



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE
RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO
PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO



BARRAGEM FIGUEIREDO

CONTRATO Nº 007/PROÁGUA/SRH/CE/2001

ETAPA B - DETALHAMENTO DO PROJETO BÁSICO

FASE VII - ESTUDOS AMBIENTAIS

VOLUME II - RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE (RIMA)

JUNHO 2003





SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

SUBPROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE
RECURSOS HÍDRICOS PARA O SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO
PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO



BARRAGEM FIGUEIREDO

CONTRATO Nº 007/PROÁGUA/SRH/CE/2001

ETAPA B - DETALHAMENTO DO PROJETO BÁSICO

FASE VII - ESTUDOS AMBIENTAIS

VOLUME II - RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE (RIMA)

JUNHO 2003



CONTRATO Nº 007/PROÁGUA/SRH/CE/2001**EQUIPE DE ELABORAÇÃO**

CONSÓRCIO COBA/VBA	ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DA SRH
Jorge Vazquez Gonzalez Engº. Civil Coordenador dos Estudos pela COBA	Lucrécia Nogueira de Sousa Geóloga Presidente da Comissão
Joaquim Francisco Sousa Neto Engº. Civil Coordenador dos Estudos pela VBA	Ivoneide Ferreira Damasceno Engª. Civil Membro da Comissão
Ricardo Matos Oliveira Geólogo Consultor da Equipe Técnica pela COBA	Maria Alice Guedes Geóloga Membro da Comissão
Ednardo Fernandes Cardoso Engº. Civil Membro da Equipe Técnica pela VBA	Francisco José de Sousa Engº. Agrônomo Membro da Comissão
Maria de Lurdes Pimenta Engª. Civil Membro da Equipe Técnica pela COBA	Maria Elaine Bianchi Geógrafa Membro da Comissão
Samuel Antônio Silva Dias Engº. Civil Membro da Equipe Técnica pela VBA	Francisco Dário Silva Feitosa Dário Engº. Agrônomo Membro da Comissão
Joana Rodrigues Carreto Engª. Civil Membro da Equipe Técnica pela COBA	Nelson L. de S. Pinto Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Luiz Fernando Menescal Engº. Civil Membro da Equipe Técnica pela VBA	Paulo Teixeira da Cruz Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Vicente Clérigo Rodrigues Engº. Civil Membro da Equipe Técnica pela COBA	Roneí Viera de Carvalho Consultor do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens da SRH
Benedito Lopes Santiago Geólogo Membro da Equipe Técnica pela VBA	
Naimar G. Barroso Severiano Esp. Meio Ambiente Consultora em Meio Ambiente	
José Valdeci Biserra Economista Consultor em Estudos Econômicos/Financeiros	
Elianeiva de Queiroz Viana Odísio Engª. Agrônoma Consultora em Desapropriação e Reassentamento	

LISTA DE VOLUMES DA EDIÇÃO FINAL

ETAPA A - ESTUDOS DE VIABILIDADE

- Fase I - Estudos de Alternativas para Localização da Barragem
 - Volume I - Relatório de Opções para Localização do Eixo Barrável
- Fase II - Estudos de Viabilidade Ambiental - EVA
 - Volume I - Diagnóstico Ambiental
- Fase III - Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto
 - Volume I - Estudos Hidrológicos
 - Volume II - Relatório dos Estudos Cartográficos
 - Volume III - Relatório dos Estudos Topográficos
 - Volume IV - Relatório dos Estudos Geológico-Geotécnicos
- Fase IV - Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Financeira do Projeto
 - Volume I - Relatório de Avaliação Técnica, Econômica e Financeira do Projeto

ETAPA B - DETALHAMENTO DO PROJETO BÁSICO

- Fase V - Detalhamento do Projeto Básico da Barragem
 - Volume I - Memorial Descritivo do Projeto
 - Volume II – Peças Desenhadas
 - Volume III - Especificações Técnicas
 - Volume IV - Quantitativos e Orçamento
 - Volume V - Relatório Síntese
- Fase VI - Cadastro e Plano de Reassentamento
 - Volume I - Levantamento Cadastral - Relatório Geral
 - Volume II - Plano de Reassentamento - Relatório Geral
- Fase VII - Estudos Ambientais
 - Volume I - Estudos de Impacto Ambiental (EIA)
 - Volume II - Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA)**
- Fase VIII - Planos de Operação e Manutenção
 - Volume I - Manuais de Operação e Manutenção
- Fase IX - Avaliação Financeira e Econômica do Projeto
 - Volume I - Avaliação Financeira e Econômica do Projeto

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) ora apresentado, tem o objetivo de contribuir para a tomada de decisão quanto a política a ser adotada, diante dos impactos ambientais causados pelo barramento do rio Figueiredo, no município de Iracema, no Estado do Ceará. Além disso, sugere medidas para restabelecer o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento regional a partir dos usos múltiplos propostos para o referido reservatório.

O desenvolvimento dos estudos foram pautados nos critérios e diretrizes preconizados pela Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 e nos Termos de Referência emitido pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) para este empreendimento. Assim sendo, foram executados levantamentos dos fatores bio-geofísicos e socioeconômicos das áreas de influência física e funcional do empreendimento, visando caracterizar a situação vigente antes da implantação do açude Figueiredo.

Com base nas informações fornecidas pelo diagnóstico ambiental e pelo projeto básico elaborado pelo Consórcio COBA/VBA, foram estabelecidas relações entre os componentes ambientais existentes e as ações programadas para o empreendimento. Foram, então identificados os impactos relevantes, os quais foram discriminados quanto ao caráter, magnitude, importância e duração. Por fim, foram definidas medidas visando a mitigação dos impactos adversos e a recuperação de áreas degradadas, além de programas de monitoramento e educação ambiental, para os quais foram estimados os custos a serem incorridos com suas implementações.

O documento completo é composto por 2 (dois) volumes, compreendendo:

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

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

1 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS	6
2 - O PROJETO	12
2.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	12
2.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS.....	12
2.3 - OBJETIVOS E USOS MÚLTIPLOS.....	12
2.4 - HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO.....	13
2.5 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS.....	14
2.6 - PROJETO BÁSICO	18
2.6.1 - ESTUDOS BÁSICOS.....	18
2.6.2 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS.....	31
2.6.3 - BARRAGEM.....	31
2.6.4 - VERTEDOURO.....	32
2.6.5 - TOMADA D'ÁGUA.....	33
2.6.6 - TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO.....	33
2.6.7 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE	34
2.6.8 - PLANOS DE MONITORAMENTO E DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO	43
2.6.9 - CRONOGRAMA E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....	49
3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO	51
3.1 - ÁREAS DE ABRANGÊNCIA	51
3.2 - MEIO ABIÓTICO.....	51
3.2.1 - ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS.....	51
3.2.2 - SOLOS	54
3.2.3 - CLIMA	58
3.2.4 - RECURSOS HÍDRICOS	59
3.3 - MEIO BIÓTICO.....	64
3.3.1 - FLORA.....	64
3.3.2 - FAUNA	65
3.3.3 - ESPÉCIES FLORÍSTICAS E FAUNÍSTICAS ENDÊMICAS.....	66
3.3.4 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	67
3.4 - MEIO ANTRÓPICO	67
3.4.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL	67
3.4.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA	74
4 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	84
4.1 - METODOLOGIA ADOTADA.....	84
4.2 - AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (APIA) DO PROJETO DO AÇUDE FIGUEIREDO.....	85
4.2.1 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	85
4.2.2 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS	85
4.2.3 - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	94
5 - PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS.....	145
5.1 - GENERALIDADES	145
5.2 - PLANO DE DESMATAMENTO ZONEADO DA BACIA HIDRÁULICA	145
5.2.1 - DIAGNÓSTICO FLORÍSTICO E FAUNÍSTICO/ IMPLANTAÇÃO DE HERBÁRIO	145
5.2.2 - DEMARCAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM DESMATADAS.....	146
5.2.3 - TÉCNICAS DE DESMATAMENTO.....	146

5.2.4 - CORREDORES DE ESCAPE DA FAUNA.....	147
5.2.5 - RECURSOS FLORESTAIS APROVEITÁVEIS.....	147
5.2.6 - CUSTOS E CRONOGRAMA FÍSICO DO DESMATAMENTO.....	147
5.3 - PLANO DE PROTEÇÃO DA FAUNA.....	148
5.4 - PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS, BOTA-FORAS E CANTEIRO DE OBRAS.....	150
5.4.1 - GENERALIDADES.....	150
5.4.2 - REABILITAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS.....	150
5.4.3 - DISPOSIÇÃO ADEQUADA DA INFRA-ESTRUTURA E RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA DO CANTEIRO DE OBRAS.....	152
5.4.4 - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS CONCERNENTES À RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS.....	153
5.5 - PLANO DE REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA.....	153
5.6 - PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO.....	155
5.7 - ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA DO TRABALHO.....	157
5.8 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	157
5.9 - PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO.....	158
5.9.1 - GENERALIDADES.....	158
5.9.2 - DIRETRIZES ADOTADAS NO PROJETO DE REASSENTAMENTO.....	159
5.10 - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS OBRAS.....	164
5.11 - PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO.....	165
5.11.1 - GENERALIDADES.....	165
5.11.2 - IDENTIFICAÇÃO DE VESTÍGIOS HISTÓRICOS, ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS.....	166
5.11.3 - SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO.....	166
5.11.4 - GUARDA DO MATERIAL COLETADO.....	167
5.12 - PLANO DE RELOCAÇÃO DE CEMITÉRIOS.....	168
5.12.1 - GENERALIDADES.....	168
5.12.2 - PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DE CEMITÉRIOS.....	168
5.12.3 - MEDIDAS A SEREM ADOTADAS NA IMPLANTAÇÃO DE CEMITÉRIOS.....	169
5.12.4 - TRANSLADO DOS RESTOS MORTAIS.....	171
6 - MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	174
6.1 - GENERALIDADES.....	174
6.2 - GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS/ ESTABELECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFAÇÃO D'ÁGUA.....	174
6.3 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA.....	176
6.4 - PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS PIEZOMÉTRICO E DO RESERVATÓRIO.....	177
6.4.1 - MONITORAMENTO DO NÍVEL PIEZOMÉTRICO.....	177
6.4.2 - MONITORAMENTO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO.....	178
6.5 - PLANO DE MONITORAMENTO DA SEDIMENTAÇÃO NO RESERVATÓRIO.....	178
6.6 - PLANO DE ADMINISTRAÇÃO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO.....	179
6.7 - ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO.....	180
6.8 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA.....	180
6.9 - CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL.....	181
7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	184
8 - BIBLIOGRAFIA.....	187
9 - EQUIPE TÉCNICA.....	193
ART	
DESENHOS	

1 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

1 - ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

Com o intuito de verificar a compatibilidade do projeto proposto com a legislação ambiental vigente foi executado um levantamento do suporte institucional existente, sendo apresentado a seguir uma síntese dos aspectos legais e institucionais pertinentes.

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

- Constituição Federal;
- Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6938/81 e estabelece no seu Capítulo IV os critérios para licenciamento das atividades modificadoras do meio ambiente;
- Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu Artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86): estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934: decreta o Código das Águas;
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (alterada pela Lei nº 7.803, de 18/07/89): institui o Código Florestal;
- Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985 (alterada pela Lei nº 7.803/89): define critérios, normas e procedimentos gerais para a caracterização e estabelecimento de reservas ecológicas;
- Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação e os padrões de qualidade das águas doces, salobras e salinas do território nacional;
- Lei nº 3.824, de 23 de novembro de 1960: exige o desmatamento da área da bacia hidráulica de reservatórios;
- Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Portaria SUDEPE nº N-0001, de 04 de janeiro de 1977: dispõe sobre a observância de medidas de proteção à fauna aquática nos projetos de construção de barragens;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;
- Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997: institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- Portaria MINTER nº 124, de 20 de agosto de 1980: baixa normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro de 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;
- Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999 (regulamentada pelo Decreto nº 3.358, de 02/02/2000): dispõe sobre a extração de substâncias minerais para uso exclusivo em obras públicas;
- Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000: institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão de unidades de conservação;
- Decreto-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.

Tendo em vista que o futuro reservatório contará com uma área de irrigação pública (Perímetro Irrigado Ema) posicionada imediatamente a montante de sua bacia hidráulica, merecem ser mencionados, ainda, os seguintes dispositivos legais a nível federal:

- Lei Nº 6.662, de 25 de junho de 1979 (regulamentada pelo Decreto nº 89.496/84): dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação;

- Portaria MA nº 647, de 19 de julho de 1979: aprova o regulamento geral para operação, conservação e manutenção da infra-estrutura de irrigação, drenagem e proteção das terras compreendidas nos perímetros irrigados do DNOCS;
- Lei nº 6.225, de 14 de julho de 1975 (regulamentada pelo Decreto nº 77.775/76 e pela Portaria MA nº 670/76): torna obrigatória a execução de planos de proteção dos solos e combate à erosão;
- Portaria MA nº 329, de 02 de setembro de 1985: proíbe, em todo o território nacional, a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados destinados a agropecuária;
- Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 (regulamentada pelo Decreto nº 98.816/90): dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins.

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

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

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

O sistema de controle ambiental no Ceará é integrado pela Secretaria da Ouvidoria Geral e Meio Ambiente, criada pela Lei nº 13.093, de 08 de janeiro de 2001, à qual encontram-se vinculados o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA) e a SEMACE, ambos criados 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;
- Portaria SEMACE nº 154, de 07 de agosto de 2002: dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras;
- Lei nº 12.524, de 19 de dezembro de 1995: considera impacto socio-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 (SIGERH), o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH);
- Lei nº 13.103, de 24 de janeiro de 2001 (regulamentada pelo Decreto nº 26.596 de 30/04/2002): dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

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.

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

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

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

Muito embora, tenha aplicação em termos legais restrita aos recursos hídricos da Região Metropolitana de Fortaleza, é considerado relevante para o empreendimento ora em pauta, as normas preconizadas pela Lei nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977, que dispõe sobre o disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos.

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

Como as terras a serem inundadas pelo futuro reservatório pertencem a terceiros, faz-se necessária a elaboração de um plano de desapropriações. Com base nessa premissa, a SRH deverá executar o levantamento cadastral dos imóveis na área diretamente afetada pelo projeto. A desapropriação deverá ser efetivada através do Decreto nº 26.579, de 22/04/2002 (vide Anexos), ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a SRH, a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que são abrangidos em parte, ou na sua totalidade pela área de inundação máxima futura e pela faixa de proteção do futuro reservatório.

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 existem conflitos envolvendo a implementação do empreendimento com outros programas do Governo, pelo contrário, a obra encontra-se inserida num programa mais amplo denominado Sub-programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro (PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO).

2 - O PROJETO

2.1 - IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

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

2.2 - LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O açude Figueiredo será formado pelo barramento do rio Figueiredo, afluente de 1ª ordem do rio Jaguaribe, principal curso d'água do Estado do Ceará, na região do Médio Jaguaribe, porção centro-leste do estado. A obra fechará o boqueirão existente na localidade denominada Cajazeiras a aproximadamente 12,3km da sede do município de Alto Santo. O reservatório terá sua bacia hidráulica abrangendo uma pequena porção do território do município de Alto Santo e terá sua maior parte cobrindo terras dos municípios de Iracema e Potiretama.

O acesso ao sítio do barramento partindo-se de Fortaleza é feito através da rodovia federal asfaltada BR-116, percorrendo-se cerca de 225km até a bifurcação com a CE- 205, na qual percorre-se 18km até a cidade de Alto Santo. Daí, segue-se na direção sul, margeando o rio Figueiredo pela direita, através de uma estrada carroçável até a localidade de Cajazeiras, onde será implantado o eixo do barramento. O Desenho 01/02 em Anexo mostra o mapa de localização e acessos da área do projeto em relação ao Estado do Ceará.

2.3 - OBJETIVOS E USOS MÚLTIPLOS

A implantação do açude Figueiredo tem como objetivo servir para usos múltiplos, trazendo benefícios à pelo menos seis diferentes setores. Em primeiro lugar garantirá o abastecimento d'água humano dos núcleos urbanos de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê, beneficiando no ano 2030 uma população urbana da ordem de 61.342 habitantes. Permitirá, ainda, o abastecimento da população ribeirinha de jusante. Foi previsto o atendimento de uma demanda humana de 104,6 l/s no ano 2030.

O segundo uso importante do reservatório encontra-se representado pelo atendimento da demanda hídrica das indústrias difusas dos municípios acima relacionados, perfazendo no ano 2030 uma demanda industrial de 20,1 l/s.

O terceiro uso previsto para o açude Figueiredo é o desenvolvimento hidroagrícola, possibilitando a irrigação intensiva de 8.800ha nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe.

A quarta função do açude Figueiredo será o controle de enchentes do Baixo Jaguaribe. Esta região conta com 50 mil hectares de Aluviões, sendo 70,0% destes agricultáveis, os quais são periodicamente afetados pelas enchentes do Jaguaribe. Além do mais nove cidades, perfazendo uma população de 139.352 habitantes, são seriamente afetadas pelas cheias, resultando em grandes prejuízos econômicos e sociais, bem como em problemas de saúde

pública. Com a construção do açude Castanhão estes problemas serão relativamente minorados, todavia como a bacia do rio Figueiredo desemboca a jusante deste reservatório, não sendo por ele controlada, a sua contribuição aos picos de cheias que atingem o Baixo Jaguaribe só será reduzida com a construção do açude Figueiredo.

O quinto uso importante do açude Figueiredo será o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado, enquanto que o sexto uso encontra-se representado pelo desenvolvimento de atividades associadas ao turismo e recreação/lazer.

2.4 - HISTÓRICO DO EMPREENDIMENTO

O açude Figueiredo foi inventariado na década de 1950, pelo DNOCS, através de um estudo de reconhecimento de vários boqueirões no vale do Figueiredo. Tal estudo não teve seu detalhamento aprofundado ao nível de viabilidade ou anteprojeto, tendo apenas três dos boqueirões identificados sido alvo de levantamentos topográficos (boqueirões Estrema, Cajazeiras e Jurema).

Em meados de 1994, foi desenvolvido pelo IPLANCE um trabalho denominado "Estudos de Reconhecimento do Sistema do Rio Figueiredo para o Plano de Aproveitamento Hidroagrícola da Chapada do Atanásio/Caatinga Grande". O referido estudo teve como objetivo levantar as potencialidades de solo e água da área de influência do futuro açude Figueiredo, com vistas a dotar as áreas com potencial para aproveitamento hidroagrícola, de uma infra-estrutura básica, hídrica, viária e elétrica, de modo a atrair o setor privado para a exploração da fruticultura irrigada.

Ainda no âmbito deste estudo, foram analisados ao nível de reconhecimento os boqueirões barráveis identificados pelo DNOCS, tendo sido apontado o boqueirão Cajazeiras como o mais vantajoso, tendo em consideração a maior proximidade do reservatório da área prevista para aproveitamento hidroagrícola.

Neste contexto, além da construção do açude ora em análise, foi proposto um projeto para o desenvolvimento da irrigação intensiva de 2000ha na Chapada do Atanásio através da implantação de um sistema hidráulico com capacidade de 1,48m³/s e desnível geométrico total de 106,5m.

Atualmente encontra-se em elaboração pelo Consórcio COBA/VBA, no âmbito do Sub-programa de Desenvolvimento Sustentável de Recursos Hídricos para o Semi-árido Brasileiro (PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO), o Projeto Básico da Barragem Figueiredo, sobre o qual versa o presente Estudo Ambiental. O referido projeto teve seus estudos divididos em duas etapas, abrangendo na Etapa A o Estudo de Alternativas para a Localização da Barragem, o Estudo de Viabilidade Ambiental, os Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto e os Estudos de Avaliação Técnico-Financeira e Econômica. A Etapa B, por sua vez, irá contemplar o Detalhamento do Projeto Básico, o Plano de Reassentamento da População Desalojada, o Estudo de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), os Planos de Operação e Manutenção e a Avaliação Econômica-Financeira Final do Projeto.

2.5 - ESTUDOS DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

No âmbito do Projeto Básico do Açude Figueiredo foram estudadas seis alternativas de eixos barráveis (Eixo I, Eixo Estrema, Eixo II, Eixo Cajazeiras, Eixo Jurema e Eixo III). 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 grandes contingentes populacionais, à problemática relativa a submersão de solos agricultáveis e de infra-estruturas de uso público, notadamente interferências com rodovias e linhas elétricas e, ainda à maior ou menor aceitação do empreendimento pela população da área e das expectativas de desenvolvimento associadas;
- Ambientais: associados à submersão de áreas de relevante interesse ecológico (áreas indígenas, unidades de conservação e patrimônios histórico, arqueológico, paleontológico e espeleológico), bem como os riscos de salinização das águas a serem represadas ou de sua poluição por efluentes sanitários e industriais dos núcleos urbanos situados a montante do reservatório.

Quanto aos fatores hídricos, para a mesma cota de área inundada pelo reservatório são, obviamente, os eixos mais a jusante que possibilitam a criação de um reservatório com maior capacidade de acumulação, embora apresentem alturas de barragem maiores.

Com o objetivo de tornar comparáveis as diferentes alternativas de eixos barráveis, procurou-se equipara-las em termos de capacidade de armazenamento e cumprimento de benefício, através da consideração da mesma vazão regularizada. Foi estabelecido um valor de referência de cerca de 4,4m³/s, assumido como perto do valor máximo sustentável numa análise de viabilidade econômica da utilização dos recursos hídricos em estudo.

No que se refere aos recursos hídricos disponibilizados, o Eixo I e o Estrema são os que melhor rentabilizam os recursos existentes ao longo do trecho em estudo do rio Figueiredo. Obviamente, os eixos mais a montante perdem as contribuições de alguns tributários. Com efeito, constata-se que ao Eixo II corresponde à perda de dois afluentes já com alguma expressão, localizados entre o Eixo I e o Eixo Estrema. Já no Eixo Cajazeiras, a perda de área da bacia hidrográfica é insignificante quando comparada com o Eixo II de jusante. Os Eixos Jurema e III por se localizarem mais a montante, apresentam perdas significativas de recursos hídricos, principalmente quando se considera que o Eixo Jurema fica localizado 12km a montante da alternativa mais a jusante - Eixo I.

Com relação às capacidades de armazenamento e regularização, a equiparação das alternativas de eixos barráveis só é possível com o aumento da altura do barramento de jusante para montante. Com efeito, para obtenção da mesma vazão regularizada faz-se necessário a elevação da altura do barramento de jusante para montante, com os três eixos posicionados mais a jusante apresentando alturas iguais ou inferiores a 30m. No boqueirão

Cajazeiras faz-se necessário a construção de um barramento com cerca de 34m de altura, com uma extensão máxima de cerca de 500m. Nos boqueirões situados mais a montante, as alturas dos barramentos são da ordem de 40m com extensões variando de 4,2km no Eixo Jurema e 4,5km no Eixo III. Este fato aliado à maior altura requerida para o barramento penaliza estas alternativas em termos de volume de obra.

Para a mesma altura de barragem, na ordem dos 30 a 35m, as condições de implantação mais favoráveis em termos de volume e conseqüentemente do custo da obra, estão associadas aos eixos Cajazeiras e Estrema, com o primeiro apresentando como vantagem um estreitamento significativo e bem marcado do vale do rio Figueiredo, delimitado por afloramentos rochosos de morfologia vigorosa, que se constituem numa singularidade no trecho do vale estudado.

O volume de aterro necessário à construção do barramento em cada alternativa é, também, influenciado pela largura da planície aluvionar, já que nestas áreas será necessário efetuar escavações de saneamento com profundidades da ordem de 7 a 8m. Os eixos II, I, Jurema e Estrema são os que apresentam as planícies aluvionares mais extensas, com 1,4km, 1,0km e 500m para os dois últimos, respectivamente. Em contrapartida, o Eixo Cajazeiras apresenta a planície aluvionar menos extensa (100 - 150m), sendo seguido pelo Eixo III, cuja planície aluvionar apresenta uma extensão de 300m. Nos eixos Estrema e Jurema, observa-se, ainda, a presença de terraços, para os quais são previstas espessuras de saneamento intermediárias.

Assim sendo, no que se refere às condições de fundação das obras, chega-se a conclusão que as diferentes alternativas de barramento estudadas apresentam características geológicas praticamente semelhantes em termos litológicos e tectônicos.

Quanto à disponibilidade de materiais de construção dentro de uma distância econômica da área das obras, constata-se que as jazidas de materiais finos estão situadas a montante do trecho estudado. Afloramentos rochosos adequados à exploração de materiais pétreos e/ou enrocamento são observados na área da bacia hidráulica, principalmente, nas imediações do Eixo Cajazeiras. O material granular poderá ser obtido na calha do rio Figueiredo, uma vez que as areias aí existentes apresentam excelente qualidade.

No que se refere aos fatores ambientais, nenhuma das alternativas estudadas apresenta interferências com áreas de unidades de conservação e terras indígenas. Os riscos de salinização das águas represadas ou de sua poluição por efluentes de esgotos domésticos e industriais, ou pelo aporte de agrotóxicos apresentam-se praticamente iguais quaisquer que seja a alternativa analisada. Situação semelhante é observada em relação aos riscos de dilapidação dos patrimônios histórico, arqueológico, paleontológico e espeleológico. Assim sendo, a única diferenciação observada entre as alternativas está associada à extensão da área a ser desmatada, que se apresenta maior para os eixos situados mais a jusante.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, observa-se que os solos a serem submersos são, em sua maioria, de baixo potencial agrícola, constituindo exceção à faixa de Aluvião ao longo do rio Figueiredo. Desta forma, os eixos I, Estrema e II são os mais prejudiciais sob este ponto de vista, sendo a situação correspondente aos eixos Jurema e III mais favorável. O Eixo Cajazeiras minimiza este problema devido à quase inexistência de terraços agricultáveis no trecho a ser submerso por este reservatório.

Com relação a relocação de contingentes populacionais, os eixos I, Estrema, II e Cajazeiras são aqueles que conduzem a maiores necessidades de reassentamento de populações, inundando de 200 a 240 habitações, entre as quais as de dois pequenos povoados, São José e Pilar.

Os eixos III e Jurema são os que, pela menor área inundada, resultariam na relocação de contingentes populacionais menores, entretanto contata-se que com a subida da cota de plano de água para obtenção de uma capacidade de armazenamento interessante, será afetado um número apreciável de habitações, da ordem de 170 a 180, algumas pertencentes aos povoados de Pilar e Lapa.

Em termos das áreas a serem desapropriadas dos imóveis rurais, as maiores extensões de área são verificadas nos eixos Estrema, II e Cajazeiras, atingindo valores da ordem de 25.000ha. Nas demais alternativas estas áreas se reduzem para valores da ordem de 18.000 a 20.000ha.

No que se refere à interferência com infra-estruturas de uso público constata-se que a rodovia CE-138, principal eixo rodoviário da região, é muito afetada pela obra, caso esta seja implantada nos eixos I e Estrema, uma vez que seria submerso pelo reservatório um trecho desta via com extensão significativa. Além disso, a correção do traçado para restabelecimento da ligação não é de fácil solução, implicando num restabelecimento longo e de traçado difícil, ou então na construção de um viaduto na região do braço do reservatório que se formará na margem esquerda, o que, obviamente, resultaria em custos elevados. Já nos eixos II e Cajazeiras a interferência com esta via, num braço do reservatório de reduzida expressão, é meramente pontual e de fácil solução.

Encontra-se em implantação na região, a CE-470, que no seu traçado original iria atravessar o rio Figueiredo próximo ao Eixo Jurema, tendo parte do seu traçado submerso com a formação do reservatório nas alternativas I, II, Jurema, Estrema e Cajazeiras. Este problema foi equacionado, com a aceitação pela população local, de um novo traçado, no qual a extensão do novo trecho a ser construído se reduz de jusante para montante. O Eixo III não tem interferência com esta rodovia.

Quanto a interferências com a rede elétrica de baixa tensão, constata-se que esta decresce de montante para jusante, com particular destaque para os eixos Jurema e III.

A ponderação dos fatores acima descritos permitiu a análise comparativa das diferentes alternativas de eixos barráveis, tendo-se chegado a conclusão que os eixos I, II e III apresentam as menores relações de custo-benefício. Com efeito, o Eixo I além de se situar num vale muito aberto, apresenta um maior número de interferências com povoações e infra-estruturas de uso público e inviabiliza o aproveitamento agrícola da planície aluvionar localizada a montante.

A proximidade do Eixo II ao Eixo Cajazeiras, sem alterações dos benefícios associados, nomeadamente de redução do volume de aterro, ou relativos à existência de materiais finos, ou ainda de aumento significativo de bacia de contribuição, foram fatores decisivos para a sua exclusão. No que se refere ao Eixo III, o seu elevado desenvolvimento e conseqüente volume de aterro necessário, a menor rentabilização de recursos hídricos e as relativamente significativas interferências com a população, contribuíram para a sua exclusão.

Com base no acima exposto foram selecionados os eixos Estrema, Cajazeiras e Jurema para serem submetidos a uma análise comparativa mais detalhada. Sobre estes eixos foram efetuados estudos sistematizados de implantação e medição de volumes totais de barragem de aterro zonado, tendo como base a definição da linha de escavação de saneamento de cada eixo, estimadas a partir do reconhecimento efetuado e das informações obtidas nos trabalhos de campo já executados.

Para sistematizar a análise técnico-econômica das diferentes alternativas, procedeu-se à definição de curvas de variação de volumes de barragem de aterro zonado com relação as alturas das barragens, tendo-se adotado um leque de alturas de maior interesse face à capacidade de armazenamento e benefícios pretendidos. Chegou-se a conclusão que os custos das obras são otimizados para vazões de regularização entre 3,0 e 4,0m³/s, qualquer que seja o eixo estudado. Corresponde ao Eixo Cajazeiras o menor valor, situação que se mantém mesmo se admitindo uma vazão de regularização superior, correspondente à assumida como valor de referência na análise comparativa, 4,4m³/s.

Para as cotas de coroamento definidas foram estimados os volumes de aterro e custos associados abaixo especificados:

Eixo	Cota do NNR	Cota da Crista da Barragem	Volume de Aterro da Barragem (106m ³)	Ordem de Grandeza do Custo Total ⁽¹⁾ (R\$ 106)
Estrema	91	96	3,22	69
Cajazeiras	99	104	2,89	63
Jurema	114	119	5,80	116

⁽¹⁾ Inclui os custos com desapropriações, reassentamento da população, relocação de infra-estruturas de uso público e demais intervenções requeridas.

Foi assumido, face ao caráter expedito da análise, o valor de 5m de folga para a crista da barragem e um custo unitário de R\$ 20,00/m³ de volume de barragem para o preço global da obra, já incluindo todas as estruturas anexas e demais trabalhos. Foram, ainda, adicionados todos os custos relativos a desapropriações, reassentamentos e relocação de infra-estruturas de uso público afetadas. Para o Eixo Jurema foram extrapolados os valores medidos de volumes da barragem, face às limitações da cartografia disponível. Entretanto, a grande diferença de volume da obra torna este eixo inviável do ponto de vista econômico, o que já estava condicionado pelos seus menores recursos hídricos.

Pelo exposto chega-se a conclusão que as alternativas representadas pelos eixos Cajazeiras e Estrema são, por esta ordem, as mais adequadas à implantação da barragem, sendo o Eixo Estrema penalizado, econômica e socialmente, pela sua maior interferência com áreas agricultáveis, habitações e infra-estruturas rodoviárias. O Eixo Cajazeiras tem ainda como argumentos, o fato de estar posicionado num trecho de vale francamente mais apertado, o que resulta em menor volume de barragem, face à reduzida largura do vale nas cotas mais baixas, associadas à ocorrência de afloramentos rochosos, e ao melhor posicionamento em relação à localização das potenciais jazidas de empréstimos.

O Eixo Cajazeiras é ainda aquele que aparentemente apresenta melhores expectativas de benefícios inerentes ao "Plano de Aproveitamento Hidroagrícola da Chapada do Atanásio/Caatinga Grande", dado a sua maior proximidade e viabilidade técnico-econômica.

Face ao exposto, foi assumido pelo Consórcio COBA/VBA para o local de implantação da barragem de Figueiredo, o boqueirão denominado Cajazeiras. Tal decisão encontra-se ainda referendada pela boa aceitação obtida junto às autoridades e a população local, conforme pode ser constatado na reunião efetuada em Alto Santo.

2.6 - PROJETO BÁSICO

2.6.1 - ESTUDOS BÁSICOS

2.6.1.1 - Estudos Topográficos

Os estudos topográficos foram realizados na área de implantação das obras e na bacia hidráulica do reservatório, constando de levantamentos topográficos e planialtimétricos, visando a obtenção de plantas em escala compatível com o grau de detalhamento desejado.

Na área da bacia hidráulica, o levantamento foi realizado por restituição aerofotogramétrica em escala 1:5000, com curvas de nível equidistantes a cada metro. Para o local de implantação das obras o levantamento planialtimétrico foi executado, através de topografia convencional com levantamento de seções a cada 20m, obtendo-se curvas de nível a cada metro.

Estes estudos foram complementados com a implantação de marcos topográficos que servirão de base para amarração das obras. A bacia hidrográfica teve como base cartográfica às cartas da SUDENE na escala 1:100.000, com curvas de nível a cada 40m.

2.6.1.2 - Estudos Hidrológicos

a) Características Climatológicas, Pluviométricas e Fluviométricas

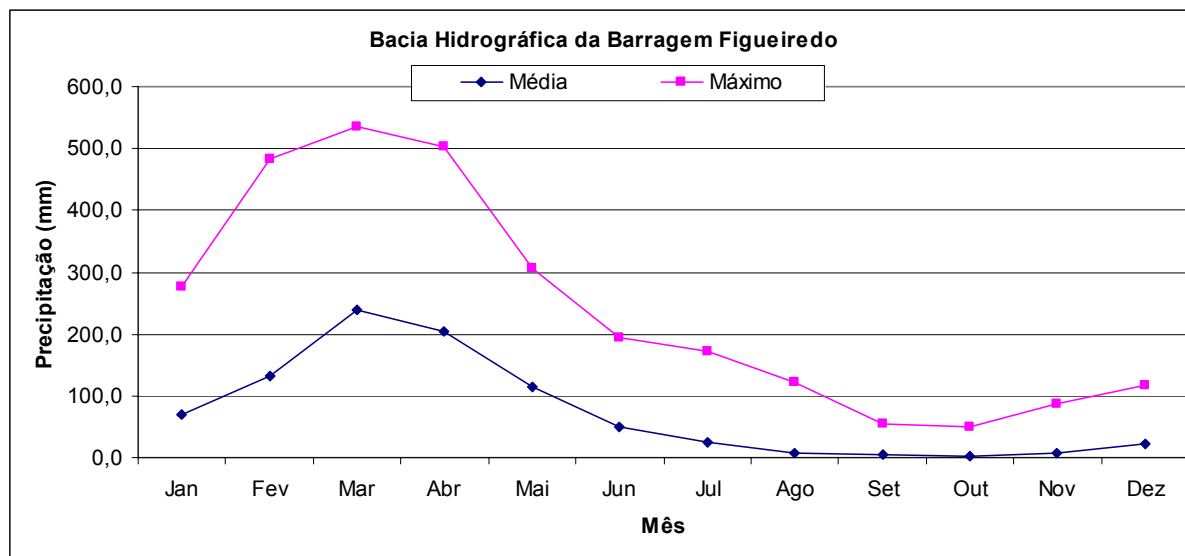
Os estudos hidrológicos realizados objetivaram fornecer informações e elementos relativos ao clima e aos recursos hídricos de superfície, necessários ao desenvolvimento do projeto de construção do Açude Figueiredo, com vistas ao dimensionamento do reservatório a ser implantado.

Desta forma foi efetuada uma caracterização do regime pluviométrico a nível diário, mensal e anual, bem como relativo às chuvas intensas na região do projeto com vistas ao fornecimento de elementos indispensáveis para o dimensionamento do sangradouro e para determinar a disponibilidade hídrica do reservatório. Para caracterização climatológica tomou-se como base os registros da estação climatológica de Morada Nova, dada a proximidade com o local e a ausência de estações climatológicas dentro na área da bacia de contribuição do reservatório.

No caso específico dos dados pluviométricos estes tiveram como origem duas séries de dados diários, sendo uma para o posto de Pereiro (1912-2000) e a outra para o posto do Açude Ema (1931-2000). A partir dessas duas séries de precipitação foi gerada uma série única de precipitações diárias para a bacia do Figueiredo através do método dos polígonos de Thiessen, cujos resultados podem ser visualizados na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Características Relativas a Série de Precipitação na Bacia do Açude Figueiredo

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Média	69,2	133,1	238,7	204,0	114,6	49,1	23,9	7,0	4,8	3,6	6,2	22,7	876,9
D.P.	60,0	99,5	122,9	104,4	73,5	47,4	29,0	15,6	11,2	9,2	14,5	29,7	315,3
C.V.	0,9	0,7	0,5	0,5	0,6	1,0	1,2	2,2	0,0	0,0	0,0	1,3	0,4
Mínimo	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	152,5
Máximo	276,7	482,6	535,4	503,1	306,8	194,9	171,8	122,0	54,0	49,1	86,3	116,6	1.558,4



Para a obtenção de vazões afluentes ao Açude Figueiredo, onde não se dispõe de nenhum registro fluviométrico, foi utilizado o modelo de transformação chuva x deflúvio denominado MODHAC, desenvolvido por A. E. Lanna no Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS.

Como não existe, ao longo do Rio Figueiredo, sequer um posto fluviométrico que permita a calibração dos parâmetros do MODHAC, utilizou-se, na geração das vazões, os parâmetros referentes à bacia drenada pelo posto fluviométrico de Suassurana, calibrados e verificados a partir dos dados observados no período de 1914 a 1975, no estudo do IRTSF (Estudo de Inserção Regional da Transposição do São Francisco).

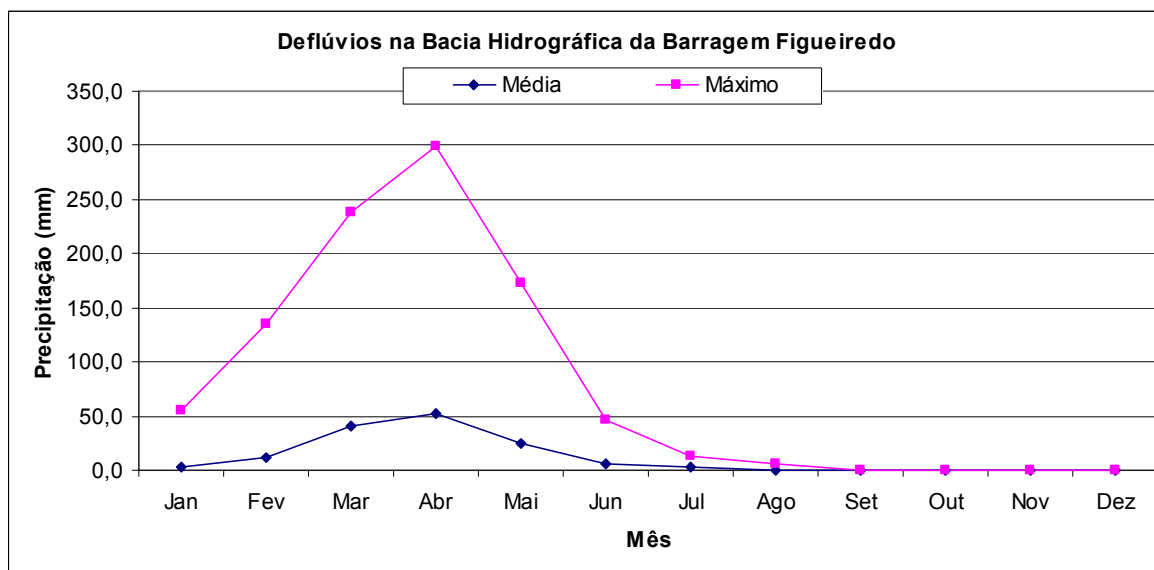
A série de deflúvios gerados para a bacia do açude Figueiredo, bem como as suas estatísticas principais podem ser visualizadas na Figura 2.2.

b) Demandas Hídricas Associadas

Quanto às demandas envolvidas no projeto, o Açude Figueiredo tem como função a satisfação das demandas hídricas para consumo humano e industrial das cidades de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Ererê e Pereiro, cujos quantitativos estimados no Plano de Gerenciamento de Águas do Jaguaribe podem ser observados no Quadro 2.1.

Figura 2.2 - Características Relativas a Série de Deflúvios da Bacia do Açude Figueiredo

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Média	2,7	11,2	41,2	52,4	24,8	6,2	2,3	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	141,1
D.P.	9,6	23,5	50,8	56,8	32,0	7,7	3,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	126,3
C.V.	3,6	2,1	1,2	1,1	1,3	1,2	1,4	2,7	0,0	0,0	0,0	3,4	0,9
Mínimo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Máximo	55,6	135,6	238,0	299,6	172,5	46,7	12,4	5,7	0,1	0,1	0,0	0,1	590,4
C.E.													16,09%



Quadro 2.1 - Demandas Diretamente Agregadas ao Açude Figueiredo

Município	Ano 2000			Ano 2030		
	Demanda Humana (l/s)	Demanda Industrial (l/s)	Total (l/s)	Demanda Humana (l/s)	Demanda Industrial (l/s)	Total (l/s)
Alto Santo	6.2	0.9	7.2	19.6	2.7	22.3
Ererê	2.4	0.0	2.4	5.9	0.0	5.9
Iracema	10.8	3.5	14.3	60.1	13.7	73.8
Pereiro	4.9	0.5	5.4	10.1	0.7	10.8
Potiretama	2.2	1.0	3.2	8.9	3.0	11.9
Total	26.6	5.9	32.5	104.6	20.1	124.7

No que se refere à irrigação estudos efetuados no âmbito do Projeto do Eixo de Integração Castanhão/RMF revelam que atualmente a irrigação na bacia do Jaguaribe a jusante do Açude Figueiredo totaliza uma área de 9.772ha, o que corresponderia uma demanda média de 4,9m³/s. As projeções de demandas de irrigação apontam para um total de 30.595ha no horizonte do ano 2020, correspondendo a uma demanda média de 15,3m³/s.

A simulação do sistema integrado Castanhão-RMF, de acordo com os resultados apresentados nos Estudos de Viabilidade do Eixo de Integração Castanhão-RMF, indica que existiriam recursos hídricos regularizáveis no Baixo Jaguaribe para atender cerca de 22.956ha, correspondendo a uma demanda média de 11,5m³/s, ou seja, espera-se um déficit no Baixo Jaguaribe de cerca de 3,8m³/s, que poderia ser integralmente atendido pelo Açude Figueiredo.

Por conta desta escassez de recursos hídricos na Bacia do Jaguaribe, imposições de limites à área irrigada teriam que ser aplicadas também em outros projetos de irrigação nas bacias do Médio e Alto Jaguaribe e no Banabuiú. De acordo com os resultados da simulação do Sistema Integrado Castanhão-RMF, o déficit hídrico de irrigação para o horizonte 2020 nestas bacias totalizaria uma vazão média de $4,1\text{m}^3/\text{s}$.

Parte desse déficit poderia ser indiretamente atendido pelo Açude Figueiredo através de compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, ou seja parte da regularização do Orós e do Castanhão comprometida com o Baixo Jaguaribe seria atendida pelo Figueiredo, liberando desta forma recursos daqueles açudes para atendimento das demandas do Alto e Médio Jaguaribe.

Adicionando-se as demandas humanas e industriais dos centros urbanos próximos ao reservatório ($124,7\text{ l/s}$) com os déficits de atendimento da demanda de irrigação projetada para o horizonte 2030 no Alto, Médio e Baixo Jaguaribe e Chapada do Atanásio ($4,1\text{m}^3/\text{s} + 3,8\text{m}^3/\text{s} + 1,48\text{m}^3/\text{s}$), se obtêm um total de $9,48\text{m}^3/\text{s}$ de demandas passíveis de atendimento direto ou através de compensação hídrica pelo Açude Figueiredo.

Dado que a vazão regularizada pelo açude Figueiredo seria no máximo igual a $5,5\text{m}^3/\text{s}$ e que as demandas humanas e industriais serão prioritariamente atendidas, a regularização disponível para atendimento das demandas de irrigação seriam insuficientes para fazer face ao déficit de $9,24\text{m}^3/\text{s}$. Assim sendo, as demandas de irrigação a serem atendidas pelo Figueiredo, deverão ser hierarquizadas em função de critérios que visem a maximização dos benefícios econômicos para a região.

Atualmente existem demandas de irrigação reprimidas, em grandes projetos já implantados ou em vias de implantação, devido a escassez de recursos hídricos que se atribui às baixas médias pluviométricas nos últimos anos e pela não efetivação completa da obra do açude Castanhão. Porém, mesmo contando com a regularização normal do açude Castanhão e dos demais grandes açudes da bacia do Jaguaribe (Orós, Banabuiú e Pedras Brancas), o balanço hídrico aponta para déficits no atendimento das demandas de irrigação iguais a $3,18\text{m}^3/\text{s}$ em 2005, $5,71\text{m}^3/\text{s}$ em 2010 e $7,40\text{m}^3/\text{s}$ em 2015. Tal fato aponta para a imediata oportunidade de implantação do açude Figueiredo, que representa o último significativo incremento das disponibilidades hídricas da Bacia do Jaguaribe.

Ressalta-se que este déficit calculado refere-se aos projetos de irrigação programados no Jaguaribe mais a demanda potencial da Chapada do Atanásio, os quais representam apenas uma parte do potencial de solos agricultáveis na Bacia do Jaguaribe que totalizariam uma área extremamente maior, ou seja o déficit hídrico potencial é bastante superior ao indicado. Além disso, o açude Figueiredo é o último grande açude a ser construído na bacia do rio Jaguaribe, visto que, com a construção desse reservatório, praticamente se esgota a capacidade de regularização das vazões no rio Jaguaribe por meio de açudes.

