>) em Mauriti, o Thomás Osterne (28,78 hm<sup>3</sup>) e o Olho d'Água (21,2 hm<sup>3</sup>) em Várzea Alegre. De acordo com Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará – PERH, o número total de açudes nesta bacia atinge 628 unidades, com volume global de armazenamento de 365,22 hm<sup>3</sup>.

##### 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 Salgado 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 Beré conta com um núcleo urbano de médio porte e com um povoado posicionados no seu território, que podem vir a contribuir com o aporte de efluentes sanitários e industriais a este manancial hídrico, estando estes representado pela cidade de Jardim e pelo povoado de Jardimirim que contribuem com vazões de efluentes da ordem de 8,59 l/s e 0,43 l/s, respectivamente.

Assim sendo, os riscos de poluição das águas aí represadas por efluentes de esgotos domésticos devem ser considerados, devendo ser avaliada a necessidade de estabelecimento de esgotamento sanitário nestes núcleos urbanos. Quanto aos riscos de aporte de efluentes industriais estes podem ser considerados praticamente 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 Beré. 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 Beré pelo aporte de agrotóxicos são atualmente praticamente nulos.

- Riscos de Salinização das Águas Represadas

A Barragem Beré não conta com a presença de solos salinos na sua bacia de contribuição, nem tão pouco na sua bacia hidráulica, sendo os riscos de salinização das águas aí represadas considerados praticamente nulos. Assim sendo, esta questão não 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 Jardim, 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 Salgado, na qual o riacho Jardim 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 12 açudes são monitorados na bacia do rio Salgado, destes, apenas o açude Atalho em Brejo Santo apresentou nível de cloretos mais elevado (62,8 mg/L) e condutividade elétrica de 0,460 mS/cm, tendo as águas enquadradas na classe C<sub>2</sub> para irrigação. Os demais reservatórios monitorados nesta bacia apresentam níveis de cloretos oscilando entre 6,8 mg/L (açude Cachoeira em Aurora) a 35,3 mg/L (açude Lima Campos em Icó) e a condutividade elétrica variando de 0,148 a 0,310 mS/cm. Quanto a classe de irrigação, os açudes Atalho, Lima Campos e Prazeres (Barro) foram todos classificados na classe C<sub>2</sub>. Os açudes Cachoeira (Aurora), Estrema (Lavras da Mangabeira), Gomes e Quixabinha (Mauriti), Manoel Balbino (Juazeiro do Norte), Olho d'Água (Várzea Alegre), Tatajuca (Icó), Thomas Osterne (Crato) e Ubaldinho (Cedro) foram enquadrados na Classe C<sub>1</sub>.

#### 4.2.5 - Recursos Hídricos Subterrâneos

Os sistemas aquíferos que ocorrem na bacia hidráulica da Barragem Beré podem ser classificados como aquíferos cristalino e sedimentar, este último representado pelas Aluviões do riacho Jardim. O aquífero cristalino chega a ocupar cerca de 95,0% da área da bacia hidráulica do reservatório. Dentro do contexto aqui estudado, a implantação da Barragem Beré 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 Beré pode ser dividida nos seguintes ecossistemas: caatinga hiperxerófila e matas ciliares. A caatinga hiperxerófila 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 arbórea/arbustiva densa.

Aparecem entre as espécies arbóreas desta comunidade: catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), pau ferro (*Caesalpinia leiostachya*), pau branco (*Auxemma onocalyx*), angico (*Piptadenia macrocarpa*), croatá (*Bromelia plumieri*), mororó (*Bauhinia cheilanta*), 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 frequente a presença da jurema preta (*Mimosa acutitipula*).

Na área da bacia hidráulica do reservatório a caatinga apresenta-se relativamente preservada nos trechos de encostas. A jusante 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*) e juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), além de arbustos e trepadeiras. A mata ciliar do riacho Jardim apresenta-se descaracterizada, principalmente fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, 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: gato do maracajá, gato vermelho, 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 salamandra, a jararaca e a cascavel.

As aves apresentam-se bastante diversificadas na área, muito embora sejam alvo predileto dos caçadores dado 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, formigas e lagartas, bem como espécies transmissoras de doenças (barbeiros, 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, piau comum e camarão pitu (crustáceo). Algumas espécies de peixes (curimatã, piau, piaba) descem e sobem o rio “mãe” na época da desova, fenômeno conhecido como piracema. Quanto as espécies piscícolas predadoras, foi constatada a presença de piranhas e pirambebas na bacia do riacho Jardim.