Assim sendo, devido à magnitude dos déficits passíveis de atendimento pelo Açude Figueiredo, a Projetista concluiu que, no dimensionamento do volume máximo de acumulação do açude, deva-se buscar o maior valor possível que não implique em custos excessivamente altos para o m^3 de água regularizado.

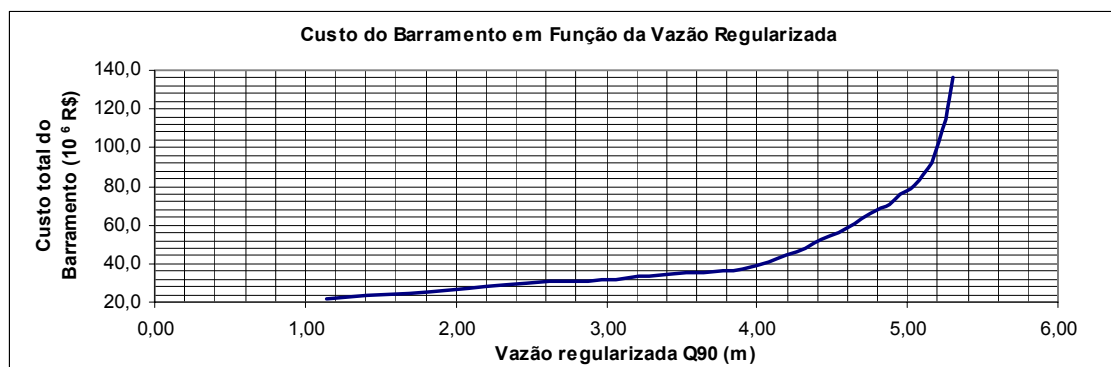
c) Regularização de Vazões

Embora a operação do Açude Figueiredo esteja inserida dentro de um sistema global de gerenciamento que abrange toda a Bacia do Jaguaribe, bem como as Bacias da RMF, para fins de dimensionamento de seu volume ótimo, a sua operação foi considerada de forma isolada. Tal procedimento se deve ao fato deste reservatório se localizar numa bacia onde não existem grandes reservatórios a montante nem a jusante, não apresentando, portanto, nenhuma interferência hidrológica com outros açudes, ou seja, não recebe aflúncias significativas de vertimentos a montante e seus vertimentos não podem ser armazenados a jusante.

Com base no acima exposto, foi procedida a simulação da operação do reservatório adotando para tanto o modelo teórico definido no Plano de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. O referido método baseia-se na equação de balanço volumétrico no reservatório e utilização do mecanismo de volume de alerta para garantir em 100,0% do tempo o suprimento hídrico mínimo de 50,0% da vazão regularizada. A Figura 2.3 apresenta os valores obtidos para vazões regularizadas, custo estimado total do empreendimento e custo atualizado do volume regularizado para diferentes cotas de acumulação.

Figura 2.3 - Resultados da Simulação do Açude Figueiredo para Diferentes Cotas Máximas de Acumulação

Altura da Barragem (m)	Cota Máxima de Acumulação (m)	Volume Máximo (m³)	Vol Alerta (%)	Garantia Verificada (%)	Vazão Regularizada (m³/s)	Custo Total da Barragem (106R\$)	Custo Atualizado do m³ Regularizado (R\$/10³m³)
20	85	74,1	42,0%	90,0%	1,14	21,8	79,37
21	86	94,5	40,0%	90,0%	1,41	23,4	68,72
22	87	114,9	39,0%	90,0%	1,69	24,9	61,12
23	88	135,3	39,0%	90,0%	1,97	26,5	55,69
24	89	155,6	34,0%	90,0%	2,20	28,0	52,78
25	90	176,0	34,0%	90,0%	2,47	29,6	49,61
26	91	208,2	26,0%	90,0%	2,79	31,1	46,20
27	92	240,4	23,0%	90,0%	3,15	32,6	42,94
28	93	272,6	23,0%	90,0%	3,41	34,2	41,53
29	94	304,8	21,0%	90,0%	3,65	35,7	40,54
30	95	336,9	20,0%	90,0%	3,90	37,2	39,58
31	96	382,6	19,0%	90,0%	4,08	40,9	41,57
32	97	428,3	20,0%	90,0%	4,20	44,6	44,02
33	98	473,9	19,0%	90,0%	4,32	48,3	46,34
34	99	519,6	19,0%	90,0%	4,43	52,1	48,77
35	100	565,2	19,0%	90,0%	4,54	55,7	50,82
36	101	626,3	19,0%	90,0%	4,65	60,7	54,09
37	102	687,3	18,0%	90,0%	4,75	65,7	57,32
38	103	748,3	18,0%	90,0%	4,88	70,7	60,04
39	104	809,3	17,0%	90,0%	4,95	75,7	63,39
40	105	870,4	16,0%	90,0%	5,05	80,7	66,24
41	106	951,1	16,0%	90,0%	5,16	91,9	73,82
42	107	1031,8	15,0%	90,0%	5,21	103,1	82,02
43	108	1112,6	15,0%	90,0%	5,25	114,3	90,23
44	109	1193,3	14,0%	90,0%	5,28	125,5	98,50
45	110	1274,0	14,0%	90,0%	5,30	136,7	106,89



Constata-se que a vazão regularizada que se encontra associada ao custo unitário mínimo (R\$ 40,00/1000m³) é de 3,9m³/s. Contudo, considerando o conceito de maximização da vazão regularizada para atender tanto quanto possível os déficits potenciais das demandas de irrigação do Médio e Baixo Jaguaribe adotou-se o valor de 4,4m³/s para vazão regularizada, o que corresponde a um custo 20,0% superior ao mínimo (R\$ 48,00/1000m³).

d) Estudos de Cheias

A determinação da cheia de projeto para dimensionamento do sangradouro foi realizada com base na série de precipitações diárias relativas ao período 1912/2000, anteriormente apresentada. Na determinação da amostra de precipitações máximas para o ajuste da distribuição de frequência foi adotado um único valor máximo anual, isto é, a série foi composta apenas com os máximos anuais, constituindo o que se denomina de série de máximos anuais.

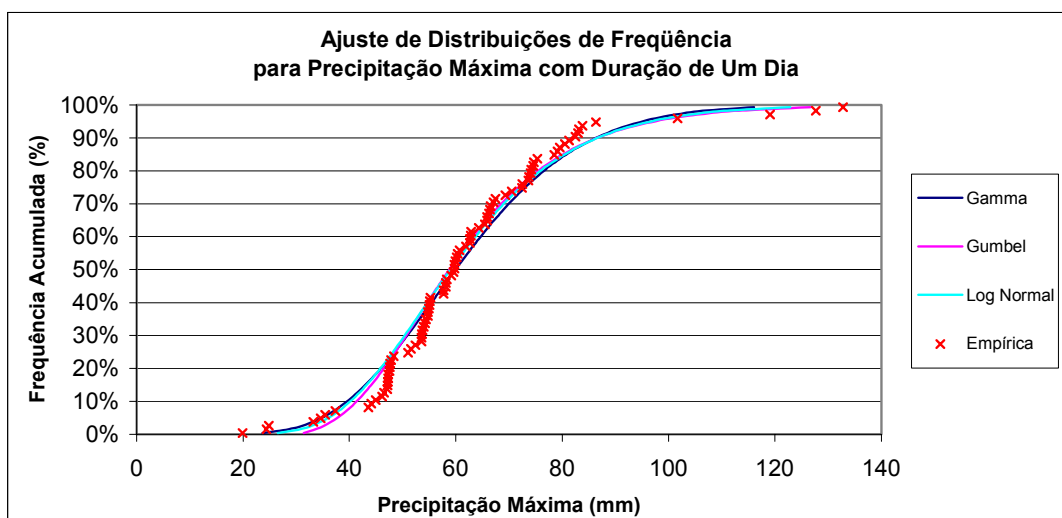
Foram construídas séries de máximos anuais para precipitação de duração de 1, 2, 3 e 4 dias de duração, afim de se obter uma hidrógrafa de projeto com duração superior ao tempo de concentração da bacia. O software utilizado no ajuste das distribuições foi o STATISTICA e os testes de ajustes das distribuições aplicados foram Chi-quadrado e Kolmogorov-Smirnov.

Os resultados do teste Kolmogorov-Smirnov indicaram que a distribuição que melhor se ajusta aos valores máximos de precipitação de duração 1, 2, 3 e 4 dias é a distribuição Gumbel, o que implicou na sua escolha para o cálculo das chuvas associadas aos períodos de retorno de 100, 500, 1.000 e 10.000 anos. Os parâmetros da distribuição Gumbel ajustada para série de máximos de um dia de duração são: $v = 53,19$ e $\alpha = 14,76$. A Figura 2.4 apresenta o ajuste das distribuições de frequência para a série de máximos de um dia de duração.

A determinação das relações precipitação/descarga para durações inferiores a um dia foi obtido através do Método das Isonozas, apresentado por Taborga Torrico (1975). Os resultados da aplicação desta metodologia são apresentados no Quadro 2.2.

Figura 2.4 - Ajuste das Distribuições de Freqüência

Tempo de Recorrência (anos)	Precipitação Máxima Diária (mm)		
	Gumbel	Gamma	Log Normal
100	121.1	112.8	118.5
500	144.9	128.6	139.9
1000	155.1	135.0	149.0
10000	189.1	155.2	180.0



Quadro 2.2 - Chuva Desagregada para Distintas Durações (Valores em mm)

	tempo(min)	6	15	60	120	180	360	720	1440	2880	5760	10080	14400
	tempo(hs)	0.100	0.250	1.0	2.0	3.0	6.0	12.0	24.0	48.0	96.0	168.0	240.0
	tempo(dias)	0.004	0.010	0.042	0.083	0.125	0.250	0.500	1.0	2.0	4.0	7.0	10.0
Tempo de Recorrência	100	26.4	34.9	53.3	65.9	74.5	92.1	113.8	140.6	166.6	233.2	306.1	365.1
	500	31.6	41.8	63.9	79.0	89.5	110.6	136.7	169.0	200.1	280.5	369.4	440.2
	1000	33.8	44.8	68.5	84.6	95.8	118.4	146.4	181.0	214.5	300.8	396.7	472.6
	10000	41.2	54.6	83.5	103.2	116.9	144.5	178.7	220.9	262.2	368.3	487.1	579.9

A verificação do sangradouro do reservatório foi feita a partir da simulação dos eventos pluviométricos extremos relacionados aos tempos de recorrência de 100, 1000 e 10000 anos. A metodologia utilizada para obtenção da cheia de projeto da barragem foi a da Onda Cinemática, enquanto que para a simulação do amortecimento da cheia no reservatório e do escoamento no vertedouro utilizou-se a metodologia de Pulz, ambas implementadas através do modelo matemático HEC-1.

Foi efetuado um estudo paramétrico para dimensão do vertedouro entre 40m e 400m e cotas da soleira variando de 90 a 105, no qual foram efetuadas simulações considerando o percentual de amortecimento do pico da cheia para diversas cotas e larguras do vertedouro e as alturas máximas da lâmina vertente para as mesmas simulações.

Com base nos resultados obtidos e nas condições geotécnicas do local escolhido para o vertedouro, ombreira direita do barramento, foi definida a sua largura em 250m, de forma a se obter uma lâmina vertente inferior a 2,5m, não elevando excessivamente a cota de coroamento da barragem, e um volume de escavação em rocha que pudesse ser integralmente

utilizado na execução da barragem. O Quadro 2.3 apresenta a simulação da operação do vertedouro para os eventos extremos relativos aos tempos de recorrência de 100, 1.000 e 10.000 anos.

Quadro 2.3 - Resultados da Simulação da Operação do Vertedouro

Tempo de recorrência (anos)	Largura do Vertedouro (m)	Cota de Vertimento (m)	Pico da Vazão Afluente (m³)	Pico da Vazão Efluente (m³)	Amortecimento (%)	Volume Máximo de Acumulação (1000m³)	Cota Máxima da Lâmina Vertente (m)	Altura Máxima da Lâmina Vertente (m)
100	240	99	3465	1158	66,6%	600126	100,69	1,69
1000	240	99	5168	1815	64,9%	633320	101,28	2,28
10000	240	99	7013	2540	63,8%	666378	101,86	2,86
100	250	99	3465	1184	65,8%	598980	100,67	1,67
1000	250	99	5168	1855	64,1%	631745,5	101,26	2,26
10000	250	99	7013	2592	63,0%	664252	101,82	2,82
100	260	99	3465	1209	65,1%	597834	100,65	1,65
1000	260	99	5168	1895	63,3%	630171	101,23	2,23
10000	260	99	7013	2644	62,3%	662126	101,78	2,78

2.6.1.3 - Estudos Geológicos/Geotécnicos

a) Geologia Regional

O esboço geológico regional apresenta um predomínio de rochas pré-cambrianas, migmatitos e gnaisses diversos, em geral associadas a parte central da bacia de contribuição, enquanto que os relevos elevados exibem corpos granitoides de composição granítica a granodiorítica, dioritos e granitos diversificados, que datam do Proterozóico, com ocorrência na parte leste da bacia. Nos quadrantes leste e sudeste observam-se as litologias do Sienito Potiretama do Paleozóico e dos Arenitos (KISaa) associados as chapadas da Caatinga do Atanásio/Caatinga Grande, do Cretáceo.

Constata-se também a presença específica de diques básicos do Terciário (Tdb) formados por diabásinos e gabros, com direcionamento E-W, ocorrendo próximo dos limites extremos norte e sul da bacia e também no local do eixo barrável. Os sedimentos aluviais do Holoceno (QHa), areias quartzosas e areias argilosas, ocorrem em grandes faixas ao longo dos cursos d'água, por vezes formando bancos de areia.

Este complexo litológico está limitado ao norte, nas proximidades do boqueirão do Açude Castanhão, pelos sedimentos costeiros e inconsolidados do Terciário, pertencentes à Formação Faceira do Grupo Barreiras (TQc e TQbf) e Aluviões Quaternários (QHa), e a leste pelas Coberturas Sedimentares da Formação Açú (KISaa) associadas a Chapada do Apodi.

Em termos estruturais, a bacia hidrográfica do açude Figueiredo, está localizada em zona de domínio estrutural de falhamento transcorrente do Jaguaribe, em contato com rochas do Pré-Cambriano não diferenciado, caracterizada por cisalhamentos e dobramentos, com presença de estruturas sinformes e antiformes sem caimentos definidos, cortando toda a área da bacia.

A ocorrência de falhamentos com menor representatividade, no lado oeste da bacia, próximo ao rio Figueiredo, justifica o controle da drenagem dendrítica retangular, com

intensos traços de fraturas, expressos na grã topográfica, através de deflexões abruptas dos eixos de drenagem dos rios e riachos.

O lineamento estrutural apresenta forte tendência de orientação SSW-NNE, com esforços tectônico tafrogênico, associado a vulcanismo básico do terciário, comprovado com a presença de diques de diabásios, com direção leste-oeste e ocorrendo com bastante intensidade nos extremos norte e sul da área da bacia hidráulica.

A estrutura destas formações está bem definida nos afloramentos da região, exibindo para além da foliação das rochas algumas famílias de diaclases conjugadas. O reconhecimento geológico de superfície feito mostra certa constância na atitude da foliação, o que permite concluir provisoriamente que não terá ocorrido forte tectonismo durante a história geológica do maciço cristalino.

Ao longo do eixo barrável, o maciço é praticamente aflorante em toda a extensão, mostrando pequena cobertura, em geral de apenas algumas dezenas de centímetros de solo residual de alteração da rocha. Pontualmente, foram identificadas maiores espessuras de alteração recobrando o maciço rochoso (por exemplo, local das sondagens SRC-07 e SRC-09). Os afloramentos alinham-se grosseiramente segundo a direção NE-SW. São visíveis, em especial, na ombreira esquerda numerosos diques de quartzo e quartzito.

Desenvolvendo-se o curso do rio ao longo de um eixo sensivelmente paralelo ao sentido de ocorrência dos afloramentos rochosos da região, tem-se que o eixo da barragem intercepta, de forma mais ou menos perpendicular, esses alinhamentos geomorfológicos, não tendo sido registrado qualquer aspecto singular em relação com qualquer dos locais.

b) Geologia do Eixo Barrável

A geologia da área das obras segue o padrão regional, sendo observado o predomínio de rochas metamórficas do tipo gnaisses e migmatitos e de corpos intrusivos ácidos e básicos, de idade Pré-Cambriana. No sítio do barramento, na área que corresponde às ombreiras ou zonas mais elevadas, verifica-se um capeamento de solo residual de pouca espessura, constituído de areia siltosa, de coloração creme, amarela e cinza variegada, com muitos seixos rolados e pedregulhos.

Logo abaixo desta camada de solo residual encontra-se rocha gnáissica pouco a medianamente alterada em superfície, apresentando coloração cinza claro e escuro, com granulação variando de fina à média. Apresentam estruturas tipo bandamento gnáissico, boldinagem, alguens e bolas de neve e orientação preferencial segundo a foliação regional, NE-SW com mergulhos para SE.

Associados ao gnaisses, ocorrem afloramentos de migmatitos, de coloração cinza claro e esbranquiçada, pouco a medianamente fraturadas, fraturas estas bem definidas, orientadas na direção NW-SE com mergulho para SW, apresentando texturas Shollen e Nebulítica e granulação fina.

Estas ocorrências rochosas apresentam características resistentes aos processos de decomposição e recobrem praticamente toda a margem esquerda, com grandes afloramentos e tabuleiros rochosos, desde a localização do furo de sondagem SRC-15 até o furo SRC-05. No

restante da barragem, as ocorrências diminuem, restringindo-se a afloramentos esparsos de pequenas dimensões.

As intrusões ácidas, quartzíticas, graníticas e pegmatíticas, ocorrem sob a forma de lentes, veios e por vezes como incrustações, concordantes com a foliação do gnaisse, segundo NE-SW. Estas ocorrências estão dispostas por toda a área que abrange a margem esquerda da barragem, desde o furo SRC-15, passando pelo furo SRC-05 até próximo ao furo SRC-03.

A ocorrência de Dique Básico (Tdb) é tipicamente regional, apresentando-se discordante ao lineamento regional, sob a forma de blocos soltos amontoados, por vezes embricados, de coloração cinza escuro. Esta ocorrência foi evidenciada próximo ao furo de sondagem SRC-03.

Na parte baixa do boqueirão, nas margens do rio, estão restritos os sedimentos aluviais representativos no local do sítio barrável, sob a forma de solos silto-arenosos do período Terciário. Pouco elevados, estendem-se por toda a extensão do rio Figueiredo, desenvolvendo planícies aluviais (várzeas) sujeitas a inundações, e em particular na calha principal do rio, estão os depósitos de aluviões recentes, do período Quaternário, em forma de grandes bancos de areias bem graduadas, de cor creme e com granulometria de média a grossa (aluvião), com pedregulho, e sua ocorrência se dá em quantidades consideráveis.

Por toda a extensão da ombreira direita, que vai do furo SRC-04 até o furo SRC-10, ocorrem solos residuais de cor creme, amarela e avermelhada, por vezes laterizada, apresentando pedregulhos e blocos soltos de quartzo. Os afloramentos são raros e geralmente encontram-se bastante alterados e intemperizados.

A determinação da direção preferencial de fraturamento das rochas de fundação foi obtida através de medidas efetuadas por bússola aferida, tomando-se um número significativo de 161 leituras de direção e mergulho.

Verificou-se, que 43,5% das medidas realizadas se posicionaram na faixa compreendida entre 71° e 80° na direção Noroeste (NW) com mergulhos no sentido SW, com alguma ocorrência de mergulho vertical.

c) Geotecnia

Visando completar a caracterização geotécnica da área de implantação do barramento e do vertedouro foi realizada uma campanha de sondagens mistas e à rotação. Até a presente data já foram efetuadas 33 sondagens mistas e a rotação, sendo 10 na ombreira esquerda, 10 na calha do rio e 13 na ombreira direita, incluindo o vertedouro .

A observação dos testemunhos e a análise de recuperação obtida confirmam em geral a excelência das características geomecânicas do maciço cristalino demonstradas pelo elevado percentual de recuperação e elevado RQD. Apenas pontualmente ocorrem intercaladas algumas zonas mais alteradas e fraturadas, resultantes do tectonismo da formação e de ocorrência de diques, em especial de quartzo.

Merecem destaque duas ocorrências, ambas situadas na calha do rio, a primeira em relação com a sondagem SM-17, onde o topo do maciço subjacente aos aluviões se apresenta

totalmente alterado, com percentagem de recuperação nula até aos 9,65m de profundidade. O segundo caso se verificou na sondagem SM-104, em que para além de uma anormal espessura de alteração - até aos 14,80m com recuperação nula - foi encontrada uma passagem arenosa entre os 15,60 e os 16,20m de profundidade. As sondagens na calha do rio, por sua vez, evidenciam um enchimento aluvionar arenoso com seixos de cerca de 6 a 10m de espessura.

Quanto aos ensaios de perda d'água, os resultados obtidos nas sondagens à rotação e mistas executadas demonstram que, em geral, o maciço é praticamente impermeável. Com efeito, uma vez ultrapassada a camada de solo residual de alteração da rocha, os valores da perda d'água registram em geral reduzidas absorções (< 1UL), mesmo para pequenas profundidades. Algumas sondagens localizadas no vertedouro (SRC-12, SRCV-02 e SRCV-03) apresentaram elevadas absorções, embora tais registros não impliquem cuidados particulares, visto que as áreas em questão serão objeto de escavação para a implantação do vertedouro.

Constituem também exceção as sondagens SRC-02 e SM-18 da calha do rio, as sondagens SRC-14 e SRC-6 da ombreira direita e a sondagem SRC-11 da ombreira esquerda, onde se verificaram absorções de água mais importantes, sobretudo nos trechos superficiais. A sondagem SRC-14 parece confirmar as dúvidas levantadas em relação com a SRC-6, na qual foram registradas importantes permeabilidades até cerca dos 11,5m de profundidade (perda de água total no patamar dos 5kg/cm², mas também 30 UL para os patamares dos 1 e 2kg/cm²).

Relativamente às sondagens SRC-02 e SM-18, os trechos superficiais de ensaio evidenciaram absorções relativamente importantes, respectivamente entre 7 e 15 UL na primeira sondagem e 21 UL na segunda.

No caso da sondagem SRC-11, os valores de perda de água total sem pressão no patamar dos 5kg/cm² poderão corresponder a fraturação hidráulica ou a problemas de execução no ensaio, dado que a observação dos tarolos da sondagem não parece indicar uma fraca qualidade do maciço rochoso.

Com vista ao detalhamento da espessura de saneamento para a implantação dos aterros e ao reconhecimento da capa de alteração ao nível de vertedouro e das potencialidades em materiais de construção, foi executado um conjunto de sondagens à pá e picareta e a trado.

A realização das 302 sondagens a pá e picareta e dos trados efetuados nas áreas de empréstimos permitiu estimar a espessura de expurgo, observar diretamente a natureza dos terrenos envolvidos, avaliar a espessura utilizável, assim como proceder à recolha de um conjunto de amostras para posterior caracterização laboratorial em termos de identificação e caracterização geotécnica dos materiais ocorrentes.

A execução das 25 sondagens à pá e picareta no local de implantação dos aterros da barragem (SPP-01, SPP-02, SPP-7A e SPP-101 a SPP-122) permitiu tecer as seguintes considerações:

- A capa terrosa de alteração oscila geralmente entre os 0,5 e 1m, sendo pontualmente observados valores superiores;

- Constitui exceção a zona da calha do rio, onde a presença do nível de água não possibilitou alcançar profundidades acima dos 2,5 a 2,7m;
- Constitui também exceção o local de execução da SPP-7A (ao lado da sondagem rotativa SRC-7), onde se atingiu uma profundidade de cerca de 5,5m, provavelmente correspondente ao preenchimento por solo de alteração da depressão originada entre os dois afloramentos rochosos ocorrentes.

Nas 79 sondagens a pá e picareta efetuadas ao longo do vertedouro foram obtidas em geral reduzidas espessuras de cobertura de solo nas cotas mais altas, em regra inferiores a 2,0m, sendo que na zona do canal de restituição foram registrados valores mais significativos da ordem dos 2,5m a 5,0m.

d) Materiais de Empréstimos

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

Dentro de um afastamento econômico da área das obras foram locados um areal situado no leito do rio Figueiredo, imediatamente a montante do eixo do barramento, três jazidas de materiais finos resultantes da meteorização dos gnaisses, J-1, J-2 e J-3, estando a Jazida J-2 posicionada fora da área da bacia hidráulica do reservatório, devendo sua área (50ha) ser alvo de reconstituição paisagística após o abandono da lavra. O material pétreo será obtido de três pedreiras posicionadas dentro da bacia hidráulica do reservatório e das escavações do vertedouro. Após a locação das áreas foram feitas cubagens dos materiais e estabelecidas distâncias médias de transporte.

Sobre as amostras de solo recolhidas nas sondagens à pá e picareta executadas nas áreas das jazidas foram realizados ensaios de identificação, designadamente análises granulométricas por peneiração e sedimentação e limites de Atterberg.

Com relação aos solos finos resultantes da alteração dos gnaisses, constatou-se que estes são compostos essencialmente por materiais de boa qualidade constituídos por areias argilosas (SC) e menos freqüentemente por argilas magras (CL), com percentagens de finos variando entre 25,0 e 55,0 %, limites de liquidez (LL) entre 23,0 e 34,0 % e índices de plasticidade (IP) entre 8,0 e 14,0 %.

No que se refere aos resultados das amostras recolhidas nas sondagens efetuadas no Areal nº 01 (SPP-1 a SPP-4), os solos objeto de ensaios de identificação são pertencentes à cobertura "siltosa" das aluviões associadas ao leito de cheias, tratando-se neste caso de materiais pouco interessantes em termos de utilização, essencialmente caracterizados como areias silto-argilosas (SC-SM), com percentagens de finos acima dos 80,0 %, LL entre 22,0 e 23,0 % e IP entre 6,0 e 7,0 %. As aluviões arenosas (areia média a grosseira) presentes na calha do rio e com espessuras interessantes, foram também ensaiadas, apresentando as curvas granulométricas boas características para a utilização em filtros, drenos e inertes para concreto. Conclui-se, portanto, que não haverá dificuldade na obtenção dos 200 mil m³ de areia necessários a execução das obras.

Do conjunto de amostras recolhidas nas jazidas J-1 a J-3 foram selecionadas 18 para realização de ensaios de compactação do tipo Proctor normal. Os valores obtidos em termos de massa específica aparente seca máxima e de umidade ótima, indicam boas características de consistência, de compactação e de colocação dos materiais finos em obra para as jazidas J-1 e J-2, estando situada dentro dos limites físicos de caracterização normalmente observados em numerosas barragens de aterro para formações de idêntica natureza geológica e geotécnica. É prevista a exploração de 200.000m³ de materiais finos da jazida J-1 e de 1 milhão de m³ da jazida J-2.

Em contrapartida, os valores obtidos em termos de massa específica aparente seca máxima e de umidade ótima para a Jazida J-3 evidenciam uma maior heterogeneidade granulométrica e de comportamento, o que associado às reduzidas espessuras de exploração (inferiores a 1,0m) a tornam potencialmente menos interessante em termos de utilização. O volume estimado passível de exploração nesta jazida seria de 400.000m³, caso esta fosse utilizada.

No que se refere aos materiais pétreos, nas imediações do barramento ocorrem grandes afloramentos de gnaisses migmatíticos e de granitos gnaissoides, que permitem sem dificuldades obter grandes volumes de rocha sã, adequada para o uso em aterros de enrocamento, enrocamento de proteção e inertes para fabricação de concretos.

Admite-se ainda que a maioria das necessidades em enrocamento possa ser originária das escavações que serão levadas a cabo para regularizar a superfície de fundação da barragem, e sobretudo, das escavações para implantação do vertedouro, que darão origem a volumes significativos de materiais rochosos adequados, designadamente, para a construção dos aterros de enrocamento da barragem, que no entanto poderão não chegar para garantir o volume total de cerca de 1,3 milhões de m³.

Nesta perspectiva, poderá ser equacionada a exploração dos afloramentos situados imediatamente a montante do vertedouro, onde poderão ser eventualmente instaladas pedreiras.

Visando avaliar o comportamento físico e mecânico dos materiais ocorrentes no local de implantação do sangradouro foram executados os seguintes ensaios nos quatro provetes selecionados: determinação da velocidade da propagação de ondas longitudinais (VL); determinação de massa volúmica real (γ_r), porosidade (N), teor em água máximo ($W_{máx}$), módulo de elasticidade (E) e tensão de rotura (σ_r). Os resultados obtidos evidenciam a excelente qualidade dos materiais rochosos presentes, notadamente no que se refere aos baixos valores de porosidade e de absorção de água e aos elevadíssimos valores de módulo de elasticidade e de tensão de rotura.

Por fim, ressalta-se que o programa dos Estudos Geotécnicos pertinentes ao Projeto do Açude Figueiredo encontra-se em fase de conclusão, faltando executar apenas as seguintes investigações:

- Barramento (aterros): conclusão das sondagens SM-20 (calha do rio) e SRC-101 (ombreira direita) e execução da sondagem mista SMC-105 na calha do rio (lado de jusante);
- Tomada d'Água: 7 sondagens à pá e picareta e 2 sondagens rotativas;

- Vertedouro: 60 sondagens à pá e picareta e 2 sondagens rotativas;
- Jazidas (pedreira): 3 sondagens rotativas (SRJ-109 a SRJ-111);

Logo que os trabalhos estejam concluídos será emitido um volume final contendo todos os trabalhos geotécnicos realizados ao longo das diferentes fases de estudo.

2.6.2 - ARRANJO GERAL DAS OBRAS

O açude Figueiredo terá uma capacidade de acumulação de 520hm³ e vazão regularizada de 4,4m³/s, com a área da bacia hidráulica abrangendo 4.980ha. A bacia de contribuição do reservatório, com área de 1.621km², engloba total ou parcialmente o território dos municípios de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê. O tempo médio de detenção do reservatório será de três anos e este apresenta uma eficiência hidrológica de 26,7%. A razão entre a área de inundação e a vazão regularizada será de 11,32km²/m³/s, enquanto que o coeficiente de armazenamento será de 2,5.

O estudo do arranjo das estruturas ligadas à barragem Figueiredo 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 consta das seguintes estruturas:

- uma barragem de terra (enrocamento com núcleo argiloso), com altura máxima acima das fundações de 43,5m, extensão do coroamento de 2689,0m acrescidos de dois aterros de fecho com extensões de 138,0m e 120,0m, largura do coroamento de 8,0m e volume total de 2.051.945m³;
- um descarregador de fundo do tipo torre galeria, localizado sob o corpo da barragem na ombreira direita, com extensão de 95,0m;
- vertedouro em canal com soleira frontal (perfil tipo Creager) não controlado, localizado na ombreira direita, com extensão de 179,1m, largura variável de 250,0 a 200,0m e altura da lâmina de 2,26m para cheia milenar (1.855m³/s).

2.6.3 - BARRAGEM

A barragem projetada consta de um maciço terra (enrocamento com núcleo central argiloso). A seção tipo do maciço apresenta uma geometria trapezoidal com largura da crista de 8,0m e altura máxima de 43,5m acima das fundações, com uma folga de 4,5m relativa ao NNR e de 2,24m relativa ao NMC para a cheia milenar. O comprimento do maciço é de 2.689,0m, acrescido de dois aterros de fecho, sendo um na ombreira direita com extensão de 120,0m e o outro na ombreira esquerda com extensão de 138,0m. As inclinações dos taludes de montante e de jusante são de 1/1,75 (V/H) e 1/1,60 (V/H), possuindo uma banquetta a cota 90,0m com 3,0m de largura.

A drenagem interna do maciço será efetuada por um filtro chaminé inclinado, que assegura a separação entre o núcleo e o maciço estabilizador de jusante, o qual terá largura de 2,0m na horizontal, à exceção do seu trecho superior, acima do NNR, entre as cotas 101,4 e 99,0m, em que terá apenas 1,0m de espessura para permitir a fácil compactação dos materiais de enrocamento adjacentes. O filtro chaminé acompanhará todo o talude de jusante do núcleo, e prolongar-se-á como tapete filtrante sobre o maciço estabilizador de jusante. Também o

contato núcleo-macizo estabilizador de montante será objeto de separação por intermédio de um filtro, com 1,0m de largura na horizontal.

O corpo da barragem será dotado, ainda, de um sistema de drenagem das águas superficiais que escorrem sobre o paramento de jusante, constituído por uma canaleta de concreto de 300mm de diâmetro, localizada na intersecção do paramento com a banquetta. No encaixe do talude de jusante com a fundação, foi prevista uma valeta argamassada, de seção trapezoidal com 1,0m de largura na base interior e talude de jusante inclinado a 1:1. As águas coletadas pelas canaletas da banquetta serão conduzidas para a referida valeta e posteriormente conduzidas por esta para os pontos baixos de cada boqueirão.

Para proteção do talude de montante contra os efeitos erosivos das chuvas e das ondas provocadas pelos ventos foi adotada uma camada de proteção em enrocamento, com espessura de 0,80m acima da cota 90,0 e 0,60m abaixo desta cota. A jusante, o talude será protegido por uma camada de enrocamento idêntico à das cotas mais baixas do talude de montante, também com uma espessura de 0,60m.

A seção tipo da barragem simplifica-se na portela da ombreira esquerda, onde o barramento se constitui apenas num aterro de fecho de um vale secundário e a carga hidráulica é mínima ou nula. Assim, a seção neste trecho será materializada por um aterro homogêneo de materiais finos, com taludes exteriores inclinados a 1:2 (V/H) e enrocamento de proteção dos paramentos.

2.6.4 - VERTEDOURO

Com base nos estudos hidrológicos, geotécnicos e topográficos ficou definida a localização do vertedouro na ombreira direita. A soleira do vertedouro encontra-se posicionada na cota 99,0m, a qual corresponde a um armazenamento d'água de $520 \times 10^6 \text{m}^3$.

O sangradouro será constituído por um canal de aproximação de 250,0m de largura, escavado em rocha, controlado por soleira em perfil Creager e de um canal rápido associado à bacia de dissipação, a qual descarrega as cheias em um canal de restituição final com 1,05km de extensão. O canal de restituição se inicia parcialmente escavado em rocha, para finalmente atingir as cotas da várzea aluvionar (73,0m) na margem direita do rio, a cerca de 0,75km a jusante do barramento. Ressalta-se que o comprimento do canal de restituição ao leito do rio permite que não haja interferência com o novo traçado da estrada Alto Santo/Potiretama (CE-470), a qual será desviada para jusante do barramento em função da interferência com a bacia hidráulica do reservatório.

O vertedouro foi projetado para evacuar uma cheia milenar de $1.855 \text{m}^3/\text{s}$ e uma lâmina máxima de 2,60m, sem levar em conta o amortecimento do reservatório. Adotou-se um coeficiente de vazão de $C=0,072$, conforme recomendações do Design of Small Dams-USBR.

O canal de descarga terá largura inicial de 250,0m, variando uniformemente ao longo do trecho até a largura de 200,0m. O final do canal de descarga coincide com o início da bacia de dissipação. A bacia de dissipação terá comprimento de 35,0m com degrau de 3,5m na transição para o canal de restituição, de forma que o ressalto fique afogado em até 10,0% da respectiva altura conjugada. O canal de restituição, por sua vez, terá largura constante de

200,0m, estendendo-se por pouco mais de 600,0m. Tem início imediatamente a montante da bacia de dissipação, na cota 74,0m.

2.6.5 - TOMADA D'ÁGUA

A tomada d'água será localizada a 30,0m da margem direita do rio Figueiredo, sobre uma ocorrência rochosa que se desenvolve paralela ao rio em quase toda a extensão da galeria a ser construída. A galeria foi dimensionada para uma vazão média regularizável de 4,40m³/s.

Será formada por uma tubulação de aço carbono revestida em concreto estrutural, com diâmetro de 2,0m e comprimento de 95,0m. A montante da tubulação onde se projetou a torre de controle haverá uma grade de proteção móvel, na entrada da galeria, com dimensão de 3,4m x 4,0m, construída em aço carbono; uma comporta vagão de segurança (1,6m x 2,0m) e um stop log (1,6m x 2,0m), que facilitará a inspeção e manutenção da tubulação a partir da torre.

A jusante foram previstas duas válvulas de 1.400mm de diâmetro, associadas as válvulas borboletas, equipadas com servomotor elétrico, montadas imediatamente a montante, para eventual manutenção das válvulas dispersoras. Foi prevista uma bifurcação de jusante para transição da tubulação única de 2,0m de diâmetro, para duas tubulações de 1,4m de diâmetro cada, onde serão acopladas as válvulas dispersoras.

Foi proposta, ainda, a implementação de uma monovia (talha elétrica) para movimentar a grade, a comporta stop log e a comporta vagão e de duas monovias (talha manual) a serem instaladas na casa de comando das válvulas a jusante do barramento, as quais serão utilizadas nas montagens, desmontagens e manutenção das válvulas borboletas.

Com a finalidade de fornecer iluminação de emergência e acionar as válvulas dispersoras e a parte rolante que movimenta as comportas, no caso de falha no fornecimento de energia elétrica, foi previsto a implantação de um grupo gerador a diesel, com potência mínima de 10 KVA. O grupo gerador será interligado ao sistema de monitoramento e automação, de forma a poder ser monitorado e acionado de Fortaleza.

Para eliminação de gases tóxicos e de gases explosivos que porventura venham a se acumular no forro da comporta foi previsto a instalação de um soprador com motor elétrico e tubos de PVC roscável.

2.6.6 - TRATAMENTO DA FUNDAÇÃO

Tendo em vista o estado de alteração do substrato rochoso em dois trechos ao longo do barramento, será efetuado um tratamento das fundações através da execução de uma cortina de impermeabilização composta por uma linha de injeção com furos primários, secundários, terciários e quaternários.

No trecho situado na calha do rio, além da perda d'água identificada pelas sondagens SRC-02 e SM-18, foram detectados espessos níveis de alteração da rocha subjacentes à camada de aluviões nas sondagens SM-17 e SMC-104. Por se tratar do local em que a altura de barragem é a maior e onde a tendência a uma percolação montante-jusante será mais pronunciada, considerou-se prudente, de acordo com os dados disponíveis, prever a execução

de um tratamento de impermeabilização com cortina de injeções de cimento levada até uma profundidade máxima da ordem de 10m abaixo do nível de escavações preconizadas para a fundação do núcleo da barragem e numa extensão de cerca de 175m. A execução do tratamento deverá ser realizada a partir da atual superfície do terreno natural, ou seja, deverá preceder o saneamento das aluviões.

De igual modo, considerou-se recomendável a execução de um tratamento de impermeabilização no trecho de cerca de 50m de extensão compreendido entre as estacas BA-30 e BA-32/33. Em função dos resultados dos ensaios de perda de água executados nas sondagens SRC-6 e SRC-14, a profundidade estimada para o tratamento é de 15m, devendo a furação iniciar-se a partir da superfície do terreno natural.

O tratamento da fundação consistirá na execução de uma fiada única, com os furos inclinados 20° com a vertical, para montante, dispostos em quincôncio e distando entre si 3,0m. A metodologia de execução da cortina de impermeabilização prevê a realização de furos primários espaçados de 24,0m, secundários espaçados de 24,0m, terciários espaçados de 12,0m e quaternários espaçados de 6,0m. No local em que as intervenções tiverem absorções superiores a 30kg/m far-se-ão furos de verificação.

Foi prevista a execução de ensaios de permeabilidade ao longo de toda a extensão dos furos primários e secundários. Quanto aos furos terciários e quaternários, estes serão objeto de ensaios no trecho final da injeção. Metade dos furos primários será objeto de recuperação de testemunho. Considera-se que o diâmetro mínimo dos furos será da ordem de 50mm, com exceção dos furos com recuperação de amostra, cujo diâmetro será de 76mm.

No restante da extensão do barramento, notadamente na zona da estaca BA-106 (local da sondagem SRC-11), foi prevista a execução de uma inspeção detalhada do maciço, após realizadas as escavações para a fundação dos aterros, visando identificar eventuais fraturas que necessitem de um tratamento cimentício localizado, não se antevendo a necessidade de adoção de um tratamento mais sistemático. O tratamento de fraturas abertas ou de bolsadas terrosas, por sua vez, deverá ser objeto de preenchimento com caldas muito fluidas, sem pressão.

Em caso de identificação de fraturas localizadas e numa perspectiva de regularização e melhoria das condições hidráulicas, poderá igualmente ser aconselhável construir o aterro do núcleo sobre uma camada pouco espessa de concreto projetado, aplicado imediatamente antes da colocação da primeira camada.

Por fim, após o enchimento do reservatório, deverá ser ponderada a eventualidade de execução, a partir do coroamento, de tratamentos pontuais da fundação de trechos correspondentes a importantes passagens de água para jusante.

2.6.7 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE

a) Análise Estática

Os cálculos da estabilidade dos taludes do maciço efetuados pelo método de Bishop, foram feitos para a seção máxima, uma vez que esta detém as condições mais desfavoráveis. Os estudos se desenvolveram através da comparação entre os fatores de segurança calculados,

com os admissíveis para o projeto. Os casos de carregamento a que o maciço será submetido determinaram os parâmetros de resistência a serem utilizados e os tipos de análise a serem implementadas, quais sejam: fase de construção - talude de montante; fase de construção - talude de jusante; regime permanente - talude de jusante e rebaixamento rápido - talude de montante.

Os coeficientes de segurança admitidos seguiram as recomendações do "Army Corps of Engineers", ou seja: para fase de construção - $F_s > 1,40$; para regime permanente - $F_s > 1,50$ e para rebaixamento rápido - $F_s > 1,30$. Os parâmetros considerados para os diversos materiais foram obtidos com base nas características mecânicas dos materiais que constituem a barragem, e em experiências com material similar em outras obras. O Quadro 2.4 apresenta os resultados obtidos para os fatores de segurança mais condicionantes.

Quadro 2.4 - Análise de Estabilidade Estática - Fatores de Segurança

Situações Analisadas	Superfícies Circulares		
	Superficiais	Intermediárias	Profundas
FASE DE CONSTRUÇÃO Talude de montante	1,61	1,63	1,69
FASE DE CONSTRUÇÃO Talude de jusante	1,48	1,62	1,68
REGIME PERMANENTE Talude de jusante	1,48	1,63	1,66
REBAIXAMENTO RÁPIDO Talude de montante	1,51	1,55	1,55

Para todas as situações de cálculo os valores dos fatores de segurança mínimos obtidos são da ordem de grandeza ou superiores aos habitualmente exigidos, nomeadamente, 1,40 para a fase de construção, 1,50 para o regime permanente e 1,30 para o rebaixamento rápido, pelo que se conclui que está verificada a estabilidade estática da obra.

Ressalta-se que os terrenos de fundação não condicionam a estabilidade global da obra, dada a sua significativa resistência mecânica, verificando-se, para os parâmetros adotados, que todas as superfícies críticas obtidas, desde as intermediárias até às profundas, são sempre tangentes à fundação. Salienta-se que os materiais superficiais de recobrimento do maciço, designadamente, solo residual e aluviões, serão saneados.

Por último, merece ressalva que o hipotético aumento da inclinação do talude a montante, reduziria significativamente os fatores de segurança, com particular incidência relativamente às superfícies profundas. Conservadoramente adotou-se uma pendente mais suave de 1:1,75 (V:H), o que permitirá salvaguardar eventuais reduções de resistência mecânica dos materiais resultantes da saturação do maciço estabilizador de montante inerentes ao primeiro enchimento do reservatório.

b) Análise de Estabilidade Sísmica

A análise de estabilidade sísmica do corpo da barragem foi efetuada mediante a utilização do método pseudo-estático de Bishop. O referido método simula a ação sísmica através da aplicação de forças adicionais de inércia no centro de gravidade das fatias em que é dividida a massa delimitada pela superfície de escorregamento.

Nos cálculos efetuados com este tipo de método, o corpo da barragem é considerado como sendo rígido, sendo a caracterização da ação sísmica realizada através do valor da aceleração máxima esperada na fundação, considerado constante ao longo do perfil da barragem. No presente estudo foram realizadas análises pseudo-estáticas para todas as situações de vida da obra, notadamente, fase de construção, regime permanente e rebaixamento rápido.

Foi considerado para a ação sísmica e para a fase de regime permanente um valor de aceleração máxima na fundação de 0,1g para um período de retorno de 1000 anos. Admitindo um tempo de vida da obra de 50 anos, esta aceleração corresponde a uma probabilidade de 95,0% de não ser excedida a aceleração máxima. No que se refere às fases de construção e rebaixamento rápido, o seu curto período de duração implicaria a consideração, nos cálculos, de sismos caracterizados por acelerações reduzidas para se obter uma probabilidade de ocorrência nestas fases idêntica à considerada em situação de regime permanente. Desta forma, a análise de estabilidade pseudo-estática destas etapas não foi realizada por não ser condicionante.

A verificação da segurança sísmica conduziu, para a situação analisada, regime permanente, a fatores de segurança superiores à unidade. A superfície de deslizamento crítica é superficial e corresponde a um coeficiente de segurança de 1,2, valor este que aumenta com a profundidade das superfícies para 1,3.

c) Análise de Tensões/Deformações

O objetivo dos Estudos de Tensões/Deformações executado consiste em conhecer, designadamente, os deslocamentos do corpo da barragem durante a fase de construção e primeiro enchimento, e a eventual ocorrência de transferência de tensões entre materiais de rigidez diferentes.

A otimização das inclinações atribuídas aos taludes do núcleo face ao volume de materiais disponíveis foi efetuada com base na análise de tensões, notadamente, com base na confirmação da inexistência de importantes transferências de tensões entre o núcleo e os maciços estabilizadores.

A determinação dos deslocamentos máximos no corpo da barragem associados à fase de construção e ao primeiro enchimento permitiu definir balizas para a avaliação de segurança e o acompanhamento do comportamento da obra, inferir os deslocamentos a longo prazo da barragem e definir a sobrelevação a ser atribuída ao coroamento.

As análises foram efetuadas em estado de deformação plena, admitindo um comportamento elásto-plástico para todos os materiais da barragem. Foi adotado para os cálculos o método de elementos finitos mediante a utilização do programa de cálculo automático PLAXIS - versão 7.2. O referido programa permite gerar uma malha de elementos finitos que recorre a uma versão especial do "Triangle generator" de Serpa. No presente estudo foi utilizada uma malha triangular de 6 nós para representar o terreno de fundação e os materiais de aterro. No que se refere às condições de fronteira foi admitido que os deslocamentos horizontais são impedidos nas fronteiras verticais e que ambos os deslocamentos vertical e horizontal são impedidos na fronteira horizontal.

Os parâmetros que caracterizam o comportamento dos materiais - módulo de deformabilidade e coeficiente de Poisson - foram estimados com base nos resultados das prospeções geotécnicas realizadas e ponderando valores habituais na bibliografia específica para materiais semelhantes.

A caracterização dos materiais que constituem o núcleo teve como base os resultados dos ensaios triaxiais efetuados. Para tanto foram ponderados os valores obtidos para diferentes tensões de consolidação e para diferentes níveis de deformação, com o objetivo de definir valores de cálculo que traduzam as características médias destes materiais e que sejam condicionantes do comportamento global da barragem.

Os valores estimados para os maciços estabilizadores em enrocamento levaram em conta os resultados disponíveis dos ensaios de resistência à compressão simples e porosidade, e ainda, correlações usuais entre os parâmetros dos ensaios e as características mecânicas dos materiais.

No que concerne aos materiais que constituem os filtros e drenos, foram adotados valores correntes para caracterizar estes materiais, inferidos de situações análogas. Com relação aos materiais de fundação, a quantificação dos parâmetros que os caracterizam foi realizada com base nos resultados das sondagens.

Ressalta-se que sempre foi adotada uma atitude conservadora na seleção das características mecânicas de cálculo, em especial no que diz respeito aos módulos de deformabilidade, uma vez que estes parâmetros influenciam sobremaneira os valores de deformações calculados.

Simplificadamente, o procedimento de cálculo consistiu em desprezar os assentamentos de cada nova camada devido ao seu peso próprio. Ressalta-se que os resultados assim obtidos só resultam corretos nas interfaces das camadas. No presente estudo foram consideradas 11 fases, a primeira correspondente ao saneamento e as dez restantes à colocação do aterro.

A simulação do primeiro enchimento foi efetuada numa única etapa, admitindo, conservadoramente, a subida instantânea da água no reservatório até ao nível normal de reservação. Na realidade, o enchimento da barragem será feito de forma progressiva, estando previstos, dois patamares de enchimento - um à cota (85,00) correspondendo a cerca de 15,0% da capacidade de armazenamento da barragem e outro à cota (92,00) correspondente ao volume armazenado na ordem de 45,0% - em que se procederá ao acompanhamento do comportamento da obra.

Considerou-se a saturação imediata do enrocamento do maciço estabilizador de montante. Efetivamente, prevê-se que a linha superior de saturação nos enrocamentos acompanhe a subida do nível das águas do reservatório, dada a elevada permeabilidade que caracteriza este material.

Os resultados obtidos pelo Estudo de Tensões/Deformações do perfil transversal de maior altura da barragem para a fase de construção conduziu a um valor de assentamento máximo do aterro no perfil do núcleo de 0,38m, que corresponde a cerca de 1,0% da altura total da barragem. Estes resultados revelam que tanto o ponto de deslocamento máximo,

quanto as curvas de deslocamentos, apresentam um andamento coerente e de acordo com o que seria esperado.

Observando-se as isolinhas de tensões média após o final da construção do aterro, é notória uma transferência de tensões entre o núcleo e ambos os maciços estabilizadores, resultante da maior rigidez apresentada pelos materiais adjacentes à zona central da barragem. No entanto esta transferência não é suficiente para que se verifique a plastificação localizada dos materiais.

Observa-se que na zona central do núcleo as direções das tensões principais correspondem aproximadamente às direções vertical e horizontal, dado o pequeno valor das tensões de corte instaladas. À medida que nos afastamos do núcleo para um e outro lado do maciço, verifica-se rotação das tensões principais em relação à direção vertical e horizontal, instalando-se tensões de corte em consequência da inclinação dos taludes. Foi determinada a evolução dos assentamentos ao longo do tempo, tendo-se constatado que para o período de vida de 50 anos a barragem sofrerá um assentamento com uma magnitude da ordem de 1,0% da altura da barragem.

A ação do primeiro enchimento, por sua vez, foi simulada através da aplicação das pressões hidrostáticas no paramento de montante do núcleo e considerando apenas a saturação em simultâneo dos materiais de enrocamento do maciço estabilizador de montante. Tal procedimento deve-se ao fato do primeiro enchimento do reservatório não ser acompanhado, em simultâneo, pela saturação dos materiais que constituem o núcleo, devido o percentual de finos apresentadas por estes materiais e dos correspondentes coeficientes de permeabilidade.

Como resultado do primeiro enchimento da barragem, verifica-se um deslocamento horizontal máximo de 22cm num ponto localizado na fronteira entre a zona interior do maciço estabilizador de montante e o filtro sub-vertical que protege o núcleo a montante. Observou-se uma rotação no sentido de jusante dos vetores, em conformidade com a ação da subida do nível das águas no reservatório. Os valores de deslocamentos correspondentes à fase de primeiro enchimento, tendo em conta a altura da barragem e os pressupostos conservadores nos quais os cálculos foram baseados, são aceitáveis, garantido o adequado funcionamento da obra.

d) Estudos de Percolação

A execução dos estudos de percolação teve como principal objetivo a avaliação das vazões percoladas, quer através do corpo da barragem, quer através da fundação, na fase de regime permanente e a avaliação da eficiência da cortina de impermeabilização.

O conhecimento das vazões permitiu o dimensionamento do sistema de drenagem e a análise dos gradientes hidráulicos de saída do escoamento, imediatamente a jusante da barragem. De acordo com as características da seção tipo prevê-se que a percolação no corpo da barragem seja controlada essencialmente pelos filtros e drenos, localizados no talude de jusante do núcleo, e sob o maciço estabilizador de jusante. Efetivamente, o contraste de permeabilidade dos materiais que constituem os filtros/drenos condiciona a percolação pelo corpo da barragem, verificando-se que no maciço de jusante, em condições habituais de exploração, a saturação não será atingida.

Os estudos de percolação foram efetuados para o perfil de maior altura da barragem, admitindo-se duas hipóteses distintas no que se refere à permeabilidade da fundação e ainda, para a situação mais grave, considerando a realização de um tratamento de estanqueidade da fundação.

O estudo da percolação foi efetuado através do programa SEEPW, considerando uma linha de saturação inicial no núcleo, obtida pelo método de Taylor, e o seu ajuste automático posterior durante os cálculos, de maneira a satisfazer a condição de pressão atmosférica.

Os valores das permeabilidade atribuídas aos diversos materiais - terreno de fundação e aterro da barragem - foram baseados nos resultados das prospeções geotécnicas efetuadas, bem como em resultados disponíveis na bibliografia relativos a materiais com características semelhantes.

Tal como referido foram analisadas duas situações distintas no que concerne à fundação, representativas dos cenários identificados através dos trabalhos de prospeção geotécnica realizados. A primeira hipótese de cálculo traduz a situação vigente em grande parte do desenvolvimento da obra e que se caracteriza por permeabilidades baixas ao longo de todo o comprimento da sondagem com valores de Lugeon inferiores a 1 e em muitos casos praticamente nulos.

Na hipótese 2 foram definidas com base nos resultados das prospeções geotécnicas efetuadas, duas zonas distintas, às quais se atribuíram coeficientes de permeabilidade médios diferentes. A primeira camada, mais superficial, desenvolve-se até profundidades médias na zona central do núcleo de cerca de 15m abaixo da fundação e é caracterizada por valores de absorção de água entre 10 e 20 Lugeon. Subjacente a esta zona desenvolve-se uma outra de baixas permeabilidades onde os ensaios realizados conduziram quase sempre a absorções nulas ou mínimas. Para esta segunda hipótese foi realizado um cálculo admitindo o tratamento de impermeabilização da camada superficial mais permeável.

Dos estudos de percolação efetuados, para o perfil transversal de maior altura da barragem, para a situação de regime permanente, resultaram os valores das vazões que afluem ao filtro chaminé pelo núcleo ao tapete filtrante/drenante pela fundação ao longo do contato com o maciço estabilizador de jusante, e as vazões que se perdem através da fundação para jusante, que são apresentadas no Quadro 2.5

Quadro 2.5 - Vazões de Percolação (m³/s/m)

Hipótese	Corpo da Barragem	Fundação	Fundação a Jusante da Barragem
Hipótese 1	$9,95 \times 10^{-7}$	$1,79 \times 10^{-6}$	$4,11 \times 10^{-7}$
Hipótese 2	$2,00 \times 10^{-6}$	$2,03 \times 10^{-5}$	$2,92 \times 10^{-7}$
Tratamento impermeabilização	$3,50 \times 10^{-7}$	$1,03 \times 10^{-7}$	$2,14 \times 10^{-7}$

Como seria esperado, ao aumento de permeabilidade do maciço da fundação corresponde um aumento das vazões percoladas, com particular destaque para a fundação. A realização de um tratamento de impermeabilização reduz a totalidade do caudal percolado através do aterro e fundação para metade. De igual forma, constata-se que a cortina de estanqueidade se traduz pela concentração das linhas equipotenciais na zona tratada.

e) Dimensionamento da Drenagem

No dimensionamento do sistema de drenagem interna da Barragem Figueiredo a Projetista procurou atender à diversidade das condições de permeabilidade da fundação e respectivos elementos de estanqueidade (núcleo e valas "corta-águas") e à carga hidráulica a que a obra estará sujeita ao longo do seu desenvolvimento. Por segurança, foi ignorada a existência do tratamento de impermeabilização da fundação no dimensionamento da drenagem.

Assim, em termos de características hidráulicas da fundação podem ser distinguidas duas situações, uma em que os ensaios de injeção de água realizados ao longo do furo de sondagem forneceram valores de Lugeon inferiores a 1 e outra em que foram obtidos nas camadas superficiais da fundação valores superiores a 5 Lugeon. Estes dois casos foram identificados de forma aleatória ao longo do desenvolvimento da obra, tendo sido devidamente considerados nos cálculos do dimensionamento da drenagem interna da obra.

As vazões de dimensionamento do filtro sub-vertical, tapetes filtrantes-drenantes e vala de drenagem transversal foram calculadas levando em conta os estudos de percolação efetuados, a carga hidráulica e a permeabilidade dos materiais de filtro e de dreno, respectivamente, $5 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ e 10^{-2} m/s . No dimensionamento do filtro sub-vertical foi adotado um coeficiente de segurança de 100, de modo a considerar eventuais fenômenos de fissuração do núcleo. Para os demais elementos do sistema interno de drenagem, as vazões de dimensionamento foram majoradas por um coeficiente de segurança de 3. Nos Quadros 2.6 a 2.8 são apresentados os resultados dos cálculos efetuados para verificação da capacidade do filtro-chaminé, tapetes filtrantes-drenantes e valas drenantes transversais.

Quadro 2.6 - Verificação da Espessura do Filtro Sub-vertical

Perfil de Drenagem	Caudal de Dimensionamento ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)	Espessura Mínima (m)
D1	$3,33 \times 10^{-5}$	0,07
D2	$6,07 \times 10^{-5}$	0,13
D3	$4,63 \times 10^{-5}$	0,10
D4	$1,93 \times 10^{-4}$	0,42
D5	$9,10 \times 10^{-5}$	0,20
D6	$1,23 \times 10^{-4}$	0,26
D7	$5,91 \times 10^{-5}$	0,13
D8	$1,30 \times 10^{-4}$	0,28
D9	$9,00 \times 10^{-5}$	0,20
D10	$4,79 \times 10^{-5}$	0,10

Ressalta-se que a espessura adotada para o filtro sub-vertical, de 1,85m (2,0m de largura na horizontal), é significativamente superior às espessuras mínimas obtidas, sendo justificável por razões inerentes à segurança da obra, seja no que se refere à sua capacidade de transporte, seja no que se refere ao seu comportamento a ações sísmicas importantes, em que este elemento fundamental para a segurança da obra, não deve ficar interrompido, seja, ainda, por razões construtivas.

Quadro 2.7 - Dimensionamento das Valas Drenantes

Perfil de Drenagem	Caudal de Dimensionamento (m³/s)	Espessura do Dreno Adotada (m)	Largura Mínima (m)	Largura Adotada (m)
D1	6,82(10-4)	0,5	6,8	7
D2	7,65(10-4)	0,5	7,6	8
D3	3,40(10-4)	0,5	3,4	4
D4	14,5(10-3)	1,0	72,5	70
D5	12,1(10-4)	1,0	6,0	20
D6	7,13(10-3)	1,0	35	35
D7	5,73(10-4)	1,0	5,7	6
D8	9,83(10-3)	1,0	49	50
D9	5,08(10-3)	1,0	25	25
D10	5,35(10-4)	0,5	5,4	6

Quadro 2.8 - Verificação dos Tapetes Filtrantes ou Filtrantes - drenantes

Vala Drenante	Margem	Inclinação (%)	Caudal de Dimensionamento (m³/s/m)	Tipo de Tapete	Espessura Mínima (m)	Espessura Adotada (m)
D1	Direita	15,5	1.98x10 ⁻⁴	Tapete Filtrante	0,21	1,0
	Esquerda	8,0	4.84x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	1,00	1,0
D2	Direita	5,7	5.57x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,61	1,0
	Esquerda	6,8	2.08x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,12	1,0
D3	Direita	8,3	5.75x10 ⁻⁵	Tapete filtrante	0,05	1,0
	Esquerda	6,8	2.82x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,32	1,0
D4	Direita	8,8	7.08x10 ⁻³	Tapete misto	0,23	0,5
	Esquerda	4,2	3.02x10 ⁻⁴	Tapete misto	0,02	0,5
D5	Direita	5,0	2.51x10 ⁻⁴	Tapete misto	0,11	0,5
	Esquerda	8,3	9.58x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,52	1,0
D6	Direita	7,5	3.23x10 ⁻³	Tapete misto	0,13	0,5
	Esquerda	7,7	3.89x10 ⁻³	Tapete misto	0,16	0,5
D7	Direita	10	1.85x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,12	1,0
	Esquerda	10	3.87x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,24	1,0
D8	Direita	11,1	6.44x10 ⁻³	Tapete misto	0,17	0,5
	Esquerda	15,4	3.87x10 ⁻⁴	Tapete misto	0,07	0,5
D9	Direita	10	2.01x10 ⁻³	Tapete misto	0,08	0,5
	Esquerda	9,5	3.07x10 ⁻³	Tapete misto	0,12	0,5
D10	Direita	19,2	2.84x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,11	1,0
	Esquerda	19,2	2.51x10 ⁻⁴	Tapete filtrante	0,09	1,0

f) Análise do Gradiente Hidráulico de Saída

No estudo de percolação anteriormente apresentado, a Projetista procurou não só avaliar as vazões percoladas como, também, proceder uma análise do gradiente hidráulico de saída, imediatamente a jusante da barragem. A comparação do valor desse gradiente com o do gradiente crítico estimado na fronteira de saída do escoamento, permite verificar a estabilidade à erosão interna necessária para garantir a inexistência de fenômenos de "piping". O valor do gradiente crítico é dado pela expressão:

$$i_{crit} = \frac{G-1}{1+e}$$

Daí resulta que para valores correntes de densidade (G) e de índice de vazios (e) o valor do gradiente crítico seja próximo de 1, desprezando, do lado da segurança, todas as forças de coesão nos terrenos submetidos às forças ascensionais de percolação da água. No Quadro 2.9 são apresentados os valores dos gradientes hidráulicos de saída para as duas hipóteses analisadas, relativas a seção com maior carga hidráulica.

Quadro 2.9 - Gradientes Hidráulicos de Saída

Situação	Gradiente ($i_{saída}$)
Hipótese de cálculo 1	0.10
Hipótese de cálculo 2	0.04

Comparando os valores do gradiente hidráulico de saída obtidos com o gradiente crítico, foram obtidos através da aplicação da fórmula abaixo discriminada os fatores de segurança relativos à estabilidade à erosão interna, os quais são apresentados no Quadro 2.10.

$$FS = \frac{i_{crit}}{i_{saída}} = \frac{1}{i_{saída}}$$

Quadro 2.10 - Fatores de Segurança à Erosão Interna

Situação	FS
Hipótese de cálculo 1	10
Hipótese de cálculo 2	25

Os valores de fator de segurança obtidos são adequados para as condições encontradas na barragem, não se prevendo, assim, a necessidade de introdução de sistemas de drenagem ou de estanqueidade adicionais para a redução do gradiente hidráulico de saída.

g) Análise do Comportamento do Filtro Sub-vertical a Jusante do Núcleo

Com a introdução de um filtro a jusante do núcleo, a projetista pretendeu além de controlar a linha superior de percolação, evitar um arrastamento de partículas do núcleo para o maciço estabilizador de jusante, ou seja, objetivou proteger o núcleo contra eventuais fenômenos de erosão interna que poderão pôr em risco a estabilidade da barragem.

Segundo Wolksi et al. (1970), as características granulométricas médias dos materiais que constituem o filtro devem ser tais que, atendendo ao índice de plasticidade do material protegido, se obtenha um gradiente hidráulico médio no núcleo que não deve ser excedido. Este valor poderá ser obtido em função do coeficiente de uniformidade do material de filtro (D60/D10), do diâmetro do peneiro no qual passam 17,0% das partículas do filtro (D17) e do índice de plasticidade do material do núcleo.

Com relação aos materiais do filtro em análise, caracterizados por um coeficiente de uniformidade máximo de 8 e com um D17 variando entre 0,2 e 0,5mm, e tendo em conta que o índice de plasticidade do material do núcleo varia, em geral, entre 8 a 15%, obteve-se um valor limite para o gradiente hidráulico do núcleo de 5. De acordo com os estudos de percolação efetuados, o gradiente hidráulico médio na zona de interface núcleo - filtro de jusante é, aproximadamente, igual a 1,0, ou seja, cerca de 5 vezes inferior ao valor limite médio. Da análise efetuada pode-se concluir que existe um coeficiente de segurança suficiente no que diz respeito à proteção do núcleo contra fenômenos de erosão interna.

2.6.8 - PLANOS DE MONITORAMENTO E DE ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

a) Plano de Monitoramento

Inicialmente foi efetuada uma avaliação do risco global associado a barragem de acordo com as Normas Portuguesas de Observação e Inspeção de Barragens, nas quais os fatores de risco são agrupados em três categorias, conforme estejam associados às ações exteriores (E), à estrutura em si (F) ou aos bens materiais e humanos afetados pela rotura da obra (R). O índice de risco global, α_g , é determinado pelo produto dos três fatores anteriormente referidos. A ponderação das características específicas da obra conduziu à seguinte estimativa:

- Condições exteriores ou de ambiente (fator E);

$$E = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 \alpha_i = \frac{1}{5} (2 + 2 + 3 + 1 + 2) = 2,0$$

- Condições da obra: fiabilidade (fator F);

$$F = \frac{1}{4} \sum_{i=6}^9 \alpha_i = \frac{1}{4} (1 + 3 + 3 + 3) = 2,5$$

- Riscos humanos e econômicos (fator R);

$$R = \frac{1}{2} \sum_{i=10}^{11} \alpha_i = \frac{1}{2} (4 + 4) = 4$$

O valor do índice de risco global obtido foi de:

$$\alpha_g = E \times F \times R = 2,0 \times 2,5 \times 4,0 = 20,0$$

Levando em conta o valor obtido para o índice de risco global e as especificidades do local da barragem e da própria obra, foram levantados os parâmetros de referência para barragens de terra preconizados pelas Normas Portuguesas de Observação e Inspeção de Barragens, cujos valores são apresentados no Quadro 2.11.

A concepção do plano de monitoramento, notadamente a definição da quantidade de dispositivos, sua localização e tipo, visa uma adequada caracterização das diferentes grandezas de maneira a que estas sejam representativas do comportamento global da obra, em cada uma das diferentes fases da sua vida. Com base nos parâmetros referenciados foi recomendada a instalação dos seguintes dispositivos de monitoramento na Barragem Figueiredo:

- Marcas superficiais - com a função de controlar a evolução dos deslocamentos superficiais serão instaladas 56 marcas superficiais ao longo do barramento;
- Medidores de recalque - com a função de determinar o assentamento, os deslocamentos verticais internos sofridos pelo aterro da barragem ao longo da fase de construção e durante sua operação foi prevista a implantação de 7 medidores de recalque;

**Quadro 2.11 - Parâmetros a Serem Observados em Barragens de Aterro
(Mínimo Recomendável)**

Altura da Barragem (m)	Deslocamentos		Tensões Totais	Caudal de Infiltração	Tensões neutras		Precipitação Atmosférica	Sismologia
	Superficiais	Internos			Piezómetro	Piezómetro Sem Fluxo		
< 15	x se $\alpha_g > 15$ ou $R > 3$	-	-	x Caudal Total se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	X se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	-	-	x se $\alpha_g > 9$ com $\alpha_1 = 5$
15 a 30	x se $\alpha_g > 10$ ou $R \geq 3$	X se $\alpha_g > 20$	-	x Caudal Total	X	x se $\alpha_1 = 5$	(x)	x se $\alpha_1 = 5$
30 a 50	x	x se $\alpha_g > 10$ ou $R > 3$	(x)	x Caudal Parcial ou $R \geq 3$	X	x se $\alpha_1 \geq 4$	x se $R \geq 3$	x se $\alpha_1 \geq 4$
50 a 100	x	x	x	x Caudal Parcial	X	x	x	x se $\alpha_1 \geq 3$
> 100	x	x	x	x Caudal Parcial	X	x	x	x

x - Dispositivo obrigatório

(x) - Dispositivo opcional

- Inclínómetros - foi prevista a instalação de 5 inclinómetros a partir do coroamento nos perfis de maior altura da barragem;
- Medidores de vazão - a vazão percolada pelo aterro e fundação e que acede ao sistema de drenagem interno da barragem, deverá ser controlada a jusante da área de implantação da obra, no leito do rio Figueiredo, e nas saídas da drenagem nos diversos boqueirões secundários, coincidentes com linhas de água, sendo prevista a instalação de um total de 9 medidores de vazão;
- Piezômetros hidráulicos - tendo como objetivo controlar a evolução da linha de saturação durante a operação do reservatório serão instalados 26 piezômetros hidráulicos no aterro e na fundação;
- Escalas limnimétricas - O controle do nível atingido pela água represada deverá ser feito através de duas escalas limnimétricas, localizadas uma na estrutura da tomada de água e outra no vertedouro.

A periodicidade de leitura dos dispositivos de monitoramento está relacionada com as fases de vida da obra - construção, primeiro enchimento e exploração - e deve levar em consideração o tipo e dimensão da barragem, as características do local e os aspectos específicos da obra. Com base nesses aspectos foram definidas as frequências de leitura indicadas no Quadro 2.12, para cada tipo de dispositivo e consoante a respectiva fase da vida da obra. Na definição daqueles valores foram ponderadas as frequências mínimas recomendadas pelas Normas de Observação e Inspeção de Barragens Portuguesas.

Quadro 2.12 - Freqüência de Leituras

Instrumentação		Fase de Construção	1º Enchimento e Rebaixamento Rápido	5 Primeiros Anos Após o 1º Enchimento	> 5 Anos Após o 1º Enchimento
Marcas superficiais		Trimestral	Semestral ou (1)	Semestral	Anual
Inclinômetros		-	Trimestral ou (1)	Semestral	Semestral
Medidores de recalque		Semanal	Trimestral ou (1)	Semestral	Semestral
Piezômetros Hidráulicos	na fundação	-	Mensal ou (1)	Trimestral	Semestral
	no aterro	-	Mensal ou (1)	Trimestral	Semestral
Vazões parciais		-	Mensal ou (1)	Mensal	Mensal

Início, patamares e fim do enchimento ou rebaixamento rápido

Com relação ao primeiro enchimento do reservatório, por se tratar de uma das fases mais críticas da vida da obra, deverá ser alvo de acompanhamento cuidadoso, sendo a periodicidade das leituras ditada, em grande parte, pelo programa de enchimento definido. No período seguinte, cerca de 5 anos, os resultados dos dispositivos de monitoramento deverão conduzir a uma boa compreensão do comportamento da obra, sendo a freqüência de leituras definida em conformidade com este objetivo.

Além do plano de monitoramento acima especificado deverá ser posta em prática a inspeção visual, que é uma forma rápida e expedita de avaliar preliminarmente a segurança da obra. A inspeção visual deverá ser de três tipos: rotina, especialidade e excepcional. No Quadro 2.13 são indicadas as freqüências mínimas de inspeção visual, para as diferentes fases de vida da obra, estabelecidas com base nas especificidades da obra.

Quadro 2.13 - Inspeção Visual - Freqüências Recomendadas

Fase de Vida	Inspeções Visuais		
	Rotina	Especialidade	Excepcionais
Construção	Semanal	Mensal	(1)
1º enchimento e rebaixamento rápido	(2) ou Mensal	(2) ou Anual	(1)
Exploração – primeiro período	Mensal	Anual	(1)
Exploração – período posterior	Trimestral	Anual	(1)

(1) - Após ocorrência

(2) - Início, patamares e fim do 1º enchimento ou esvaziamento rápido

As inspeções de rotina deverão ficar a cargo dos agentes responsáveis pela exploração do sistema de monitoramento e as inspeções de especialidade a cargo dos responsáveis pela elaboração dos relatórios de comportamento da barragem. As inspeções de caráter excepcional são obrigatórias após ocorrências excepcionais, como por exemplo, sismos com magnitude, na escala de Richter, superior a 5; cheias com períodos de retorno superiores a 100 anos e rebaixamento totais ou quase totais do reservatório.

Durante a fase de construção e de primeiro enchimento, as inspeções de caráter excepcional deverão ser feitas após ocorrências excepcionais, designadamente, cheias com períodos de retorno iguais ou superiores a 50 anos e quaisquer ocorrências sísmicas.

A inspeção deve ser feita ao nível da observação direta quer dos aspectos gerais da obra, quer de aspectos particulares potencialmente indicadores de deteriorações e/ou comportamentos anômalos e da leitura dos aparelhos de monitoramento dependendo, obviamente, da fase de vida da obra em causa. De um modo geral, os aspectos que devem ter particular atenção na inspeção da barragem são:

- A parte emersa do paramento de montante, verificando a eventual ocorrência de perturbações no enrocamento de proteção, de assentamentos em zonas localizadas, etc;
- O coroamento, verificando a eventual ocorrência de fissuras, fendas e assentamentos diferenciais;
- O paramento de jusante, verificando a eventual ocorrência de assentamentos em zonas localizadas, erosões ou ravinamentos, ressurgências, desnivelamentos e desalinhamentos da banquetta ou outras perturbações;
- A superfície de inserção da barragem na fundação a jusante, verificando a eventual ocorrência de ressurgências e modificações do alinhamento e/ou nivelamento das valetas de drenagem;
- Zonas do reservatório, onde se possam verificar perdas de água importantes ou interação direta com a barragem;
- A zona de jusante próxima da barragem, verificando a eventual ocorrência de assentamentos, erosões ou ressurgências;
- Os órgãos hidráulicos, verificando a eventual ocorrência de modificações de posicionamento e deteriorações nas estruturas ou nos equipamentos e verificação de eventuais indícios de passagens de água preferenciais ou sinais incipientes de erosão interna em terrenos confinantes;
- Sistema de monitoramento, verificando-se, designadamente, a sua integridade e funcionalidade.

Durante a fase de construção, as inspeções incidirão sobre as partes da obra anteriormente explicitadas que estejam já implantadas e incluirão, em particular, inspeção ao controle da qualidade de construção, função da fase de construção em que a obra se encontre e, ainda, observações específicas relativas às referidas fases de construção, tais como, por exemplo, inerentes às condições de fundação encontradas, eventuais ressurgências detectadas, instalação de equipamentos de monitoramento, etc.

Recomenda-se a elaboração, pelas respectivas entidades responsáveis, de relatórios expeditos e objetivos que resumam os resultados das inspeções, cuja pormenorização dependerá do tipo de inspeção em causa, devendo incluir as fichas de inspeção devidamente preenchidas e uma documentação fotográfica.

Em particular, as inspeções de carácter excepcional deverão ser procedidas da realização de um relatório que inclua: a caracterização da ocorrência excepcional que ocasionou a inspeção; os resultados da inspeção e a caracterização de eventuais deteriorações detectadas (incluindo, localização, caracterização, ficha de inspeção preenchida e documentação fotográfica); uma avaliação preliminar da segurança da obra e a indicação, se for o caso, de estudos e/ou medidas a implementar (de imediato ou a curto prazo).

Os técnicos encarregados das inspeções quer de rotina, quer de especialidade e excepcionais deverão ter experiência comprovada neste domínio e interpretar perfeitamente a trilogia de reconhecimento do problema, sua apreciação e valorização e capacidade de alerta de imediato em caso de uma presumível situação de risco.

b) Plano de Primeiro Enchimento

Durante o primeiro enchimento do reservatório deverão ser adotados procedimentos especiais no monitoramento das obras de engenharia. Assim sendo, o Plano de Primeiro Enchimento contém indicações sobre inspeção visual contínua; seleção de grandezas a observar, destinadas a um controle expedito da segurança; frequência de coleta de dados, em função do programa de enchimento do reservatório; patamares de enchimento, se se justificar, correspondendo a cada patamar uma visita de inspeção e uma avaliação das condições de segurança e modelos para a avaliação da segurança.

A inspeção visual por ser a mais imediata e expedita tem, na fase de primeiro enchimento, em que há a instalação progressiva das solicitações e se controla a resposta da obra, fundamental importância. A inspeção deverá ser feita ao nível da observação direta dos aspectos gerais da obra e ao nível de questões específicas indicadoras de deterioração e da leitura dos dispositivos de monitoramento.

No primeiro caso - aspectos gerais da obra - trata-se de uma inspeção de rotina, que deverá ser efetuada mensalmente e sempre que se justifique, sendo recomendável a elaboração de relatórios expeditos e objetivos com uma periodicidade mínima trimestral.

O segundo tipo de inspeção, de especialidade, mais ligado à observação especializada, com a verificação do bom estado de funcionamento dos equipamentos de monitoramento e a sua leitura, validação e interpretação deverá ficar a cargo de uma equipe de especialistas com experiência neste tipo de trabalho. Estas interpretações deverão ser efetuadas, no mínimo, no início e no final dos períodos de manutenção dos patamares de enchimento, no final do enchimento e, ainda, no final de cada época seca e da época de chuvas.

Os técnicos encarregados das inspeções visuais de rotina e de especialidade deverão preparar, na fase que precede o primeiro enchimento e tirando partido de informações recolhidas durante a fase de construção, fichas de inspeção visual específicas da obra, adequadas a cada tipo de inspeção efetuada, de rotina ou de especialidade. Deverá ser elaborado um relatório detalhado para cada uma destas inspeções, que deverá versar essencialmente sobre as alterações detectadas após o último relatório emitido. Deverá ser efetuada uma inspeção visual de carácter específico, logo após a ocorrência de qualquer situação excepcional.

Todos os parâmetros que são objeto de monitoramento na barragem deverão ser medidos e devidamente interpretados nas diferentes fases do primeiro enchimento, sendo adotadas as frequências de leitura preconizadas no Quadro 2.12, anteriormente apresentado.

O primeiro enchimento do reservatório da Barragem de Figueiredo deverá ser efetuado de modo lento e gradual sem subidas bruscas do nível da água. Como princípio de base, recomenda-se ainda que, na primeira fase do enchimento (até à cota 85,0), sempre que se verifiquem variações superiores a 3 m do nível da água na bacia hidráulica, em intervalos

inferiores a uma semana, se faça uma campanha de leituras suplementar dos piezômetros hidráulicos e dos caudais totais e parciais. Na segunda fase de enchimento (acima da cota 92,0) recomenda-se que as leituras suplementares dos referidos equipamentos sejam efetuadas sempre que se verifiquem variações superiores a 2,0 m em intervalos inferiores a uma semana. Considera-se que os deslocamentos superficiais e internos, níveis piezométricos e vazões drenadas deverão ser objeto de medição particularmente assídua no caso em análise e, sobretudo, que deverá haver um acompanhamento sistemático de interpretação de dados.

Em princípio prevê-se o início do primeiro enchimento no período seco. Esta fase deverá ser monitorada com particular cuidado e, caso se verifiquem afluências importantes, as frequências de leituras definidas deverão ser reavaliadas. Caso o enchimento se inicie no período úmido, notadamente em consequência de atrasos na construção da barragem, deverá-se proceder à revisão e eventual modificação das frequências de leitura. Neste período, particular atenção deverá ser dada às medições diárias dos níveis do reservatório e das precipitações, no sentido de antecipar subidas rápidas de nível e de agir em conformidade.

Ponderando o tipo e a altura da barragem, considera-se pertinente prever a existência de dois patamares de enchimento, um à cota (85,0), 14m abaixo do NNR, correspondente a cerca de 15,0% da capacidade de armazenamento da barragem e o outro à cota (92,0), correspondente a um volume armazenado da ordem de 45,0%.

Numa barragem de aterro, os efeitos diferidos podem ser muito importantes razão pela qual há vantagens na manutenção de cada patamar, tanto quanto possível, por um período de cerca de 2 a 3 meses, tendo no entanto que se ter em conta, naturalmente, o balanço hídrico.

A frequência de leitura dos dispositivos de monitoramento durante os patamares de enchimento deve, com exceção das situações anormais, ser idêntica à preconizada para todo o período de enchimento.

Para além dos procedimentos já referidos de inspeção e relatório específico, no final destes períodos deverá ser elaborada uma Nota Técnica de avaliação das condições de segurança da obra que fundamente o enchimento até ao patamar seguinte - a partir da cota (85,0) - ou o enchimento total do reservatório - a partir da cota (92,0).

Por fim, a avaliação de segurança da obra deverá ter em conta a análise integrada das informações recolhidas quer nas visitas de inspeção, quer pela leitura, validação e interpretação dos parâmetros objeto do monitoramento. Deverá levar em conta, notadamente:

- As indicações obtidas nas inspeções visuais, durante as quais se procurará detectar, em tempo útil, eventuais fenômenos de erosão interna do material do aterro e/ou das camadas superficiais de fundação, percolações excessivas pelo corpo da barragem ou fundação, assentamentos localizados que possam sugerir perturbações no aterro subjacente, etc.;
- As grandezas objeto de medição não deverão exibir variações significativas para condições de solicitação idênticas;
- Os resultados dos deslocamentos superficiais, visando a detecção, em tempo útil, de eventuais movimentos anômalos da barragem, espera-se que os deslocamentos horizontais tenham valores muito reduzidos e que os assentamentos verticais não

ultrapassem, no final do enchimento, cerca de 1,0% da altura máxima da barragem, ou seja, menos de 35 cm;

- Os resultados dos níveis piezométricos na fundação sob o núcleo deverão traduzir uma perda de carga moderada relativamente ao reservatório (cerca de 50,0%); sob a banquetta de jusante a perda de carga relativamente ao reservatório deve ser da ordem de 85,0 a 95,0%;
- Os níveis piezométricos no núcleo deverão ter valores compatíveis com uma evolução lenta da superfície de saturação, razão pela qual não se prevê leituras de níveis durante o primeiro enchimento nos piezômetros instalados a cotas mais elevadas; os níveis piezométricos no aterro do maciço estabilizador de jusante, acima do sistema de drenagem, deverão ser nulos;
- As vazões afluentes nesta fase aos elementos de drenagem da obra não deverão ser significativas, tendo em vista o tempo de saturação previsível para o aterro e fundação da barragem, estes caudais não deverão exibir, à semelhança dos demais parâmetros, variações significativas para condições de solicitação idênticas a situações anteriormente verificadas.

2.6.9 - CRONOGRAMA E CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

As obras pertinentes à construção do Açude Figueiredo foram orçadas em R\$ 48.684.857,96.

Os quantitativos dos serviços a serem desenvolvidos durante a implantação das obras civis podem ser sintetizados em:

- Barragem: escavação de 347.595m³ e 2.051.945m³ de aterros;
- Tratamento de Impermeabilização: 1.260m de comprimento de furação e 95,0 t de cimento de injeção;
- Vertedouro: escavação de 1.092.769m³ e 2.066m³ de concreto;
- Tomada d'Água: escavação de 28.539m³, 2.725m³ de concreto e 70.476kg de tubulação em aço.

O cronograma de construção das obras do Açude Figueiredo foi elaborado com o objetivo de orientar a Empreiteira quanto à seqüência de execução de cada serviço, tendo sido previsto um prazo de 36 meses para a construção da barragem.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PROJETO

3.1 - ÁREAS DE ABRANGÊNCIA

A área de influência física do empreendimento está representada pela bacia hidráulica do reservatório e por sua faixa de proteção periférica, perfazendo, aproximadamente, um total de 4.098ha, compreendendo parte da zona rural dos municípios de Iracema, Alto Santo e Potiretama, pelas áreas de jazidas de empréstimos, localizadas dentro da bacia hidráulica do reservatório ou nas suas cercanias, bem como pelas áreas do canteiro de obras e dos botaforas.

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

- Municípios de Alto Santo, Iracema, Ererê, Pereiro e Potiretama que serão contemplados com o reforço no fornecimento d'água regularizado às sedes municipais, atendendo as demandas humana e industrial, beneficiando no ano de 2030 uma população de 61.342 habitantes;
- Áreas destinadas ao aproveitamento com irrigação intensiva, situadas nas regiões da Chapada do Atanásio/Caatinga Grande e do Baixo Jaguaribe, perfazendo ao todo 8.800ha no ano de 2030;
- Áreas periféricas ao reservatório que se beneficiarão com o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado;
- Áreas ribeirinhas de jusante que serão beneficiadas com a regularização de vazão e conseqüente desenvolvimento da irrigação difusa, além do abastecimento humano difuso e dessedentação animal;
- Áreas beneficiadas com a laminação de cheias, as quais encontram-se situadas na região do Baixo Jaguaribe.

3.2 - MEIO ABIÓTICO

3.2.1 - ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

3.2.1.1 - Geologia

A geologia da área do sítio do barramento e da bacia hidráulica do reservatório é constituída predominantemente por rochas cristalinas pertencentes ao Pré-Cambriano (Complexo Gnáissico-Migmatítico - P(gn-mg), aparecendo em menor escala as coberturas sedimentares terció-quaternárias representadas pelas Aluviões do rio Figueiredo e tributários.

Ocorrem, ainda, na região circunvizinha, no domínio do embasamento cristalino, corpos granitóides (Peg), com destaque para as serras Vermelha e Aimoré à oeste e as serras dos Bastiões, do Bálamo, dos Remédios, do Cajá e do Pereiro ao sul, além do corpo Sienito de Potiretama. No embasamento sedimentar, merece destaque o Grupo Apodi, cujo pacote aflorante no extremo leste da região, composto pela formação Açú (Ksaa), dá origem às chapadas do Atanásio/Caatinga Grande. Apresenta-se a seguir uma breve descrição das litologias presentes nas áreas do sítio barrável e da bacia hidráulica do reservatório.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico ocorre no local das obras e em cerca de 85,0% da área englobada pela bacia hidráulica do reservatório. Litologicamente, a seqüência é

constituída de gnaisses e migmatitos variados, freqüentemente intercalados por quartzitos, tactitos e anfíbolitos. Subordinadamente ocorrem corpos de rochas calcossilicáticas concordantes com o bandamento gnáissico.

Na área do eixo do barramento ocorrem gnaisses migmatizados, com níveis quartzíticos e rochas afins. Encaixado na seqüência do Complexo Gnáissico-migmatítico, observa-se a ocorrência de diques e veios de diabásio e grabos de espessuras variáveis, que apresentam controle estrutural, estando associados ao preenchimento de fraturas.

As Aluviões ocorrem em cerca de 15,0% da área englobada pelo empreendimento aparecendo de forma mais representativa ocupando o terraço e o leito fluvial do rio Figueiredo. Via de regra, a espessura da faixa de aluviamento é pequena, tendo-se constatado, no entanto, em alguns trechos nas imediações do barramento um pacote de aluvião chegando a atingir até 8m de espessura. Litologicamente estão representadas por argilas, areias argilosas e areias quartzosas de coloração variegada e granulação fina a média.

3.2.1.2 - Geomorfologia

Na região onde será assente o empreendimento observa-se quatro unidades de relevo: a Depressão Sertaneja, os Maciços Residuais, as chapadas do Atanásio/Caatinga Grande e a Planície Fluvial do rio Figueiredo e tributários. Destas morfologias apenas as chapadas do Atanásio/Caatinga Grande e os maciços residuais não estão presentes nas áreas englobadas pelo sítio do barramento e pela bacia hidráulica do reservatório.

A Depressão Sertaneja é o domínio geomorfológico de maior representatividade na região. É representada por extensas rampas pedimentadas que se iniciam na base dos maciços residuais e se inclinam suavemente em direção ao fundo do vale e caracteriza-se por apresentar topografia plana ou suavemente ondulada, cortada ocasionalmente, por afloramentos rochosos.

Os maciços residuais são constituídos, predominantemente por rochas granítico-migmatíticas e gnáissicas. Apresentam-se dissecados em feições de colinas, relevos tabulares e em forma de inselbergs. Merece destaque, na região as serras Vermelha e Aimoré situadas a oeste do reservatório e as serras dos Bastiões, do Bálamo, dos Remédios e do Cajá posicionadas ao sul do futuro açude Figueiredo. A serra do Pereiro, também posicionada ao sul é um destaque especial relacionado aos grandes falhamentos transcorrentes. Forma a linha de cumeada mais elevada da região, com cotas de 800m.

No território da área do empreendimento, destaca-se a planície fluvial do rio Figueiredo, como a mais significativa, se estendendo desde a confluência com o rio Jaguaribe até imediatamente a montante da localidade de São José. No Vale do Figueiredo, no trecho compreendido entre o rio Jaguaribe e Alto Santo, a área ocupada pela planície fluvial atinge até 2,5km de largura, entretanto, esta faixa apresenta-se relativamente estreita nas proximidades do barramento ora em estudo caindo para cerca de 1,0km. Transversalmente, a partir do talvegue, é observada a formação de áreas de várzeas relativamente largas sujeitas a inundação durante o período chuvoso.

A leste do reservatório proposto erguem-se as chapadas do Atanásio/Caatinga Grande, que formam duas pequenas elevações tabuliformes com cerca de 38km². Apresentam relevo

plano a suave ondulado, de altura não muito pronunciada e espessura média do pacote sedimentar em torno de 40m.

3.2.1.3 - Recursos Minerais

Quanto aos recursos minerais, constatou-se na região de entorno do reservatório a ocorrência de um depósito de scheelita nas imediações do açude Ema, de garimpos paralisados de amianto e de ametista próximo a Chapada do Apodi, nos municípios de Potiretama e Alto Santo, respectivamente, bem como de garimpos de berilo ao sul de Potiretama.

Com relação à ocorrência de minerais na área a ser ocupada pela bacia hidráulica do açude Figueiredo, durante a pesquisa de campo efetuada pelo Consórcio COBA/VBA constatou-se apenas a presença de materiais pétreos, terrosos e granulares usados principalmente na construção civil, além de veios e diques mineralizados denominados pegmatitos. Segundo informações prestadas pelo DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral não foram requeridos junto a este órgão, até o presente momento, licenças para a exploração de recursos minerais na área englobada pela bacia hidráulica do açude Figueiredo.

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.

3.2.1.4 - Sismicidade Induzida

A análise do panorama sismotectônico da Região Nordeste revela uma maior concentração de sismos nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará, Bahia e Pernambuco, onde os abalos ocorrem em áreas de rochas do embasamento e nas áreas próximas ao litoral onde se iniciam as rochas sedimentares das bacias costeiras.

No Ceará, especificamente, já foram identificadas quatro regiões sísmicas na zona 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.

Quanto à ocorrência de eventos sísmicos na área do estudo, observa-se que num raio de 100km em torno dos eixos estudados, há registro de ocorrência de atividades sísmicas em 11 localidades, cujas distâncias aproximadas das áreas dos eixos podem ser visualizadas no Quadro 3.1. Dessas regiões, quatro são consideradas áreas com tradição em eventos sísmicos (Ererê, Pereiro, Morada Nova (sede) e Ibaretama (Serra Azul)), merecendo destaque Pereiro e Ibaretama por terem apresentado eventos de maior magnitude. Em Pereiro, sismo ocorrido em 1968, chegou a atingir 4,5 graus na escala Richter e intensidade VII na escala Mercalli, enquanto que em Ibaretama o sismo ocorrido em 1977, atingiu 3,9 graus na escala Richter.

Quadro 3.1 - Ocorrência de Eventos Sísmicos no Entorno do Barramento (raio de 100km)

Ocorrências Sísmicas	Distância Aproximada (km)
Ererê (1)	49,00
Pereiro (1)	48,80
Morada Nova (sede) (1)	52,20
Morada Nova (Serra do Félix)	86,50
Morada Nova/S.J. Jaguaribe (divisa)	41,50
Morada Nova/Aracoiaba (divisa)	72,00
Banabuiú (Sitiá)	99,00
Ibaretama (Serra Azul) (1)	82,10
Russas (CE-138)	92,00
Russas (Serra do Félix)	105,00
Quixeramobim (Belém)	106,50

Nota: (1) Áreas com tradição em eventos sísmicos.