### 4.3.3 - Unidades de Conservação

A região do estudo conta com duas unidades de conservação, ambas administradas pelo IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. A Área de Proteção Ambiental (APA) da Chapada do Araripe, criada pelo Decreto Federal de 04/08/97, compreende o topo, a encosta e parte do pediplano da Chapada do Araripe, contando com uma área de 1.063.000 ha, com seu perímetro envolvendo 11 municípios do Piauí, 12 de Pernambuco e 15 do Ceará. Estando incluso entre estes últimos os municípios de Brejo Santo, Mauriti, Milagres, Abaiara, Missão Velha, Jati, Penaforte, Juazeiro do Norte, Araripe, Crato, Barbalha, Porteiras, Jardim, Santana do Cariri e Salitre. A outra unidade de conservação presente na região é a Floresta Nacional do Araripe, criada pelo Decreto-Lei nº9.226, de 2 de junho de 1946, que conta com uma área de 38.262 ha, estando posicionada integralmente sobre o pediplano da Chapada do Araripe.

As áreas previstas para implantação das obras, bem como a bacia hidráulica da Barragem Beré, não interferem com os territórios destas unidades de conservação, nem tão pouco irão resultar em pressão antrópica sobre suas áreas, visto que estas se encontram posicionadas a cerca de 8,0 km da sua bacia hidráulica.

## 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 Jardim situado na porção sudeste do Estado do Ceará, na Microrregião do Cariri, ocupando uma área de 500,9 km<sup>2</sup>. De acordo com o IBGE, em 2000, a população total do município era constituída por 26.414 habitantes. Nesse ano, a taxa de urbanização do município atingiu um percentual de 27,8%.

A carga demográfica calculada para o município atingiu uma média de 52,73 hab/ km<sup>2</sup>, superior à densidade demográfica constatada para o Estado (50,77 hab/ km<sup>2</sup>). No que se refere à análise da estrutura populacional por sexo, observou-se uma leve dominância do sexo feminino sobre o masculino, com 50,9% contra 49,1%.

A taxa anual de crescimento da população total do município verificada no período intercensitário de 1991/2000, demonstrou um crescimento de 1,09% ao ano. Nesse período, a população urbana apresentou um crescimento significativo com taxa de 3,87%, enquanto a população rural ficou praticamente estagnada apresentando uma taxa média de - 0,19% ao ano.

Com relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (2000) indicam que 74,9% 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 31,4% de analfabetos e semianalfabetos entre o total de pessoas maiores de 10 anos de idade, índice superior ao registrado para o Estado (24,7%).

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 Jardim o IDH-M, em 1991, atingiu 0,400. Em 2000, o IDH-M teve uma considerável melhora passando para 0,642.

#### 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 21 escolas oferecendo o ensino de educação infantil, 52 o ensino fundamental e apenas duas escolas com ensino médio.

O número de alunos matriculados nestes estabelecimentos, no período letivo de 1999, atingiu 9.776 alunos. O maior número de alunos foi matriculado no ensino fundamental (77,7%). O corpo docente que ministrava aula aos ensinos de educação infantil, fundamental e médio perfazia um total de 369 professores.

A taxa de evasão no ensino médio (10,73%) superou aquela constatada para o ensino fundamental (8,65%), 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 15, sendo 53,3% destas referentes a postos de saúde. O município não dispunha de hospital. Nesse mesmo ano estava disponibilizada uma equipe de 229 profissionais de saúde, destes 12,7% eram médicos, 31,9% agentes comunitários de saúde, 41,5% outros profissionais de saúde de nível médio, 8,2% enfermeiros e 5,7% dentistas. O número de famílias acompanhadas pelo Programa de Saúde da Família atingia 5.173, perfazendo uma população assistida de 22.813 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 Jardim, 19 casos de hepatite viral, um caso de dengue e 391 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 Jardim, em 1999, atingiu 28,1‰ 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, 576 terminais telefônicos instalados no município de Jardim. 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, que contava ainda com uma caixa de coleta.

#### 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 220 m de extensão. O acesso a sede municipal é feito através da CE-060, que interliga a cidade de Jardim a Barbalha e ao Estado de Pernambuco, tendo este último trecho apenas implantado. A CE-390 interliga a sede municipal a BR-116, estando apenas implantada, enquanto que a CE-397, em leito natural, liga o povoado de Jardimirim a CE-390 e ao município de Porteiras.

O acesso aéreo é permitido através do campo de pouso existente no município de Crato ou do aeroporto de Juazeiro do Norte, enquanto que o acesso ferroviário mais próximo refere-se a linha da Companhia Ferroviária do Nordeste - CFN existente no município de Juazeiro do Norte.

#### d) Energia Elétrica e Saneamento Básico

Em 1998, existia no município de Jardim um total de 3.704 ligações de energia elétrica nas diversas classes de consumo, predominando a classe residencial, com 79,7% das ligações. Na zona rural, eram atendidos 458 consumidores (12,4% do total). O consumo total de energia atingiu no referido ano, 4.110 Mwh, sendo a maior taxa de consumo alcançada pelo setor residencial (52,8% 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 Jardim é operado pela CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Segundo dados do IBGE, em 2000, 51,9% dos domicílios do município eram desprovidos de rede geral de abastecimento de água, enquanto 35,9% contava com esse tipo de benefício. O percentual restante (12,2% dos domicílios) se utilizava de poços como fonte de abastecimento d'água.