Tendo em conta que os eventos sísmicos registrados são de magnitude baixa a moderada, que o açude Figueiredo se funda totalmente sobre rochas do embasamento cristalino e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa, com valores máximos de 30m e médios de cerca de 10m, 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 100m. Entretanto, como o açude Figueiredo encontra-se posicionado relativamente próximo de um reservatório de grande porte, no caso o açude Castanhão, esta questão deverá ser analisada de forma mais acurada. Ressalta-se que, a região já conta com uma estação sismográfica implantada na área de entorno do açude Castanhão.

3.2.2 - SOLOS

3.2.2.1 - Caracterização dos Solos da Área do Empreendimento

Os solos de maior expressão na área englobada pela bacia hidráulica do açude Figueiredo são os Bruno Não Cálcicos em associação com Litólicos e Planossolos Solódicos. Em segundo lugar aparecem os solos Aluviais formando associação com os Solonetz solodizados, sendo seguidos pelos Litólicos. O Quadro 3.2 mostra a distribuição das principais associações de solos identificadas na área da bacia hidráulica do reservatório. Observa-se que em termos de potencial agrícola, 85,46% dos solos que serão submersos são impróprios para o uso com irrigação, estando os solos com potencial para desenvolvimento hidroagrícola restrito apenas às Aluviões.

Quadro 3.2 - Distribuição dos Solos na Área da Bacia Hidráulica

Tipo de Solo	Área (ha)
Ae1 (Aluvião + Solonetz Solodizado)	1.038,39
NC (Bruno Não Cálcico + Litólico + Planossolo Solódico)	5.511,38
PE (Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico)	0,48
Re1 (Litólico Eutrófico)	212,11
Re4 (Litólico Eutrófico + Afloramentos de Rocha)	383,09
TOTAL	7.145,45

Na área destinada a exploração hidroagrícola (Chapada do Atanásio), observa-se a ocorrência dos solos Podzólicos Vermelho Amarelo Distróficos em associação com Regossolos Distróficos.

Os Bruno Não Cálcicos são solos moderadamente profundos a rasos, de alta fertilidade natural, imperfeitamente drenados e bastante susceptíveis a erosão, apresentando textura arenosa/média no horizonte A e argilosa no horizonte subsuperficial. Caracterizam-se por apresentar pavimento desértico, constituído por calhaus e matações, na superfície do solo. Apresentam como fatores restritivos ao uso agrícola, a soma de bases trocáveis alta, a pedregosidade superficial, a baixa profundidade efetiva, a susceptibilidade à erosão, além da escassez d'água na maior parte do ano.

Os Litólicos Eutróficos são solos rasos, de textura arenosa/média, apresentando pedregosidade/rochosidade superficial, drenagem moderada a acentuada, sendo bastante susceptíveis à erosão face à reduzida espessura. Não se prestam ao uso agrícola, razão pela qual geralmente apresentam a sua cobertura vegetal preservada. 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.

Os Planossolos Solódicos são solos moderadamente profundos a rasos, moderadamente ácidos a praticamente neutros, bastante susceptíveis à erosão, imperfeitamente drenados e de baixa permeabilidade, sofrendo encharcamento durante o período chuvoso e fendilhamento na época seca. Apresentam teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais. Normalmente estão associados aos solos Litólicos Eutróficos. Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial.

Os 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 rio Figueiredo.

São solos de grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso, sendo cultivados intensivamente, estando às várzeas do rio Figueiredo exploradas pela iniciativa privada através da agricultura de sequeiro.

Os Solonetz Solodizados são solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados, que apresentam como restrição ao uso agrícola o elevado teor de sódio trocável nos horizontes subsuperficiais, além de condições físicas muito desfavoráveis ao manejo, grande susceptibilidade à erosão e escassez d'água no período seco. A exemplo do que ocorre com os Planossolos Solódicos apresentam, também, problemas de, baixa profundidade efetiva, encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento/fendilhamento no período de estiagem. Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial.

Os Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos ocupam terrenos associados ao embasamento cristalino a leste do futuro reservatório. São moderadamente profundos a rasos, com horizonte B textural, argila de atividade baixa, média a baixa acidez e fertilidade natural

média a alta. Via de regra são solos moderadamente drenados, não raro imperfeitamente a bem drenados, com os solos rasos apresentando drenagem moderada ou imperfeita. De um modo geral, esses solos possuem bom potencial agrícola, dependendo da disponibilidade hídrica e das condições de relevo. Dentro dessa unidade ocorrem as variações cascalhento ou com cascalho e abrúptico. Apresentam, ainda, restrições acentuadas no que se refere a drenagem e a presença de cascalho na massa do solo, as quais reduzem drasticamente as suas potencialidades agrícolas.

Os Podzólicos Vermelho Amarelo Distróficos ocorrem associados à Chapada do Atanásio, posicionada a leste do futuro reservatório, cuja destinação para exploração hidroagrícola é prevista no projeto. São solos profundos, geralmente bem drenados, ácidos a moderadamente ácidos, porosos a muito porosos, e de textura arenosa/média. Apresentam baixa fertilidade natural e forte acidez, sendo recomendável o uso de fertilizantes e a correção do pH. O uso intensivo de maquinários agrícolas nos solos com textura superficial leve deve ser evitado, para evitar o desencadeamento de processos erosivos.

Os Regossolos Distróficos compreendem solos AC, pouco desenvolvidos, que ocorrem na região da Chapada do Atanásio, formando associação com Podzólicos Vermelho Amarelo Distróficos. São arenosos, com presença de fragipan logo acima da rocha, profundos a moderadamente profundos, porosos e com médios a altos teores de minerais primários facilmente decomponíveis nas frações areia e/ou cascalho. São solos cuja drenagem está em função da profundidade onde se encontra o fragipan e a rocha, podendo variar desde moderada até excessivamente drenados. São considerados impróprios para o desenvolvimento hidroagrícola, face às inúmeras limitações para solos, topografia e drenagem.

3.2.2.2 - Uso Atual dos Solos

O uso atual dos solos na região da sub-bacia do Médio Jaguaribe, onde será implantado o açude Figueiredo, caracteriza-se como uma zona de baixa a média potencialidade agrícola, onde a pecuária é a atividade principal, sendo caracterizada pela criação extensiva, em grandes propriedades, de bovinos de leite, ovinos e suínos. A agricultura tradicional integrada está baseada nos cultivos do algodão, milho e feijão com produções voltadas para subsistência e abastecimento do mercado local.

A agricultura de vazantes é prática relativamente disseminada na região dessa sub-bacia, tendo-se observado cultivos de feijão e batata-doce nas vazantes de açudes. Na área da Chapada do Atanásio constata-se o plantio de cajueirais. A cultura do algodão, apesar de tradicional, não tem respondido às expectativas de produção, devido ao ataque de pragas (bicudo).

No Médio Jaguaribe a situação das matas ciliares dos rios e riachos encontra-se comprometida, sendo notório o grande avanço do desmatamento das matas de várzeas devido às atividades agrícolas. No caso específico da mata ciliar do rio Figueiredo, esta atinge uma extensão de apenas 16km, ou seja, 13,0% da extensão total do seu talvegue, apresentando nos trechos mais preservados largura média de 146m em cada margem. A região próxima a nascente apresenta-se bastante degradada pela ação antrópica. No trecho compreendido entre o Açude Novo e a cidade de Pereiro observa-se a presença de mata ciliar e caatinga de porte arbóreo densa protegendo ambas as margens, sendo constatado contudo a presença de áreas agrícolas significativas no entorno da cidade de Pereiro. No trecho Pereiro/Iracema a mata

ciliar apresenta-se bastante fragmentada, predominando áreas antropizadas. A jusante da cidade de Iracema, no trecho que engloba a área da bacia hidráulica do futuro açude Figueiredo, observa-se a substituição da vegetação nativa por campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo, sendo notado um aumento progressivo das áreas antropizadas até a cidade de Alto Santo.

Já o estado mais crítico de desmatamento da mata ciliar do rio Figueiredo é constatado do trecho a jusante de Alto Santo até a confluência com o rio Jaguaribe, onde se observa um alto grau de devastação predominando áreas irrigadas e antropizadas.

A irrigação no Médio Jaguaribe encontra-se representada por quatro perímetros públicos em operação (perímetros Xique-Xique - 560,0ha, Riacho do Sangue - 278,8ha, Niterói - 30,0ha e Ema - 42,0ha). A irrigação difusa, por sua vez, encontra-se distribuída ao longo do rio Jaguaribe e tributários, mais precisamente nos trechos compreendidos entre as localidades de Cruzeirinho, em Icó, até o distrito de Mapuá, em Jaguaribe, e do antigo povoado de Poço Comprido, em Jaguaribara, até a confluência com o rio Figueiredo, onde se une com um trecho de área irrigada ao longo deste rio (cerca de 530,0ha) que tem início na cidade de Alto Santo, prolongando-se a partir deste ponto até a região do Baixo Jaguaribe. Não foi constatada a ocorrência de áreas com irrigação difusa na bacia de contribuição do açude Figueiredo.

Destes perímetros irrigados, apenas o Ema encontra-se posicionado na bacia de contribuição do açude Figueiredo, estando localizado no município de Iracema, tendo como fonte hídrica o açude Ema, que barra o riacho Bom Sucesso. O projeto conta com 18 irrigantes que exploram áreas médias de 2,35ha irrigados por aspersão convencional. Apresenta, também, uma área de sequeiro com 293,1ha.

Na área da bacia hidráulica do açude Figueiredo observa-se o predomínio da caatinga de porte arbustivo/herbáceo (cerca de 85,0% da área), a qual apresenta maiores níveis de degradação ao longo da planície fluvial do rio Figueiredo. Observa-se ao longo deste curso d'água e em alguns trechos de terras altas a substituição da caatinga por cultivos de subsistência (milho e feijão) e capineiras. Constata-se, ainda, a presença de áreas degradadas pelo extrativismo da lenha e para formação de pastos, bem como áreas em descanso, prática associada à agricultura itinerante desenvolvida na região.

As áreas com vegetação de caatinga de porte arbóreo encontram-se associadas, em geral, as regiões serranas posicionadas a leste (serras Vermelha e Aimoré) e ao sul (serras dos Bastiões, do Bálsamo, dos Remédios, do Cajá e do Pereiro) do futuro reservatório.

Já na região do Baixo Jaguaribe, onde se concentra a maior parte das áreas previstas para o desenvolvimento da irrigação intensiva através da compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, as áreas aluviais apresentam expressão geográfica significativa, contando com potencialidade agrícola média a alta, sendo intensivamente exploradas com culturas bastante diversificadas (milho, feijão, arroz, algodão, coco-da-baía, banana, cana-de-açúcar, mandioca e capineiras), se caracterizando como zona de policultura/gado. Observa-se a coexistência da pequena produção ligada à agricultura e da média produção ligada à pecuária.

A irrigação é prática bastante difundida no Baixo Jaguaribe, concentrando 37,1% da área irrigada nos perímetros públicos existentes no território da Bacia do Jaguaribe. Com os

perímetros Jaguaribe/apodi, Jaguaruana, Quixadá e Santo Antônio de Russaas, perfazendo ao todo 5.982,50ha. Quanto à irrigação privada, esta se encontra evidenciada ao longo do rio Jaguaribe, num trecho que se estende da localidade de Barra do Figueiredo até depois de Quixeré.

Na Sub-bacia do Baixo Jaguaribe a situação das matas ciliares dos cursos d'água é crítica, sendo observada a quase total erradicação das matas marginais ao rio Jaguaribe, cujas margens foram desmatadas para dar lugar a cultivos agrícolas irrigados e de sequeiro, além de outras atividades antrópicas.

As regiões dos Tabuleiros de Russas e Pré-Litorâneos, se caracterizam como zonas agrícolas de culturas perenes e bovinocultura de corte. Apresentam média potencialidade agrícola, possuindo solos com fertilidade baixa que requerem altos investimentos, principalmente para aquisição de fertilizantes. Nos vales a fertilidade é alta, sendo estes cultivados, principalmente, com cana-de-açúcar, mandioca, feijão, milho e pastagens. As culturas perenes como caju, coco-da-baía e banana são cultivadas, em maior escala, nos tabuleiros.

A região da Chapada do Apodi apresenta potencialidade agrícola alta, com limitação muito forte pela falta d'água. É explorada, principalmente, com pecuária extensiva (bovinocultura mista), estando as atividades agrícolas desenvolvidas nas várzeas centradas nos cultivos de algodão, milho, feijão e mandioca, sendo voltadas para o atendimento do mercado local, autoconsumo e complementação alimentar do rebanho.

3.2.3 - CLIMA

Segundo a classificação de Köppen, a área do empreendimento possui um clima do tipo BSw'h' - quente e semi-árido, com estação chuvosa atrasada para o outono. Dentro dos parâmetros estabelecidos por Gaussen, o clima local é 4 bth - termoxeroquimênico médio tropical quente, com o período de estiagem durando de 5 a 6 meses e um índice xerotérmico entre 100 e 150.

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre, e uma variação em anos alternados de seus totais.

A temperatura média anual oscila entre 26,0°C e 28,4°C. Os meses de outubro, novembro e dezembro apresentam as mais altas temperaturas do ano, enquanto que as menores temperaturas são registradas nos meses de junho e julho. Já a umidade relativa média anual para uma série de dados compreendida entre 1961 e 1990, é de 67,5%, apresentando seus maiores valores no trimestre mais úmido (março/maio), quando ultrapassa 79,0%.

Os ventos atingem velocidades variáveis entre 1,9 e 3,4m/s na estação chuvosa e entre 3,4 e 4,4m/s na estação seca, observando-se uma média anual de 3,2m/s. A direção predominante dos ventos é Nordeste, na primeira dominância, enquanto que os ventos leste mostram-se relevantes na segunda dominância.

A insolação média anual é da ordem de 2.982,6 horas, o que corresponderia, em tese, a aproximadamente 68,0% dos dias do ano, com luz solar direta. O trimestre de maior insolação é o de agosto/outubro e o de menor insolação é o de fevereiro/abril.

A nebulosidade definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, chegando a atingir 6,7 décimos no período março/abril e o mínimo de 3,0 décimos no mês de agosto, período de estiagem. A nebulosidade média anual é de 4,7 décimos.

A evaporação média anual é da ordem de 2.235,3mm, com o período de estiagem (julho/dezembro) respondendo por 65,3% do total anual, apresentando no mês de ápice, taxa média em torno de 9,3mm/dia. Nos meses chuvosos, essa taxa cai para 2,9mm/dia, sendo que o trimestre março/maio responde por apenas 12,9% da evaporação anual.

A evapotranspiração média anual é de 1.933,0mm, com variações mensais entre 117,0mm (junho) e 202,0mm (dezembro). O período de maior evapotranspiração é o de outubro/dezembro e o de menor evapotranspiração o de abril/junho.

3.2.4 - RECURSOS HÍDRICOS

3.2.4.1 - Recursos Hídricos Superficiais

a) Hidrografia

A bacia hidrográfica do rio Figueiredo até o local do barramento, na localidade de Cajazeiras, em Iracema, abrange uma área de 1.621km², estando situada na Sub-bacia do Médio Jaguaribe. Dentre as áreas que serão beneficiadas com o desenvolvimento da irrigação intensiva com água derivada do empreendimento, apenas a Chapada do Atanásio encontra-se posicionada no território da sub-bacia supramencionada, as demais áreas que serão atendidas diretamente pelo açude Figueiredo, através de compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, estão situadas na região da Sub-bacia do Baixo Jaguaribe.

Situada sobre terrenos de formação geológica predominantemente cristalina, razão de seu alto poder de escoamento e possuindo uma rede de drenagem dendrítica, a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe drena uma área de, aproximadamente, 72.043km², abrangendo, praticamente, a metade do território cearense (48,7%). Ao longo de seu curso o rio Jaguaribe percorre um total de 633km, desde suas cabeceiras até desaguar no Oceano Atlântico, nas proximidades da cidade de Aracati. Apresenta seu território subdividido em cinco sub-bacias, Salgado, Alto Jaguaribe, Banabuiú, Médio Jaguaribe e Baixo Jaguaribe, das quais apenas as duas últimas integram a área objeto do presente estudo .

Sub-bacia do Médio Jaguaribe

O trecho do rio Jaguaribe pertencente à sub-bacia de médio curso drena uma área de 10.509km², apresentando uma extensão aproximada de 171km, medidos desde a inflexão do seu curso logo a jusante do Açude Orós até as imediações da cidade de Limoeiro do Norte. Destacam-se como principais afluentes do Médio Jaguaribe, os rios Salgado e Figueiredo, pela margem direita, e os riachos Manoel Lopes e do Sangue, pela margem esquerda.

O regime do rio Jaguaribe nesse trecho, até a foz, é perene em virtude da regularização proporcionada pelo açude Orós (2.100hm³), situado na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, perfazendo um total de 280,0km de trechos perenizados.

Nesta sub-bacia o açude Figueiredo barrará o rio homônimo, cuja bacia hidrográfica drena uma área de 2.448,9km², apresentando comprimento do talvegue de 115,8km, com coeficiente de compacidade de 1,53 e declividade média de 0,21%. O rio Figueiredo nasce na Serra do Pereiro e desemboca no rio Jaguaribe na localidade denominada Barra do Figueiredo, destacando-se como principais afluentes o riacho do Amparo, pela margem direita, e o riacho das Flores, pela margem esquerda, este último desaguando no rio Figueiredo a jusante da cidade de Alto Santo.

O nível de açudagem no Médio Jaguaribe é baixo, destacando-se atualmente, os açudes Ema (10,4hm³), em Iracema; Taborna (10,2hm³) e Saldanha (11,4hm³), em Alto Santo; Joaquim Távora (23,6hm³), em Jaguaribe e Riacho do Sangue (61,4hm³), em Solonópole. Estima-se que o número total de açudes nesta sub-bacia atinja 1.300 unidades, com volume global de armazenamento de aproximadamente 567hm³. Atualmente encontra-se em construção nesta sub-bacia, o açude Castanhão com capacidade para acumular 4.452hm³. Na bacia do rio Figueiredo constata-se a presença de 62 reservatórios com capacidades de acumulação variando de 150.000m³ a 11,4hm³, com destaque para os açudes Saldanha, Ema e Taborna.

Em termos de balanço hídrico, observa-se para a Sub-bacia do Médio Jaguaribe como um todo, que as demandas atuais da população, rebanho, indústrias e irrigação são satisfeitas, apresentando um superávit de 28,3m³/s.

Sub-bacia do Baixo Jaguaribe

A Sub-bacia do Baixo Jaguaribe drena uma área de 8.893km² compreendendo o trecho de rio que vai das imediações da cidade de Limoeiro do Norte até a sua foz. Destacam-se como afluentes pela margem esquerda, além do rio Banabuiú, que forma a sub-bacia homônima, o rio Palhano. Pela margem direita, a rede de drenagem é indefinida não apresentando cursos d'água de contribuição expressiva. Antes de se aproximar da foz, já à jusante da cidade de Itaiçaba, são sentidos os efeitos das marés. Todo o trecho do baixo curso é perenizado.

Com relação ao nível de açudagem, o Baixo Jaguaribe é a sub-bacia que apresenta o menor quantitativo de açudes, fato esperado face o relevo mais aplainado do baixo vale. Estima-se um total de 84 açudes, na maioria de pequeno porte, com destaque para o Santo Antônio de Russas (29,7hm³), no município de Russas. O volume armazenado nesses reservatórios perfaz 170,5hm³.

No início da década de 90, a água do rio Jaguaribe passou a reforçar o abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), através de uma transposição feita pelo Canal do Trabalhador, tendo como fonte hídrica os açudes Orós, no Alto Jaguaribe, e Arrojado Lisboa (ex-Banabuiú), na Sub-bacia do Banabuiú.

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 Jaguaribe é a poluição dos mananciais hídricos, tanto superficiais quanto subterrâneos. Ainda mais grave é que tal problema tem origem antrópica, decorrente do uso e ocupação do meio físico de forma desordenada, figurando como principais fontes de poluição o lançamento de efluentes domésticos, industriais e hospitalares a céu aberto, ou sua canalização direta para os cursos d'água sem tratamento prévio, e a precariedade das soluções individuais (fossas).

Na Sub-bacia do Médio Jaguaribe as cidades com maior potencial poluidor dos recursos hídricos são Jaguaribe e Tabuleiro do Norte. Apenas uma sede municipal desta sub-bacia é provida com esgotamento sanitário, São João do Jaguaribe, com índice de cobertura de 39,3%, cujos efluentes do sistema são lançados no rio Jaguaribe. O município de Jaguaribe conta com projeto para implantação de esgotamento sanitário de sua sede desenvolvido no âmbito do PASS/BID, com o tratamento dos efluentes centrado no uso de lagoas de estabilização.

Outro fator preocupante a se considerar consiste no crescimento de alguns centros urbanos em direção a reservatórios d'água que servem de fonte hídrica para abastecimento humano, ou o seu posicionamento numa distância relativamente pequena de suas bacias hidráulicas, contribuindo para aumentar os riscos de contaminação das águas aí represadas com efluentes sanitários, sendo necessário analisar se os volumes das cargas poluidoras aí aportantes estão sendo autodepurados ou se estão contribuindo para o comprometimento da qualidade das águas aí represadas, requerendo assim a rápida implantação de sistemas de esgotamento sanitário nos referidos núcleos urbanos.

Os reservatórios passíveis de sofrer alguma forma de poluição originada por cidades e/ou povoados localizados logo a montante ou às suas margens são no Médio Jaguaribe, os açudes Riacho do Sangue, que recebe efluentes da cidade de Solonópole distante cerca de 1,0km; Castanhão, que se encontra em construção, tendo o trecho final se sua bacia hidráulica nas proximidades da cidade de Jaguaribe (10km) e Jaguaretama posicionada em sua margem esquerda, e o Figueiredo, objeto análise do presente relatório, que receberá efluentes das cidades de Iracema, a menos de 5,0km da sua bacia hidráulica e Potiretama, distante cerca de 10km. Encontram-se, ainda, posicionadas na sua bacia de contribuição as cidades de Pereiro e Ererê e os povoados de Ema, Crioulos e Canindezinho, que distam da bacia hidráulica do reservatório cerca de 35,0km, 30,0km, 7,0km, 42,0km e 5,0km, respectivamente.

Na bacia de contribuição do açude Figueiredo o volume de esgotos afluente a este manancial hídrico é de 32,01 l/s. As cidades de Iracema e Potiretama, no entanto, estão posicionadas a pequenas distâncias da sua bacia hidráulica, contribuindo com um aporte de efluentes sanitários de 11,95 l/s e 2,92 l/s a este reservatório, respectivamente. Aparecem, ainda, como contribuintes a cidade de Pereiro (6,79 l/s), e Ererê (3,04 l/s), posicionadas também a montante do futuro açude Figueiredo. Os povoados de Canindezinho, Crioulos e Ema, apresentam vazões de efluentes sanitários variando de 0,19 l/s a 1,30 l/s.

Poluição Industrial

A Bacia do Jaguaribe apresenta uma maior concentração de indústrias poluidoras dos recursos hídricos na região do Baixo Jaguaribe (65,4%), com destaque para o município de Jaguaruana que abriga 96,1% destes estabelecimentos industriais, a quase totalidade representada por fábricas de redes. A Sub-bacia do Médio Jaguaribe abriga 19,2% das indústrias potencialmente poluidoras dos recursos hídricos existentes na Bacia do Jaguaribe, apresentando uma maior concentração dos ramos Laticínios e Têxtil.

Na bacia de contribuição do açude Figueiredo, por sua vez, a presença de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos é pouco representativa, sendo constatada apenas a presença de uma indústria Têxtil localizada no município de Pereiro. Ressalta-se, no entanto, que, a exemplo do que ocorre no território cearense como um todo, o ramo Matadouros e Frigoríficos encontra-se presente na quase totalidade dos municípios da bacia de contribuição do reservatório, funcionando, geralmente, de forma clandestina, sem registro, não apresentando condições mínimas de abate. O Programa de Promoção Industrial não prevê a implantação, na bacia de contribuição do açude Figueiredo, de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos.

Impactos Associados às Atividades Agrícolas

As atividades agrícolas interagem de várias formas sobre os recursos naturais, tendo como principal impacto ambiental a poluição dos solos e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos decorrentes do uso indiscriminado e intensivo de agrotóxicos, principalmente, nas áreas onde se desenvolve a agricultura irrigada.

A atividade hidroagrícola na Sub-bacia do Médio Jaguaribe apresenta-se bastante expressiva, estando em operação quatro perímetros públicos de irrigação (Xique-Xique, Ema, Niterói e Riacho do Sangue), cujas áreas totalizam 440,8ha. Destes, apenas o Perímetro Irrigado Ema encontra-se posicionado na bacia de contribuição do açude Figueiredo, distando 7,0km de sua bacia hidráulica. Atualmente encontram-se em implantação os perímetros irrigados Altinho (202,0ha), em Tabuleiro do Norte e Curupati (528,5ha), em Jaguaribara, ambos situados fora da bacia de contribuição do açude Figueiredo.

A irrigação desenvolvida pela iniciativa privada apresenta-se bastante representativa, perfazendo 63,4% da área total irrigada na Bacia do Jaguaribe, ficando os outros 36,6% restantes com a irrigação pública. Em termos de predominância por sub-bacia, observa-se que a pequena irrigação é mais expressiva no Médio Jaguaribe, chegando a representar 45,0% da área total irrigada, nesta sub-bacia, compreendendo dois trechos ao longo do rio Jaguaribe, um dos quais se estende da localidade de Cruzeirinho, em Icó, até as proximidades de Mapuá, distrito de Jaguaribe, e o outro trecho se estende das imediações do eixo da barragem Castanhão, une-se com a área irrigada ao longo do rio Figueiredo que tem início a jusante da cidade de Alto Santo, e prolonga-se até a região do Baixo Jaguaribe. Não foi constatada a presença de áreas de irrigação difusa na bacia de contribuição do açude Figueiredo.

De acordo com os técnicos da SEAGRI - Secretaria da Agricultura Irrigada e da UFC - Universidade Federal do Ceará, o Estado do Ceará não conta com programas de monitoramento que permitam uma avaliação da contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos. Apesar disto, a poluição dos recursos hídricos da Bacia do Jaguaribe pelo aporte

de agrotóxicos pode ser referendada pela constatação de alterações nos parâmetros de condutividade elétrica, sólidos dissolvidos e teores de cloretos e ferro, logo após ultrapassar áreas hidroagrícolas, onde o consumo de fertilizantes apresenta-se mais intensivo. Com efeito, análises da qualidade da água do rio Jaguaribe, realizadas pela SEMACE em 1995, revelaram uma elevação nos parâmetros de condutividade elétrica e dos teores de cloretos e ferro a jusante das áreas irrigadas da região de Morada Nova, Limoeiro do Norte e Russas, comprovando o excesso de sais e resíduos à base de cloro provenientes do uso de fertilizantes e pesticidas.

Riscos de Salinização das Águas Represadas

As condições climáticas da região, caracterizadas pelas altas taxas de evaporação, aliadas à localização de açudes em áreas onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados) nas suas bacias de contribuição, torna relativamente elevado os riscos de salinização das águas aí represadas. Caso estes solos não estejam presentes, o risco é baixo e nas situações intermediárias o risco é médio. Entretanto esse risco depende também das condições de renovação da água do açude, que podem ser representadas pelo tempo médio de detenção da água no reservatório. Tempo de detenção superior a um ano significa risco alto, entre um ano e seis meses, risco médio e menos de seis meses, risco baixo.

No caso específico do açude Figueiredo, observa-se, na sua bacia de contribuição, a presença de Planossolos Solódicos como o terceiro elemento da associação de solos NC (Bruno Não Cálcicos + Litólicos + Planossolos Solódicos). Constata-se, ainda, a ocorrência de Solonetz Solodizados na área da bacia hidráulica, como o segundo elemento da associação Ae1 (Solos Aluviais + Solonetz Solodizados). Tal situação pode ser enquadrada como de risco médio de salinização para águas represadas, risco que poderá ser agravado em função do tempo de detenção da água no reservatório ser de três anos.

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

c) Qualidade das Águas Superficiais

Dado o seu caráter intermitente não foi possível apresentar no presente relatório dados sobre a qualidade das águas do rio Figueiredo em termos físico-químicos e bacteriológicos, devendo por ocasião do estabelecimento da quadra invernososa ser efetuada uma campanha de amostras com esta finalidade.

Objetivando analisar a qualidade dos recursos hídricos superficiais da região foram apropriados então dados do Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade efetuado pela COGERH, englobando apenas os reservatórios posicionados na bacia de contribuição do açude Figueiredo.

Quanto ao nível de salinidade, as campanhas de monitoramento empreendidas pela COGERH, em meados de 2001, nos principais açudes do Estado do Ceará revelam que os cinco açudes monitorados na bacia do rio Figueiredo (açudes Aduato Bezerra, Canafistula,

Ema, Madeiro e Potiretama) apresentam águas com níveis de salinidade média (CE entre 0,25 e 0,75 miliSiemens, a 25°C) a alta (CE entre 0,75 e 2,25 miliSiemens, a 25°C).

3.2.4.2 - Recursos Hídricos Subterrâneos

Os sistemas aquíferos que ocorrem na bacia hidráulica do açude Figueiredo podem ser classificados como aquíferos sedimentares, representados pelas Aluviões do rio Figueiredo, e cristalinos, estes últimos chegando a ocupar cerca de 85,0% da área da bacia. Dentro do contexto aqui estudado, a implantação do açude Figueiredo poderá influir na alimentação destes aquíferos através de processos de infiltração vertical.

O aquífero cristalino apresenta a sua permeabilidade e coeficiente de armazenamento associados à extensão, grau de abertura e conexão das zonas de fraturamento das rochas. A recarga se dá através da pluviometria, rede hidrográfica e Aluviões, apresentando, no entanto, a circulação bastante restrita. Apresentam baixa vulnerabilidade à poluição. Quanto à qualidade das águas, os aquíferos cristalinos apresentam potabilidade variando de passável a medíocre, motivada pela elevada concentração salina.

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

3.3 - MEIO BIÓTICO

3.3.1 - FLORA

A caatinga hiperxerófila constitui a principal formação vegetacional da área em estudo, sendo caracterizada pelo elevado grau de xerofitismo. Apresenta na sua quase totalidade uma fisionomia arbustiva densa, relativamente degradada nas imediações dos leitos de drenagem, apresentando espécies arbóreas remanescentes. Encontra-se associada em geral aos domínios dos terrenos cristalinos, onde a deficiência hídrica é a característica mais marcante, juntamente com solos de pouca profundidade, frequentemente revestidos por pavimentos detríticos (seixos).

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

Na área da bacia hidráulica do reservatório a caatinga hiperxerófila apresenta-se relativamente descaracterizada, tanto pela interferência antrópica, através da agricultura itinerante, pecuária extensiva e retirada de lenha, como pela incidência de períodos críticos de estiagem acentuada. A degradação da caatinga arbórea determina a maior expansão das

espécies arbustivas, reduzindo a diversidade da flora e modificando o equilíbrio ecológico. Tendo em vista os fatores limitantes para a atividade agrícola (clima, profundidade do solo, pedregosidade superficial, deficiência hídrica e erosão), tem-se praticado nesses ambientes uma agricultura nômade, em que, após dois ou três anos, a área é abandonada, favorecendo o aparecimento de uma vegetação secundária (capoeira) que não oferece nenhuma proteção ao solo e não possui nenhum valor econômico.

As planícies fluviais dos cursos d'água que cortam a área apresentam boas condições hídricas e solos férteis, favorecendo a instalação de uma mata galeria ou ciliar, dominada por carnaubais, que contrasta com a vegetação caducifólia e de baixo porte dos interflúvios. A principal espécie que habita esses ecossistemas é a carnaúba (*Copernicea prunifera*), que normalmente ocorre associada ao mulungu (*Erythrina velutina*), juazeiro (*Zizyphus joazeiro*) e oiticica (*Licania rigida*), além de espécies arbustivas, gramíneas, ciperáceas e trepadeiras. Na área do estudo destacam-se as matas ciliares ou florestas ribeirinhas relacionadas às planícies dos riachos Seco e Bom Jardim, dado os seus maiores níveis de preservação. A mata ciliar do rio Figueiredo apresenta-se bastante descaracterizada, estando substituída em diversos pontos por campos de macegas e capoeiras de caatinga de porte arbustivo, sendo observado um aumento progressivo das áreas antropizadas em direção ao eixo do barramento.

3.3.2 - FAUNA

As condições climáticas de semi-aridez, aliada à ação antrópica, que provoca desmatamentos e caça predatória, constituem fatores que contribuem para o depauperamento da fauna local, que se apresenta muito pobre em espécies e com baixo grau de endemismo. A vegetação de caatinga hiperxerófila arbustiva densa, tipo vegetacional predominante na área, encontra-se relativamente degradada, tendo-se observado que a destruição da vegetação nativa ou substituição das formações fitoecológicas por culturas encontra-se mais concentrada nas áreas de várzeas. Tais atividades, aliadas à caça predatória, vem reduzindo as populações e o número de espécies da fauna.

Praticamente todos os mamíferos silvestres de grande e médio porte se encontram extintos ou em vias de extinção na região. Os espécimes remanescentes são de pequeno tamanho e reprodutivamente prolíficos, apresentando em geral, hábitos noturnos. A situação dos mamíferos na região do projeto pode ser sintetizada da seguinte forma: espécies extintas ou ameaçadas de extinção - gato mourisco, gato maracajá, gato do mato, veado garapu, tatu; espécies freqüentes - peba, cassaco, punaré, mocó; espécies abundantes - preá, raposa, guaxinim.

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

Em termos de habitat, nas caatingas e capoeiras ocorrem alguns grupos de aves adaptadas a este ambiente hostil, podendo-se mencionar entre estas espécies: rolinhas, juriti, avoante, graúna, corrupião, nambus, galo de campina, golinha, sabiá, carcará e gavião, entre outros. Entre as aves que freqüentam as áreas de entorno dos ecossistemas aquáticos figuram

lavadeira, golinha, galo de campina, anuns, corrução, papa arroz, carcará e tetéu, entre outros. Já as zonas antropizadas apresentam uma avifauna menos diversificada, composta por espécies que estão mais adaptadas à presença humana: pardal, anuns, tetéu, garça carrapateira, carcará.

A fauna de répteis da região onde se insere o projeto encontra-se representada por lagartos e cobras. Os camaleões e tejos são freqüentes, mas sofrem a ação da caça e do desmatamento. As cobras não venenosas, são abundantes, principalmente em torno dos açudes. Dentre as cobras venenosas as mais temidas são a jararaca, a cascavel e a coral verdadeira.

Em termos de habitat, a maioria dos répteis da região vive nas caatingas e capoeiras (camaleões, tejus, tijubinas), muito embora diversas espécies de ofídeos e lagartos visitem com freqüência o ambiente lacustre/ribeirinho. Nas áreas antrópicas é relativamente comum a presença de calangos.

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

A maioria dos insetos vive nas áreas de caatinga e várzeas dos cursos d'água, sendo o número de espécies que freqüenta as zonas antrópicas, também, relativamente significativo, com destaque para: bicudo do algodoeiro, mosca comum, muriçoca, grilo, gafanhoto, barata, entre outros. A classe Aracnida encontra-se representada pelas aranhas, escorpiões e lacraias, tendo como habitat preferencial, a caatinga, constituindo exceção algumas espécies de aranhas que ocorrem, também, nas áreas de várzeas e zonas antrópicas.

A ictiofauna dos rios da região é pobre e altamente adaptada à ecologia regional. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, cará, piaba, piau comum e camarão pitu (crustáceo). Foi constatada na área a presença da traíra, do tucunaré, da pirambeba e da piranha, espécies carnívoras consideradas inimigas da piscicultura. Algumas espécies de peixes (curimatã, piau, piaba) descem e sobem o rio "mãe" na época da desova, fenômeno conhecido como piracema. Foi constatada a presença de espécies icticas exóticas, aclimatizadas nos açudes da região, como a carpa comum e a tilápia do Nilo, bem como espécies provenientes de outras bacias nacionais como o tucunaré comum e o tambaqui da Bacia Amazônica.

Já os anfíbios, representados pelas famílias dos bufonídeos (sapos) e ranídeos (rãs) vivem nas áreas de entorno dos cursos d'água, alimentando-se preferencialmente de insetos.

3.3.3 - ESPÉCIES FLORÍSTICAS E FAUNÍSTICAS ENDÊMICAS

Não existe para o Estado do Ceará, estudo específico sobre as espécies florísticas e faunísticas endêmicas de determinadas regiões do seu território. Assim sendo, optamos por consultar listagens das principais espécies vegetais e faunísticas nativas que estão ameaçadas de extinção. Constata-se que apenas cinco espécies florísticas encontradas no território cearense integram a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção: *Astronium urundeuva* Engl. (Aroeira da Serra ou Aroeira Legítima), *Schinopsis brasiliensis*

Engl. Var glabra Engl. (Braúna), *Dorstenia cayapia* Vell. (Contra-Erva), *Pilocarpus trachylophys* Holmes (Jaborandi-do-Ceará ou Arruda do Mato) e *Pilocarpus jaborandi* Holmes (Jaborandi Branco). As duas primeiras espécies estão enquadradas na categoria vulnerável, enquanto que as demais se encontram em perigo de extinção.

Por sua vez, nos estudos desenvolvidos para o Projeto Áridas pelo convênio FUNCEME/UECE/SEMACE (1994) é apresentada uma listagem das principais espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado do Ceará, contando com 38 espécies, das quais apenas cinco ocorrem na região onde será implementado o projeto ora em análise, estando todas enquadradas na categoria vulnerável, são estas: pereiro preto (*Aspidosperma pyriformium*), pau d'arco roxo (*Tabebuia impetigiosa*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), jucá (*Caesalpinia ferrea*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

Com relação às espécies faunísticas ameaçadas de extinção no território cearense, foram efetuados levantamentos de dados junto ao IBAMA e a SEMACE. Das espécies que ocorrem na região do empreendimento ora em análise, apenas três integram as listagens, fornecidas por estes órgãos, estando duas enquadradas na categoria de espécie ameaçada de extinção (gato do mato - *Felis tigrina* e gato maracajá - *Felis Wiedii*) e outra na categoria vulnerável à avoante (*Zenaida auriculata*).

3.3.4 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A região do estudo conta apenas com uma unidade de conservação, a Estação Ecológica do Castanhão representativa do ecossistema de Caatinga. A referida unidade de conservação encontra-se em fase de estudo pela SEMACE para regulamentação do diploma legal, devendo contar com uma área de no mínimo 800ha, e embora englobe terras dos municípios de Jaguaribara e Alto Santo, na região da Serra da Micaela, não será afetada pelo empreendimento. Com efeito o açude Figueiredo não irá interferir com a área da referida unidade de conservação, nem tão pouco irá resultar em pressão antrópica sobre seu território, visto que esta dista de 10 a 15km da sua bacia hidráulica.

3.4 - MEIO ANTRÓPICO

3.4.1 - ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL

3.4.1.1 - Municípios Beneficiados com Abastecimento d'Água

a) Aspectos Demográficos

Compõem a área de influência funcional do empreendimento, os municípios de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê, que em conjunto ocupam uma área geográfica de 3.319,8km², correspondendo a 2,3% do território estadual. De acordo com o IBGE, em 2000, a população total para o conjunto dos municípios contemplados era constituída por 55.742 habitantes. Em termos de distribuição da população total por local de residência, constatou-se que 41,62% das pessoas residiam na zona urbana e 58,38% na zona rural. A cidade de Iracema se constitui no maior centro urbano da área de estudo, razão pela qual este município detém a maior taxa de urbanização, 62,84%.

A densidade demográfica calculada para o conjunto dos municípios foi de 16,79 hab/km², bem menor que a carga demográfica constatada para o Estado (46,5 hab/km²).

A análise da taxa anual de crescimento da população total verificada no período intercensitário de 1991/2000, revela para o conjunto dos municípios, estagnação na população total e incremento na população urbana, com taxas de 0,22% e 2,90% ao ano, respectivamente. Com relação à taxa de crescimento da população rural, verificou-se uma evasão populacional de -1,33% ao ano. O fluxo migratório campo/cidade vem sendo agravado por fatores como pecuarização da agricultura, concentração da estrutura fundiária e ausência de empreendimentos fixadores da mão-de-obra, além dos sucessivos períodos de seca que assolam a região. Tal processo se mostra gerador de graves problemas sociais, uma vez que a infra-estrutura dos centros urbanos receptores não está preparada para receber esse excedente.

b) Indicadores Sociais

Analisando o nível de instrução da população, em 2000, observou-se que a taxa de analfabetismo constatada para o conjunto dos municípios atinge 35,1% de analfabetos entre a população maior de dez anos de idade, valor mais elevado que o registrado para o Estado do Ceará (24,7%). Os municípios de Ererê e Potiretama foram os que apresentaram situações mais críticas, atingindo taxas de 39,2 e 37,5%, respectivamente. A menor taxa de analfabetismo nessa faixa etária foi observada no município de Iracema (32,4%).

Quanto aos Índices de Desenvolvimento Humanos Municipais (IDH-M) apresentados pelos municípios que integram a área de estudo, os dados publicados pelo PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro relativos ao ano de 1991, revelam que todos os municípios apresentaram valores do IDH-M baixos, oscilando entre 0,383 e 0,413, estando bem abaixo das médias estadual e nacional que foram de 0,517 e 0,742, respectivamente.

Quanto ao PIB per capita, os dados do IPLANCE para o ano de 1996, revelam que os municípios de Ererê e Potiretama são os que apresentam menor nível de renda por habitante na área do estudo, respondendo por R\$ 1.470,62 e R\$ 1.568,36, respectivamente. Os municípios de Iracema (R\$ 1.828,13) e Pereiro (R\$ 1.975,40) apresentam valores relativamente aproximados, enquanto que Alto Santo responde pelo PIB per capita mais alto da região (R\$ 3.655,31).

Em relação à distribuição de renda, os dados do IBGE (1991) indicam que 82,36% a 93,64% dos chefes de domicílios dos municípios estudados recebem mensalmente rendimentos menores que dois salários mínimos, comprovando o baixo padrão de vida da população.

c) Saneamento Básico

O abastecimento d'água nos núcleos urbanos da área do estudo é operado pela CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Em 2000, a área contemplada contava com 5.308 economias ativas, atendendo a um total de 5.115 domicílios, o que corresponde a um índice de cobertura de 46,92%. Com exceção de Iracema, cujo índice de cobertura atendia a 70,0% do total de domicílios, as demais cidades apresentaram baixos índices de cobertura, com valores oscilando de 34,75% a 43,65%.

Quanto a fonte hídrica dos sistemas de abastecimento d'água, as cidades de Iracema, Potiretama e Pereiro utilizam mananciais de superfície (açudes Ema/Canafistula, Bom Jardim e Adauto Bezerra), enquanto que Ererê e Alto Santo adotam o uso de águas subterrâneas (poços amazonas e/ou tubulares). Os sistemas produtores estão sujeitos as secas que assolam a região, com os reservatórios chegando a apresentar reduções significativas do volume armazenado durante os períodos de estiagens, comprometendo o suprimento dos núcleos urbanos a estes vinculados. Situação semelhante é vivenciada pelos aquíferos Aluviais, que apresentam depleção do lençol freático.

Quanto ao esgotamento sanitário, segundo informações da CAGECE, os núcleos urbanos da área do estudo não são dotados com sistema de coleta e tratamento de esgotos. De acordo com o Censo Demográfico de 2000 do IBGE, o destino dos efluentes sanitário nos municípios da área do estudo apresenta um predomínio do uso de fossas rudimentares (43,97%), aparecendo em seguida às fossas sépticas com 21,35%, enquanto que o número de domicílios que não contam com qualquer instalação sanitária apresenta-se relativamente representativo, atingindo 36,46%.

Quanto ao destino dos resíduos sólidos, segundo dados do Censo Demográfico de 2000, o conjunto dos municípios da área do estudo conta com 38,18% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública. A cidade de Iracema é a que apresenta melhor situação, contando com uma cobertura da coleta pública de lixo superior a 65,0% dos seus domicílios. Os núcleos urbanos com piores percentuais de atendimento estão representados pelos povoados de São José, que não conta com sistema de coleta, Crioulos, Canindezinho e Castanhão, além da sede municipal de Potiretama, com índices de cobertura de 0,3%, 7,7%, 28,0% e 19,3%, respectivamente.

d) Indicadores de Saúde

As Taxas de Mortalidade Infantil apresentam-se mais elevadas nos municípios de Alto Santo e Pereiro atingindo, no ano de 1999, 39,20‰ e 37,50‰, respectivamente. Ererê foi o município que apresentou menor valor para a TMI, com 9,60‰, enquanto que nos municípios de Iracema e Potiretama estes valores foram de 20,73‰ e 27,20‰.

O Programa de Saúde da Família conta, nos municípios da área do estudo, com 137 agentes de saúde acompanhando 11.833 famílias, o que resulta num contingente populacional assistido da ordem de 52.161 pessoas.

Os resultados obtidos pelo referido programa no ano de 1998, revelam que, dentre as crianças assistidas foram constatados percentuais de 30,0% a 58,0% de crianças até quatro meses de idade só mamando, ainda longe do ideal de 100,0% de mães amamentando. Dentre as crianças de 0 a 11 meses de idade, 84,0 a 95,0% estavam com as vacinas em dia e 8,0 a 14,0% encontravam-se subnutridas, este último percentual se eleva quando se trata da faixa etária de 12 a 23 meses, atingindo de 19,0 a 24,0% de crianças subnutridas. O índice de crianças propensas a adoecerem ou morrerem em virtude do baixo peso ao nascer ser inferior a 2,5kg chegou a 4,8 em Ererê, 5,1 em Alto Santo e Pereiro, 5,8 em Iracema e 8,3 em Potiretama.

Quanto à infra-estrutura do Setor Saúde dos municípios, em 1998, as relações leitos/habitantes apresentavam-se deficitárias, variando de 1,11 a 2,32 leitos para cada grupo

de 1.000 habitantes, quando o recomendável pela OMS é de 5 leitos/1.000 habitantes. Essa deficiência também é sentida na relação unidades de saúde/habitantes, onde se verifica menos de uma unidade de saúde para atender 1.000 habitantes em todos os municípios da área do estudo.

Quanto ao número de médicos por habitante, dos municípios estudados apenas Potiretama atingiu a marca favorável de um médico para cada 958 habitantes, menor que a relação recomendada pela OMS que é de 1 médico/1.000 habitantes. Os demais municípios apresentaram valores ligeiramente superiores ao estabelecido pela OMS, com esta relação atingindo 1:1.184 em Alto Santo, 1:1.260 em Ererê, 1:1.095 em Iracema e 1:1.010 em Pereiro.

e) Identificação das Doenças de Veiculação ou Origem Hídrica

Na região onde será implantado o açude Figueiredo, todos os municípios apresentam-se indenes em relação à incidência de esquistossomose, conforme dados da FUNASA, referentes ao ano de 1999. Ressalta-se, no entanto, que a FUNASA e a Secretaria Estadual de Saúde mantêm controle da doença nos municípios de Alto Santo e Iracema, tendo em vista a existência de perímetros de irrigação em seus territórios. Outra doença grave identificada na região foi a hepatite, que teve no período de 1995/99, 92 casos notificados na região, distribuídos pelos municípios de Potiretama (35 casos), Alto Santo (32 casos) e Iracema (25 casos).

Dentre as doenças de veiculação hídrica, a diarreia se destaca com maior número de casos notificados nos municípios considerados. Em 1997, foram notificados 647 casos em Alto Santo, 529 casos em Iracema, 514 casos em Potiretama, 457 casos em Pereiro e 213 casos em Ererê. A falta de infra-estrutura de saneamento básico é apontada como a principal causa de incidência dessa doença, ocorrendo sobretudo na zona rural e no período das chuvas, quando as fontes de abastecimento humano ficam vulneráveis à contaminação.

Embora não esteja inclusa no rol das doenças de veiculação ou de origem hídrica, merece destaque a ocorrência na região de 12 casos de leishmaniose visceral (calazar) no período 1995/99, a maioria destes concentrados no município de Iracema (83,3%), tendo sido constatado nos municípios de Alto Santo e Pereiro apenas um caso isolado em cada. Esta doença crônica sistêmica tem como transmissor um mosquito hematófago, o flebótomo *Lutzomyia longipalpis* e tem sua expansão geográfica associada a fatores como condições precárias das habitações, seca, queimadas e desmatamentos.

f) Atividades Econômicas

Setor Primário

De acordo com o IBGE, em 1995, a atividade agropecuária predominante nos municípios contemplados era a agricultura, participando com 52,2% do valor bruto da produção do setor. Nos municípios de Alto Santo, Pereiro e Potiretama, a agricultura responde por 64,55%, 53,5% e 64,67% da renda agropecuária, enquanto que em Ererê e Iracema observa-se um predomínio da pecuária na formação do VBP do setor, respondendo por 71,8% e 73,75%, respectivamente.

Em termos de área colhida, sobressaiam-se, em 1999, as culturas da feijão e milho, com um total de 16.140ha e 10.770ha colhidos, respectivamente. Em seguida vinha a castanha de caju, com 7.907ha cultivados e o algodão herbáceo com 3.150ha. Quanto ao valor da produção, a cultura mais representativa foi o feijão, vindo logo em seguida a castanha de caju e o algodão herbáceo.

A pecuária do conjunto dos municípios estudados apresentava como principal efetivo de grande porte, em 1995, o rebanho bovino (39.617 cabeças) voltado para a produção de leite. Quanto aos efetivos de pequeno e médio porte, destacaram-se os planteis avícola com 120.677 cabeças, ovino (26.812 cabeças) e suíno (19.386 cabeças). Geralmente, boa parte desses efetivos de pequeno e médio porte é destinada à subsistência dos produtores.

Setor Secundário

O setor industrial dos municípios da área de influência funcional dispunha, em 1998, de 43 estabelecimentos cadastrados, sendo 41 estabelecimentos (95,34%) referentes à indústria de transformação. O maior número de estabelecimentos industriais pertencia ao gênero Produtos Alimentares totalizando 14 estabelecimentos (32,56% do total de indústrias), seguindo-se o gênero das indústrias de Produtos de Minerais Não Metálicos com 13 indústrias (30,23%).

No município de Alto Santo foi observado o maior número de indústrias de transformação com 18 estabelecimentos, ou seja, 43,90% do total. Também foi este município o que apresentou maior número de cerâmicas, representando 66,67% do total de indústrias do ramo. Outro município que se destaca em número de indústrias é Iracema, contando com 15 estabelecimentos (36,58% do total), destacando-se os gêneros de Produtos Alimentares e Perfumaria, Sabões e Velas com quatro estabelecimentos cada.

Setor Terciário

Quanto ao setor terciário foram cadastrados, em 1998, 456 estabelecimentos comerciais, na sua grande maioria pertencente ao ramo do comércio varejista, e 23 estabelecimentos prestadores de serviços na região estudada. Os principais estabelecimentos de comércio varejista pertenciam aos ramos de Produtos de Gênero Alimentício e Vestuário, Tecidos, Calçados, Armarinhos e Miudezas. Os municípios de Iracema e Pereiro detinham 39,91% e 23,68% das casas comerciais e 47,83% e 34,78% dos estabelecimentos de serviços existentes na área do estudo, respectivamente.

g) Estrutura Fundiária

Em 1999, conforme dados do INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, verificou-se no conjunto dos municípios, a existência de 2.566 estabelecimentos rurais ocupando uma área de 207.151,8ha. Desse total, 73,97% dos imóveis são classificados como minifúndio, ocupando um pequeno percentual da área total (15,28%). Por outro lado, as propriedades classificadas como média/grande, ocupando 57,98% da área, representam somente 6,47% do total de estabelecimentos rurais.

Nos municípios da área do estudo foi contatada a existência, em 1999, de oito projetos de assentamento do INCRA, abrangendo uma área total de 11.460ha, chegando a representar

4,8% da área com projetos de assentamento do Estado. Estes assentamentos encontram-se concentrados nos municípios de Alto Santo e Iracema, com quatro assentamentos cada, beneficiando um total de 370 famílias. Destes assentamento, um encontra-se incluso na área da bacia hidráulica do futuro açude Figueiredo, o Assentamento Boa Esperança (Pilar), que conta com uma área de 1.128ha, beneficiando 32 famílias.

3.4.1.2 - Áreas Beneficiadas com Aproveitamento Hidroagrícola

Sendo o Ceará um estado com fraca oferta de terras agricultáveis, é extremamente importante que os solos de melhor qualidade sejam bem aproveitados. O estado tem seu potencial de terras irrigáveis factíveis de aproveitamento por contarem com infra-estrutura hídrica desenvolvida ou a desenvolver, estimado em 200.000ha, distribuído em cinco grandes blocos, dos quais a região do Baixo Jaguaribe é a que apresenta maior potencial, respondendo por 50,0% do total. As sub-bacias do Alto/Médio Jaguaribe, por sua vez, respondem por cerca de 7,0% do total, estando as áreas irrigáveis destas sub-bacias concentradas na região de Iguatu.

Do ponto de vista da oferta hídrica, estas sub-bacias apresentam a água como fator essencial, limitante e condicionante do desenvolvimento do potencial agrícola dos solos. Desta forma, faz-se necessário para o desenvolvimento harmônico destas regiões, que sejam adotadas medidas visando um melhor aproveitamento do binômio solo-água.

Atualmente a região do Baixo Jaguaribe conta com os seguintes perímetros irrigados em operação: Jaguaruana (202ha), no município homônimo e Jaguaribe/Apodi (3.669ha), em Limoeiro do Norte. Com implantação prevista no território desta sub-bacia figuram quatro novos projetos, os quais deverão apresentar no horizonte do ano 2030 a seguinte configuração: Eixo Castanhão-Icapuí (5.000ha), englobando áreas dos municípios de Icapuí, Jaguaruana e Aracati; Apodi - Ceará (5.000ha), abrangendo terras de Quixeré e Jaguaruana; Tabuleiros de Russas (2ª Etapa - 5000ha) em Russas e Baixo Jaguaribe (10.000ha), este último abrangendo terras dos municípios de Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte, Quixeré, Jaguaruana e Itaiçaba. Prevê-se, ainda, o aumento da área irrigada do projeto Jaguaribe-Apodi para 5.393ha.

O Alto Jaguaribe não conta com perímetros irrigados em operação, estando prevista a irrigação intensiva de 7.800ha, no ano 2030, através da implantação do projeto Chapada e Várzeas de Iguatu, abrangendo terras dos municípios de Iguatu e Quixelô.

A região do Médio Jaguaribe, por sua vez, conta com os seguintes perímetros em operação: Xique-xique (125ha) em Alto Santo; Altinho (204ha) em Tabuleiro do Norte e Ema (42ha) no município de Iracema, com o primeiro devendo ter sua área elevada para 560ha no horizonte do ano 2030. O Projeto Curupati (529ha) encontra-se em fase de implantação e o Projeto Chapadão do Castanhão, a ser implantado, prevê a irrigação intensiva de 5.000ha em 2030.

Com a construção do açude Figueiredo, a alocação dos recursos hídricos vislumbrada pela SRH prevê o desenvolvimento hidroagrícola das regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe, perfazendo um incremento total da área irrigada na Bacia do Jaguaribe de 8.800ha.

3.4.1.3 - Áreas Beneficiadas com a Laminação de Cheias

A região do Baixo Jaguaribe é sistematicamente assolada por grandes enchentes, sendo as maiores que se tem registro as ocorridas em 1922, 1924, 1926, 1960, 1974, 1985 e 1989. A área atingida pelas enchentes nesta região engloba o território de nove municípios (Alto Santo, Tabuleiro do Norte, São João do Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Russas, Quixeré, Itaiçaba, Jaguaruana e Aracati), justamente onde se concentram as melhores e mais contínuas extensões de solos daquele vale, cerca de 35.000ha de Aluviões agricultáveis.

Segundo dados fornecidos pelo DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, as vazões máximas observadas no rio Jaguaribe, em Orós, que controla uma bacia de drenagem de 25.000km² e Peixe Gordo (48.000km²) atingiram na cheia de 1985, 4.197m³/s e 5.600m³/s, respectivamente, valores pouco inferiores aos registrados na cheia de 1974, considerada uma das maiores já ocorridas na região. Os valores dos picos de cheia para vários intervalos de recorrência no rio Jaguaribe, em Peixe Gordo, podem ser visualizados no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Valores dos Picos de Cheia no Rio Jaguaribe, em Peixe Gordo, Segundo os Períodos de Recorrência

Tempo de Recorrência	Valores de Pico (m ³ /s)
5	3.250
10	4.650
25	5.800
50	6.800
100	7.950
250	9.200
500	10.100
1.000	11.200

FONTE: BORGES, M. C. A., As Enchentes no Vale do Jaguaribe: Dimensões, Frequência e Alternativas de Controle. Fortaleza, DNOCS, 1988.

Os açudes Orós e Arrojado Lisboa, cujas cheias foram estimadas em 400 anos, regularizam estas vazões, reduzindo as suas frequências para períodos de retorno de 50 e 25 anos, o que comprova o extraordinário efeito de amortecimento desses reservatórios nas cheias de 1974 e 1985. No entanto para complementar a defesa contra inundações de todo o Baixo Jaguaribe, considerando que a calha do mesmo não comporta vazões superiores a 3.000m³/s, faz-se necessário a construção de novos barramentos, que deverão ser complementados com outras obras, tais como dragagens e retificação de rios e estabelecimento de programas de reflorestamento, entre outras.

Levantamentos efetuados pela Defesa Civil do Estado do Ceará e pela EMATER, em meados de 1989, permitem visualizar a situação de calamidade pública que se abate sobre os municípios do Baixo Jaguaribe por ocasião das enchentes. Em 1989, última grande cheia de que se tem registro, o número de desabrigados atingiu um contingente populacional de 95.490 pessoas, ou seja, 37,83% da população total do conjunto dos municípios atingidos. A safra agrícola foi drasticamente reduzida, com a submersão de cerca de 45,0% da área cultivada, afetando principalmente as culturas do milho, feijão e algodão herbáceo. Além da destruição das plantações, alguns reservatórios de pequeno e médio porte arrombaram, levando

quilômetros de estradas vicinais, por onde escoava a produção agropecuária. Cidades ficaram inundadas por quase dois meses, tendo suas atividades industriais e terciárias quase totalmente paralisadas, outras ficaram isoladas. A pecuária sofreu perdas incalculáveis.

Do ponto de vista sanitário, a população fica a mercê da situação, instalados em barracas, com todas as limitações que este problema impõe. Além disso, o contato freqüente com a água eleva consideravelmente os riscos de contágio de doenças de veiculação ou de origem hídrica, o que é agravado pelo fato da elevação do lençol freático se dar em cidades que utilizam, basicamente, o sistema de fossas sépticas e rudimentares, para escoamento dos efluentes sanitários.

Devem, ainda, serem agregados os custos incorridos com o desenvolvimento de programas emergenciais de atendimento as vítimas das enchentes pelo Governo Estadual, os quais incluem além da distribuição de alimentos, barracas, remédios e agasalhos, a distribuição de sementes selecionadas e o fornecimento de crédito de custeio, visando minorar os prejuízos causados a agricultura. No que se refere a infra-estrutura física, a recuperação de estradas e prédios danificados, em geral, são postos em segundo plano, muitas vezes não chegando a serem recuperados.

Com a implantação do açude Castanhão, ora em construção, parte destes problemas serão sanados uma vez que este reservatório contará com um volume previsto para controle de cheias de até 100 anos de período de retorno, compreendido entre os níveis 100 e 106m de $2,3 \times 10^6 \text{m}^3$. Do estudo de operação do açude Castanhão resultaram as vazões laminadas apresentadas no Quadro 3.4. Ressalta-se que, como o rio Figueiredo não tem suas vazões afluentes controladas pelo açude Castanhão, mesmo com o advento da construção deste reservatório ele continuará contribuindo com volumes de cheias ao Baixo Jaguaribe, só sendo esta situação contornada com a construção do açude Figueiredo ora em análise.

Quadro 3.4 - Laminação das Enchentes

Período de Retorno	Vazão Afluente (m^3/s)	Vazão Efluente (m^3/s)	Volume de Enchente (10m^3)	Observações
100 anos	6.484	2.480	-	Para vazões maiores que $6.484\text{m}^3/\text{s}$ serão abertas todas as comportas
10.000 anos	17.350	12.345	2.435	
EMP	23.200	14.820	4.285	

FONTE: DNOCS/Consórcio HIDROSERVICE/NORONHA, Elaboração do Projeto Executivo da Barragem Castanhão. Volume I - Textos. S. Paulo, 1988. 54 pp. (Relatório de Estudos Hidrológicos).

3.4.2 - ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA

3.4.2.1 - Generalidades

A pesquisa de campo realizada na área da bacia hidráulica do açude Figueiredo, em meados de agosto de 2002 por equipe do Consórcio COBA/VBA, englobou 30 propriedades, representando 11,0% do total de propriedades atingidas pela implantação do reservatório. As propriedades pesquisadas compreendem uma área total de 14.291,95ha estratificados em classes de propriedades, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.5

Quadro 3.5 - Distribuição das Propriedades Pesquisadas

Estrato de Área (ha)	Nº de Propriedades Pesquisadas	% sobre o Nº Total	Área Total (ha)	% sobre a Área Total
< 50	8	26,7	234,55	1,6
50-100	5	16,7	390,40	2,7
100-500	10	33,3	2.702,60	19,0
> 500	7	23,3	10.964,40	76,7
Total	30	100,0	14.291,95	100,0

FONTE: COBA/VBA, Pesquisa de Campo, 2002.

Observa-se que as propriedades com menos de 50ha correspondem a 26,7% do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 1,6% da área total, por outro lado, as propriedades com mais de 500ha, representando apenas 23,3% do número total de imóveis ocupam 76,7% da área total, caracterizando uma forte concentração da ocupação da terra.

Constatou-se, ainda, na área da bacia hidráulica a presença de um assentamento do INCRA (Assentamento Boa Esperança), situado as margens do rio Figueiredo, contando com 32 famílias alojadas em lotes de 39ha cada.

3.4.2.2 - Situação dos Imóveis

Constata-se que grande parte dos proprietários (66,7%) reside no imóvel pesquisado, enquanto que os não residentes têm domicílio estabelecido em outra propriedade em localidades próximas (Vila de São José), em cidades da região (Iracema e Limoeiro do Norte) ou em outro estado (Rio Grande do Norte).

Com relação à exploração da terra, verifica-se uma predominante participação de proprietários nesta atividade (86,7%), aparecendo em escala bastante reduzida, a exploração através de arrendamento (10,0%) e parceria (3,3%). Quanto à situação jurídica, todos os imóveis pesquisados são legalmente registrados.

3.4.2.3 - Aspectos Demográficos

Residem atualmente na área pesquisada 166 pessoas, compreendendo 39 famílias e abrangendo proprietários residentes e moradores. A população da área é relativamente jovem, visto que 30,1% tem menos de 18 anos de idade e apenas 14,5% são maiores de 60 anos. As famílias são numerosas, com 4,3 pessoas, em média. Observa-se ainda que há uma supremacia do percentual de pessoas pertencentes ao sexo masculino (52,4%) sobre às pertencentes ao sexo feminino (47,6 %).

Quanto aos aspectos demográficos da área da bacia hidráulica do açude Figueiredo como um todo, esta apresenta, em geral, densidade demográfica rarefeita, sendo relativamente comum à presença de habitações desocupadas. As maiores concentrações populacionais estão associadas a três pequenos povoados aí existentes (São José, Pilar e Lapa). Analisando distribuição da população pelos povoados atingidos observa-se que os núcleos urbanos de São José e Pilar apresentam praticamente o mesmo porte, contando com 74 e 99 habitantes, respectivamente. O povoado de Lapa apresenta contingente populacional um pouco mais expressivo, contando com 150 habitantes, dos quais apenas 50,0% residem na parte do povoado que será atingida.

Por estarem localizados as margens do rio Figueiredo, os povoados de São José e Pilar (Assentamento Boa Esperança), terão suas áreas submersas. O povoado de Lapa, por sua vez, só teria sua área submersa a partir da cota (105,0), estando apenas com parte de seu território localizado na faixa de proteção do reservatório. Ressalta-se que, dado o pequeno porte apresentado pelos referidos povoados, as populações aí residentes serão consideradas para fins de reassentamento como populações rurais, não sendo previsto a relocação destes núcleos urbanos.

A população a ser desalojada da área da bacia hidráulica do açude Figueiredo perfaz um contingente de 480 pessoas, distribuídas em 112 famílias. Deste contingente populacional, 51,67% estão associados aos povoados de São José, Pilar e Lapa, enquanto que o restante encontra-se distribuído pelas propriedades rurais.

Com base nos valores apresentados, pode-se afirmar, que dado o grande porte apresentado pelo açude Figueiredo, o contingente populacional a ser remanejado (480 pessoas) apresenta-se pouco expressivo. Além disso, diversas propriedades contarão com áreas remanescentes, nas quais parte deste contingente populacional certamente será reassentado.

3.4.2.4 - Terras Indígenas

De acordo com informações fornecidas pela FUNAI - Fundação Nacional do Índio, não há ocorrência de reservas indígenas na área da bacia hidráulica do futuro açude Figueiredo, nem tão pouco nos territórios dos municípios que integram a Sub-bacia do Médio Jaguaribe.

3.4.2.5 - Aspectos Sociais

a) Nível de Instrução

Considerando-se a população maior de 8 anos de idade, 56,3% se enquadram como analfabetos e semi-analfabetos, o que pode ser considerado como um número relativamente elevado, mesmo se tratando de uma área situada no sertão nordestino.

A área conta com dois grupos escolares ministrando o 1º grau menor, localizados nos povoados de São José e Pilar, cuja qualidade de ensino é considerada fraca. O trajeto escolar-moradia é feito geralmente a pé ou de bicicleta. A evasão escolar é grande, principalmente quando falta a merenda escolar e durante o período chuvoso, quando os jovens ajudam os pais na agricultura. Constatou-se ainda a presença de um grupo escolar desativado na zona rural.

b) Saúde

Segundo os indicadores levantados por ocasião da pesquisa de campo, a área apresenta uma deficiente infra-estrutura do setor saúde, contando apenas com um posto de saúde localizado no povoado de São José. Qualquer tipo de tratamento médico requer que a população se desloque para as sedes municipais de Alto santo, Potiretama ou Iracema. As principais moléstias detectadas na população são doenças respiratórias, verminoses, desenterias e desnutrição. A vacinação é efetuada geralmente, nos postos de saúde do povoado de São José.

As condições sanitárias vigentes na área são, em grande parte, responsáveis pelo agravamento dos padrões de saúde. Observa-se que boa parte das residências (63,3%) são dotadas de instalações sanitárias, com os dejetos humanos sendo depositados em fossas. Em contrapartida as águas servidas são, em geral, lançadas a céu aberto. O suprimento d'água para consumo humano é obtido, em geral, de cacimbas (63,3%). Cerca de 20,0% dos entrevistados, por sua vez, tem como fonte de abastecimento d'água para consumo humano chafarizes situados nos povoados da área. O tratamento dado à água de beber é bastante satisfatório, visto que todas as famílias entrevistadas praticam a filtração.

c) Associativismo

Não foi constatada na área englobada pela pesquisa, a formação de grupos sociais que através da organização comunitária procurem conseguir superar os obstáculos existentes melhorando assim a qualidade de vida da área. A participação dos entrevistados em sindicatos existentes na região é significativa, pois 66,7% dos entrevistados declararam ser filiados à sindicatos rurais. A frequência de participação nas reuniões promovidas por estas entidades também é bastante razoável, visto que todos os entrevistados comparecem mensalmente. Quanto a participação dos entrevistados em cooperativas, esta se apresenta menos expressiva com apenas 23,3% destes estando associados em cooperativas.

d) Força de Trabalho

O contingente da população residente que se encontra apto aos trabalhos agrícolas perfaz 124 habitantes. O trabalho dos indivíduos de baixa idade, das mulheres e dos idosos não pode ser computado como jornada integral de que possa dispor a região para os trabalhos agrícolas.

A força de trabalho real da área pesquisada foi estimada em 80,0 jornadas diárias. Considerando que o número de famílias é de 39, obtém-se uma força de trabalho média de 2,05 jornadas/família/dia.

O caráter sazonal da atividade agrícola implica em picos elevados de emprego em determinadas épocas do ano (plantio e colheita), enquanto que, na entressafra a mão-de-obra fica totalmente ociosa. As dificuldades impostas pela semi-aridez da região induzem o homem a migrar para outras regiões em busca de maiores oportunidades de emprego. Foram constatadas emigrações para o sul do país (São Paulo).

e) Infra-estrutura de Uso Público Atingida

Com a formação do reservatório proposto diversas infra-estruturas de uso público serão submersas na área da bacia hidráulica fazendo-se necessário suas relocações.

O setor educacional da área englobada pela bacia hidráulica do açude Figueiredo encontra-se composto por dois grupos escolares ministrando o ensino de 1º grau, os quais estão localizados nos núcleos urbanos de São José e Pilar (Assentamento Boa Esperança). Foi constatada, ainda, a presença de um grupo escolar na zona rural, o qual encontra-se desativado.

O setor saúde da área da bacia hidráulica do açude Figueiredo encontra-se representado apenas pelo posto de saúde de São José, o qual conta com visitas periódicas de um médico e de uma enfermeira para atendimento da população.

A presença de necrópoles na área da bacia hidráulica do reservatório, apresenta-se pouco representativa, contando apenas com dois cemitérios localizados nos povoados de São José e Pilar, perfazendo ao todo 65 e 8 túmulos, respectivamente.

O setor elétrico encontra-se representado por redes de distribuição de baixa tensão (trifásica e/ou monofásica). A rede monofásica a ser submersa na área da bacia hidráulica perfaz uma extensão de apenas 3,61km. Quanto à extensão da rede trifásica a ser submersa esta perfaz 25,67km.

O setor rodoviário da bacia hidráulica é constituído preferencialmente por estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais e aos núcleos urbanos aí existentes. A formação do reservatório, no entanto, resultará, também, na submersão de um trecho da CE-138, rodovia pavimentada que interliga Alto Santo ao município de Iracema. Assim sendo, faz-se necessário à implementação de um desvio da referida rodovia, cuja extensão será de 5,2km.

Além disso, encontra-se em fase de implantação na região do açude Figueiredo, a rodovia CE-470, que interligaria Potiretama a CE-138. Com o advento da construção do referido reservatório, o projeto desta rodovia teve de ser submetido a alterações, tem sido proposto a substituição do trecho de 10,97km projetado na área da bacia hidráulica pela construção de um desvio, cuja extensão será de 17,78km.

Outras infra-estruturas de uso público que serão afetadas na área da bacia hidráulica do açude Figueiredo são a igreja e a creche de São José. Constata-se, ainda, em São José a existência de um sistema de abastecimento d'água centrado na captação d'água num poço profundo, sendo posteriormente desalinizada e armazenada num reservatório elevado, o qual atende ao grupo escolar aí existente e as habitações deste povoado.

3.4.2.6 - Aspectos Econômicos

a) Exploração Agrícola

Para a área de influência física como um todo, a superfície total cultivada na área da pesquisa é de 879,5ha, representando apenas 6,2% da área total pesquisada, demonstrando as dificuldades da área em termos de aproveitamento.

As culturas mais representativas, em termos de área ocupada, são o milho (32,5% da área total cultivada), seguindo-se o feijão com 18,7%, o sorgo com 10,0%, o capim elefante com 7,9% e o consórcio milho/feijão e o arroz com 7,1% cada. Ocorrem, ainda, na área, os cultivos de caju e algodão, representando 6,1 e 6,0% da área total produtiva, respectivamente.

Já em termos de valor da produção, a cultura mais representativa é o milho, contribuindo com 36,2% da renda agrícola, seguido do capim elefante com 18,6%, do arroz com 16,1% e do feijão com 15,3%. O autoconsumo atinge 89,7% da produção da área, estando centrado nas culturas do milho, feijão, arroz, batata-doce e macaxeira. As culturas com maior percentual comercializado são o algodão e a castanha de caju, ambos tendo suas

produções totalmente destinadas à comercialização. A comercialização da produção agrícola é feita, geralmente, logo após a colheita, na propriedade ou na sede do município, principalmente a comerciantes grossistas.

Quanto ao nível tecnológico da agricultura praticada observa-se que o uso de defensivos agrícolas é a mais prática mais difundida na área, sendo adotada por 76,7% dos agricultores. Em seguida aparece a mecanização com 66,7%. Ressalta-se, no entanto, que a maioria das propriedades são descapitalizadas em termos de equipamentos, sendo o uso da mecanização centrado no aluguel de tratores em associações de produtores rurais ou a particulares.

A irrigação, por sua vez, é praticada por 60,0% dos entrevistados. O método de irrigação adotado pela maioria dos agricultores é a aspersão convencional, sendo constatado também o uso de métodos gravitários (inundação).

De acordo com os entrevistados, a assistência técnica praticamente inexistente, visto que apenas um agricultor (3,3%) declarou receber ajuda técnica de entidade pública. O crédito agrícola quase não é utilizado, uma vez que apenas cinco proprietários utilizaram financiamentos nos últimos 5 anos.

b) Exploração Pecuária

O rebanho bovino apresenta-se mais representativo na área, sendo composto por 4.932 cabeças, fundamentando-se na criação extensiva de gado de leite. O criatório de animais de pequeno e médio portes, em termos absolutos, apresenta-se com certa significância, sendo destinado basicamente à subsistência dos agricultores. A densidade bovina média encontrada para a área pesquisada (34,51 cabeças/km²) é superior ao valor médio no Estado, que é de 15,07 cabeças/km².

Quanto a produção pecuária, o leite bovino assume grande importância, representando 60,8% do valor total da produção animal, vindo a venda de bovinos em pé em segundo lugar com 18,3%. As produções de leite caprino e de carnes caprina, suína e avícola são voltadas exclusivamente para o autoconsumo, enquanto que as produções de ovos e carne ovina são 81,4% e 98,3% destinadas ao autoconsumo. No geral, 80,2% da produção pecuária é voltada para a comercialização, enquanto 19,8% é autoconsumida.

A comercialização da produção de leite é feita, geralmente, na propriedade ou na sede do município, principalmente a unidades de beneficiamentos ou a intermediários (leiteiro), sendo esta última opção mais comum nas propriedades menores (< 50ha e de 50 - 100ha). Parte da produção de leite é destinada a fabricação artesanal de laticínios (queijo e manteiga), sendo esta última voltada principalmente para o autoconsumo, enquanto que a produção de queijo é quase toda comercializada com intermediários, tendo como destino além do mercado local, São Paulo, Rio Grande do Norte e Fortaleza. A venda de bovinos em pé, por sua vez, é feita geralmente na propriedade ou na sede o município, em qualquer época do ano, principalmente a marchantes ou outros criadores.

Alguns indicadores foram levantados de modo a retratar o nível tecnológico da pecuária da área, tendo-se observado que a vacinação, a vermifugação e combate a carrapatos são as práticas mais difundidas entre os criadores, sendo utilizadas por, respectivamente,

90,0%, 43,3% e 20,0% dos entrevistados. A administração de ração balanceada é prática pouco difundida na área, sendo adotada por apenas 3,3% dos criadores. A alimentação do rebanho é complementada com restos culturais e em algumas propriedades com forrageiras e com pastagem nativa melhorada. O uso do sal mineral é adotado por apenas 13,3% dos pecuaristas. Observou-se que o rebanho bovino não apresenta padrão racial definido, sendo classificado com SRD. Constatou-se ainda que 63,3% dos pecuaristas contam com reprodutores em seus rebanhos.

c) Exploração Extrativa

Essa atividade não constitui importante fonte de renda, contribuindo apenas com 0,1% para a formação do VBP. A exploração da carnaúba é a principal atividade extrativa, sendo a mesma exercida em quase todos os estratos de área, principalmente, naquele das propriedades > 500 há, tendo sua produção comercializada com intermediários para beneficiamento em fábricas de cera de carnaúba. A produção de oiticica (semente), por sua vez, é comercializada exclusivamente com fábricas de sabão da região.

d) Valor Bruto da Produção e Renda Líquida

Para a área de influência física como um todo, a atividade pecuária é a mais expressiva na formação do VBP (81,8%), seguindo-se a agricultura com 18,1% e o extrativismo vegetal com 0,1%. Isto comprova que a base econômica da área é a pecuária leiteira, praticada de forma extensiva. A agricultura da área, como demonstram os números, é pouco significativa, destinando sua produção à subsistência do homem do campo (89,7%). A pecuária destina 80,2% da sua produção à comercialização, tendo como principais produtos o leite bovino e a venda de bovinos em pé.

Deduzindo-se do VBP as cifras correspondentes às despesas agropecuárias, obtém-se a renda líquida, cujos valores são apresentados no Quadro 3.6.

Quadro 3.6 - Renda Líquida Anual⁽¹⁾

Estrato de Área (ha)	Renda Líquida (R\$)	Por Hectare (R\$)	Por Pessoa ⁽²⁾ (R\$)
< 50	94.681,84	403,67	1.972,54
50 - 100	40.539,30	103,84	2.133,65
100 - 500	280.741,39	103,88	3.119,35
> 500	458.213,01	41,79	7.511,69
Total	874.175,54	61,17	4.009,98

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

(2) Inclusive os familiares dos proprietários que residem fora da propriedade.

A renda líquida por hectare apresenta uma tendência de diminuição com o crescimento da área das propriedades, apresentando para a área total o valor de R\$ 61,17, cifra considerada por demais baixa. A renda "per capita" atinge para a área total um valor anual de R\$ 4.009,98, o que, em termos de salários mínimos mensais¹, corresponde a cerca de 167,0% do valor vigente. Tal valor se mostra ilusório, principalmente quando se considera a má distribuição dessa renda, pois os valores calculados diminuem quando se consideram as propriedades

¹ Salário mínimo vigente em janeiro de 2002 igual a R\$ 200,00.

menores, com a renda per capita mensal ficando abaixo do salário mínimo nas propriedades com áreas inferiores a 50ha e compreendidas entre 50-100ha.

Ressalte-se que esta renda deve ser acrescida de outros rendimentos identificados na área e de fontes não diretamente vinculadas à agropecuária, tais como aposentadorias rurais e outras atividades exercidas pelos proprietários. Entretanto, os valores indicados correspondem à quase totalidade da renda das famílias da área e, de modo particular, fornecem a renda agropecuária propriamente dita, parâmetro que tem maior interesse no estudo da renda da população.

Quanto ao setor secundário foi constatado na área da bacia hidráulica do reservatório como um todo apenas a presença de um pequeno fabrico artesanal de queijos, localizado na zona rural. Constatou-se, ainda, a presença de um engenho de cana-de-açúcar e de uma cerâmica, ambos apresentado suas atividades paralisadas.

3.4.2.7 - Expectativas da População

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

No que diz respeito à implementação do Açude Figueiredo é unânime o conhecimento da obra. Todos os entrevistados já ouviram falar do projeto, estando 90,0% destes de acordo com a implantação do empreendimento, pois acreditam que o mesmo promoverá o desenvolvimento da região através da grande irrigação, trazendo muitas oportunidades de emprego, além de solucionar o problema de escassez de recursos hídricos. Os proprietários que se apresentaram reticentes alegam o temor de não receberem preços justos por suas terras

Quando indagados sobre a possibilidade de ter que sair da área, a maioria (63,3%) declarou não ter para onde ir, expressando a necessidade de receber ajuda financeira do Governo. A respeito das indenizações, observou-se um certo receio de não receber indenizações justas e em tempo hábil por parte de 63,3% dos entrevistados, tornando evidente o descrédito de muitos nas ações do Governo. Quando indagados sobre a forma mais desejada de indenização todos os entrevistados foram unânimes em afirmar que preferem receber em dinheiro, com pagamento de preferência a vista.

Instados a indicarem locais para reassentamento da população desalojada, 50,0% dos entrevistados sugeriram a localidade de Sítio São Paulo alegando que esta se situa a jusante do barramento re conta com boas terras e acesso rodoviário facilitado. Outros 20,0% preferiram não opinar, enquanto que as sugestões apresentadas pelos restantes recaem sobre as localidades de Serra Caiada, Sítio Grossos, Fazenda Timbaúba, Varginha e Fazenda São Pedro.

3.4.2.8 - Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico

Não foi constatado na área da bacia hidráulica do futuro reservatório a ocorrência de monumentos históricos, sítios arqueológicos e paleontológicos, ou cavernas e grutas

tombados, em processo de tombamento ou apenas identificados preliminarmente pelos órgãos competentes.

Em consulta realizada ao IPHAN - Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - 4ª Coordenação Regional, sobre a ocorrência de sítios arqueológicos na região do estudo, este órgão informou que não constam em seus arquivos o registro de sítios arqueológicos nos municípios de Alto Santo, Iracema e Potiretama, o que não significa a inexistência destes na região.

Com efeito, a região em estudo possui grande significância histórica e cultural para o Ceará, nela localizando-se os primeiros núcleos de ocupação do Vale do Jaguaribe. Aí se instalaram as primeiras fazendas de gado do chamado Ciclo do Couro, na denominação de Capistrano de Abreu, durante o período de colonização européia, das quais se originaram vilas e cidades.

De acordo com os estudos desenvolvidos no âmbito do Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA do PROGERIRH, elaborado pela SRH, em meados de 2000, há indícios da existência de algumas ocorrências paleontológicas na região objeto do presente estudo. Tais ocorrências foram registradas no município de Alto Santo ocorrendo em áreas que distam de 10 a 50km da sede do município citado.

4 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4 - IDENTIFICAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1 - METODOLOGIA ADOTADA

O método de avaliação adotado para a análise ambiental do projeto será a Avaliação Ponderal de Impactos Ambientais desenvolvida por BIANCHI et alli, em 1989, a partir do método matricial de Leopold. A matriz de avaliação ambiental proposta por Bianchi dispõe os componentes do meio ambiente nas abcissas e os componentes do empreendimento, segundo as suas diferentes fases, no eixo das ordenadas, permitindo o confronto dos componentes. Os impactos previstos são representados por uma célula na matriz, localizada no cruzamento da ação impactante com o componente ambiental impactado.

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

Caráter	Importância
(+) = Benéfico	3 = Significativa
(\pm) = Indefinido	2 = Moderada
(-) = Adverso	1 = Não Significativa
Magnitude	Duração
3 = Grande	3 = Longa
2 = Média	2 = Intermediária
1 = Pequena	1 = Curta

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

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

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

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

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

IB = Índice de Benefícios em valores percentuais;

IA = Índice de Adversidades em valores percentuais;

II = Índice de Indefinições em valores percentuais.

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

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

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

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

4.2 - AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS (APIA) DO PROJETO DO AÇUDE FIGUEIREDO

4.2.1 - MATRIZ DE AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

A matriz de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao projeto do açude Figueiredo é apresentada no Desenho 02/02 em Anexo. Os impactos foram lançados segundo as áreas de influência física (subdividida em área de inundação e área das obras civis, canteiro de obras, jazidas de empréstimo e bota-foras) e funcional do empreendimento. Foram apresentadas como componentes do projeto as medidas de proteção ambiental recomendadas, que não constam originalmente do projeto, mas que foram incorporadas para fins de análise.

A descrição detalhada dos impactos esperados durante a implantação e operação do empreendimento é apresentada no Quadro 4.1 no final deste capítulo, sendo apresentada de forma mais resumida no item a seguir.

4.2.2 - DESCRIÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS IDENTIFICADOS

4.2.2.1 - Impactos sobre o Meio Abiótico

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

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

movimentos de terra, do intenso tráfego de máquinas e veículos, das operações da usina de concreto e da central de britagem, e dos usos de explosivos na exploração das pedreiras.

Com o desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório (4.980ha), haverá um decréscimo das taxas de infiltrações das águas pluviais, principalmente nas áreas com permeabilidade do solo baixa, com reflexos negativos sobre a recarga dos aquíferos. As condições climáticas da área serão alteradas ocorrendo uma provável elevação da temperatura, a nível de microclima, devido a retirada da vegetação, visto que a bacia hidráulica apresenta uma parte de sua área com cobertura vegetal relativamente preservada. Em contrapartida, o desmatamento tem como objetivo a preservação da qualidade da água represada, uma vez que evita a sua eutrofização pela putrefação da vegetação que seria submersa.

As degradações impostas pela remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica (poeira, ruídos, erosão dos solos e assoreamento dos cursos d'água) serão irrelevantes, estando restritas a áreas pontuais, sendo mais intensos nos trechos onde o número de edificações apresenta-se mais elevado, ou seja, nos povoados de São José, Pilar (Assentamento Boa Esperança) e Lapa, onde são atingidas 37, 32 e 16 habitações, respectivamente.

Quanto a 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 os órgãos competentes declararam ser a região do estudo rica neste tipo de patrimônio, tendo sido registrado a presença de sítios paleontológicos no município de Alto Santo, razão pela qual faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras.

Quanto a submersão de grandes extensões de solos agricultáveis, pode-se afirmar que 85,46% dos solos existentes na área da bacia hidráulica do reservatório apresentam muito baixo ou nenhum potencial para o desenvolvimento hidroagrícola. Apresentam como restrições ao uso agrícola a pedregosidade e/ou rochosidade superficial, a pouca profundidade efetiva e a susceptibilidade a erosão, no caso dos Bruno Não Cálcicos e Litólicos; problemas de encharcamento durante o período chuvoso e de ressecamento/ fendilhamento nas estiagens e teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais no caso dos Planossolos e Solonetz; e presença de cascalho na massa do solo ou deficiências acentuadas de solos, topografia e drenagem no caso dos Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos. Os Solos Aluviais que apresentam elevado potencial agrícola, por sua vez, sofrem riscos de inundações periódicas.

Merece ressalva, no entanto, o fato do açude Figueiredo contar com a presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais na sua bacia de contribuição (Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados), além de apresentar tempo de detenção elevado (3 anos), o que resulta em riscos de salinização das águas represadas. Assim sendo, esta questão deve ser considerada na operação do reservatório procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando a manutenção de sua qualidade e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.

Visando detectar os níveis de sais atualmente vigentes no curso d'água a ser barrado para formação do reservatório, deverá ser efetuada pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) uma bateria de análises físico-químicas da água por ocasião do próximo período

chuvoso. De acordo com a COGERH, os açudes monitorados por este órgão na bacia de contribuição do reservatório ora em análise apresentam águas com salinidade média (CE entre 0,25 e 0,75 miliSiemens/cm a 25°C) a alta (CE entre 0,75 e 2,25 miliSiemens/cm a 25°C).

O meio abiótico sofrerá, ainda, a redução temporária do escoamento natural do rio Figueiredo durante a época chuvosa por ocasião da construção das obras; alterações no nível do lençol freático das áreas de entorno do reservatório com a formação do lago, não sendo esperado contudo elevações excessivas, devido o reservatório encontrar-se predominantemente assente sobre o embasamento cristalino; e redução do incremento anual de sedimentos nas planícies de inundação das áreas de jusante que não terão os nutrientes dos solos renovados naturalmente. Haverá, ainda, a possibilidade de desencadeamento de processos erosivos a jusante do reservatório, uma vez que a retenção de sedimentos pelo barramento liberará para jusante uma água limpa com elevado potencial erosivo e que o rio neste trecho apresenta uma planície fluvial com largura variando de 1,0 a 2,5km. Como conseqüência poderá ocorrer o deslocamento do talvegue do rio, com este passando a formar meandros, bem como o aporte de sedimentos a bombas que irão captar águas no trecho de jusante, provocando o entupimento destas infra-estruturas.

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

Com o início da operação do reservatório haverá, também, aumento na disponibilidade de recursos hídricos superficiais na sub-bacia do Médio Jaguaribe permitida pela perenização do rio Figueiredo e pela própria presença do reservatório, possibilitando o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, bem como dos núcleos urbanos de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê, beneficiando no ano 2030 uma população da ordem de 61342 habitantes. Haverá, ainda, o desenvolvimento da piscicultura extensiva no lago a ser formado e a dessedentação animal.

O desenvolvimento hidroagrícola nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe diretamente pelo açude Figueiredo proporcionará um incremento total da área irrigada na Bacia do Jaguaribe de 8.800ha. Além disso, o açude Figueiredo poderá suprir parte do déficit hídrico de irrigação da Bacia do Jaguaribe através de compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, atendendo a parte da vazão regularizada destes reservatórios que esta comprometida com o Baixo Jaguaribe. Desta forma, haverá liberação de parte da vazão regularizada pelos referidos açudes para atendimento das demandas do Alto e Médio Jaguaribe, aumentando as disponibilidades d'água nestas regiões, que vêm enfrentando problemas de carência hídrica.

Ressalta-se, ainda, que o desenvolvimento hidroagrícola proporcionado pela implantação do empreendimento ora em análise, certamente provocará um aumento no consumo de agrotóxicos, sendo elevados os riscos de poluição hídrica principalmente nas áreas periféricas aos futuros perímetros de irrigação. Tal impacto no entanto pode ser revertido com o treinamento dos irrigantes no uso e manejo correto de agrotóxicos, com a difusão de métodos alternativos de controle de pragas, etc. 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 sistemas de esgotamento sanitário. Merece ressalva, o fato de nenhuma das cidades, que serão contempladas com suprimento hídrico pelo projeto em pauta, contarem com sistema de esgotamento sanitário.

Os riscos de poluição das águas represadas por efluentes sanitários provenientes de núcleos urbanos posicionados a retaguarda do açude Figueiredo também deverão ser avaliados, visando definir a necessidade ou não, de implementação de sistema de esgotamento sanitário. As cidades de Iracema e Potiretama, e os povoados de Ema e Canindezinho, que contribuem com uma carga orgânica de 11,95 l/s, 2,92 l/s, 1,30 l/s e 0,19 l/s, respectivamente, são os que estão posicionados mais próximos da área da bacia hidráulica, distando de 5,0 a 10,0km. Pereiro, Ererê e Crioulos, contribuem com vazões de efluentes sanitários de 6,79 l/s, 3,04 l/s e 0,62 l/s e distam cerca de 35,0km, 30,0km e 42,0km da área do lago a ser formado, respectivamente.

Quanto à poluição industrial, a bacia de contribuição do açude Figueiredo conta apenas com uma indústria com potencial poluidor dos recursos hídricos, situada em Pereiro (fábrica de redes). Além disso, é provável que os municípios que integram a bacia de contribuição do reservatório contem com matadouros públicos funcionando de forma clandestina, sem registro na Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC) e na Secretaria de Agricultura.

A presença do Perímetro Irrigado Ema (42,0ha) a cerca de 7,0km a montante da bacia hidráulica do reservatório causa preocupação dado os riscos de poluição da água represada por resquícios de agrotóxicos. Faz-se, portanto necessário o estabelecimento de medidas de controle do uso e manejo de agrotóxicos, inclusive a deposição adequada das embalagens, bem como a implementação de um programa de educação ambiental junto aos irrigantes. Deverá ser verificada também a possibilidade de reuso das águas captadas pela rede de drenagem na fertilização após ser submetida a tratamento em tanques de decantação para retirada dos produtos tóxicos.

Quanto a possibilidade de interferência hidrológica com outros reservatórios, o açude Figueiredo localiza-se numa bacia onde não existem grandes reservatórios a montante nem a jusante, não apresentando portanto este tipo de problema, ou seja, não recebe aflúncias significativas de vertimentos a montante e os seus próprios vertimentos não podem ser armazenados a jusante. Além disso, o regime hidrológico de sua bacia é análogo ao das demais sub-bacias do Jaguaribe, o que sugere que o ganho em seu rendimento a partir de uma operação integrada com os demais reservatórios da Bacia do Jaguaribe seria pouco significativo.