Quanto à existência de esgotamento sanitário, o município de Jardim apresentava, em 2000, 20,5% dos domicílios com instalações sanitárias ligadas a rede geral e 18,0% centradas no uso de fossas, enquanto 58,0% dos domicílios não dispunha de instalações sanitárias.

Com relação ao destino final do lixo, em 2000, segundo o IBGE, 25,3% 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 (48,4%).

#### 4.4.1.3 - Atividades Econômicas

##### a) Setor Primário

De acordo com o IBGE, em 1996, a atividade agropecuária predominante no município de Jardim 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 de milho, feijão, mandioca, arroz e cana-de-açúcar como as mais representativas, respondendo por 56,2%, 15,7%, 11,2%, 6,7% e outros 6,7%, da área total colhida, respectivamente. Quanto ao valor da produção, as culturas mais representativas eram a mandioca, vindo em seguida o milho, a cana-de-açúcar e o tomate.

A pecuária do município apresentava como efetivo de principal retorno econômico, em 1997, o rebanho bovino (14.289 cabeças). Quanto aos efetivos de pequeno e médio porte, destaca-se o plantel avícola com 75.433 cabeças, suíno (4.800 cabeças), ovino (1.761 cabeças) e caprino (1.431 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 Jardim dispunha, em 1998, de 16 estabelecimentos cadastrados, todos pertencentes ao ramo de indústrias de transformação, com destaque para os gêneros Produtos Alimentares, com seis estabelecimentos e Madeira com três fábricas.

Quanto ao setor terciário, foram cadastrados em 1998, 179 estabelecimentos comerciais ativos, dos quais 66,5% pertencem ao ramo de Produtos de Gêneros Alimentícios, e apenas quatro estabelecimentos do Setor Serviços, associados aos ramos de Comunicação, Pessoais, Comerciais e de Saúde, Limpeza Urbana e Construção com um estabelecimento cada.

#### 4.4.1.4 - Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária vigente no município de Jardim 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 82,8% do número total de propriedades ocupando apenas 22,8% da área total dos imóveis. Por outro lado, as médias e grandes propriedades, representando apenas 4,5% do total dos imóveis rurais, ocupavam 51,7% 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 Beré, 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 14 imóveis rurais.

A situação fundiária vigente na área da bacia hidráulica da Barragem Beré caracteriza-se pelo predomínio de pequenas e médias propriedades, estando a maior parte das terras concentradas em três propriedades, com áreas variando de 66 a 165 ha, que juntas abrangem 67,0% da área total dos imóveis aí existentes. As demais propriedades em número de 11 imóveis respondem apenas por 33,0% da área total, apresentando suas áreas oscilando entre 7 e 30 ha.

##### 4.4.2.3 - População Atingida

Quanto aos aspectos demográficos, a área onde será implantada a Barragem Beré apresenta densidade demográfica bastante rarefeita, com os 14 imóveis atingidos não contando com população nas áreas que serão submersas, estando todas as habitações posicionadas nas áreas remanescentes das propriedades.

##### 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 Beré.

#### 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 exclusivamente por trechos de 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 praticadas na região onde será implantada a Barragem Beré encontram-se representadas, principalmente, pela pecuária extensiva, centrada no rebanho bovino. A alimentação do rebanho é complementada com restos culturais e em algumas propriedades com forrageiras.

A agricultura de subsistência encontra-se centrada nos cultivos de milho, feijão e capineiras. A produção agrícola destina-se à subsistência do produtor rural e sua família na maioria das propriedades pesquisadas.

Ressalta-se, no entanto, que não foi constatado o desenvolvimento de atividades agrícolas ou pecuária na área englobada pela bacia hidráulica do futuro reservatório, o que está associado a escassez de recursos hídricos na região, as restrições edáficas dos solos e a topografia muito íngreme do terreno.

#### 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 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 Jardim, o que não significa a inexistência destes na região.

Com efeito, a Bacia do Salgado possui grande significância histórica e cultural para o Ceará, estando aí localizados alguns dos primeiros núcleos de ocupação do Vale do Jaguaribe, havendo registros de sítios arqueológicos nos municípios de Icó (líticos polidos e arte rupestre) e Várzea Alegre (esqueletos humanos).

Quanto ao patrimônio paleontológico, a Chapada do Araripe, na região do Cariri, é reconhecida no meio científico como um dos sítios paleontológicos mais importantes do mundo, pela sua riqueza e diversificação. Abriga nos sedimentos calcíferos aí existentes uma rica fauna fossilizada representada por espécies de ostracóides, moluscos, equinóides e peixes diversos. Os registros de ocorrências paleontológicas na região da Bacia do Salgado estão associados tanto a Chapada do Araripe como a

sua área de entorno. Tais ocorrências foram registradas nos municípios de Crato, Várzea Alegre e Mauriti ocorrendo em áreas que distam de 10 a 50 km das sedes dos municípios citados.

Além 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 Beré 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 (1/3)

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.

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 (73,0 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, visto que a bacia hidráulica apresenta uma parte de sua área com cobertura vegetal relativamente preservada. 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.

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 areiais. 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 dos usos de explosivos na exploração da pedreira.

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, entretanto dado a proximidade da Chapada do Araripe, área reconhecida como um dos sítios paleontológicos mais importantes do mundo pela sua riqueza e diversificação, os órgãos competentes declararam ser a região do estudo rica neste tipo de patrimônio, tendo sido registrado a presença de sítios paleontológicos nos municípios de Crato, Várzea Alegre e Mauriti, todos integrantes

da região da Bacia do Salgado, razão pela qual faz-se necessário 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 95,0% 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. Os Solos Aluviais que apresentam elevado potencial agrícola, por sua vez, são pouco expressivos em termos geográficos e sofrem riscos de inundações periódicas.

Merece ressalva, no entanto, o fato da Barragem Beré não contar com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) na sua bacia de contribuição, além de apresentar tempo de detenção baixo (01 ano), sendo portanto bastante reduzidos os riscos de salinização das águas represadas. Assim sendo, esta questão não precisa ser considerada na operação do reservatório.

O meio abiótico sofrerá, ainda, a redução temporária do escoamento natural do riacho Jardim 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, que não serão significativas uma vez que o vale apresenta-se bastante encaixado e íngreme, 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 riacho neste trecho apresenta uma planície fluvial relativamente estreita, sendo o vale bem encaixado, não havendo riscos de deslocamento do talvegue do rio e conseqüente formação de meandros.

Com o início da operação do reservatório haverá, também, aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na bacia do riacho dos Porcos permitida pela perenização do riacho Jardim e pela própria presença do reservatório, possibilitando o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, bem como da cidade de Jardim e do povoado de Bom Sucesso, beneficiando no horizonte do projeto uma população de 14.622 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 Jardim e no povoado de Jardimirim.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários provenientes de núcleos urbanos posicionados a retaguarda da Barragem Beré, encontra-se restrito a presença da cidade de Jardim e do povoado de Jardimirim, que contribuem com cargas orgânicas de 8,59 l/s e 0,43 l/s, estando posicionados a cerca de 8,0 e 5,0 km da bacia hidráulica do futuro reservatório, respectivamente. Quanto à poluição por efluentes industriais, a bacia de contribuição da Barragem Beré não conta com indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos situadas na área de sua bacia de contribuição.

Quanto à possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, a Barragem Beré localiza-se numa bacia onde não existem grandes reservatórios a montante, nem tão pouco a jusante, ou seja, não recebe aflúncias significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos não são armazenados a jusante.

Quanto aos riscos de sismicidade induzida estes são praticamente nulos, visto que os eventos sísmicos registrados na área de influência do reservatório são de pequena magnitude 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, os desmatamentos requeridos atingirão pequena monta e estarão restritos a uma área pontual, incorrendo em danos a flora e degradação do habitat da fauna, só que numa escala relativamente reduzida.

Assim sendo, o impacto mais significativo que incide sobre o meio biótico decorre do desmatamento zoneado 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 ornitofauna (aves), 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 Beré a fisionomia da vegetação apresenta-se relativamente homogênea, observando-se um predomínio da caatinga arbórea/arbustiva densa, sendo as áreas com capeamentos gramíneo-herbáceos não muito significativos. As matas ciliares encontram-se relativamente degradadas ao longo do riacho Jardim nos trechos onde o vale apresenta-se mais largo, em geral fora da área da bacia hidráulica do futuro reservatório, sendo compostas por caatinga arbórea/arbustiva, observando-se a presença de áreas antropizadas esparsas, 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 73,0 ha. A fauna apresenta-se pouco representativa, sendo composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis, os quais apresentam-se pouco diversificados.

Não foi constatada a ocorrência de endemismo na composição da vegetação ou da fauna, e as áreas previstas para as obras, bem como a bacia hidráulica do reservatório não estão localizadas em território de unidades de conservação, nem irão resultar em pressão antrópica sobre estas áreas. Com efeito, a unidade de conservação situada mais próximo da área do barramento, representada pela Floresta Nacional do Araripe, dista cerca de 8,0 km da área da bacia hidráulica da Barragem Beré, estando situada na região da Chapada do Araripe, acima da cota 500 m.

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 durante a exploração da pedra e as escavações requeridas na fundação, dado os elevados níveis de ruídos gerados.