Quanto aos riscos de sismicidade induzida, tendo em conta que os eventos sísmicos registrados na área de influência do reservatório são de magnitude baixa a moderada, que a barragem Figueiredo se funda totalmente sobre rochas do embasamento cristalino e que a carga hidráulica associada ao reservatório é baixa - com valores máximos de 30m e médios de 10m - não são de prever que se levantem questões associadas a sismicidade induzida que, tradicionalmente, são apenas tratadas - em regiões de sismicidade moderada - para cargas hidráulicas máximas da ordem de 100m. Entretanto, como o açude Figueiredo encontra-se posicionado relativamente próximo de um reservatório de grande porte, no caso o açude

Castanhão, esta questão deverá ser analisada de forma mais acurada. Ressalta-se que, a região já conta com uma estação sismográfica implantada na área de entorno do açude Castanhão.

4.2.2.2 - Impactos sobre o Meio Biótico

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

O impacto mais agressivo que incide sobre o meio biótico decorre do desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório. Devido a erradicação extensiva da cobertura vegetal haverá perda do patrimônio florístico e genético da flora e destruição do habitat da fauna terrestre e 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 do açude Figueiredo a fisionomia da vegetação apresenta-se variável, observando-se um predomínio da caatinga arbustiva densa, alternando-se com campos de vegetação gramíneo-herbácea e com cultivos agrícolas. As matas de várzeas encontram-se relativamente degradadas ao longo do rio Figueiredo, sendo compostas por caatinga herbáceo/arbustiva, observando-se um aumento progressivo de áreas antropizadas até o eixo do barramento. Nos demais eixos de drenagem as matas ciliares apresentam-se relativamente preservadas. A área a ser desmatada abrange cerca de 4.980ha. 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 locadas 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 Estação Ecológica do Castanhão, dista de 10 a 15km da área da bacia hidráulica do açude Figueiredo, estando situada na região da Serra da Micaela.

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

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

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

Já os movimentos de terra requeridos provocarão a desagregação de material sólido e o seu carreamento para os cursos d'água causará turbidez, prejudicando a fauna aquática. Esta será também prejudicada pela interrupção temporária do fluxo d'água na calha do rio Figueiredo, durante a implantação das obras. Ressalta-se ainda que a presença física do barramento provocará a interrupção do fenômeno da piracema (migração dos peixes para as cabeceiras dos rios no período de desova), com extinção de algumas espécies.

Haverá, ainda, os desmatamentos relativos a relocação de parte das residências para as áreas remanescentes das propriedades e a construção da agrovila destinada ao reassentamento das famílias desalojadas.

Em contrapartida, com a formação do reservatório será criado um habitat permanente para a fauna aquática, muito embora algumas espécies não se adaptem a alteração do regime hídrico de lótico para lântico. Além disso, o fornecimento de vazão regularizada para a área de jusante permitirá a renovação periódica das águas represadas no açude Figueiredo, preservando a sua qualidade e beneficiando de forma indireta o bioma aquático.

4.2.2.3 - Impactos sobre o Meio Antrópico

Durante a execução da pesquisa de campo, houve a difusão da notícia de que seria construído na região um reservatório para abastecimento dos núcleos urbanos de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê, bem como para o desenvolvimento da irrigação intensiva na Chapada do Atanásio e na região do Baixo Jaguaribe. Tal notícia impactou de forma benéfica a população que a muito ansiava por contar com uma fonte hídrica permanente suprindo a carência d'água da região, com 90,0% dos entrevistados sendo favoráveis a implantação do empreendimento. Os proprietários que se apresentaram reticentes alegam receio de não receberem preços justos por suas terras.

Dentre os aspectos mais urgentes da implantação de reservatórios de grande porte, estão os que dizem respeito a desapropriação de terras e conseqüente mobilização de um grande contingente populacional para fora da área. No caso do projeto ora em pauta, estes efeitos embora relativamente significativos, resultarão na relocação de 570 pessoas distribuídas em 153 famílias, o que pode ser considerado pouco expressivo tendo em vista o porte do reservatório. Além disso, boa parte desta população poderá continuar residindo em áreas remanescentes das propriedades que serão apenas parcialmente atingidas (53 famílias) ou efetuarem o auto-reassentamento (12 famílias).

Embora com a formação do lago sejam submersos dois povoados e outro tenha parte de suas habitações englobadas pela faixa de proteção do reservatório, dado o pequeno porte apresentado por estes, apresentando menos de 40 habitações cada, foi prevista a relocação apenas do povoado de São José, sendo as habitações dos demais consideradas apenas como pertencentes a imóveis rurais.

O projeto de reassentamento em execução pelo Consórcio COBA/VBA encontra-se em fase de elaboração, entretanto tendo em vista que boa parte do imóveis atingidos terão áreas remanescentes, sugere-se nestes casos a adoção do sistema de permuta, ou seja, casa por casa. Para as famílias que não se enquadrarem nesta situação devem ser estudadas outras soluções, envolvendo desde o reassentamento em agrovila a jusante ou a montante do reservatório, até o reassentamento em núcleos urbanos próximos e a compensação monetária, sempre em comum acordo com a preferência do indivíduo atingido.

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

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

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

Quanto as atividades econômicas paralisadas, centradas na agricultura de subsistência e na pecuária extensiva, estas são pouco significativas, visto que a maior parte dos solos da área apresentam restrições ao uso agrícola. A infra-estrutura privada abandonada será de pouca monta, estando restrita a habitações, estábulos, currais, cercas e depósitos, tendo-se constatado ainda um pequeno fabrico artesanal de queijos, além de um engenho de cana-de-açúcar e uma cerâmica, estes dois últimos com atividades paralisadas. Não haverá desemprego significativo da mão-de-obra, uma vez que boa parte da população pode continuar explorando o restante de suas terras. Com relação as infra-estruturas de uso público atingidas, estas encontram-se representadas por:

- Dois grupos escolares que ministram o ensino do 1º grau, estando localizados nos povoados de São José e Pilar (Assentamento Boa Esperança), além de outro situado na zona rural que encontra-se desativado;
- Um posto de saúde localizado no povoado de São José;
- Duas necrópoles situadas nos povoados de São José e Pilar, as quais contam com 65 e 8 túmulos, respectivamente;
- Trechos de rede elétrica (50km);
- Rodovia CE-138, pavimentada, que interliga a cidade de Alto Santo a Iracema. Faz-se necessário a relocação, tendo o novo trecho a ser implementado cerca de 5,2km;

- Rodovia CE-470, que encontra-se em fase de implantação, tendo como objetivo a interligação de Potiretama a CE-138. Será atingido um trecho de 10,97km, sendo necessário a sua substituição por um desvio com 17,78km de extensão;
- Igreja e creche do povoado de São José;
- Sistema de abastecimento d'água do povoado de São José centrado na captação d'água em poço profundo para posterior dessalinização e armazenamento num reservatório elevado.

Além da infra-estrutura de uso público acima discriminada, também serão motivo de impedimentos temporários ou mesmo de remoção/relocação, trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e localidades da região (40km).

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

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

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

- Há possibilidade de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro radicado no canteiro de obras, ou atraído pelas obras e fixado nos núcleos urbanos da região e favorecidas pelas novas condições sanitárias agravadas com o aumento da população;
- O intenso tráfego de máquinas e caminhões pesados aumentará os riscos de acidentes envolvendo a população;

- Riscos de desmoronamentos dos taludes de valas durante as explorações das jazidas de material terroso e areais, dado a estrutura pouco coesa do terreno;
- Riscos de acidentes com explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações da fundação e do vertedouro.

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

Haverá ainda transtornos causados ao tráfego de veículos e empecilhos criados ao deslocamento de pedestres, por ocasião da relocação do trecho da rodovia CE-138 que será submerso, bem como de algumas estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais da região e pequenos povoados. 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 também podem ser considerados relevante, visto que a região é considerada um dos primeiros núcleos de povoamento do vale do Jaguaribe, onde se instalaram as primeiras fazendas de gado do chamado ciclo do ouro, durante a colonização européia. 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 grande impulso no desenvolvimento do setor primário da região, visto que este compreende terras de boa qualidade e aptas para irrigação, as quais na sua grande maioria não são atualmente cultivadas por se tornarem antieconômicas na exploração para cada proprietário individualmente, dada a escassez de recursos hídricos. O desenvolvimento de uma agricultura tecnificada nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe, centrada na produção de culturas nobres, permitirá um incremento da área irrigada na Bacia do Jaguaribe de 8.800ha. Além disso, permitirá ao homem rural auferir rendas muito superiores às obtidas na agricultura de sequeiro, o que terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária.

Haverá, ainda, a compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, através do suprimento/reforço hídrico aos perímetros irrigados existentes e/ou projetados na região do Baixo Jaguaribe pelo açude Figueiredo, permitindo assim a liberação de parte da vazão regularizada pelos outros dois açudes para suprir os déficits de irrigação das sub-bacias do Alto, Médio Jaguaribe e Banabuiú. Espera-se, também, o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada na região ribeirinha de jusante decorrente da perenização do rio Figueiredo.

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 dos núcleos urbanos de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê, além da população residente ao longo do trecho perenizado do rio Figueiredo, beneficiando no ano de 2030, horizonte do projeto, uma população urbana da ordem de 61.342 habitantes. Com a garantia de um fornecimento d'água regularizado haverá incentivo ao desenvolvimento dos setores industrial e de comércio e serviços dos referidos núcleos urbanos.

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 a 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. Os gastos com saúde pública e a perda de vidas inerentes à falta d'água e a alimentação inadequada são de difícil mensuração, porém nem por isso, os benefícios decorrentes do suprimento d'água devem ser desconsiderados.

Com relação a 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 a implantação dos projetos de irrigação acima especificados.

A oferta concentrada e estável de produtos agrícolas viabilizará o desenvolvimento das atividades agro-industriais, contribuindo para a criação de empregos neste setor. Além disso, a operação e manutenção da infra-estrutura dos projetos de irrigação e do próprio reservatório demandarão serviços que geram uma oferta adicional de oportunidades de empregos permanentes. O aumento da renda do homem rural, por sua vez, propiciará uma maior demanda de bens e serviços de consumo que dinamizará as atividades econômicas dos centros urbanos próximos. Tudo isso resultará na redução dos problemas socioeconômicos decorrentes do fenômeno das secas, dado a fixação do homem no campo e conseqüente diminuição do êxodo rural e da pressão sobre as grandes e médias cidades.

4.2.3 - AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

O objetivo do presente estudo foi analisar a viabilidade ambiental do projeto do Açude Figueiredo. É característico de projetos hidráulicos, que sua implantação esteja associada a geração de uma série de impactos adversos ao meio ambiente, os quais só podem ser minorados através da implementação de medidas de proteção ambiental (MPA's) pelo órgão empreendedor.

A análise ambiental perpetrada demonstra que o empreendimento em sua versão original apresenta um número de impactos adversos superior aos benefícios gerados, o que é característico deste tipo de obra. Ressalta-se, no entanto que os impactos adversos detectados tendem a se concentrar principalmente na fase de implantação das obras, com duração de curto e médio prazos. Já os benefícios identificados estão associados sobretudo à fase de operação do empreendimento, sendo compostos preferencialmente por impactos permanentes ou temporários de longa duração.

Os resultados obtidos pela avaliação empreendida permitem visualizar, que o projeto do Açude Figueiredo em sua versão original não contempla ações necessárias a reparação dos impactos causados sobre o meio ambiente decorrentes de sua implantação e operação. O valor do índice de avaliação ponderal calculado é inferior a unidade ($IAP = 0,8312$), o que implica que as adversidades e indefinições geradas conseguem sobrepujar os benefícios obtidos. A adoção das MPA's recomendadas, entretanto, consegue reverter à situação, tornando o projeto ambientalmente exequível, elevando o valor do IAP para 1,6983. Caso sejam convertidas 50% das indefinições em benefícios, o IAP passa para 1,9886, enquanto que com a conversão total das indefinições existentes, o projeto atingiria o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 2,3546.

A área de influência física é a mais penalizada, apresentando uma ampla gama de impactos adversos incidindo, principalmente, sobre o meio natural, já que o meio antrópico apresenta um IAP relativamente próximo da unidade, o que é atípico para este tipo de empreendimento. Tal situação decorre do fato do contingente populacional a ser relocado (570 pessoas distribuídas por 153 Famílias) ser considerado em termos relativos apenas medianamente significativo quando se considera o porte do reservatório. Além disso, a maioria das propriedades contam com áreas remanescentes, podendo o reassentamento da população desalojada ser efetuado, em grande parte, através do processo de permuta de imóveis. A aplicação das MPA's, entretanto, torna o projeto favorável ao meio natural, o que se deve em grande parte à acumulação de água numa região sujeita aos rigores da seca, e consegue reverter apenas com uma pequena margem os impactos incidentes sobre o meio antrópico, devido ao envolvimento de questões emocionais que geralmente ocorre nos processos de reassentamento.

Em suma, a avaliação da área de influência física mostra-se desfavorável ao meio antrópico ($IAP = 0,7950$), havendo, com a aplicação das MPA's, uma sensível melhora, com projeto apresentando-se favorável para este meio ($IAP = 1,0488$). Tal fato revela, que o meio antrópico da área de influência física, é penalizado pela incidência de uma carga de impactos adversos não muito significativa quando se considera o tipo de empreendimento que será implementado, conseguindo revertê-los com a adoção das MPA's, embora com uma faixa de domínio pequena. A incorporação das MPA's torna o projeto favorável para a área de influência física como um todo, elevando o valor do IAP de 0,5248 para 1,1200, o que geralmente não ocorre neste tipo de empreendimento.

Já a análise da área de influência funcional revela que a implantação e operação do projeto é adversa para o meio natural (meio abiótico - $IAP = 0,4573$ e meio biótico $IAP = 0,2194$), sendo a situação revertida com a incorporação das MPA's (meio abiótico - $IAP = 1,0060$ e meio biótico $IAP = 1,3159$). O meio antrópico mostra resultados bastante favoráveis sem as MPA's ($IAP = 2,8314$), que aumentam sensivelmente com a adoção de tais medidas

(IAP = 4,7241). Para a área de influência funcional como um todo, o IAP eleva-se de 1,1997 para 2,364 com a adoção das medidas de proteção ambiental recomendadas.

Pelo que se deduz do exposto nos parágrafos precedentes, a implantação e operação do empreendimento é exequível, desde que sejam adotadas as MPA's recomendadas no presente estudo. Com a incorporação de tais medidas, portanto, o projeto torna-se viável, resultando em elevados benefícios para o meio antrópico e um nível de adversidades perfeitamente suportável pelos fatores naturais.

Sob o ponto de vista de um balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, merece ressalva o fato do custo de oportunidade da área englobada pela bacia hidráulica do reservatório ser relativamente baixo. Com efeito, a área é praticamente inexplorada, visto que apenas 6,2% desta é atualmente explorada com agricultura, devido às limitações apresentadas pela escassez de recursos hídricos e condições edáficas desfavoráveis. A renda encontra-se concentrada nos estratos de propriedade com áreas entre 100-500 ha e superiores a 500 ha, onde se observa o predomínio da atividade pecuária, principal atividade desenvolvida na região, a qual não será muito afetada pela construção do reservatório, uma vez que pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes dos imóveis rurais. Para a área como um todo a renda anual por hectare foi estimada em R\$ 61,17 e a renda per capita mensal em R\$ 334,17, o que corresponde a cerca de 167,0% do salário mínimo vigente em janeiro de 2002. Tal valor se mostra ilusório, principalmente quando se considera a má distribuição desta renda, pois os valores calculados diminuem quando se consideram as propriedades menores, com a renda per capita mensal ficando abaixo do salário mínimo nas propriedades com áreas inferiores a 50 ha e compreendidas entre 50 –100 ha.

Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá o reforço ao abastecimento d'água das cidades de Alto santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê (abastecimento humano e industrial), favorecendo os setores de saneamento básico e saúde pública, bem como os setores secundário e terciário da economia. Haverá, ainda, o desenvolvimento da irrigação intensiva nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo, Alto e Médio Jaguaribe, estas duas últimas por compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, permitindo um incremento da área irrigada na bacia do Jaguaribe de 8.800 ha, além do desenvolvimento da pesca no lago a ser formado, viabilizando economicamente a região. Além disso, a perenização do rio Figueiredo permite o abastecimento d'água da população ribeirinha de jusante, o desenvolvimento hidroagrícola (irrigação difusa) nas áreas aluviais de jusante pela iniciativa privada e a dessedentação animal. Haverá, ainda, a laminação de cheias pelo reservatório, evitando a ocorrência de enchentes na região do Baixo Jaguaribe, já que o rio Figueiredo se constitui no único afluente de porte do rio Jaguaribe que não terá suas vazões controladas após a conclusão da implantação do Açude Castanhão.

Quanto às alterações impostas ao meio natural, envolvendo os sistemas geofísico, hidrológico, atmosférico e biológico, dado às características apresentadas pela região onde deverá ser implantado o empreendimento estes impactos apesar de relevantes não chegam a apresentar conseqüências sérias. Com a adoção das medidas de proteção ambiental sugeridas, boa parcela dos impactos adversos incidentes sobre o meio natural será mitigada, beneficiando não apenas o meio ambiente em si, como também a própria integridade do empreendimento.

Outro ponto que merece destaque é o fato do reservatório localizar-se numa região onde se constata a presença do Perímetro Irrigado Ema (42,0 ha) imediatamente a montante da sua bacia hidráulica, havendo riscos de contaminação das águas represadas por resquícios de agrotóxicos. Desta forma, faz-se necessário a implementação de medidas para disciplinar o uso e manejo destes produtos, bem como a conscientização dos irrigantes e demais produtores rurais da região quanto aos impactos causados ao meio ambiente.

Ressalta-se, ainda, o fato do reservatório situa-se numa região onde predominam solos do tipo Planossolo Solódico e Solonetz Solodizado na sua bacia de contribuição, os quais se caracterizam por apresentar teores elevados de sódio nos horizontes subsuperficiais, o que aliado ao tempo de detenção de água do reservatório (3 anos) eleva os riscos de salinização da água a ser represada. Desta forma, é de primordial importância que esta questão seja considerada na operação do reservatório, procurando formas de conciliar a necessidade de redução do tempo de residência da água, visando à manutenção de sua qualidade, e a operação do reservatório levando em conta as vazões afluentes.

AÇUDE FIGUEIREDO

ABREVIATURAS E SIGLAS USADAS NA ELABORAÇÃO DO QUADRO 4.1

BUTANTÃ	- Instituto Butantã;
COGERH	- Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos;
DNOCS	- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas;
FUNASA	- Fundação Nacional de Saúde;
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
LAROF	- Laboratório de Ofiologia de Fortaleza;
PMAS	- Prefeitura Municipal de Alto Santo;
PMP	- Prefeitura Municipal de Potiretama;
PMI	- Prefeitura Municipal de Iracema;
SAS	- Secretaria de Ação Social;
SEAGRI	- Secretaria da Agricultura Irrigada;
SEC	- Secretaria de Educação e Cultura;
SEMACE	- Superintendência Estadual do Meio Ambiente;
SESAC	- Secretaria de Saúde do Estado do Ceará;
SOHIDRA	- Secretaria de Obras Hidráulicas;
SRH	- Secretaria dos Recursos Hídricos.

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
MEIO ABIÓTICO (ÁREA DE INUNDAÇÃO)				
<ul style="list-style-type: none"> Identificação e resgate do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio paleontológico. 	Y ₅ X ₁₂	<ul style="list-style-type: none"> A ocorrência de fósseis, segundo a experiência, são mais comuns nas planícies ribeirinhas, onde freqüentemente são encontradas ossadas fossilizadas de grandes animais extintos a cerca de 10 mil anos (mega-fauna quaternária). Assim sendo, a implantação de um plano de identificação e resgate do patrimônio paleontológico, evitará a destruição de evidências da passagem de animais pré-históricos no território do Estado do Ceará, casos estes ocorram na área do estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar estudos científicos na área da bacia hidráulica do reservatório, visando inicialmente a identificação de sítios paleontológicos. Deverão ser efetuadas posteriormente prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH DNPM IPHAN SECULT
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. material particulado, vs. poluição sonora. 	Y ₁₁ X ₁ X ₂	<ul style="list-style-type: none"> Geração de poeira, ruídos e fumaça numa escala relativamente elevada já que cerca de 60,0% da cobertura vegetal da área encontra-se preservada. 	<ul style="list-style-type: none"> A escolha dos locais e horários para a incineração de restos deverá levar em conta a direção dos ventos dominantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. qualidade das águas superficiais vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₁₁ X ₄ X ₅ X ₇ X ₈ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> O desmatamento provocará o desencadeamento de processos erosivos favorecendo o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, provocando turbidez. Os impactos sobre a qualidade dos solos são desprezíveis, uma vez que com a formação do reservatório esta área será submersa. A erradicação da cobertura vegetal da área da bacia hidráulica do reservatório evitará a eutrofização das águas aí represadas, beneficiando indiretamente a qualidade das águas subterrâneas. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração e implementação de um projeto de desmatamento racional. Execução do desmatamento durante o período de estiagem. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Empreiteira SEMACE IBAMA
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. material particulado, vs. poluição sonora. 	Y ₁₂ X ₁ X ₂	<ul style="list-style-type: none"> Produção de poeira e ruídos numa escala bastante reduzida e em áreas pontuais, constituindo exceção as áreas onde se observam uma maior concentração de edificações (povoados de São José e Pilar). 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas. 	Y ₁₂ X ₄ X ₅	<ul style="list-style-type: none"> A demolição de habitações, currais, pocilgas, fossas, etc., e o tratamento adequado do material resultante, além da relocação de cemitérios, evitará a formação de sub-ambientes lênticos dentro do reservatório, bem como a disseminação de seres patogênicos, uma vez que os processos de depuração biológica serão mantidos. A qualidade das águas superficiais e subterrâneas serão beneficiadas indiretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de um programa técnico de limpeza na área da bacia hidráulica do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Empreiteira SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. erosão. 	Y ₁₂ X ₈	<ul style="list-style-type: none"> Geração de processos erosivos pontuais considerados desprezíveis, tendo em vista a breve formação do reservatório. Entretanto, em algumas áreas observa-se uma maior concentração de habitações, atingindo aí os impactos decorrentes das demolições maior intensidade. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. disponibilidade de águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₁₄ X ₃ X ₄	<ul style="list-style-type: none"> O reservatório armazenará um volume d'água da ordem de 520 hm³, que servirá para o abastecimento d'água das cidades de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê (consumo humano e industrial) e da população ribeirinha de jusante. Além do suprimento d'água para o desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva de 8.800 ha nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe e irrigação difusa na área de jusante), para a dessedentação animal, para o desenvolvimento da pesca no lago a ser formado, bem como de atividades associadas ao turismo e recreação/lazer. Haverá, também, a laminação das cheias que periodicamente assolam a região do Baixo Jaguaribe. Tendo em vista que o reservatório situa-se numa região onde predominam solos com altos teores de sódio nos horizontes subsuperficiais (Planosolos Solódicos) bem como na bacia hidráulica (Solonetz Solodizados), haverá riscos médios de salinização da água represada, risco que poderá ser agravado em função do tempo de detenção da água no reservatório ser de 3 anos. 	<ul style="list-style-type: none"> Procurar alternativas para conciliar o conflito criado entre a operação do reservatório, levando em conta as vazões afluentes, e a necessidade de redução do tempo de residência da água na represa para evitar a salinização. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. disponibilidade de solos. 	Y ₁₄ X ₆	<ul style="list-style-type: none"> Serão inundados 4.980 ha de solos pertencentes a terceiros, dos quais a maior parte apresenta sérias restrições ao uso agrícola, que vão desde o risco de inundações periódicas durante o período chuvoso até a elevada saturação com sódio trocável. Cerca de 60,0% da área do reservatório mantém sua cobertura vegetal preservada e menos de 10,0% da área é explorada com agricultura. 	<ul style="list-style-type: none"> Indenização justa e em tempo hábil. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. sismicidade. 	Y ₁₄ X ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> Muito embora o reservatório se situe próximo a áreas com tradição em eventos sísmicos (Ererê, Pereiro, Morada Nova (sede) e Ibaretama (Serra Azul), posicionadas a 49,0;48,8;52,2 e 82,1 km do eixo barramento, respectivamente), acredita-se que não haverá riscos de sismicidade induzida, pois os eventos sísmicos registrados são de magnitude baixa a moderada e o açude encontra-se completamente assente sobre rochas do embasamento cristalino, além de apresentar carga hidráulica baixa, com valores máximos de 30 m e médios de cerca de 10m. Normalmente os questionamentos sobre sismicidade induzida são apenas tratados em regiões de sismicidade moderada e para cargas hidráulicas máxima da ordem de 100m. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. recursos minerais. 	Y ₁₄ X ₁₁	<ul style="list-style-type: none"> Serão submersas apenas ocorrências de materiais pétreos, terrosos e granulados que poderiam ser destinados à construção civil. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. clima. 	Y ₁₄ X ₁₃	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da umidade relativa do ar nas imediações do reservatório, dado a maior evaporação de água. Haverá amenização das condições climáticas nas áreas circunvizinhas. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Regularização de vazão vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₁₅ X ₄	<ul style="list-style-type: none"> O fornecimento de uma vazão regularizada de 4,4 m³/s quer seja pela perenização do rio Figueiredo, permitindo o desenvolvimento da irrigação difusa, além do abastecimento da população ribeirinha e da dessedentação animal, quer seja pela adução d'água para abastecimento público das cidades de Alto Santo, Iracema, Pereiro, Potiretama e Ererê e para o desenvolvimento da irrigação intensiva de 8.800 ha possibilitará a renovação periódica do volume d'água represado diminuindo os riscos de eutrofização e salinização do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar a operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes, mas sempre considerando a necessidade de reduzir o tempo de residência da água represada dado os riscos de salinização do reservatório. Controle e gerenciamento dos recursos hídricos represados. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Regularização de cheias vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₁₆ X ₄	<ul style="list-style-type: none"> Com o represamento das vazões de cheias afluentes haverá incremento da taxa de turbidez e de sedimentação no reservatório, contudo este fato ocorrerá em curtos períodos de tempo e com intensidade pequena. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Peixamento do reservatório e desenvolvimento da pesca vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₁₇ X ₄	<ul style="list-style-type: none"> Caso seja adotado no peixamento do reservatório a introdução de espécies ícticas destinadas ao combate de doenças de veiculação hídrica e à melhoria da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico o fator ambiental citado será amplamente beneficiado. Entretanto caso seja adotado o processo de salga do pescado e este for efetuado às margens do reservatório haverá riscos de carreamento do sal para as águas represadas prejudicando a sua qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Proibição da salga do pescado às margens do reservatório Peixamento do reservatório com espécies destinadas à recomposição da ictiofauna, à pesca comercial, ao combate de doenças de veiculação hídrica, à melhoria da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico e ao aumento da disponibilidade de alimento natural para a ictiofauna. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. assoreamento 	Y ₂₃ X ₃ X ₄ X ₅ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> A faixa de proteção serve como barreira ao aporte de sedimentos e material poluente, preservando a qualidade da água do reservatório e a sua capacidade de acumulação. A qualidade das águas subterrâneas será beneficiada indiretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar um policiamento educativo visando a manutenção da faixa de proteção do reservatório, integrando nesta atividade a própria comunidade local. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Zoneamento de usos no entorno do reservatório vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₂₄ X ₄	<ul style="list-style-type: none"> O zoneamento de usos no reservatório tem como objetivo principal afastar para áreas distantes dos pontos de captação d'água para abastecimento humano os usos que são incompatíveis com este fim, como forma de melhorar a qualidade da água. "A priori" não devem ser permitidos outros usos num raio de 500 m em torno de pontos de captação para abastecimento doméstico. Assim sendo, deverá ser proibida nesta área as atividades de lavagem de roupas, banhos e pesca. Tais atividades se não forem proibidas podem implicar em elevação nos custos de tratamento da água fornecida para jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Restringir os usos incompatíveis na área de captação d'água para abastecimento humano. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₂₅ X ₃	<ul style="list-style-type: none"> Tal atividade evitará que a água do reservatório seja utilizada de forma desordenada, estabelecendo critérios de usos e racionando o seu consumo sempre que se fizer necessário, garantindo assim a disponibilidade dos recursos hídricos na região. 	<ul style="list-style-type: none"> Incluir o reservatório no programa de gerenciamento e controle do uso da água posto em prática pela SRH/COGERH. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₂₆ X ₃	<ul style="list-style-type: none"> A implantação do sistema de outorgas e tarifação d'água já utilizado em outras regiões do Estado, permite o estabelecimento de cotas d'água para consumo dos usuários e a cobrança de tarifas como forma de controle para o uso desordenado da água, sendo estabelecido anualmente um programa a ser cumprido de conformidade com a disponibilidade d'água existente no reservatório e os usos a que se destina. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação do sistema de outorga e tarifação d'água desenvolvido pela SRH/COGERH. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. assoreamento. 	Y ₂₇ X ₄ X ₅ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> A conscientização dos usuários do reservatório quanto às questões ambientais vinculadas à região, tais como necessidade de preservação da faixa de proteção do reservatório, riscos de poluição dos recursos hídricos represados por agrotóxicos ou efluentes de esgotos, uso e ocupação do solo adequado, deposição adequada do lixo doméstico, etc., certamente impactará de forma benéfica todos os componentes citados. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração de cartilha educacional a ser distribuída junto a população. Realização de palestras para associações e/ou grupos formais, tendo em vista promover a participação da população na defesa do meio ambiente. Realização de reuniões com os professores de 1º grau atuantes nas escolas da região para a incorporação do enfoque ambiental nas disciplinas constantes nos currículos. Divulgar informações práticas de uso e conservação dos recursos naturais, através de programas radiofônicos, de televisão e em jornais, visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o meio ambiente. Promover seminário sobre Educação Ambiental para os técnicos das diversas instituições que atuam nos municípios de Alto Santo, Potiretama e Iracema, visando debater com essas equipes os aspectos operativos referentes à inserção de práticas conservacionais no planejamento das atividades que estes desenvolvem na região. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH IBAMA SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água represada vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas. 	Y ₂₈ X ₄ X ₅	<ul style="list-style-type: none"> Tal atividade permitirá a preservação da qualidade da água represada garantindo assim o suprimento do aquífero com água de boa qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar a qualidade da água represada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. sismicidade. 	Y ₂₉ X ₃ X ₁₀	<ul style="list-style-type: none"> O controle da vazão fornecida para jusante, evitará reduções drásticas do nível do reservatório, garantindo o abastecimento d'água nos períodos de estiagem. Caso ocorram sismos regulares, deve-se associá-los ao nível d'água existente no reservatório, de modo a evitar acidentes de maiores proporções. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da sedimentação no reservatório, vs. disponibilidade das águas superficiais vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento. 	Y ₃₁ X ₃ X ₄ X ₉	<ul style="list-style-type: none"> O monitoramento da taxa de sedimentação permitirá um maior controle das atividades desenvolvidas na bacia contribuinte e a adoção imediata de medidas visando reduzir o aporte de sedimentos e de material poluente ao reservatório, com vistas a manutenção da sua capacidade e da qualidade da água represada. Ressalta-se que os solos da área são medianamente profundos a rasos, portanto predisposto ao carreamento acelerado de sólidos, e que a cobertura vegetal embora densa, apresenta áreas degradadas não constituindo uma proteção muito eficiente contra os processos erosivos em alguns pontos. Assim sendo, faz-se necessário o controle da agricultura itinerante e da pecuária extensiva praticados na bacia hidrográfica contribuinte e na área de entorno do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar as taxas de sedimentação no reservatório. Estabelecimento de uma faixa de proteção em torno do reservatório, conforme reza a Resolução CONAMA nº 004. Reflorestamento de áreas degradadas. Controle das atividades agropastoris predatórias. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH IBAMA SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Manutenção da infra-estrutura implantada vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. erosão 	Y ₃₃ X ₃ X ₈	<ul style="list-style-type: none"> Esta atividade evitará o desencadeamento de processos erosivos que possam vir a ser provocados pelas chuvas ou pela ocorrência de vazamentos ao longo do eixo do barramento preservando não só a própria integridade do empreendimento, como a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar a manutenção periódica da infra-estrutura implantada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<p>MEIO BIÓTICO (ÁREA DE INUNDAÇÃO)</p> <ul style="list-style-type: none"> Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório vs. vegetação de caatinga, vs. matas de várzeas. 	<p>Y₄ X₁₄ X₁₅</p>	<ul style="list-style-type: none"> Com a desapropriação haverá aumento do extrativismo vegetal (lenha e madeira) visando a obtenção de recursos financeiros. Tal procedimento causará danos ao patrimônio florístico, mas como a área do reservatório será alvo de desmatamento, esta ação já está contribuindo para a redução da densidade vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> Conscientizar a população sobre os limites das áreas a serem desmatadas, de modo que não haja degradação das áreas situadas fora da bacia hidráulica do reservatório e das ilhas que serão formadas após o seu enchimento. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	<p>Y₄ X₁₇ X₁₈</p>	<ul style="list-style-type: none"> Pequena migração de mamíferos, répteis e aves para áreas circunvizinhas devido ao aumento do extrativismo vegetal. 	<p>-</p>	<p>-</p>
<ul style="list-style-type: none"> Manejo da fauna vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	<p>Y₁₀ X₁₇ X₁₈</p>	<ul style="list-style-type: none"> A implementação de uma operação de manejo dos animais que tiverem dificuldades de locomoção, para áreas de reservas ecológicas, executada concomitantemente às atividades de desmatamento, beneficiará a fauna terrestre. A migração de animais peçonhentos e de algumas espécies de mamíferos para as áreas periféricas, aumentará os riscos de acidentes com a população. Com o êxodo das aves insetívoras, haverá aumento das populações de insetos, inclusive os vetores de doenças e as pragas que atacam a agricultura. 	<ul style="list-style-type: none"> Captura e encaminhamento de animais peçonhentos ou debilitados para instituições de pesquisa. Alertar a população e as autoridades sobre o êxodo de animais peçonhentos ou perigosos, e promover o aparelhamento dos postos de saúde da região, principalmente com estocagem de soros antiofídicos. Os trabalhadores envolvidos no manejo da fauna deverão receber treinamento sobre formas de captura, acondicionamento e transporte de animais, além de identificação de animais peçonhentos e prestação de primeiros socorros. Devem, também, trajar roupas adequadas, com botas e luvas de cano longo. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH IBAMA SEMACE LAROF BUTANTÃ FUNASA SESAC
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. vegetação de caatinga, vs. mata de várzeas, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	<p>Y₁₁ X₁₄ X₁₅ X₁₇ X₁₈</p>	<ul style="list-style-type: none"> A cobertura vegetal da área do reservatório encontra-se relativamente preservada (cerca de 60,0% da área) e sua fauna apresenta-se diversificada. A erradicação quase total da vegetação na área da bacia hidráulica do reservatório, resultará portanto em perdas relativamente 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de um projeto de desmatamento racional, o qual deverá ser executado durante o período de estiagem, de modo a não coincidir com a época de procriação da maioria dos pássaros. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH IBAMA SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		significativas no patrimônio florístico. Haverá destruição do habitat da fauna, podendo vir a provocar extinção de algumas espécies, alterando assim a sua composição.	<ul style="list-style-type: none"> Os trabalhadores envolvidos na atividade de desmatamento deverão receber treinamento na identificação de animais peçonhentos e na prestação de primeiros socorros, além de trajarem roupas adequadas com botas e luvas de cano longo feitas de material resistente. 	<ul style="list-style-type: none"> SESAC
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna. 	Y ₁₁ X ₁₆ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> O desmatamento zoneado da área da bacia hidráulica do reservatório permitirá a formação de zonas para produção e alimentação da ictiofauna, além de evitar a eutrofização do lago. Todo o bioma aquático será beneficiado. 	<ul style="list-style-type: none"> Adotar o desmatamento zoneado para a erradicação da cobertura vegetal da bacia hidráulica do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna. 	Y ₁₄ X ₁₆ X ₁₇ X ₁₈ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> Os impactos sobre a fauna terrestre e a ornitofauna serão irrelevantes, visto que já foi efetuado o desmatamento da área da bacia hidráulica e o manejo da fauna. Apenas alguns indivíduos da fauna que retornarem ao antigo habitat serão alvo de operações de salvamento. Criação de um amplo habitat para o bioma aquático, sendo que algumas espécies da ictiofauna podem não se adaptar as novas condições de meio aquático (lênticas). Interrupção da migração dos peixes de piracema na época da desova, podendo chegar a ocorrer extinção de espécies. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de operação de salvamento dotada de barcos e equipamentos adequados. Peixamento do reservatório com espécies destinadas à recomposição da ictiofauna, à pesca comercial, ao combate de doenças de veiculação hídrica, à melhoria da qualidade da água para fins de abastecimento doméstico e ao aumento da disponibilidade de alimento natural para a ictiofauna. Implementar obras que evitem a interrupção da piracema (escada de peixes, elevadores, passagem para peixes, eclusas de Borlan, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> SRH DNOCS IBAMA SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Regularização de vazão vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna. 	Y ₁₅ X ₁₆ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> O fornecimento de uma vazão regularizada para perenização do rio Figueiredo aliado a captação d'água para abastecimento doméstico/industrial e para o desenvolvimento hidroagrícola permitirá a renovação periódica da água represada, evitando a eutrofização do reservatório, beneficiando conseqüentemente todo o bioma aquático. Entretan- 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar a operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes, mas sempre considerando a necessidade de reduzir o tempo de residência da água represada dado os riscos de salinização do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		to se o nível d'água do reservatório atingir pontos críticos a flora e a fauna aquática serão prejudicadas.		
• Monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna.	Y ₂₃ X ₁₆ X ₁₉	• A manutenção de uma faixa de vegetação contornando o reservatório, servirá de filtro, evitando o seu assoreamento e poluição. Todo bioma aquático será beneficiado.	• Monitorar a faixa de proteção do reservatório através do estabelecimento de um policiamento educativo, integrando nesta atividade a comunidade local.	• SRH/COGERH
• Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna.	Y ₂₅ X ₁₆ X ₁₉	• Tal atividade garantirá a preservação do reservatório, evitando que o uso desordenado da água aí armazenada provoque o rebaixamento excessivo do seu nível, além de exigir que a sua destinação para determinados usos se pautem num rígido controle ambiental, evitando a poluição da água represada. Todos os componentes citados serão beneficiados.	• Operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes e estabelecimento do gerenciamento e controle do uso da água de acordo com o programa ora em implantação no Estado pela SRH/COGERH.	• SRH/COGERH
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna.	Y ₂₆ X ₁₆ X ₁₉	• O estabelecimento de outorgas e tarifação da água derivada do Açude Figueiredo evitará o seu uso desordenado, garantindo assim que o manancial hídrico não atinja níveis críticos, o que terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.	• Implementação do sistema de outorga e tarifação d'água de acordo com o programa ora em implantação no Estado pela SRH/COGERH.	• SRH/COGERH
• Programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório vs. vegetação aquática, vs ictiofauna.	Y ₂₇ X ₁₆ X ₁₉	• A conscientização dos usuários do reservatório quanto às questões ambientais inerentes à sistemas lacustres, bem como sobre as medidas a serem adotadas para minorar os impactos causados nos ecossistemas locais pelas atividades antrópicas desenvolvidas na região, impactará de forma benéfica todo o bioma aquático.	• Implementar um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório.	• SRH/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna.	Y ₂₈ X ₁₆ X ₁₉	• O controle da qualidade da água, visando a adoção de medidas corretivas caso se faça necessário, terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.	• Monitorar periodicamente a qualidade da água represada.	• SRH/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna.	Y ₂₉ X ₁₆ X ₁₉	• Esta atividade permitirá a correta operação do reservatório, evitando que este atinja níveis d'água críticos, o que certamente beneficiará o bioma aquático.	• Monitorar o nível do reservatório.	• SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da sedimentação no reservatório vs. vegetação aquática, vs. ictiofauna. 	Y ₃₁ X ₁₆ X ₁₉	<ul style="list-style-type: none"> O monitoramento das taxas de sedimentação, permitirá um controle do aporte de sedimentos e material poluente ao reservatório, através da adoção de medidas mitigadoras. Assim sendo, evitará a poluição das águas represadas, bem como a redução da capacidade de acumulação do reservatório. Todo o bioma aquático será beneficiado. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar o monitoramento periódico das taxas de sedimentação no reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
MEIO ANTRÓPICO (ÁREA DE INUNDAÇÃO) <ul style="list-style-type: none"> Estudos básicos vs. opinião pública. 	Y ₁ X ₂₃	<ul style="list-style-type: none"> A difusão da notícia de que seria construída uma barragem na região impactou favoravelmente cerca de 90,0% do contingente populacional da área, os quais alegaram que a economia da região será beneficiada com o fornecimento d'água regularizado, que permitirá além da dessedentação animal e do abastecimento d'água da população e do setor industrial das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê, bem como da região ribeirinha de jusante, o desenvolvimento da irrigação difusa pela iniciativa privada e da grande irrigação na Chapada do Atanásio e no Baixo Jaguaribe. Alguns, no entanto, demonstraram receio de não receberem indenizações justas e em tempo hábil. 	<ul style="list-style-type: none"> Informar a população sobre os objetivos do projeto. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Levantamento cadastral vs. opinião pública. 	Y ₂ X ₂₃	<ul style="list-style-type: none"> Confirmação da construção da barragem e da desapropriação das terras a serem inundadas, gerando tensão social só que numa escala não muito significativa já que a maioria da população da área é favorável a implantação do empreendimento (90,0%). 	<ul style="list-style-type: none"> Informar a população sobre o processo de indenização. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Consultora
<ul style="list-style-type: none"> Levantamento cadastral vs. habitações, vs. rede viária, vs. setor educacional, vs. setor saúde, vs. sistema de abastecimento d'água vs. rede elétrica, vs. cemitérios, vs. estrutura fundiária, vs. setor primário. 	Y ₂ X ₂₇ X ₂₈ X ₂₉ X ₃₀ X ₃₁ X ₃₂ X ₃₃ X ₃₄ X ₃₅	<ul style="list-style-type: none"> O levantamento cadastral de toda a infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica do reservatório servirá de subsídio ao processo indenizatório, além de destacar as infra-estruturas de uso público que precisam ser relocadas. 	-	-

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa sócio-econômica vs. opinião pública. 	Y ₃ X ₂₃	<ul style="list-style-type: none"> • A pesquisa sócio-econômica realizada permitiu visualizar as expectativas da população quanto à implantação do empreendimento e ao processo de indenização. Além disso, divulgou junto a população os objetivos e o alcance social do projeto, com reflexos positivos sobre a opinião pública. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> • Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório vs. mobilidade, vs. relações familiares e sociais. 	Y ₄ X ₂₀ X ₂₁	<ul style="list-style-type: none"> • As possibilidades de que a desapropriação estimule a população a migrar causando ruptura de laços familiares ou de amizade pode ser considerada como pouco significativas já que várias propriedades contarão com áreas remanescentes. Além disso, o contingente da população que não detém a posse da terra não é muito significativo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esclarecimento da população sobre o processo de reassentamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH
<ul style="list-style-type: none"> • Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário. 	Y ₄ X ₂₄ X ₂₅ X ₃₅	<ul style="list-style-type: none"> • Haverá interrupção da produção agropecuária e do extrativismo da carnaúba e da oiticica, provocando uma pequena queda no nível de emprego, com reflexos sobre o setor primário e sobre o nível de renda da população vinculada a este setor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Engajar a população sem emprego nas atividades que surgirão com a implementação do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH
<ul style="list-style-type: none"> • Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório vs. habitações. 	Y ₄ X ₂₇	<ul style="list-style-type: none"> • O projeto de reassentamento encontra-se em fase de elaboração pelo Consórcio COBA/VBA, sendo prevista a relocação de 153 famílias. Entretanto, tendo em vista que uma parcela representativa das das propriedades contam com áreas remanescentes, sendo possível prever a adoção do sistema de permuta de casas por 53 famílias. Apesar disto no projeto de reassentamento a ser efetuado estão sendo estudadas alternativas múltiplas de reassentamento de acordo com as características do grupo populacional atingido. A política de reassentamento atualmente adotada pela SRH sugere que seja posto em prática, as seguintes opções, sempre levando em conta a preferência do indivíduo atingido: reassentamento nas áreas remanescentes, reassentamento em agrovila a jusante ou a montante do reservatório, reassentamento em centros urbanos próximos e a compensação monetária, entre outros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração do projeto de reassentamento da população desalojada. 	<ul style="list-style-type: none"> • COBA/VBA • SRH • SAS

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<ul style="list-style-type: none"> No caso do reassentamento em áreas remanescentes deverão ser examinados o tamanho da área remanescente, os tipos de solo, a declividade do terreno e outros fatores que influenciam a produtividade, de modo a assegurar que cada família consiga um nível de produção melhor ou igual ao que possuía anteriormente. Para reassentamento em novas áreas, deverão ser identificados locais alternativos adequados para instalação de agrovilas e lotes agrícolas a uma distância razoável da localização atual dos agricultores deslocados. Para as famílias que optarem pelo reassentamento urbano deverão ser identificados locais adequados nos centros urbanos vizinhos. Desta forma, este setor será impactado adversamente a priori (abandono da infra-estrutura), sendo no entanto beneficiado pelo melhor padrão de qualidade apresentado pelos imóveis construídos pela SRH. 		
<ul style="list-style-type: none"> Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório vs. rede viária, vs. setor educacional, vs. setor saúde, vs. rede elétrica, vs. cemitérios, vs. estrutura fundiária. 	Y ₄ X ₂₈ X ₂₉ X ₃₀ X ₃₂ X ₃₃ X ₃₄	<ul style="list-style-type: none"> Será necessário a relocação de trechos das rodovias estaduais CE-138 (5,2 km) e CE-470 (17,78 km) e de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais da área, de dois cemitérios situados nos povoados de São José e Pilar, de um posto de saúde, uma creche e uma igreja no povoado de São José, de duas escolas situadas nos povoados anteriormente mencionados, além de trechos da rede elétrica monofásica (3,61 km) e trifásica (25,67 km) existentes na área da bacia hidráulica do reservatório. <input type="checkbox"/> A estrutura fundiária da região será alterada, pois 91 propriedades rurais terão suas terras total ou parcialmente desapropriadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Comunicar ao DERT, à SEC, à SESAC, à COELCE e às Prefeituras Municipais de Alto Santo, Potiretama e Iracema, os problemas criados com a provável submersão de trechos de rodovias estaduais e de estradas vicinais, bem como de rede elétrica, dois cemitérios, um posto de saúde, uma creche, uma igreja e duas escolas, para que sejam adotadas as medidas cabíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH DERT SEC SESAC COELCE PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica do reservatório, vs. arrecadação tributária. 	Y ₄ X ₃₆	<ul style="list-style-type: none"> Incrementos na arrecadação tributária decorrentes do pagamento do imposto territorial rural devido pelos proprietários, que constitui condição <i>sine qua non</i> para a liberação das indenizações. 	-	-