A interrupção temporária do fluxo d'água na calha do riacho Jardim, 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 Beré, 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 Jardim e do povoado de Bom Sucesso, 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 ainda 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 serão praticamente nulos, uma vez que não resultará na relocação de população. Com efeito, devido o vale do riacho Jardim ser bastante encaixado, contando com uma topografia íngreme na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, esta se apresenta desabitada com a população residindo nas áreas remanescentes das propriedades e não conta com plantio agrícolas em seu território.

Assim sendo, não haverá abalos nem ruptura de relações familiares e sociais, sendo a geração de tensão social integralmente associada as incertezas criadas pelo processo desapropriatório, havendo o temor dos valores pagos pelas indenizações não serem compatíveis com os valores dos bens perdidos.

Quanto às atividades econômicas, centradas na agricultura de subsistência e na pecuária extensiva, estas não são praticadas na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, dado à escassez de recursos hídricos na região e ao fato de boa parte dos solos da área apresentarem restrições ao uso agrícola e da topografia da área ser bastante íngreme. A infra-estrutura privada abandonada será de pouca monta, estando restrita praticamente a cercas, pequenos açudes e passagem molhada. Não haverá desemprego da mão-de-obra, uma vez que a população atualmente só explora as terras que estão posicionadas fora da área da bacia hidráulica. Com relação às infra-estruturas de uso público atingidas, estas se encontram restritas a trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e localidades da região.

Durante a implantação das obras, as cidades de Jardim, Barbalha, Juazeiro do Norte e Crato, 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 dos núcleos urbanos de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, centros polarizadores da economia da região, é muito provável que o contingente obreiro exerça um aumento na demanda de bens e serviços destes núcleos urbanos, entretanto dado o grande porte apresentado por estes, 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 consequência, 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 elevado 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 e pessoas e o escoamento da produção agrícola, 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 grandes agrupamentos de operários numa área específica e uma cronologia rígida, que obriga uma sincronização de atividades, marcando o ritmo de todo o processo, são responsáveis pela maior incidência de impactos negativos sobre saúde, visto que:

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

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

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

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

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 de tráfego temporários. Estes trechos devem ser alvo de intensa sinalização, sendo para tanto contactado o órgão competente.

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

Os riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico, embora não sejam tão relevantes quanto os do patrimônio paleontológico, deverão ser levados em consideração, uma vez que a região da Bacia do Salgado conta com sítios arqueológicos identificados nos municípios de Várzea Alegre (esqueletos humanos) e Icó (líticos polidos e arte rupestre), denotando a passagem de indígenas e/ou homens pré-históricos pela região. 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 Jardim, permitirá ao homem rural auferir rendas superiores às obtidas na agricultura de sequeiro, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

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

O empreendimento ora em análise garantirá ainda o reforço ao abastecimento d'água humano e industrial da cidade de Jardim e do povoado de Bom Sucesso, beneficiando no horizonte do projeto uma população urbana da ordem de 14.622 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 Jardim.

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 os municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha, situados vizinhos a Jardim, integrando uma área considerada focal para transmissão de esquistossomose, sendo o controle desta doença na região efetuado pela Secretaria de Saúde estadual e pela FUNASA - Fundação Nacional de Saúde.

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 Jardim.

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 Beré, ora em análise, deverá inundar uma área de 73,0 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 gramíneos/herbáceos, capoeiras de caatinga de porte arbustivo e cultivos agrícolas. Cerca de 20,0% 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 (550 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 Beré 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, horizontalmente medidos da cota de máxima inundação, a qual será destinada à faixa de proteção do reservatório. Esta área serve de barreira ao aporte de sedimentos e agentes poluentes, bem como de reserva vital à recuperação e/ou melhoria do sistema natural da área de influência do reservatório.

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 forte 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 acuados poderão provocar

acidentes. Além disso, deve ser estabelecido 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 5 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 incluso 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 Iniversidade 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 tranporte 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. Caso o animal apresente os sintomas da doença, o trabalhador agredido deverá ser submetido imediatamente a tratamento anti-rábico e o animal deve ser sacrificado e cremado.

O resgate da fauna deve ser iniciado com uma semana de antecedência do desmatamento, passando, em seguida, os dois processos a serem executados de forma concomitante. O manejo da fauna da área da bacia hidráulica da Barragem Beré poderá ser realizado em cerca de 5 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\$ 4.000,00, 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 infra-

estrutura 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 Beré são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais terrosos, granulares e pétreos. Para obtenção do material terroso foi indicado o desenvolvimento de estudos de duas áreas (Jazidas J-01 e J-02) localizadas em terras altas na propriedade do Sr. José Salviano, posicionadas fora da área da bacia hidráulica do reservatório, devendo estas áreas serem alvo de reconstituição paisagística após o abandono da lavra. Os quatro areais encontra-se posicionados nos leitos dos riachos Retirana, Corrente e São João, este último contudo não conta com volume suficiente para exploração, e na localidade de Sítio Cidade, distando de 5,7 a 16,0 km das áreas das obras. O material pétreo será obtido de uma pedreira localizada a montante do eixo da barragem, distando da área das obras 3.700 m.

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 da pedreira, caso esta se situe próximo 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 formados por basculamento direto do terreno, sem compactação, e devem apresentar um ângulo de face de  $37^\circ$ , 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 Beré, 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 a 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 metros em torno dos paióis;

Armazenagem de pólvora, dinamites e estopins em depósitos separados e desprovidos de instalações elétricas.

Após a conclusão das obras, caso as instalações do canteiro de obras não sejam aproveitadas para o monitoramento do reservatório, a área por este ocupada deve ser alvo de reconstituição paisagística, através do reflorestamento com espécies vegetais nativas. Já o tratamento a ser dado às áreas dos caminhos de serviços, consiste em espalhar o solo fértil estocado por ocasião de suas construções, regularizar o terreno e reflorestar com espécies nativas.

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 2.003). 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 Beré destina-se a usos múltiplos, tendo como principal finalidade o reforço no abastecimento d'água da cidade de Jardim e do povoado de Bom Sucesso, 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. 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. 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 da região.

Na ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público (estradas vicinais) da área da bacia hidráulica do reservatório, recomenda-se que seja firmado um convênio com a Prefeitura Municipal de Jardim.

Os custos incorridos com a limpeza da área da bacia hidráulica do reservatório foi estimado em R\$ 2.000,00 (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 dos trechos de rodovias vicinais que realmente precisem ser relocados.

## 6.6 - PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

O programa de peixamento proposto para a Barragem Beré 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 Jardim 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 Beré, 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 climatizadas.

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

A segunda etapa consiste no repovoamento com espécies que não se reproduzem no reservatório. Realizado a cada 2 anos, o repovoamento deverá constar da adição de alevinos de carpa comum, 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 Beré, 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 40 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 80 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\$ 25.100,00 (preços de janeiro de 2003). Com relação aos investimentos, estimou-se um custo de R\$ 2.850,00 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 Jardim, 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 inculir nos mesmos 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 a 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 IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

Na região onde será implantado a Barragem Beré 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).

A região da Bacia do Salgado, onde se situa o empreendimento ora em estudo, possui grande significância histórica e cultural para o Ceará, estando aí localizados alguns dos primeiros núcleos de ocupação do Vale do Jaguaribe, havendo registros de sítios arqueológicos nos municípios de Icó (líticos polidos e arte rupestre) e Várzea Alegre (esqueletos humanos). Quanto ao patrimônio paleontológico, a Chapada do Araripe posicionada a cerca de 8,0 km ao oeste da área do empreendimento, é reconhecida no meio científico como um dos sítios paleontológicos mais importantes do mundo, pela sua riqueza e diversificação. Abriga nos sedimentos calcíferos aí existentes uma rica fauna fossilizada, representada por espécies de ostracóides, moluscos, equinóides e peixes diversos. Os registros de ocorrências paleontológicas na Bacia do Salgado estão associados tanto a Chapada do Araripe como a sua área de entorno. Tais ocorrências foram registradas nos municípios de Crato, Várzea Alegre e Mauriti, ocorrendo em áreas que distam de 10 a 50 km das sedes dos municípios citados. 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\$ 5.000,00, 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 a 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 Beré, 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 Beré 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 Jardim e do povoado de Bom Sucesso e da população ribeirinha de jusante, sua qualidade deverá se adequar, da melhor maneira possível, aos futuros usos (abastecimento humano, industrial, 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 à 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 efeito será menos pronunciado à medida em que se caminha para a montante e perpendicularmente ao reservatório. Apesar desse fato ser benéfico por aumentar a espessura saturada do aquífero livre e conseqüentemente a vazão dos poços, implica também na deteriorização do meio, acarretando problemas tais como: manutenção de áreas permanentemente alagadas, afogamento de raízes, aumento da taxa de evapotranspiração, redução da taxa de infiltração, aumento da salinização das águas subterrâneas, saturação de sub-leito de estradas e diminuição da capacidade de carga dos solos.

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

No caso específico da Barragem Beré, não são esperadas alterações significativas de nível do lençol freático, já que as regiões próximas ao reservatório apresentam topografia íngreme, sendo o vale bastante encaixado, e que ao longo do trecho do riacho Jardim 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 Jardim. 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 Jardim e do povoado de Bom Sucesso (abastecimento humano e industrial) e a perenização do riacho Jardim, 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  $20^\circ\text{C}$  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 2.003), 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 Beré, tem uma enorme importância para a proteção deste empreendimento, uma vez que esta serve de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes, reduzindo sensivelmente os riscos de poluição da água represada, e de assoreamento e consequente 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, recrutados juntos 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 Beré 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.

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 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 Beré, as principais atividades de manutenção previstas são as seguintes: lubrificação de comportas, tratamento anti-corrosivo, limpeza de entulhos, tubulações, galerias, registros, válvulas, integridade do corpo do barramento e vegetação das ombreiras.