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<ul style="list-style-type: none"> A queda na arrecadação tributária provocada pela paralisação das atividades econômicas na região será pouco significativa, pois a economia da área está centrada na pecuária extensiva, atividade que poderá continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. Por sua vez, a agricultura praticada na área é praticamente inexistente, sendo voltada quase que exclusivamente para o autoconsumo e para alimentação do rebanho. 		
<ul style="list-style-type: none"> Identificação e resgate dos patrimônios arqueológico e paleontológico vs. elementos culturais, vs. patrimônio arqueológico. 	Y ₅ X ₂₂ X ₃₈	<ul style="list-style-type: none"> De certa forma, qualquer área selecionada para a implantação de obras hidráulicas pode ser considerada como de alto potencial arqueológico e paleontológico. Com efeito, a experiência tem revelado 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 face a oferta de água, alimentos e matéria-prima para a fabricação de instrumento líticos. Assim sendo, a implementação de um plano de identificação e resgate do patrimônio arqueológico, evitará a destruição de evidências da passagem do homem pré-histórico no território do Estado do Ceará, caso estas ocorram na área do empreendimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar estudos na área da bacia hidráulica do reservatório, visando inicialmente a identificação de sítios arqueológicos. Deverão ser efetuadas posteriormente prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH IPHAN SECULT
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais. 	Y ₆ X ₂₁ X ₂₂	<ul style="list-style-type: none"> Provável ocorrência de choques culturais entre os costumes nativos e aqueles trazidos pelo contingente obreiro que aportará a obra, podendo vir a impactar adversamente as relações familiares e sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> Ação social junto à população nativa e ao grupo de trabalhadores engajados na obra. 	<ul style="list-style-type: none"> PMAS PMP PMI SAS
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₆ X ₂₃ X ₂₄ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> Pequena oferta de empregos para mão-de-obra não especializada, com reflexos positivos sobre a opinião pública e o nível de renda. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgação da oferta de empregos e esclarecimentos sobre o caráter temporário destes. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH PMAS PMP PMI

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
• Instalação do canteiro de obras vs. saúde.	Y ₆ X ₂₆	• Riscos de importações de doenças devido a chegada de trabalhadores vindos de outras regiões.	• Execução de exame médico pré-admissional nos trabalhadores.	• Empreiteira • SESAC
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y ₇ X ₂₃ X ₂₄ X ₂₅	• Aumento da oferta de empregos com reflexos positivos sobre o nível de renda e a opinião pública, que no entanto poderá ficar irritada com os níveis de poluição sonora e do ar provocados pelo uso de explosivos e pela movimentação de veículos e máquinas pesadas.	• Divulgação da oferta de empregos e do seu caráter temporário. • Notificação da população sobre os horários do uso de explosivos. • A adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização.	• Empreiteira • SRH • EXÉRCITO • PMAS • PMP • PMI
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. saúde.	Y ₇ X ₂₆	• Geração de poeira e ruídos com reflexos negativos sobre a saúde da população, que também, ficará exposta ao contato com as novas doenças trazidas pelo contingente obreiro.	• Controle médico pré-admissional dos trabalhadores.	• Empreiteira • SESAC
• Execução das obras de engenharia vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y ₈ X ₂₁ X ₂₂ X ₂₃ X ₂₄ X ₂₅	• Aumento considerável da oferta de empregos, com engajamento de trabalhadores da região, os quais adquirirão experiência neste tipo de serviço e terão elevação do seu nível de renda. A opinião pública será impactada favoravelmente com a implementação do empreendimento, podendo ocorrer reações adversas caso as indenizações pagas não compensem os bens perdidos. Além disso, a chegada de trabalhadores provenientes de outras regiões poderá ocasionar choques culturais entre os costumes pré-existentes e aqueles trazidos pelo contingente obreiro, com reflexos sobre as relações familiares e sociais.	• Divulgação da oferta e esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos.	• Empreiteira • SRH • PMAS • PMP • PMI
• Execução das obras de engenharia vs. saúde.	Y ₈ X ₂₆	• Aumento da incidência de novas moléstias devido o maior afluxo de trabalhadores vindos de outras regiões.	• Controle médico pré-admissional na contratação dos trabalhadores	• Empreiteira • SESAC

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Reassentamento da população desalojada vs. mobilidade, vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais, vs. opinião pública. 	Y ₉ X ₂₀ X ₂₁ X ₂₂ X ₂₃	<ul style="list-style-type: none"> O reassentamento da população desalojada nas áreas remanescentes das propriedades, em agrovila a ser implantada na circunvizinhança do reservatório ou até mesmo em núcleos urbanos, evitará a sua migração para os grandes centros urbanos, onde passaria a exercer pressão sobre a infra-estrutura dimensionada apenas para atender a população nativa, constituindo assim grupos marginalizados. Além disso evitará a provável ruptura de laços de amizade e familiares. Entretanto a opinião pública só será impactada de forma favorável, caso o reassentamento proposto corresponda as expectativas formuladas pela população alvo. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração e implementação do projeto de reassentamento da população desalojada. 	<ul style="list-style-type: none"> COBA/VBA SRH SAS
<ul style="list-style-type: none"> Reassentamento da população desalojada vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₉ X ₂₄ X ₂₅ X ₃₅ X ₃₆	<ul style="list-style-type: none"> Interrupção permanente das atividades extrativas e agropecuárias desenvolvidas, na área de inundação, com reflexos não muito significativos sobre os níveis de emprego e renda, já que 81,79% da renda gerada nas propriedades está vinculada a pecuária, atividade que pode continuar a ser exercida nas áreas remanescentes das propriedades. O impacto sobre a arrecadação tributária, por sua vez não será muito representativo, visto que a agricultura praticada na região é uma atividade que apresenta baixa rentabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração e implementação do projeto de reassentamento da população desalojada, o qual deve contemplar um programa de reativação da economia da área. 	<ul style="list-style-type: none"> COBA/VBA SRH SAS
<ul style="list-style-type: none"> Reassentamento da população desalojada vs. saúde. 	Y ₉ X ₂₆	<ul style="list-style-type: none"> Caso a população seja reassentada em agrovilas, ou em núcleos urbanos próximos o aumento da densidade demográfica fatalmente provocará uma maior incidência das moléstias existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Oferta de serviços médicos preventivos a população. Dotação do local destinado ao reassentamento da população de infra-estrutura de saneamento básico. Exigir que as novas casas a serem construídas sejam todas rebocadas, tendo em vista a presença do barbeiro, vetor da Doença de Chagas, na região. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH SESAC

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Manejo da fauna vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde. 	Y ₁₀ X ₂₄ X ₂₅ X ₂₆	<ul style="list-style-type: none"> A efetivação de uma operação de manejo da fauna efetuada concomitantemente com o desmatamento trará pequenos incrementos na oferta de empregos, com reflexos sobre o nível de renda. Haverá riscos de acidentes com os operários e a população periférica envolvendo animais peçonhentos, mamíferos e aracnídeos. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos. Treinamento de trabalhadores sobre identificação de animais peçonhentos, técnicas de primeiros socorros e formas de captura, acondicionamento e transporte de animais silvestres. A equipe envolvida nos trabalhos deverá estar adequadamente trajada com botas e luvas de cano longo confeccionadas em material resistente. Alertar a população periférica sobre os riscos do êxodo de animais peçonhentos, mamíferos e aracnídeos e dotar os postos de saúde da região de estoques de soros antiofídicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SESAC IBAMA LAROF SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área do reservatório vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde, vs. setor primário. 	Y ₁₁ X ₂₄ X ₂₅ X ₂₆ X ₃₅	<ul style="list-style-type: none"> Além dos empregos criados pela atividade de desmatamento propriamente dita, haverá ainda a geração de subprodutos (carvão, mel, lenha, madeira, etc.) com reflexos positivos sobre o setor primário. Os riscos de ocorrência de acidentes com os operários e a população periférica envolvendo animais ainda são relativamente grandes muito embora já tenha sido efetivado o manejo da fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos. Treinamento de trabalhadores sobre identificação de animais peçonhentos, técnicas de primeiros socorros e formas de captura, acondicionamento e transporte de animais silvestres. A equipe envolvida nos trabalhos deverá estar adequadamente trajada com botas e luvas de cano longo confeccionadas em material resistente. Alertar a população periférica sobre os riscos do êxodo de animais peçonhentos, mamíferos e aracnídeos e dotar os postos de saúde da região de estoques de soros antiofídicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SESAC IBAMA LAROF SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. opinião pública. 	Y ₁₂ X ₂₃	<ul style="list-style-type: none"> Durante a remoção/relocação dos dois cemitérios existentes, a exumação dos restos mortais, por exigir a presença de um familiar durante a execução dos procedimentos de praxe, certamente resultará em fortes impactos psicológicos e emocionais. Além disso, a população pode vir a manifestar desagrado, caso a localização do novo cemitério a ser construído exija deslocamentos a grandes distâncias. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar reuniões com os familiares dos mortos identificados, objetivando definir os procedimentos a serem adotados durante o processo de exumação. Analisar junto com os familiares a possibilidade de relocação dos cadáveres para cemitérios já existentes na região. Nos casos em que este procedimento não possa ser adotado deverá ser efetuada a relocação para o novo cemitério que será construído para este fim. A localização do novo cemitério, bem como a realização de cerimônia religiosa precedente à exumação, são assuntos que deverão ser discutidos com os familiares. Após a anuência dos familiares, deverá ser requerido junto à autoridade competente do Fórum da Comarca a autorização legal para a realização da exumação dos corpos. O processo de exumação deverá ser executado por uma equipe composta por um perito, coveiros, um religioso e um familiar do morto. Na impossibilidade de identificação dos restos mortais, deverão ser adotadas as medidas acima mencionadas, com exceção da presença do familiar, sendo o sepultamento efetuado no novo cemitério, no setor destinado ao enterramento de indigentes. Dado que o prazo para consumação do corpo e permissão para exumação é de no mínimo 18 (dezoito) meses, a SRH deve definir junto com a população local os procedimentos a serem adotados para o sepultamento das pessoas que falecerem durante as fases de estudos e implantação do reservatório, os quais já devem ser enterrados fora da área da bacia hidráulica do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Igreja Fórum da Comarca
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₁₂ X ₂₄ X ₂₅	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada, com reflexos positivos sobre o nível de renda. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecimento sobre o caráter tempo-rário dos empregos. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH PMAS PMP PMI

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. rede viária. 	Y ₁₄ X ₂₈	<ul style="list-style-type: none"> Serão submersos trechos de estradas vicinais, o que dificultará o acesso a algumas propriedades e das rodovias estaduais CE-138 (Alto Santo/Iracema) e CE-470 (Potiretama/CE-138), no caso específico desta última rodovia como esta encontra-se em fase de implantação, foi proposta uma alteração no seu projeto de engenharia, sendo prevista a construção de um desvio de 17,78 km, em substituição ao trecho de 10,97 km que se desenvolvia dentro da área da bacia hidráulica do reservatório. Em compensação o reservatório servirá de hidrovía facilitando o deslocamento através de um meio de transporte mais econômico. 	<ul style="list-style-type: none"> Comunicar ao DERT e as Prefeituras Municipais de Alto Santo, Potiretama e Iracema para que sejam adotadas as medidas cabíveis. Relocação dos trechos de estradas submersos com padrão de qualidade igual ou superior ao outrora existente e construção de ancoradouros. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH DERT PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. valores paisagísticos. 	Y ₁₄ X ₃₇	<ul style="list-style-type: none"> A presença do reservatório numa região de clima semi-árido sujeita a secas periódicas proporcionará uma melhoria substancial dos valores paisagísticos. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₃ X ₃₇	<ul style="list-style-type: none"> A faixa de proteção serve como barreira contra o aporte de sedimentos e poluição ao reservatório. Assim sendo, a sua preservação beneficia não só a qualidade da água armazenada, como também os valores paisagísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementar e monitorar uma faixa de vegetação com largura de 100 m em torno da bacia hidráulica do reservatório, conforme reza a Resolução CONAMA nº 004/85. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₇ X ₃₇	<ul style="list-style-type: none"> Tal atividade inculcará junto a população noções sobre meio ambiente e formas de preservá-lo, impactando de modo benéfico os valores paisagísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água represada vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₈ X ₃₇	<ul style="list-style-type: none"> A manutenção da qualidade da água represada evitará a eutrofização do lago, tendo portanto reflexos positivos sobre os valores paisagísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar a qualidade da água represada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível do reservatório vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₉ X ₃₇	<ul style="list-style-type: none"> A gestão dos recursos hídricos evitará a estagnação d'água no reservatório, além de evitar que este atinja níveis críticos, comprometendo o fornecimento de vazão regularizada para jusante. Os valores paisagísticos serão beneficiados indiretamente. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar a operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento de sedimentação no reservatório vs. valores paisagísticos. 	Y ₃₁ X ₃₇	<ul style="list-style-type: none"> Esta atividade permite detectar a ocorrência de focos de poluição e erosão na bacia hidrográfica contribuinte e a adoção das medidas mitigadoras cabíveis. Assim sendo, garante a preservação da qualidade dos recursos hídricos armazenados, além da capacidade de acumulação do reservatório. Os valores paisagísticos serão impactados de forma benéfica. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar os níveis de sedimentação no reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Programa de gerenciamento ambiental das obras vs. mobilidade, vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. saúde. 	Y ₃₂ X ₂₀ X ₂₁ X ₂₂ X ₂₃ X ₂₆	<ul style="list-style-type: none"> Tal atividade além de permitir o livre exercício da cidadania através do engajamento da sociedade nas consultas e deliberação pertinentes a implantação das obras de engenharia e ações correlatas (acompanhamento das obras, dos processos de desapropriação e reassentamento, e dos programas de reativação da economia, entre outros), reduzirá os níveis de desconfiança da população nas atividades desenvolvidas pelo empreendimento, com conseqüente redução nas taxas de migração da população desalojada e da tensão social gerada pelas incertezas criadas pelo processo de desapropriação de terras. A opinião pública será impactada de forma favorável 	<ul style="list-style-type: none"> Criação de um grupo de trabalho multiparticipativo para o gerenciamento ambiental das obras. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH COGERH Comitê de Bacias PMAS PMP PMI
MEIO ABIÓTICO (ÁREA DAS OBRAS CIVIS)				
<ul style="list-style-type: none"> Identificação e resgate do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio paleontológico. 	Y ₅ X ₄₉	<ul style="list-style-type: none"> A implantação de um plano de identificação e resgate do patrimônio paleontológico, evitará a destruição de evidências da passagem de animais pré-históricos no território do Estado do Ceará, caso estes ocorram na área do estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar estudos científicos nas áreas das obras civis e das jazidas de empréstimos, visando a identificação de sítios paleontológicos. Deverão ser efetuadas posteriormente prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas. Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra. Neste caso o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das obras ou da exploração de materiais de empréstimos naquele local até a chegada dos técnicos para resgate do material, dentro dos critérios científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH DNPM IPHAN SECULT

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. material particulado, vs. poluição sonora. 	Y ₆ X ₃₉ X ₄₀	<ul style="list-style-type: none"> Pequena geração de poeira e ruídos numa área restrita. 	<ul style="list-style-type: none"> Na instalação da usina de concreto e da central de britagem levar em consideração a direção dos ventos dominantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. qualidade das águas superficiais vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. qualidade das águas subterrâneas vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₆ X ₄₁ X ₄₂ X ₄₃ X ₄₄ X ₄₅ X ₄₆ X ₄₇	<ul style="list-style-type: none"> Os desmatamentos e os movimentos de terra durante a construção das edificações e estradas de serviços, deixarão os solos expostos a ação dos agentes erosivos, resultando em carreamento de sólidos para o leito dos cursos d'água. Caso não seja instalada um infra-estrutura de esgotamento sanitário adequada haverá poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Haverá redução da infiltração de águas pluviais, pois o solo desnudo permite uma maior velocidade da água que desliza sobre sua superfície, prejudicando a recarga do aquífero cristalino. 	<ul style="list-style-type: none"> Reduzir ao mínimo os desmatamentos necessários. Adoção do uso de fossas sépticas na infra-estrutura de esgotamento sanitário do canteiro de obras, as quais devem ser localizadas distantes dos cursos d'água. Localização dos paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, livre de inundações e de mudanças freqüentes de temperatura ou de ventos fortes, conforme reza as normas do Exército. Construção apenas das vias de serviços imprescindíveis à execução das obras e aproveitamento das estradas vicinais existentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE EXÉRCITO
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. material particulado, vs. poluição sonora. 	Y ₇ X ₃₉ X ₄₀	<ul style="list-style-type: none"> Durante a exploração das jazidas haverá uma alta produção de material particulado, além do barulho das detonações de explosivos usados na pedreira. A operação da central de britagem, também, provocará poeira e ruídos numa escala considerável. 	<ul style="list-style-type: none"> Umidificação das áreas de jazidas e das vias de serviços, além da otimização dos caminhos. Emprego de explosivos em horários pré-determinados e com notificação a população circunvizinha. Adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH EXÉRCITO

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y7 X41 X42 X44 X45 X46 X47	<ul style="list-style-type: none"> Os desmatamentos e decapeamentos (retirada da camada de solo fértil) das áreas de jazidas desencandeará a ação dos processos erosivos, provocando o assoreamento e o aumento da turbidez dos cursos d'água e mananciais d'água periféricos durante o período chuvoso. Haverá redução da recarga do aquífero, visto que a falta de uma cobertura vegetal que retenha o escoamento superficial da água precipitada reduzirá as taxas de infiltração. 	<ul style="list-style-type: none"> Estocagem do solo fértil resultante das atividades de decapeamento para posterior utilização durante o tratamento paisagístico a ser efetuado nas áreas degradadas. Evitar ao máximo a estocagem de material de empréstimo, coordenando a sua utilização nas obras, concomitantemente com a sua exploração. Controle na deposição de bota-foras, considerando a localização e cota da pilha em relação à área da jazida, a topografia da área de deposição, a natureza dos materiais constituintes e o tipo de transporte e de estabilização utilizados. Na jazida de material terroso e no areal devem ser efetivados controles de deslizamentos de encostas, visando a fixação de áreas instáveis. Implementação de sistemas de drenagem nos taludes das frentes de lavra, das encostas marginais, dos locais de deposição de rejeitos e dos cortes de estradas visando reduzir o carreamento de sedimentos para as áreas circunvizinhas. Reconstituição paisagística das áreas de lavras que não serão submersas (toda a área da jazida J-02) após o seu abandono, através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com gramíneas e plantas nativas. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Exatção, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. sismicidade. 	Y ₇ X ₄₈	<ul style="list-style-type: none"> A detonação de explosivos durante a exploração das pedreiras, causará pequenas ondas sísmicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Emprego de explosivos em horários pré-determinados e com notificação a população circunvizinha. Adoção de normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH EXÉRCITO
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. material particulado, vs. poluição sonora. 	Y ₈ X ₃₉ X ₄₀	<ul style="list-style-type: none"> Os desmatamentos, cortes e terraplenagens necessários, além do uso de explosivos nas escavações do sangradouro e de máquinas e caminhões pesados gerarão poeira e ruídos numa escala considerável. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. Umidificação do trajeto de máquinas e veículos. Comunicar a população periférica o horário do uso de explosivos. Adoção de normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH EXÉRCITO
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. qualidade das águas superficiais, qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₈ X ₄₁ X ₄₅ X ₄₆ X ₄₇	<ul style="list-style-type: none"> O desencadeamento de processos erosivos provocados pelos desmatamentos localizados e pelos movimentos de terra, ocasionará o assoreamento dos leitos dos cursos d'água periféricos, além de provocar turbidez das águas. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. Deposição adequada de rejeitos (bota-foras). 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. sismicidade 	Y ₈ X ₄₈	<ul style="list-style-type: none"> O tráfego constante de caminhões e máquinas pesadas, e as detonações de explosivos provocarão pequenos níveis de sismicidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Uso de explosivos em horário pré-determinados, sob criterioso plano de fogo e com notificação da população circunvizinha. Adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH EXÉRCITO

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₂₂ X ₄₁ X ₄₂ X ₄₅ X ₄₆ X ₄₇	<ul style="list-style-type: none"> A reconstrução paisagística das áreas degradadas, através do seu reflorestamento, protegerá os solos contra os agentes erosivos, reduzindo o aporte de sedimentos aos cursos d'água. Haverá, ainda, um aumento das taxas de infiltração das águas pluviais beneficiando a recarga dos aquíferos. Ressalta-se que apenas as pedreiras, as jazidas J-01 e J-03 e o areial não são passíveis de tratamento paisagístico, visto que os dois primeiros grupos serão totalmente submersos e que o areal localiza-se integralmente na calha do rio Figueiredo, requerendo apenas a suavização dos taludes e adoção de regras rigorosas na sua exploração de modo a não degradar a mata ciliar e não formar crateras. Deve-se checar a possibilidade das instalações do canteiro de obras serem destinadas para a equipe engajada na operação, monitoramento e manutenção do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Recuperação das áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Manutenção da infra-estrutura implantada vs. erosão. 	Y ₃₃ X ₄₆	<ul style="list-style-type: none"> A manutenção periódica das obras de engenharia e da proteção dos taludes do eixo do barramento e das ombreiras evitará o desencadeamento de processos erosivos nestas áreas garantindo a integridade do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção periódica da infra-estrutura implantada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
MEIO BIÓTICO (ÁREA DAS OBRAS CIVIS)				
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. vegetação de caatinga, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	Y ₆ X ₅₀ X ₅₃ X ₅₄	<ul style="list-style-type: none"> A erradicação da vegetação na área do canteiro de obras propriamente dito e para a construção das vias de acesso causará danos ao patrimônio florístico com reflexos negativos sobre a fauna. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. vegetação de caatinga, vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna. 	Y ₇ X ₅₀ X ₅₁ X ₅₂ X ₅₃ X ₅₄ X ₅₅	<ul style="list-style-type: none"> Os desmatamentos e os decapeamentos dos solos trarão danos ao patrimônio florístico. A fauna terrestre e a avifauna perderão os seus habitats e migrarão para as áreas periféricas, passando a competir com a fauna aí existente em termos territoriais e alimentares. A fauna e flora aquáticas serão afetadas pela geração de turbidez e pelo assoreamento dos cursos d'água. Muito embora areal se situe no leito do rio Figueiredo, há riscos de degradação da mata ciliar, caso não sejam obedecidos os limites da área da lavra. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração e implementação de um projeto de reconstrução paisagística das áreas das jazidas de empréstimos que não serão submersas (toda a área da jazida J-02). Estabelecimento de regras rigorosas a serem seguidas durante a exploração do areial, visando a não degradação da mata ciliar. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE IBAMA

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. vegetação de caatinga, vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna. 	Y ₈ X ₅₀ X ₅₁ X ₅₂ X ₅₃ X ₅₄ X ₅₅	<ul style="list-style-type: none"> Os desmatamentos e movimentos de terra necessários causarão danos a cobertura vegetal e conseqüente destruição do habitat da fauna terrestre e da ornitofauna. O aumento da turbidez perturbará os hábitos da fauna aquática, além de causar danos a vegetação aquática, principalmente ao fitoplâncton. Tendo em vista que o rio Figueiredo apresenta caráter intermitente, durante a época de estiagem a execução das obras não afetará a flora e fauna aquática. Com a chegada da estação chuvosa, no entanto faz-se necessário a construção de ensecadeiras de modo a reduzir os impactos sobre o bioma aquático e permitir a continuidade das obras. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudar a melhor medida a ser adotada para minimizar os impactos sobre o bioma aquático, durante a implantação das obras no período chuvoso. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH
<ul style="list-style-type: none"> Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna. 	Y ₂₂ X ₅₀ X ₅₂ X ₅₃ X ₅₄ X ₅₅	<ul style="list-style-type: none"> O reflorestamento das áreas degradadas (jazida J-02 que não será submersa, bota-foras e canteiro de obras, caso não tenha suas instalações reaproveitadas) reduzirá os níveis de erosão, e conseqüentemente o assoreamento e a turbidez dos cursos d'água beneficiando todo o bioma aquático. Além disso a fauna terrestre e a ornitofauna terão os seus habitats reconstituídos. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar o reflorestamento das áreas degradadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH
MEIO ANTRÓPICO (ÁREA DAS OBRAS CIVIS)				
<ul style="list-style-type: none"> Desapropriação vs. estrutura fundiária, vs. arrecadação tributária. 	Y ₄ X ₅₈ X ₆₀	<ul style="list-style-type: none"> Será necessária a desapropriação das áreas das obras civis e das jazidas de empréstimo que se localizam fora da bacia hidráulica do reservatório (J-02). Os proprietários terão de pagar o imposto territorial rural devido por ocasião das indenizações beneficiando a arrecadação tributária. 	<ul style="list-style-type: none"> Indenização com valores justos e em tempo hábil. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Identificação e resgate do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio arqueológico. 	Y ₅ X ₆₂	<ul style="list-style-type: none"> A implementação de um plano de identificação e resgate do patrimônio arqueológico, evitará a destruição de evidências da passagem do homem pré-histórico pelo território cearense, caso estas ocorram na área do estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar estudos nas áreas das obras civis e das jazidas de empréstimos visando inicialmente a identificação de sítios arqueológicos. Posteriormente deverão ser efetuadas prospecções nas áreas dos sítios identificados, sendo executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas. Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra. Neste caso o procedimento necessário consiste na paralisação parcial das obras naquele local até a chegada dos técnicos para resgate do material, dentro dos critérios científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH IPHAN SECULT
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. saúde. 	Y ₆ X ₅₆	<ul style="list-style-type: none"> O canteiro de obras deverá contar com um posto de saúde devidamente aparelhado dado os elevados riscos de acidentes durante a execução das obras, o que terá reflexos positivos sobre a saúde dos operários. 	<ul style="list-style-type: none"> Montagem e aparelhamento de um posto de saúde na área do canteiro de obras. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SESAC
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. setor terciário. 	Y ₆ X ₅₉	<ul style="list-style-type: none"> Estímulo ao desenvolvimento do comércio informal nas imediações do canteiro de obras. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras, vs. valores paisagísticos. 	Y ₆ X ₆₁	<ul style="list-style-type: none"> A instalação do canteiro de obras causará degradação ao meio ambiente dado a erradicação da cobertura vegetal, o que aliado a deposição inadequada de bota-foras impactará adversamente os valores paisagísticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Procurar instalar o canteiro de obras em local com cobertura vegetal degradada. Implementar um projeto de reconstituição paisagística da área do canteiro de obras e dos bota-foras. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Empreiteira SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. saúde. 	Y ₇ X ₅₆	<ul style="list-style-type: none"> A geração de poeira e ruídos em larga escala prejudica a saúde dos trabalhadores, além disso há o risco de acidentes com explosivos durante a exploração das pedreiras e as escavações do sangradouro, bem como de desmoronamentos de encostas nas jazidas de material terroso e no areal. 	<ul style="list-style-type: none"> Os operários devem trajar roupas adequadas, além de usarem capacetes, abafadores de ruídos e máscaras. Devem receber treinamento para o uso de explosivos e serem estimulados a obedecerem as regras de segurança. Deve ser estabelecido um monitoramento diário das cavas de jazidas de material terroso e do areal para a detecção e resolução de problemas ligados a possíveis instabilidade de taludes. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SESAC SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. setor terciário.	Y ₇ X ₅₉	• Incremento do comércio informal nas áreas circunvizinhas ao canteiro de obras, principalmente no dia do pagamento dos salários.	-	-
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. valores paisagísticos.	Y ₇ X ₆₁	• A exploração de jazidas requer desmatamentos e grandes movimentos de terra impactando adversamente o meio natural, sendo necessária a implementação de projetos de recuperação das áreas degradadas.	• Implementação de um projeto de reconstituição paisagística da cava da jazida J-02, cuja área não será submersa.	• Empreiteira • SRH • SEMACE • IBAMA
• Execução das obras de engenharia vs. saúde.	Y ₈ X ₅₆	• A poeira e os ruídos gerados terão reflexos adversos sobre a saúde dos trabalhadores, o que aliado aos riscos de acidentes eleva substancialmente os impactos sobre a saúde decorrentes da implementação das obras civis.	• Os trabalhadores devem trajar roupas adequadas, além de usarem capacetes, abafadores de ruídos e máscaras. Além disso, devem receber treinamento e serem estimulados a obedecerem as regras de segurança.	• Empreiteira • SESAC • SEMACE
• Execução das obras de engenharia vs. setor terciário.	Y ₈ X ₅₉	• Aumento da atividade comercial (economia informal) nas imediações do canteiro de obras.	-	-
• Adoção de normas de segurança no trabalho vs. saúde.	Y ₂₁ X ₅₆	• A empreiteira através de palestras ilustrativas deve orientar os operários a seguirem regras rigorosas de segurança no trabalho, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse destes pelas questões de prevenção de acidentes. Tal medida evitará não só prejuízos econômicos, como também a perda de vidas humanas.	• A adoção de normas rigorosas de segurança no trabalho.	• Empreiteira
• Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. valores paisagísticos.	Y ₂₂ X ₆₁	• A recomposição paisagística das áreas degradadas impactará favoravelmente o componente ambiental citado.	• Implementação de um projeto de reconstituição paisagística das áreas degradadas.	• Empreiteira • SRH • SEMACE • IBAMA

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	IMPACTOS POTENCIAIS	MEDIDAS MITIGADORAS	ÓRGÃOS A SEREM ENVOLVIDOS
MEIO ABIÓTICO				
• Execução das obras de engenharia vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. nível freático.	Y ₈ X ₆₅ X ₆₆ X ₆₉	• A construção de ensecadeiras para facilitar a execução das obras durante a época chuvosa provocará uma redução no escoamento natural do rio Figueiredo, resultando numa diminuição da recarga do aquífero aluvial com conseqüente rebaixamento do lençol freático. Haverá, também, aumento de turbidez das águas superficiais dado a deposição inadequada dos materiais utilizados durante o processo construtivo ou dos rejeitos.	• Evitar ao máximo a estocagem de material de empréstimo, coordenando a utilização destes nas obras, concomitantemente com as suas explorações.	• Empreiteira • SRH
• Reassentamento da população desalojada vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₉ X ₆₃ X ₆₄	• Será necessária a relocação de 153 famílias, boa parte das quais devem ser remanejadas para as áreas remanescentes das propriedades, para a agrovila a ser construída nas imediações do reservatório ou para núcleos urbanos. A construção das novas residências provocará poeira e ruídos em áreas pontuais, numa escala relativamente reduzida, atingindo maiores proporções na área onde será implantada a agrovila dado a maior concentração de habitações.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. Se possível construir as novas habitações em áreas com cobertura vegetal já degradada.	• Empreiteira • SRH
• Reassentamento da população desalojada vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₉ X ₆₆ X ₇₀ X ₇₁ X ₇₂ X ₇₃	• Os desmatamentos e movimentos de terra necessários para a construção das novas residências nas áreas remanescentes das propriedades serão de pequena monta e em áreas pontuais dispersas, portanto os impactos incidentes sobre os componentes ambientais citados serão pouco significativos. Esses impactos apresentam-se mais significativos apenas na área da agrovila dado o maior número de habitações a serem construídas.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. • Proibir a construção de residências dentro da faixa de proteção do reservatório.	• SRH • SEMACE
• Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. material particulado.	Y ₁₁ X ₆₃	• A poeira e a fumaça geradas durante a operação de desmatamento da área do reservatório afetará a qualidade do ar das áreas circunvizinhas.	• Na escolha do local e horário para a queima de restos levar em conta os ventos dominantes.	• Empreiteira • SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. nível freático, vs. clima. 	Y ₁₁ X ₆₅ X ₆₆ X ₆₈ X ₆₉ X ₇₅	<ul style="list-style-type: none"> A erradicação da cobertura vegetal na área da bacia hidráulica do reservatório provocará elevações da temperatura, resultando em perdas d'água por evaporação, com conseqüente redução da recarga dos aquíferos. Além disso, o desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água provocarão turbidez das águas supridas para jusante. Todos os componentes ambientais citados serão impactados adversamente. No entanto a execução do desmatamento evitará o apodrecimento da água armazenada no reservatório, garantindo o fornecimento d'água de boa qualidade para as cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê, e para as áreas ribeirinhas de jusante, além de beneficiar indiretamente os aquíferos. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboração e execução de um projeto de desmatamento (zoneado) racional. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH IBAMA
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₁₂ X ₆₆	<ul style="list-style-type: none"> A retirada de edificações, currais, fossas, esterqueiras, cemitérios, etc., evitará a poluição dos recursos hídricos represados, dado a eliminação de focos potenciais de seres patogênicos, além de facilitar a ocorrência de processos de aeração das águas. Conseqüentemente a água suprida para jusante será de boa qualidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Efetuar a limpeza da área da bacia hidráulica do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH
<ul style="list-style-type: none"> Relocação da infra-estrutura de uso público vs. material particulado, vs. poluição sonora, vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade dos solos, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₁₃ X ₆₃ X ₆₄ X ₆₆ X ₇₀ X ₇₁ X ₇₂ X ₇₃	<ul style="list-style-type: none"> Será necessária a relocação de duas escolas, um posto de saúde, uma creche, uma igreja, dois cemitérios e de trechos de rodovias estaduais (CE-138 e CE-470) e estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades, bem como de trechos de rede elétrica monofásica e trifásica. Os desmatamentos e terraplenagens necessários terão reflexos negativos sobre os fatores ambientais citados. Deve ser analisada a situação de outros dois cemitérios existentes nas imediações do reservatório para verificação da necessidade de relocação de suas infra-estruturas 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos desmatamentos e dos movimentos de terra ao mínimo necessário. O poder contaminante dos cemitérios pode ser controlado através da correta planificação da sua construção e utilização. Assim sendo, o novo cemitério deve ser edificado em área elevada, em terreno com características permeáveis, com nível freático baixo (distância mínima de 1,5 m fundo das covas) e distante de fontes de abasteci- 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<ul style="list-style-type: none"> No caso específico da relocação dos cemitérios se não forem obedecidas determinadas normas de proteção ambiental os riscos de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos por microorganismos patogênicos que proliferam durante a decomposição dos cadáveres apresenta-se bastante elevado. 	<p>mento de águas superficiais e subterrâneas (poços). É recomendável a impermeabilização do fundo dos jazigos e a desinfecção com cal virgem, além da execução de um monitoramento hidrogeológico, este último indicado apenas para casos mais delicados.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₁₄ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> Serão armazenados 520 hm³ de água, o que permitirá o fornecimento de uma vazão regularizada para a área de jusante, mesmo durante os períodos de estiagem, já que o açude ora estudado é interanual. 	<ul style="list-style-type: none"> Operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. nível freático. 	Y ₁₄ X ₆₇ X ₆₉	<ul style="list-style-type: none"> Com a formação do reservatório haverá um aumento considerável das taxas de infiltração, favorecendo a recarga dos aquíferos situados sob a coluna d'água ou nas suas circunvizinhanças. Nas planícies de inundação situadas a jusante, no entanto, haverá uma redução da recarga, devido a contenção parcial das cheias durante o período chuvoso. Com o aumento da recarga dos aquíferos nas áreas circunvizinhas ao reservatório poderá ocorrer a formação de charcos nos setores mais deprimidos do relevo, com risco de salinização dos solos, além de provocarem a proliferação de insetos. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível piezométrico nas áreas circunvizinhas ao reservatório, visando a implementação de obras de drenagem caso se faça necessário. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH SEMACE FUNASA SESAC
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. qualidade dos solos, vs. erosão. 	Y ₁₄ X ₇₁ X ₇₂	<ul style="list-style-type: none"> A presença do barramento funcionará como uma barreira, reduzindo a deposição dos sedimentos carregados pelo rio Figueiredo na área de jusante, com reflexos negativos sobre a fertilidade das planícies de inundação que deixarão de ter os nutrientes dos solos renovados naturalmente durante o período chuvoso. Haverá, ainda, um aumento da erosão dos solos ribeirinhos devido a água limpa (desprovida de sedimentos) ser mais agressiva. 	-	-

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. clima. 	Y ₁₄ X ₇₅	<ul style="list-style-type: none"> A formação de uma ampla superfície líquida, aumentará a umidade relativa do ar, amenizando as condições climáticas nas áreas periféricas ao reservatório. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Regularização da vazão vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₁₅ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> O açude Figueiredo assegurará o abastecimento d'água doméstico e industrial das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema e Ererê e o desenvolvimento da irrigação intensiva (8.800 ha) nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe. Além disso, servirá de fonte hídrica para a população ribeirinha de jusante e permitirá o desenvolvimento da irrigação difusa e a dessedentação animal, através da perenização do rio Figueiredo. 	<ul style="list-style-type: none"> Operação do reservatório de acordo com as vazões afluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Regularização da vazão vs. disponibilidade das águas subterrâneas. 	Y ₁₅ X ₆₇	<ul style="list-style-type: none"> Os volumes de água derivados para jusante provocarão um pequeno aumento na recarga do aquífero aluvial, o que no entanto poderá não compensar a redução nas infiltrações provocada pela contenção parcial do pico de cheia durante a época chuvosa. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Abastecimento d'água humano vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₁₈ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> A vazão aduzida garantirá o suprimento hídrico das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê beneficiando no ano de 2030, uma população da ordem de 62.610 habitantes, além da população rural residente ao longo do trecho perenizado no rio Figueiredo. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Abastecimento d'água humano vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas. 	Y ₁₈ X ₆₆ X ₆₈	<ul style="list-style-type: none"> Estima-se que cerca de 80,0% da água fornecida para consumo humano se transformará em efluentes sanitários, contribuindo para a poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, principalmente nos núcleos urbanos não dotados com sistema de esgotamento sanitário. 	<ul style="list-style-type: none"> O planejamento do setor de saneamento básico deverá priorizar a dotação de esgotamento sanitário nos núcleos urbanos com população acima de 20.000 habitantes e naqueles posicionados na retarguarda do açude Figueiredo. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH COGERH CAGECE SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. material particulado, vs. poluição sonora. 	Y ₁₉ X ₆₃ X ₆₄	<ul style="list-style-type: none"> A vazão fornecida para a área de jusante permitirá o desenvolvimento da irrigação intensiva de 8.300 ha nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo Jaguaribe, bem como da irrigação difusa pela iniciativa privada. Durante o desmatamento das áreas agrícolas serão gerados poeiras e ruídos em áreas pontuais dispersas nas áreas com irrigação difusa distribuídas ao longo do trecho do rio Figueiredo que será perenizado, sendo estes impactos mais significativos nas áreas onde será implementada a irrigação intensiva. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. nível freático. 	Y ₁₉ X ₆₅ X ₆₇ X ₆₉	<ul style="list-style-type: none"> A operação dos sistemas de irrigação aumentará a disponibilidade d'água superficial e favorecerá a infiltração. Poderá também ocorrer a elevação do nível freático até alturas indesejáveis, decorrentes da adoção de métodos de irrigação que requeiram grandes volumes d'água principalmente nos locais onde a irrigação é praticada em áreas de várzeas. 	<ul style="list-style-type: none"> Difundir junto aos produtores rurais as vantagens de adotar métodos de irrigação que requeiram pequeno volume d'água (gotejamento, microaspersão, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> SHR
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas. 	Y ₁₉ X ₆₆ X ₆₈	<ul style="list-style-type: none"> O uso de desregado agrotóxicos e fertilizantes poderá vir a resultar em poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos com resíduos de pesticidas, além de provocar substancial elevação nos teores de sais presentes na água. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgação de normas técnicas para o uso criterioso de fertilizantes e defensivos agrícolas. Programa de educação ambiental dirigido aos proprietários rurais. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento. 	Y ₁₉ X ₇₁ X ₇₂ X ₇₃	<ul style="list-style-type: none"> Caso ocorram elevações excessivas do nível freático decorrentes da utilização de métodos de irrigação que impliquem em uso excessivo de água, a qualidade dos solos poderá ser comprometida pela salinização. Além disso, o manejo inadequado dos solos e o não desenvolvimento de técnicas conservacionistas poderão causar o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água periféricos. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgação de norma técnicas sobre manejo do solo e incentivo adoção de prática de conservação dos solos. Incentivar o uso de métodos de irrigação que não incorram em consumo excessivo de água (gotejamento, microaspersão, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento do setor industrial vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas. 	Y ₂₀ X ₆₅ X ₆₆ X ₆₈	<ul style="list-style-type: none"> A vazão aduzida garantirá o suprimento hídrico das indústrias difusas dos municípios de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê. Tal garantia permitirá o desenvolvimento do setor secundário através da atração e instalação de novos estabelecimentos industriais, alguns dos quais podem apresentar potencial poluidor dos recursos hídricos relativamente elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> Exigir que as novas indústrias dêem tratamento adequado aos efluentes industriais gerados, conforme reza a legislação ambiental vigente. 	<ul style="list-style-type: none"> SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas, vs. qualidade dos solos, vs. clima. 	Y ₂₃ X ₆₆ X ₆₈ X ₇₁ X ₇₅	<ul style="list-style-type: none"> A preservação da faixa de vegetação que circunda todo o reservatório, servindo de barreira ao aporte de sedimentos e material poluente, permitirá a conservação da água armazenada beneficiando indiretamente os componentes ambientais citados. Além disso, a presença desta cobertura vegetal amenizará as condições climáticas nas áreas circunvizinhas ao reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de um policiamento educativo para a manutenção da faixa de proteção do reservatório, procurando engajar nesta atividade a comunidade local. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Zoneamento de usos no reservatório vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₂₄ X ₆₆	<ul style="list-style-type: none"> Tal atividade garantirá o fornecimento de água de boa qualidade através da proibição, num raio de 500 m em torno de pontos de captação d'água para abastecimento humano, de usos incompatíveis com este fim. 	<ul style="list-style-type: none"> Restringir os usos incompatíveis nas áreas de captação d'água para abastecimento humano. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₂₅ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> O gerenciamento e controle do uso da água represada garantirá o fornecimento d'água regularizado para área de jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação do programa de gerenciamento e controle do uso da água desenvolvido pelo Governo Estadual. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₂₆ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> Com o estabelecimento de cotas d'água para os usuários e a cobrança de tarifas será evitado desperdícios de água, garantindo o seu fornecimento regularizado. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento do sistema de outorgas e tarifação d'água desenvolvido pelo Governo Estadual. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório vs. qualidade das águas superficiais. 	Y ₂₇ X ₆₆	<ul style="list-style-type: none"> Esta atividade permitirá a preservação da qualidade da água represada no reservatório garantindo assim o suprimento de água de boa qualidade para a área de jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água represada vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas. 	Y ₂₈ X ₆₆ X ₆₈	<ul style="list-style-type: none"> O controle e manutenção da qualidade da água represada que será suprida para jusante terá reflexos positivos sobre os componentes ambientais citados. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar a qualidade da água represada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível do reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₂₉ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> A gestão dos recursos hídricos armazenados no reservatório, através do controle dos seus níveis evitará que em época de estiagem ocorra colapso no fornecimento d'água para jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível do reservatório e executar a sua operação de acordo com as vazões afluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível do reservatório vs. sismicidade. 	Y ₂₉ X ₇₄	<ul style="list-style-type: none"> Caso ocorram sismos perceptíveis de forma sucessiva, deve-se averiguar se existe correlação entre este fenômeno e o nível d'água existente no reservatório. Muito embora a região onde está localizado o reservatório apresente sismicidade média a baixa, acredita-se que não haverá geração de sismos induzidos pela barragem, dado a sua baixa coluna d'água e ao fato dessa estar completamente assente sobre rochas do embasamento cristalino. 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar a necessidade da instalação de sismógrafos na área periférica ao reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da sedimentação no reservatório vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. erosão. 	Y ₃₁ X ₆₅ X ₇₂	<ul style="list-style-type: none"> O controle da sedimentação no reservatório permitirá a manutenção da sua capacidade de acumulação, garantindo o fornecimento d'água para jusante, uma vez que alerta sobre a ocorrência de focos de erosão e poluição na bacia hidrográfica contribuinte, permitindo a rápida implementação das medidas cabíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar as taxas sedimentação no reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Manutenção da infra-estrutura implantada vs. disponibilidade das águas superficiais. 	Y ₃₃ X ₆₅	<ul style="list-style-type: none"> Esta atividade resguardará a própria integridade do empreendimento garantindo o suprimento d'água para a área de jusante. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção periódica da infra-estrutura implantada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
MEIO BIÓTICO				
• Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₇ X ₇₉ X ₈₀	• A degradação do habitat da fauna nas áreas de jazidas de empréstimo, provocará a sua fuga para as áreas circunvizinhas, onde passará a competir em termos territoriais e alimentares com as espécies aí existentes.	• Implementação de um projeto de recuperação paisagística da área de empréstimo que não será submersa (Jazida J-02).	• Empreiteira • SRH • SEMACE • IBAMA
• Execução das obras de engenharia vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₈ X ₇₉ X ₈₀	• Durante a construção das obras civis haverá desmatamentos, terraplenagens e grande movimentação de máquinas e caminhões, o que certamente afugentará a fauna para as áreas periféricas, onde entrará em conflito com as espécies que aí habitam.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.	• Empreiteira • SRH • SEMACE • IBAMA
• Execução das obras de engenharia vs. ictiofauna.	Y ₈ X ₈₁	• A construção de ensecadeiras visando o desvio do curso do rio Figueiredo durante o período chuvoso reduzirá os impactos incidentes sobre a ictiofauna, entretanto facilitará a execução da pesca predatória.	• Proibir temporariamente a atividade pesqueira nas imediações das obras.	• Empreiteira • SRH • IBAMA
• Reassentamento da população desalojada vs. vegetação de caatinga, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₉ X ₇₆ X ₇₉ X ₈₀	• A relocação das residências nas áreas remanescentes das propriedades, na vila urbana e na agrovila a serem construídas nas imediações do reservatório resultará em desmatamentos degradando o habitat da fauna. Ressalta-se, no entanto, que estes impactos apresentam reduzida magnitude, devido ocorrerem em áreas pontuais dispersas, apresentando-se mais significativos apenas na área destinada a agrovila dado a sua maior extensão territorial.	• Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. • Procurar localizar a agrovila e as novas residências em áreas que já apresentem a sua cobertura vegetal degradada. • Exigir que as novas casas a serem construídas sejam todas rebocadas, tendo em vista a presença do barbeiro, vetor da Doença de Chagas, na região.	• Empreiteira • SRH • SEMACE • IBAMA
• Manejo da fauna vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₁₀ X ₇₉ X ₈₀	• A fauna remanejada da área de inundação irá competir com a fauna periférica em termos territoriais e alimentares.	-	-
• Relocação da infra-estrutura de uso público vs. vegetação de caatinga, vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₁₃ X ₇₆ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉	• Os desmatamentos necessários, bem como a movimentação de máquinas e veículos afugentará a fauna terrestre e a avifauna durante a construção dos trechos das rodovias CE-138 e CE-470, das estradas vicinais, das escolas, do posto de saúde,	• Redução dos desmatamentos e dos movimentos de terra ao mínimo necessário.	• Empreiteira • SRH • SEMACE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
	X ₈₀ X ₈₁	da creche do cemitério e da igreja, enquanto que o bioma aquático será prejudicado pela turbidez dos cursos d'água.		<ul style="list-style-type: none"> • IBAMA • DERT
<ul style="list-style-type: none"> • Formação do reservatório vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves). 	Y ₁₄ X ₇₉ X ₈₀	<ul style="list-style-type: none"> • Os animais que após as atividades de manejo da fauna e desmatamento retornarem ao antigo habitat, com o enchimento do reservatório tornarão a migrar para as áreas circunvizinhas passando a competir com a fauna periférica. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento d'água humano vs. Ictiofauna. 	Y ₁₈ X ₈₁	<ul style="list-style-type: none"> • O fornecimento de uma maior vazão regularizada para consumo humano, resultará em aumento do aporte de efluentes sanitários aos cursos e mananciais d'água prejudicando a ictiofauna. 	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar a execução de sistemas de esgotamento sanitário nas cidades com população superior a 20.000 habitantes, nas posicionadas à retaguarda de reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico da região, ou sobre o embasamento sedimentar. 	<ul style="list-style-type: none"> • CAGECE
<ul style="list-style-type: none"> • Regularização de vazão vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna. 	Y ₁₅ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	<ul style="list-style-type: none"> • A perenização do rio Figueiredo favorecerá a manutenção das suas matas ciliares, beneficiando a fauna terrestre e a ornitofauna que terão o seu habitat preservado, além de disporem de uma fonte hídrica permanente para sanar a sede. O bioma aquático será beneficiado com a formação de um habitat permanente. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. matas de várzeas, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. Ictiofauna. 	Y ₁₉ X ₇₇ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	<ul style="list-style-type: none"> • O desmatamento das áreas agrícolas ao longo do trecho perenizado do rio Figueiredo (irrigação difusa), bem como dos lotes agrícolas das áreas de irrigação intensiva, resultará na erradicação da cobertura vegetal, com conseqüente degradação dos habitat's da fauna terrestre e da ornitofauna. • A ictiofauna será prejudicada com o aporte de sedimentos decorrentes do desenvolvimento de processos erosivos e com a poluição dos recursos hídricos decorrentes do uso desordenado de agrotóxicos e fertilizantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivar a redução dos desmatamentos ao mínimo necessário . • Incentivar a adoção de práticas de conservação dos solos e difundir normas técnicas do uso e manejo adequado de agrotóxicos e fertilizantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
• Desenvolvimento industrial vs. ictiofauna.	Y ₂₀ X ₈₁	• O desenvolvimento do setor secundário contribuirá para o aumento do aporte de efluentes industriais aos cursos d'água com reflexos negativos sobre a ictiofauna.	• Exigência de implementação de sistemas de tratamento de efluentes industriais no licenciamento de novas indústrias.	• SEMACE
• Monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₂₃ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	• A manutenção da faixa de proteção do reservatório evitará não só a poluição da água armazenada, como também o assoreamento do lago, preservando assim a sua capacidade de acumulação e garantindo o suprimento d'água de boa qualidade para jusante. Todo o bioma periférico será beneficiado.	• Policiamento educativo da faixa de proteção do reservatório visando garantir a sua manutenção, procurando engajar nesta atividade a comunidade local.	• SRH-CE/COGERH
• Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₂₅ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	• Tal atividade garante a perenização do rio Figueiredo beneficiando todos os componentes ambientais citados.	• Implementação do programa de gerenciamento e controle do uso da água desenvolvido pelo Governo do Estado.	• SRH/COGERH
• Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₂₆ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	• O controle do uso da água represada através do estabelecimento de cotas e da cobrança de tarifas evitará o seu desperdício garantindo a perenização do rio Figueiredo e beneficiando o bioma da área de jusante.	• Estabelecimento do sistema de outorga e tarifação d'água desenvolvido pelo Governo Estadual.	• SRH/COGERH
• Monitoramento da qualidade da água represada vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₂₈ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	• A manutenção da qualidade da água represada que será suprida para jusante beneficiará a mata ciliar do rio Figueiredo, além da fauna periférica, principalmente a ictiofauna.	• Monitorar a qualidade da água represada.	• SRH/COGERH
• Monitoramento do nível do reservatório vs. matas de várzeas, vs. vegetação aquática, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₂₉ X ₇₇ X ₇₈ X ₇₉ X ₈₀ X ₈₁	• O controle do nível do reservatório permitirá uma melhor gestão da água represada garantindo o fornecimento da vazão regularizada para a área de jusante. A mata ciliar do rio Figueiredo será beneficiada, bem como a fauna terrestre, a ornitofauna e todo bioma aquático.	• Monitorar o nível do reservatório e executar a sua operação de acordo com as vazões afluentes.	• SRH/COGERH
MEIO ANTRÓPICO				
• Pesquisa sócio-econômica vs. opinião pública.	Y ₃ X ₈₄	• Divulgação dos objetivos e usos múltiplos do reservatório (abastecimento d'água doméstico e industrial, irrigação intensiva e difusa, pesca e dessedentação animal), o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública.	-	-