Outras atividades de manutenção em 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, efetuação de levantamento de depósito de sólidos no fundo dos reservatórios. 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 Beré 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 venham comprometer a 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 Beré, cujas diretrizes são apresentadas nos Capítulos 6 e 7 do presente relatório, foram orçados em R\$ 24.923,00, 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 parte integrante do projeto de engenharia.

O programa de gerenciamento dos recursos hídricos represados/ estabelecimento de outorgas e tarifação d'água já são exercidos pela SRH 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 (estradas vicinais) e a recomposição paisagística das áreas de empréstimos estes só poderão ser estimados quando forem definidas as jazidas que serão efetivamente exploradas e as estradas vicinais 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

<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>VALOR (R\$) <sup>1</sup></b>
Administração da Faixa de Proteção do Reservatório	2.400,00
Plano de Proteção da Fauna	4.000,00
Programa de Educação Ambiental	5.000,00
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	2.105,00
Monitoramento da Sedimentação no Reservatório	1.568,00
Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	5.000,00
Limpeza da Área da Bacia Hidráulica	2.000,00
Peixamento do reservatório	2.850,00
<b>TOTAL</b>	<b>24.923,00</b>

(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 Beré. 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 dos 14 imóveis atingidos nenhum desenvolve atividades agrícolas na área da bacia hidráulica do futuro reservatório, devido as limitações impostas pela escassez de recursos hídricos e pelas condições edáficas e topográficas desfavoráveis. Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá o reforço ao abastecimento d'água da cidade de Jardim (abastecimento humano e industrial) e do povoado de Bom Sucesso, bem como da população ribeirinha de jusante. A perenização do riacho Jardim contribuirá ainda para o desenvolvimento da irrigação difusa e para a desdentação animal, além do desenvolvimento da pesca no lago a ser formado.

Outro ponto que merece destaque é o fato do reservatório não contar com áreas irrigadas posicionadas na retaguarda do reservatório, sendo atualmente os riscos de poluição das águas represadas pelo aporte de agrotóxicos considerados relativamente reduzidos. Quanto a presença de núcleos urbanos que possam contribuir com o aporte de efluentes domésticos, foi detectada a presença da cidade de Jardim e do povoado de Jardimirim que distam 8,0 e 5,0 km da área da bacia hidráulica, devendo ser analisada a necessidade de implantação de projetos de esgotamento sanitário nestes núcleos urbanos.

## 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 - CPRM, **Vulnerabilidade Natural das Unidades Aqüíferas da Região do Cariri**. Fortaleza, CPRM, 1995. Vol 1. (Série Recursos Hídricos).
- 09 - DNPM, **Diagnóstico Mineral da Região do Cariri**. Fortaleza, DNPM/CPRM, 1996. 41 p.
- 10 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1979. 130 p.
- 11 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza, 1990. 205 p.
- 12 - FUNCEME, **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994. (Grupo de Trabalho 1 - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- 13 - HENRIQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos**. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 1. 22 p.
- 14 - IBGE, **Censo Demográfico, 1991. nº 11 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1991. 523p.
- 15 - \_\_\_\_\_, **Censo Demográfico, 2000 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2001.
- 16 - INMET, **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.
- 17 - IPLANCE, **Anuário Estatístico do Ceará, 1997**. Fortaleza, IPLANCE, 1997. 2v.
- 18 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Vol. I. Recife, SUDENE, 1973. 301 p.
- 19 - JUREIDINI, P., **Autodepuração e Eutrofização: Conceitos, Causas e Conseqüências**. São Paulo. Instituto de Biociências da USP. 1987.
- 20 - MME, **Projeto RADAMBRASIL, Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SB. 24/25 - Jaguaribe/Natal. Vol. 23. Rio de Janeiro, MME, 1981. 483 p.
- 21 - MOTA, S., **Preservação de Recursos Hídricos**, Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.

- 22 - NASCIMENTO, N.G., **Avaliação de Impactos Ambientais de Grandes Barragens: um estudo de caso**. Fortaleza, 1991. 203 p. (Tese de Mestrado).
- 23 - 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.
- 24 - \_\_\_\_\_, **Distribuição e Abundância de Alguns Mamíferos Selvagens no Estado do Ceará**. Ciência e Cultura, Vol. 25, nº 5, p. 442-450, 1973.
- 25 - REY, L., **Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos**. Revista Médica de Moçambique, Vol. I, nº 2. Moçambique, 1982. 7 p.
- 26 - ROCHA, A.A., **Aspectos Biológicos a Serem Observados na Construção de Lagos Artificiais e Cuidados com a Preservação**. Belo Horizonte, 1986. 30 p.
- 27 - SEARA, **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
- 28 - SEMA, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências**. Brasília, SEMA, 1986. 29 p.
- 29 - \_\_\_\_\_, **Resoluções do CONAMA - 1984/86**. Brasília, SEMA, 1986. 96 p.
- 30 - SEMACE, **Meio Ambiente. Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476 p.
- 31 - SICK, H., **Ornitologia Brasileira - Uma Introdução**. Brasília, Ed. da Universidade de Brasília, 1985.
- 32 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agro-sócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2 v.
- 33 - SRH, **Estudos de Viabilidade Técnica, Ambiental, Econômica e Financeira da Barragem Beré**. Fortaleza, HIDROSTUDIO /ANB, 2002.
- 34 - \_\_\_\_\_, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**. Fortaleza, SRH-CE, 1992., 4 v.
- 35 - TUNDISI, J.G., **Limnologia de Represas Artificiais**. Boletim de Hidráulica e Saneamento nº 11. São Carlos, 1986. 41 p.

#### **IV - RESENHA FOTOGRÁFICA**



FOTO 01 – Leito do riacho Jardim a montante do barramento.  
Observa-se a mata ciliar relativamente preservada.



FOTO 02 – Leito do riacho jardim próximo à barragem vertedoura existente.



FOTO 03 – Vista da barragem vertedoura que barra o riacho Jardim na área do empreendimento.

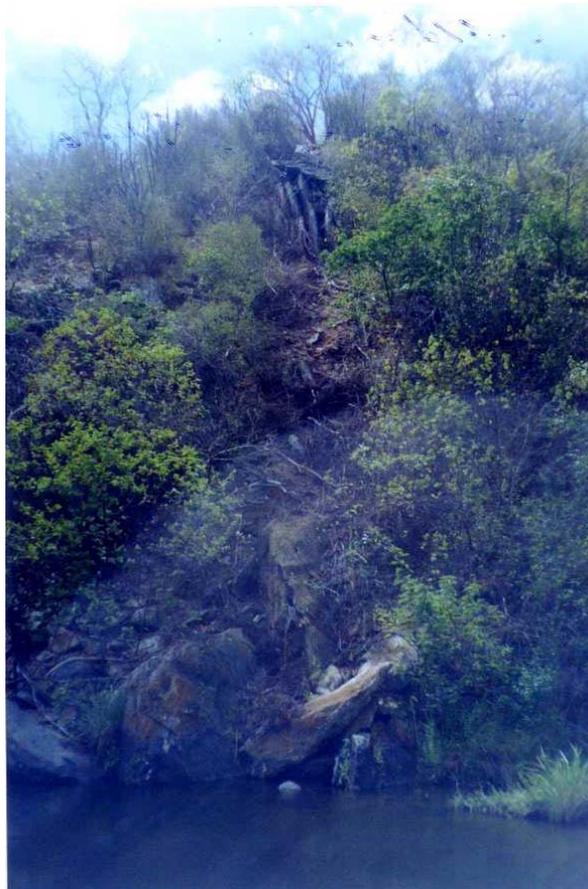


FOTO 04 – Vista parcial da ombreira esquerda do barramento.



FOTO 05 – Vista parcial da ombreira direita do barramento.



FOTO 06 – Vista parcial do povoado de Bom Sucesso, o qual será beneficiado com abastecimento d'água regularizado.



FOTO 07 – Vista parcial da área da jazida de material terroso J-02, localizada fora da área da bacia hidráulica, a cerca de 2,1 km do eixo do barramento.



FOTO 08 - Vista parcial da área da jazida de material terroso J-01, que dista cerca de 100 m da área das obras.



FOTO 09 – Vista do Areal A-04, situado na localidade de Sítio Cidade, a cerca de 16 km do eixo do barramento.



FOTO 10 – Vista do Areal A-02, no leito do riacho Corrente, distando 5,7 km da área das obras.



FOTO 11 – Vista do Areal A-01 no leito do riacho Retirana, distando 16 km do eixo do barramento.



FOTO 12 – Afloramentos rochosos que serão explorados para as obras da barragem (Pedreira P-01).



FOTO 13 - Vista da fuga (provável) que poderá ser sangradouro e/ou que se elevará a estrada



FOTO 14 - Vista panorâmica da mancha de solo à jusante da barragem (a partir da ombreira direita)



FOTO 15 - Barreiro (ombreira direita) de onde se tira água potável pelas famílias.



FOTO 16 - Vista da jazida de solos (margem esquerda da estrada).



FOTO 17 – Reservatórios apoiados de Bom Sucesso



FOTO 18 – Poço Tubular de Bom Sucesso



FOTO 19 – Reservatórios Apoiados de Jardim



FOTO 20 – Vista panorâmica de Jardim, a partir dos reservatórios apoiados



FOTO 21 – Tanque de reunião das águas das fontes (Jardim)



FOTO 22 – Nascente (uma das fontes) que faz parte do sistema que abastece Jardim



FOTO 23 – Estação elevatória do sistema de distribuição d'água de Jardim