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Desapropriação dos imóveis existentes nas áreas das obras e da bacia hidráulica vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário. 	Y ₄ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆	<ul style="list-style-type: none"> O setor primário da área de influência funcional será beneficiado com um leve aumento da demanda por seus produtos, dado a interrupção da produção agropecuária e extrativa na área do reservatório. Já os setores secundário e terciário sofrerão uma queda na oferta de matéria-prima. Tais impactos, no entanto, serão pouco significativos, visto que a área a ser inundada é pouco explorada em termos agrícolas. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais. 	Y ₆ X ₈₂ X ₈₃	<ul style="list-style-type: none"> Dependendo do comportamento apresentado pelo contingente de trabalhadores que serão engajados na obra, os impactos incidentes sobre os componentes ambientais citados serão benéficos ou adversos. Geralmente ocorrem choques culturais entre os costumes nativos e os dos recém-chegados, com reflexos sobre as relações familiares e sociais. 	<ul style="list-style-type: none"> Assistência social tanto para a população nativa quanto para os trabalhadores engajados na obra. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH SAS PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₆ X ₈₄ X ₈₅ X ₈₆	<ul style="list-style-type: none"> Pequena oferta de empregos para mão-de-obra não especializada, com reflexos positivos sobre a opinião pública e o nível de renda. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgação da oferta de empregos e esclarecimento sobre o caráter temporário destes. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₆ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> Proliferação de novas moléstias trazidas pelo contingente obreiro que fixar residência na cidade de Alto Santo, favorecidas pelo agravamento das condições sanitárias decorrentes do aumento da população. Haverá sobrecarregamento da infraestrutura do setor saúde, dimensionada apenas para o atendimento da população nativa. 	<ul style="list-style-type: none"> Controle médico pré-admissional dos trabalhadores. Levantamento prévio das condições da infra-estrutura do setor saúde, objetivando evitar problemas no futuro. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SESAC PMAS
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. habitações. 	Y ₆ X ₈₈	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da demanda por habitações pelos trabalhadores engajados nas obras, provocando elevação nos preços de aluguéis na região. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMAS PMP PMI

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Instalação do canteiro de obras vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₆ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> A oferta de empregos com salários superiores aos vigentes na região provocará evasão da mão-de-obra dos setores primário e secundário. Entretanto estes impactos não serão tão relevantes, já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada. O setor terciário será beneficiado com uma maior demanda por seu produtos com reflexos positivos sobre a tributação. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar junto a população o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. elementos culturais, vs. opinião pública. 	Y ₇ X ₈₃ X ₈₄	<ul style="list-style-type: none"> Com o afluxo de trabalhadores provenientes de outras regiões, haverá introdução de novos costumes, podendo ocorrer choques culturais, impactando adversamente a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Assistência social junto a população nativa e ao contingente obreiro. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH SAS
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₇ X ₈₅ X ₈₆ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> Com o aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não especializada poderá ocorrer, além dos riscos de acidentes com os operários dado o elevado uso de explosivos, a importação de doenças, agravando as condições sanitárias e os quadros de saúde, e sobrecarregando a infra-estrutura existente. Em contrapartida haverá elevação na renda dos trabalhadores engajados na obra. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados. Controle médico pré-admissional na contratação dos trabalhadores e oferta de serviços médicos preventivos a população. Levantamento prévio da infra-estrutura existente, de modo a dotar os postos de saúde da região com remédios e equipamentos necessários. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Empreiteira SESAC PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. habitações. 	Y ₇ X ₈₈	<ul style="list-style-type: none"> Aumento da demanda por habitações provocando elevação nos preços de aluguéis. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMM
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. rede viária. 	Y ₇ X ₉₀	<ul style="list-style-type: none"> Serão construídas estradas de acesso as jazidas e feita a manutenção das vias existentes, com apenas uma pequena parcela destas sendo incorporada a malha viária municipal (estradas que não forem submersas). 	<ul style="list-style-type: none"> Incorporação das estradas construídas a rede viária municipal. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMAS
<ul style="list-style-type: none"> Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₇ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> Evasão da mão-de-obra dos setores primário e secundário atraída pelos salários mais elevados ofertados pela empreiteira. Ressalta-se, no entanto, que estes impactos serão pouco significativos, dado o grande número de trabalhadores ociosos existentes na região. O setor terciário sofrerá incremento na demanda por seus produtos e serviços, enquanto que a arrecadação tributária terá acréscimos na taxação do ICMS. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH Empreiteira PMAS PMP PMI

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. elementos culturais, vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₈ X ₈₃ X ₈₅ X ₈₆	<ul style="list-style-type: none"> Com o aumento substancial da oferta de empregos haverá um grande afluxo de trabalhadores oriundos de outras regiões, com hábitos e costumes que podem chocar a população nativa. Em compensação haverá uma elevação no nível de renda dos trabalhadores engajados na obra. 	<ul style="list-style-type: none"> Assistência social para a população nativa e o grupo de trabalhadores engajados na obra. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH SAS PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. opinião pública. 	Y ₈ X ₈₄	<ul style="list-style-type: none"> A concretização da implementação do empreendimento, aliada a criação de novos empregos impactará beneficemente a opinião pública, principalmente nas cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Irerê que serão abastecidas com água do reservatório. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₈ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> Agravamento das condições sanitárias devido o grande fluxo de trabalhadores, o que certamente provocará aumento da disseminação de doenças e conseqüente sobrecarregamento do setor saúde. Além disso, há os riscos de ocorrerem acidentes com o contingente obreiro. 	<ul style="list-style-type: none"> Controle médico na contratação dos trabalhadores. Levantamento das condições dos postos de saúde da região visando dotá-los de uma melhor infra-estrutura. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SESAC PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. habitações. 	Y ₈ X ₈₈	<ul style="list-style-type: none"> Elevação da demanda por residências, aumentando os preços de aluguéis. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. rede viária. 	Y ₈ X ₉₀	<ul style="list-style-type: none"> A manutenção das vias de acessos beneficiará a malha viária municipal. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Execução das obras de engenharia vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₈ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> A oferta de salários superiores aos vigentes na região provocará evasão de trabalhadores vinculados aos setores primário e secundário da economia. Tais impactos, entretanto, serão pouco relevantes já que boa parte da mão-de-obra vinculada ao setor primário fica ociosa durante o período de estiagem. Em contrapartida o setor terciário terá incremento das suas atividades com reflexos positivos sobre a tributação. 	<ul style="list-style-type: none"> Esclarecer a população sobre o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH PMAS PMP PMI

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Reassentamento da população desalojada vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. valores paisagísticos. 	Y ₉ X ₈₅ X ₈₆ X ₉₈	<ul style="list-style-type: none"> Haverá aumento na oferta de emprego, decorrente da construção dos imóveis que serão relocados para as áreas remanescentes das propriedades e da agrovila, com reflexos positivos sobre o nível de renda. Os desmatamentos e terraplenagens necessários degradarão a paisagem local. 	<ul style="list-style-type: none"> Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário e reconstrução paisagística das áreas degradadas. Na escolha do local para reconstrução das novas residências e da agrovila optar por áreas com cobertura vegetal degradada. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Manejo da fauna vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₁₀ X ₈₃ X ₈₄ X ₈₅ X ₈₆	<ul style="list-style-type: none"> Visando reduzir os impactos sobre os animais decorrentes da atividade de desmatamento, o manejo da fauna incutirá na população conceitos relativos as necessidades de preservação das espécies nativas, o que aliado a criação de empregos impactará positivamente a opinião pública e o nível de renda. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar os objetivos do manejo da fauna e o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₁₁ X ₈₃ X ₈₄ X ₈₅ X ₈₆	<ul style="list-style-type: none"> A execução do desmatamento zoneado da bacia hidráulica do reservatório, a fim de preservar a qualidade da água represada, difundirá noções de educação ambiental junto a população nativa. Além disso, haverá geração de empregos para mão-de-obra não especializada com reflexos positivos sobre a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar a finalidade do desmatamento e o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira SRH SEMACE PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₁₁ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> Muito embora tenha sido implementado o manejo da fauna para as áreas de reserva ecológica, ainda há riscos elevados de acidentes envolvendo animais peçonhentos e mamíferos que migrarão da região onde está sendo realizado o desmatamento para as áreas circunvizinhas. O setor saúde poderá ficar sobrecarregado. 	<ul style="list-style-type: none"> Alertar a população e as autoridades quanto a migração de animais peçonhentos e ferozes. Promover a estocagem de soros antiofídicos nos postos de saúde da região antes do início das atividades de manejo da fauna e desmatamento da área do reservatório. Captura de animais peçonhentos e debilitados, os quais devem ser enviados para instituições de pesquisa. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH SESAC LAROF BUTANTÃ

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Desmatamento da área da bacia hidráulica do reservatório vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₁₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> Como o desmatamento da área do reservatório deve ser implementado preferencialmente durante o verão, não haverá uma grande evasão da mão-de-obra engajada nos setores produtivos, visto que nessa época a mão-de-obra vinculada ao setor primário encontra-se desempregada. O setor terciário será beneficiado com a comercialização dos subprodutos do desmatamento, o que terá reflexos positivos, também, sobre a arrecadação de impostos. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar junto a população o caráter temporário dos empregos. Implementar um plano de aproveitamento dos subprodutos do desmatamento. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Remoção da infra-estrutura existente na área da bacia hidráulica vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde. 	Y ₁₂ X ₈₃ X ₈₄ X ₈₅ X ₈₆ X ₈₇	<p>A retirada de edificações, cercas, fossas, esterqueiras, cemitérios, etc. da área a ser inundada, visando a manutenção da qualidade da água represada e a redução dos riscos de acidentes envolvendo pessoas e embarcações, terá reflexos benéficos sobre a opinião pública e sobre a saúde das pessoas, além de inculir na população noções sobre educação ambiental.</p> <ul style="list-style-type: none"> Em contrapartida, no caso específico dos cemitérios, a exumação dos cadáveres exige durante a sua execução a presença de um familiar do morto, o que resultará em fortes impactos psicológicos e emocionais. Além disso, caso a localização do novo cemitério exija deslocamentos a longas distâncias pode ocorrer uma certa rejeição por parte da população. A oferta de empregos para mão-de-obra não qualificada impactará de forma benéfica o nível de renda da população. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar os objetivos da remoção da infra-estrutura existente na área de inundação e o caráter temporário dos empregos oferecidos. Realizar reuniões com os familiares dos mortos identificados, objetivando definir os procedimentos a serem adotados durante o processo de exumação. Analisar junto com os familiares a possibilidade de relocação dos cadáveres para cemitérios já existentes na região. Nos casos em que este procedimento não possa ser adotado deverá ser efetuada a relocação para o novo cemitério que será construído para este fim. A localização do novo cemitério, bem como a realização de cerimônia religiosa precedente a exumação, são assuntos que deverão ser discutidos com os familiares. Após a anuência dos familiares, deverá ser requerido junto ao Fórum da Comarca a autorização legal para a realização da exumação dos corpos. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMAS PMP Igreja Fórum da Comarca

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
			<ul style="list-style-type: none"> O processo de exumação deverá ser executado por uma equipe composta por um perito, coveiros, um religioso e um familiar do morto. Na impossibilidade de identificação dos restos mortais, deverão ser adotadas as medidas acima mencionadas, com exceção da presença do familiar, sendo o sepultamento efetuado no novo cemitério, no setor destinado ao enterramento de indigentes. Dado que o prazo para consumação do corpo e permissão para exumação é de no mínimo 18 (dezoito) meses, a SRH deve definir junto com a população local os procedimentos a serem adotados para o sepultamento das pessoas que falecerem durante as fases de estudos e implantação do reservatório, os quais já devem ser enterrados fora da área da bacia hidráulica. 	
<ul style="list-style-type: none"> Relocação da infra-estrutura de uso público vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor saúde, vs. rede viária, vs. setor educacional, vs. cemitérios. 	Y ₁₃ X ₈₄ X ₈₅ X ₈₆ X ₈₉ X ₉₀ X ₉₂ X ₉₃	<ul style="list-style-type: none"> A relocação dos trechos das rodovias CE-138 e CE-470, das estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades, bem como das escolas, do posto de saúde, da igreja, da creche e dos cemitérios atingidos, será feita com melhor padrão de qualidade, o que, aliado ao pequeno aumento na oferta de empregos terá reflexos positivos sobre a opinião pública e o nível de renda. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH PMAS PMP PMI
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. opinião pública. 	Y ₁₄ X ₈₄	<ul style="list-style-type: none"> O enchimento do reservatório demonstra a população que parte dos problemas gerados pelas estiagens que assolam a região serão minorados. A opinião pública será impactada favoravelmente. 	-	

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₁₃ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> Caso ocorra elevação do lençol freático nas áreas circunvizinhas ao reservatório, haverá proliferação de insetos e moluscos transmissores de moléstias. Além disso, o êxodo de animais peçonhentos provocado pelo enchimento do lago aumentará os riscos de acidentes, podendo haver sobrecarregamento do setor saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementação de campanhas para o controle de insetos. Alertar a população periférica e as autoridades sanitárias para o êxodo de animais peçonhentos, os quais devem ser capturados e enviados para instituições de pesquisa. Dotar os postos de saúde da região de estoques de soros antiofídicos. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH FNS SESAC BUTANTÃ LAROF
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. rede viária. 	Y ₁₄ X ₉₀	<ul style="list-style-type: none"> Embora sejam submersas algumas estradas vicinais, estas ficaram praticamente desativadas com a desapropriação, e os trechos das principais estradas que permitem o acesso as propriedades, bem como das rodovias CE-138 e CE-470 já devem estar relocados por ocasião do enchimento do reservatório. Além disso, o reservatório servirá de hidrovía, permitindo o uso de um transporte mais barato. 	<ul style="list-style-type: none"> Construção de ancoradouros. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Formação do reservatório vs. valores paisagísticos. 	Y ₁₄ X ₉₈	<ul style="list-style-type: none"> A formação do reservatório permitirá a criação de uma paisagem mais amena numa região sujeita aos rigores da seca. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Regularização de vazão, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₁₅ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₀	<ul style="list-style-type: none"> A SRH pretende usar a vazão regularizada pelo Açude Figueiredo para o abastecimento d'água das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê. Além disso, haverá o suprimento d'água a população ribeirinha de jusante. O fornecimento d'água regularizado elevará os padrões de higiene da população, além de permitir o consumo d'água de boa qualidade. Tudo isso impactará de forma benéfica à saúde da população, reduzindo as taxas de mortalidade infantil e a incidência de doenças de veiculação ou de origem hídrica, com reflexos positivos sobre o próprio setor saúde e a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Gerenciamento racional da água represada. Monitoramento da água represada e tratamento adequado da água destinada ao uso humano. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Regularização de cheias, vs. opinião pública, vs. saúde, vs. habitações, vs. setor saúde, vs. rede viária, vs. sistema de abastecimento d'água vs. setor primário, setor secundário, vs. setor terciário. 	Y ₁₆ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₈ X ₈₉ X ₉₀ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆	<ul style="list-style-type: none"> O Baixo Jaguaribe vem sendo afetando sistematicamente por grandes enchentes, as quais deixam inúmeras pessoas desabrigadas, destroem plantações, reduzindo drasticamente a safra agrícola, arrombam açudes, danificam estradas, inundam cidades, parализando quase toda a atividade comercial e industrial. Do ponto de vista sanitário, a população fica em contato freqüente com a água, gerando o perigo de contágio de doenças de veiculação hídrica. Com a conclusão da construção do açude Castanhão, estes efeitos serão minorados, mas não totalmente sanados, já que a bacia do rio Figueiredo não é controlada por este reservatório. A implantação do açude Figueiredo, portanto contribuirá para solucionar de vez este problema, com o controle efetivo das cheias beneficiando, portanto, todos os componentes citados. 	<ul style="list-style-type: none"> Divulgação da nova capacidade de regularização das cheias do rio Figueiredo. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Peixamento do reservatório e desenvolvimento da pesca vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₁₇ X ₈₄ X ₈₅ X ₈₆ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> O enchimento do reservatório irá permitir o desenvolvimento da pesca no açude. Haverá geração de empregos e o setor primário será beneficiado com incrementos nas suas atividades, o que terá reflexos positivos sobre o nível de renda e a tributação. Os setores secundários e terciário terão aumento na demanda por seus produtos (sal, gelo e artefatos de pesca, entre outros). 	<ul style="list-style-type: none"> Não permitir a prática da salga do peixe dentro da faixa de proteção do reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH SEMACE
<ul style="list-style-type: none"> Abastecimento d'água humano, vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água. 	Y ₁₈ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁	<ul style="list-style-type: none"> A SRH pretende usar a vazão regularizada suprida pelo açude Figueiredo para o abastecimento d'água de 5 sedes municipais, além da população ribeirinha de jusante. 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 a saúde da população, reduzindo as taxas de mortalidade infantil e a incidência de doenças de veiculação ou de origem hídrica e conseqüentemente o próprio setor saúde e a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água aduzida e tratamento adequado da água destinada ao uso humano. Controle de gerenciamento do uso da água aduzida. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH CAGECE

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. opinião pública, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₁₉ X ₈₄ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> A produção em larga escala de cultivos nobres (fruticultura), incentivará o desenvolvimento do setor primário da região. Os setores secundário e terciário serão beneficiados pelo aumento da oferta de matéria-prima e pelo incremento na demanda por seus produtos (agrotóxicos, fertilizantes, sacaria, máquinas e equipamentos, etc.). Tudo isso terá reflexos positivos sobre a arrecadação tributária e a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> Difundir junto aos produtores rurais noções sobre políticas agrícolas governamentais, comercialização, armazenamento e cooperativismo. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. nível de emprego, vs. nível de renda. 	Y ₁₉ X ₈₅ X ₈₆	<ul style="list-style-type: none"> Haverá aumento da oferta de empregos, com o aumento da produção agrícola e conseqüentemente um incremento da renda e a sua desconcentração, uma vez que o processo produtivo se encontra nas mãos de um grupo relativamente grande. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₁₉ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> Devido ao consumo desregrado de fertilizantes e defensivos agrícolas, haverá riscos de ocorrerem intoxicações com prejuízos à saúde dos irrigantes e sobrecarregamento dos serviços de saúde da região. 	<ul style="list-style-type: none"> Difundir junto aos produtores rurais normas técnicas sobre o uso e manejo adequado de fertilizantes e defensivos. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH
<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento do setor industrial vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₂₀ X ₈₅ X ₈₆ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> A instalação de novos empreendimentos industriais na região resultará em incrementos na geração de empregos, além de aumento na demanda por matérias-primas e produtos, dinamizando toda a economia da região. 	-	-
<ul style="list-style-type: none"> Adoção de normas de segurança no trabalho vs. elementos culturais, vs. setor saúde. 	Y ₂₁ X ₈₃ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> A conscientização dos operários para os riscos a que estão expostos e o estabelecimento de regras de segurança no trabalho, além de contribuir para melhorar o conhecimento dos trabalhadores neste tipo de serviço, reduz o número de acidentes evitando o sobrecarregamento do setor saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> Estabelecimento de regras rigorosas de segurança durante a execução dos trabalhos. 	<ul style="list-style-type: none"> Empreiteira
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da faixa de proteção do reservatório vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₃ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₈	<ul style="list-style-type: none"> A preservação da faixa de vegetação que circunda o reservatório como forma de garantir a qualidade da água represada, terá reflexos positivos sobre os componentes citados. 	<ul style="list-style-type: none"> Policiamento educativo da faixa de proteção do reservatório visando garantir a sua preservação, procurando engajar nesta atividade a comunidade local. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> • Zoneamento de usos no entorno do reservatório vs. sistemas de abastecimento d'água. 	Y ₂₄ X ₉₁	<ul style="list-style-type: none"> • Tal zoneamento visa afastar do ponto de captação d'água para abastecimento humano usos incompatíveis com este fim, melhorando a qualidade da água fornecida e conseqüentemente reduzindo os custos a serem incorridos com o seu tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proibir num raio de 500 m em torno de pontos de captação d'água para abastecimento humano, o desenvolvimento de outros usos, para os quais devem ser definidas áreas específicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> • Gerenciamento e controle do uso da água represada vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₂₅ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> • O gerenciamento e controle do uso da água represada evitará que o rebaixamento do reservatório atinja níveis críticos, garantindo suprimento d'água para a área de jusante. Todos os componentes citados serão indiretamente beneficiado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento do sistema de gerenciamento e controle do uso da água atualmente desenvolvido pelo Governo estadual. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. opinião pública. 	Y ₂₆ X ₈₄	<ul style="list-style-type: none"> • O estabelecimento de cotas d'água para cada usuário que captar água no reservatório ou no rio Figueiredo na área de jusante, e a sua tarifação, elevará os custos incorridos no desenvolvimento das atividades econômicas da região com reflexos negativos sobre a opinião pública. 	<ul style="list-style-type: none"> • Esclarecer a população sobre os reais objetivos da prática de tarifação d'água adotada pelo Governo Estadual. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária. 	Y ₂₆ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₇	<ul style="list-style-type: none"> • O estabelecimento de cotas d'água para os usuários do reservatório e a sua tarifação evitará o gasto desordenado, garantindo o abastecimento d'água, das cidades de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê, bem como das áreas previstas para desenvolvimento da irrigação intensiva, além da região ribeirinha de jusante, com reflexos positivos sobre os componentes citados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação do sistema de outorgas e tarifação da água. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> • Programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório vs. sistemas de abastecimento d'água. 	Y ₂₇ X ₉₁	<ul style="list-style-type: none"> • A conscientização dos usuários do reservatório quanto às questões ambientais vinculadas à região, evitará a poluição dos recursos hídricos superficiais, reduzindo os custos com o tratamento da água fornecida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementação de um programa de educação ambiental dirigido aos usuários do reservatório 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento da qualidade da água represada vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário. 	Y ₂₈ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆	<ul style="list-style-type: none"> • O controle da qualidade da água represada permitirá a adoção de medidas corretivas, caso ocorram aportes de materiais poluentes no reservatório. Assim sendo, o monitoramento permitirá o fornecimento de água de boa qualidade, beneficiando indiretamente todos os componentes ambientais citados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar a qualidade da água represada. 	<ul style="list-style-type: none"> • SRH/COGERH

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais - Área de Influência Física (continuação)

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da qualidade da água represada vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₈ X ₉₈	<ul style="list-style-type: none"> O controle da qualidade da água represada beneficiará os valores paisagísticos na área de jusante, pois a vazão lançada na calha do rio Figueiredo será de água de boa qualidade, o que evitará a degradação ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar a qualidade da água represada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível do reservatório vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. valores paisagísticos. 	Y ₂₉ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₈	<ul style="list-style-type: none"> O monitoramento do nível da água no reservatório não só evitará acidentes, como garantirá o abastecimento d'água regularizado para jusante, pois evitará que o reservatório atinja níveis considerados críticos. Todos os componentes ambientais mencionados serão impactados de forma benéfica. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível do reservatório e executar a sua operação de acordo com as vazões afluentes. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento do nível piezométrico na área de entorno do reservatório vs. opinião pública, vs. saúde, vs. setor saúde. 	Y ₃₀ X ₈₄ X ₈₇ X ₈₉	<ul style="list-style-type: none"> O monitoramento do nível piezométrico, permitirá a adoção de medidas para evitar a formação de charcos, reduzindo os focos de proliferação de insetos e moluscos nocivos a saúde, beneficiando indiretamente o setor saúde. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar o nível do lençol freático. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Monitoramento da sedimentação no reservatório, vs. opinião pública, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. valores paisagísticos. 	Y ₃₁ X ₈₄ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆ X ₉₈	<ul style="list-style-type: none"> O controle do aporte de sedimentos no reservatório permitirá detectar a ocorrência de focos de poluição ou erosão na bacia hidrográfica contribuinte, além de evitar a redução da sua capacidade de acumulação d'água. Desta forma, o suprimento de uma vazão regularizada para jusante fica garantida, beneficiando indiretamente os fatores ambientais citados. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitorar as taxas de sedimentação no reservatório. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH
<ul style="list-style-type: none"> Manutenção da infra-estrutura implantada vs. vs. saúde, vs. setor saúde, vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário. 	Y ₃₃ X ₈₇ X ₈₉ X ₉₁ X ₉₄ X ₉₅ X ₉₆	<ul style="list-style-type: none"> A manutenção periódica das infra-estruturas que compõem o empreendimento, evitará o desencadeamento de processos erosivos, resguardando a integridade do próprio reservatório. Além disso, evitará desperdícios d'água decorrentes de vazamentos, e irregularidades no seu fornecimento devido a falhas de equipamentos, beneficiando indiretamente os sistemas de abastecimento d'água das cidades Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê e as áreas com irrigação intensiva, além da população ribeirinha de jusante e da irrigação difusa a ser desenvolvida pela iniciativa privada nesta área. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção periódica da infra-estrutura implantada. 	<ul style="list-style-type: none"> SRH/COGERH

5 – PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSÁTORIAS

5 - PLANO DE MEDIDAS MITIGADORAS E/OU COMPENSATÓRIAS

5.1 - 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 à 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.

Além das medidas mitigadoras e do programa de educação ambiental, é, ainda, parte integrante das medidas de proteção ambiental preconizadas, o gerenciamento dos recursos hídricos e os monitoramentos necessários, os quais são contemplados em capítulo específico deste relatório.

5.2 - PLANO DE DESMATAMENTO ZONEADO DA BACIA HIDRÁULICA

O desmatamento racional da área a ser inundada objetiva, além do atendimento à legislação vigente, atingir as seguintes metas: limpeza da área a ser inundada, tendo em vista a conservação da água represada; salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; preservação da faixa de proteção do reservatório definida pela Resolução CONAMA nº 004, de 18 de setembro de 1985; aproveitamento dos recursos florestais gerados pelo desmatamento; proteção dos trabalhadores e da população circunvizinha contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

A bacia hidráulica do Açude Figueiredo engloba uma área aproximada de 4.980ha na cota máxima de acumulação (99m), a que deverá ser desmatada. Adicionando-se a extensão relativa as jazidas de empréstimo fora da bacia hidráulica a serem exploradas, ou seja, 110ha, a área a ser desmatada eleva-se para 5.092ha. Contudo, estima-se que o somatório das áreas já descaracterizadas e desmatadas pela ação antrópica local seja na ordem de 25%, fazendo com que seja necessário desmatar apenas 3.819ha, relativos as áreas de caatinga e de matas de várzeas.

5.2.1 - DIAGNÓSTICO FLORÍSTICO E FAUNÍSTICO/ IMPLANTAÇÃO DE HERBÁRIO

Para a concepção do projeto de desmatamento zoneado na área do reservatório deve ser elaborado, a princípio, um diagnóstico florístico e faunístico da área, visando, não só a identificação e caracterização destes recursos, como a verificação da necessidade de adoção de medidas que minimizem os impactos potenciais incidentes sobre estes, devendo ser executadas as seguintes tarefas:

- elaboração de perfis representativos de cada fâcie vegetal identificada na área, elaboração de um mapa da composição florística da área da bacia hidráulica e cercanias, identificação das espécies da fauna, definindo as espécies de maior

importância ecológica; 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.

5.2.2 - DEMARCAÇÃO DAS ÁREAS A SEREM DESMATADAS

A área a ser desmatada encontra-se delimitada pela cota de máxima inundação (99m), ou seja, o desmatamento deve ser realizado apenas dentro da bacia hidráulica do reservatório. Ressalta-se, no entanto, que devem ser resguardadas áreas visando criar e posteriormente proteger o habitat paludícola/aquático para a ictiofauna e demais comunidades lacustres. Deverá ser preservada a faixa de proteção do reservatório, conforme dita o Artigo 3º da Resolução CONAMA nº 004/85. Assim sendo, deve ser desapropriada pela SRH uma faixa marginal de 100 m, horizontalmente medidos a partir 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.

5.2.3 - TÉCNICAS DE DESMATAMENTO

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

A área a ser englobada pela bacia hidráulica do reservatório apresenta solos rasos a medianamente profundos, com ocorrência de afloramentos rochosos, relevo suave ondulado a ondulado e densidade vegetacional média 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, sendo que:

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.

5.2.4 - CORREDORES DE ESCAPE DA FAUNA

À medida que as frentes de serviços forem avançando, deverão ser formados corredores de escape, que permitam a fuga da fauna para áreas de refúgio. Os corredores de escape constituem faixas de vegetação preservadas da ação antrópica, que permitem a interligação entre as áreas a serem desmatadas e as reservas ecológicas, cujas dimensões fixadas devem ser respeitadas, só devendo ser eliminados após a conclusão dos trabalhos de desmatamento nas diversas áreas. A largura dos corredores de escape deve ser de no mínimo 15 m, facilitando assim o livre trânsito da fauna de maior porte e mais arisca. De modo a permitir uma melhor acomodação da fauna, os corredores de escape deverão, também, fazer a interligação entre reservas ecológicas.

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

5.2.5 - RECURSOS FLORESTAIS APROVEITÁVEIS

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

- concessão de franquia à população para a exploração da lenha e de tipos vegetais úteis à medicina caseira, proporcionando assim um estímulo ao replantio;
- coordenação dos órgãos públicos envolvidos no sentido de orientar a população quanto às formas de acondicionamento e os melhores usos, segundo os vários tipos de vegetais;
- acondicionamento de espécies vegetais raras em bancos de germoplasma para posterior replantio na área da faixa de proteção do reservatório.

A quantificação do estoque madeireiro existente na área a ser desmatada foi efetuado através de amostragem aleatória de dois blocos de 100m² cada, dentro dos quais foram 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; Diâmetro na base (DNB); Volume médio (V) das árvores de cada bloco e Área Basal (AB).

De acordo com o inventário florestal executado o produto florestal existente na área é constituído basicamente pela lenha oriunda de espécies florestais nativas. O volume médio explorável de lenha será de 95,15 st/ha, o que resulta numa produção florestal de 363.378 st de lenha oriunda da área de 3.819 ha a ser desmatada.

5.2.6 - CUSTOS E CRONOGRAMA FÍSICO DO DESMATAMENTO

Muito embora a bacia hidráulica do Açude Figueiredo e as jazidas a serem exploradas englobem ao todo uma área de 5.092ha, estima-se que o somatório das áreas descaracterizadas e desmatadas pela ação antrópica mais aquelas a serem destinadas à manutenção da

ictiofauna, perfaçam cerca de 1.273ha, fazendo com que seja necessário o desmatamento de apenas 3.819ha.

A execução do desmatamento demandará um período de 12 meses sendo que apenas os 3 últimos podem coincidir com o início do enchimento do reservatório. Tal medida deverá ser executada pela Empreiteira, sob a fiscalização da SRH e do IBAMA. Os custos a serem incorridos com o desmatamento racional da área da bacia hidráulica do reservatório já estão inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

5.3 - PLANO DE PROTEÇÃO DA FAUNA

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

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

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

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

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

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

As caixas destinadas ao acondicionamento e transporte de animais deverão oferecer segurança contra fuga e traumatismo, ventilação adequada e facilidade de transporte. Deve-se evitar a ocorrência de superlotação, sob a pena de acelerar o processo de “stress” dos animais, 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 ocorram 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 adotado.

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 do Açude Figueiredo poderá ser realizado em cerca de 125 dias.

O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 69.707,00, valores expressos em reais de janeiro de 2002.

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

5.4.1 - GENERALIDADES

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

Assim sendo, faz-se necessário a implementação de projetos de recomposição paisagística das áreas degradadas. Ressalta-se, no entanto, que o cuidado com as áreas potencialmente degradáveis deve ser observado desde as primeiras etapas da implementação do empreendimento, com a empreiteira incorporando no processo construtivo, medidas tais como: redução dos desmatamentos operacionais ao mínimo necessário, disposição adequada dos resíduos sólidos do canteiro de obras, dotação de infra-estrutura de esgotamento sanitário do canteiro de obras e campanhas de esclarecimentos junto aos trabalhadores sobre a prevenção de doenças de veiculação hídrica, entre outras.

5.4.2 - REABILITAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras do Açude Figueiredo são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais finos, granulares e pétreos.

Para obtenção do material fino foram locadas duas jazidas (J-01 e J-02), estando a jazida J-02, cuja área perfaz 50 ha, situada fora da área de inundação, enquanto que a área da jazida J-01 encontra-se totalmente inclusa dentro da bacia hidráulica do reservatório. O material granulado será obtido de um areial localizado no leito do rio Figueiredo, imediatamente a montante do eixo do barramento. O material pétreo, por sua vez, será obtido de três pedreiras posicionadas dentro da área da bacia hidráulica do reservatório e das escavações do vertedouro.

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 da lavra devem ser obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração das pedreiras, dado a sua proximidade a áreas habitadas, devem ser atendidas as seguintes exigências:

- detonações limitadas a horários pré-determinados, os quais devem ser notificados à população, e estabelecimento prévio de um perímetro de segurança;
- a emissão de vibrações no solo e no ar provocada pelas detonações deve ficar dentro dos valores toleráveis, a serem estabelecidos pelos órgãos competentes;
- reduzir ao máximo o ruído, a fumaça e a poeira geradas pelas detonações, através do uso de tecnologias avançadas;
- evitar o ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança da pedreira.

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 de materiais finos e granulares 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 de materiais finos e granulares, 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 finos 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.

Para a formação adequada de depósitos de rejeito deve-se levar em conta o material constituinte do estéril, o terreno de fundação e os métodos construtivos. Na determinação da capacidade, das dimensões e do método construtivo deve-se atentar para os riscos de erosão pela água ou eólica, de deslizamento do material estocado, bem como acessos e possível retomada para um eventual aproveitamento.

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°, 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 do Açude Figueiredo, 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 através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

No caso específico do Açude Figueiredo, será necessário a recuperação paisagística apenas da área da jazida de material fino J-02 localizada fora da área da bacia hidráulica, perfazendo uma área total de 50 ha que irá requerer tratamento paisagístico e regularização da topografia. Quanto à pedreira, deve-se cercar a área a ser utilizada, especialmente eventuais buracos surgidos durante a lavra, a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas.

A cava da jazida de material fino J-02 deve ter seus taludes suavizados, sendo, quando necessário, utilizados materiais dos bota-foras para a reconstituição da superfície topográfica, desde que não contenham material poluente. O solo vegetal deve ser depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões. Em seguida devem ser efetuadas adubações e correções do solo. O reflorestamento deve ser efetuado, logo após a recomposição do solo, sendo o plantio executado preferencialmente por hidro-semeadura ou pelo plantio de mudas.

A operação de hidro-semeadura de 50ha pode ser conduzida por 18 homens, requerendo em média, por hectare, 40,0 t de fibra de madeira, 1,2 t de fertilizantes e 10.000 litros de adesivo resinoso. Já o plantio de mudas exige a contratação de 79 homens durante 8 dias, o plantio de 400 mudas/ha e o uso de 1,2 t/ha de adubo orgânico.

5.4.3 - DISPOSIÇÃO ADEQUADA DA INFRA-ESTRUTURA E RECOMPOSIÇÃO DA ÁREA DO CANTEIRO DE OBRAS

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação do canteiro de obras envolvem danos à flora, deterioração pontual dos solos, desencadeamento de processos erosivos e de assoreamento dos cursos d'água e redução na recarga dos aquíferos. Além disso, ocorre geração de poeira e ruídos provocados pelos desmatamentos e terraplenagens, e pela operação da usina de concreto e da central de britagem. Deste modo, faz-se necessário à adoção das seguintes medidas:

- reduzir os desmatamentos ao mínimo necessário;
- na instalação da usina de concreto e da central de britagem, levar em conta a direção dos ventos dominantes, no caso do canteiro de obras se situar próximo a núcleos habitacionais;
- adotar o uso de fossas sépticas como infra-estrutura de esgotamento sanitário, procurando localizá-las distante dos cursos d'água;

- resíduos de concretos e outros materiais devem ser depositados em locais apropriados, sendo submetidos a tratamento adequado;
- umidificar o trajeto de máquinas e veículos;
- construir os paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, livres de inundações, de mudanças freqüentes de temperatura e ventos fortes. Deve ser mantida uma faixa de terreno limpo com largura de 20 metros em torno dos paióis;
- armazenagem de pólvora, dinamites e estopins em depósitos separados e desprovidos de instalações elétricas.

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

5.4.4 - CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS MEDIDAS CONCERNENTES À RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DEGRADADAS

A Empreiteira deverá implantar as instalações do canteiro de obras e efetuar a construção dos caminhos de serviços e o desmatamento/decapeamento de todas as áreas de empréstimo, bem como iniciar suas explorações, até o final do segundo mês. Entre as medidas que devem ser executadas diariamente estão o controle do uso e manuseio de explosivos, a deposição adequada de rejeitos, o controle de deslizamentos de encostas e a umidificação das estradas de serviços e das áreas das jazidas de materiais terrosos e granulares. A implantação do sistema de drenagem deve se dar à medida que as frentes de lavra forem avançando. A recuperação das áreas degradadas pela atividade mineral, estimadas em 50 ha, deverá ser posta em prática logo após o abandono da lavra.

Os custos a serem incorridos na recuperação das áreas degradadas foram estimados em R\$ 30.000,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2002). Estas atividades são de competência direta da Empreiteira, devendo a mesma ser fiscalizada pela SRH e pelo IBAMA.

5.5 - PLANO DE REMOÇÃO/RELOCAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA

O Açude Figueiredo destina-se a usos múltiplos, tendo como principal finalidade de reforçar o abastecimento d'água (consumo humano e industrial) das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê, além do desenvolvimento da irrigação intensiva de 8.800 ha, razão pela qual a preservação da qualidade da água represada assume primordial importância, sendo para tanto, necessário a eliminação de fatores potencialmente poluentes existentes na área a ser inundada.

As edificações quando submersas constituem graves obstáculos à pesca, às atividades balneárias e à navegação, além de prejudicarem o processo de autodepuração do reservatório. A submersão de fossas, esgotos domésticos, esterqueiras, pocilgas, currais e cemitérios sem prévia limpeza ou tratamento, também representam potenciais focos de poluição. As cercas de

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

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

Os componentes da infra-estruturas privadas existentes a serem removidos e/ou receberem tratamento adequado deverão ser quantificados a partir dos dados levantados pelo cadastro, sendo prevista a necessidade de adoção das seguintes medidas:

- demolição de todas as edificações (habitações, cercas, etc.) e remoção do entulho para fora da área a ser inundada. O material reutilizável deve ser separado e os materiais restantes, não combustíveis, devem ser enterrados a uma profundidade mínima de um metro;
- as fossas devem ser esgotadas, sendo os líquidos transportados para outros locais. Tendo em vista a quase inexistência de fossas na área a ser inundada, o tratamento destes efluentes pode ser feito com a simples adição de cal hidratada e posterior aterramento com material argiloso;
- os detritos de hortas, pocilgas, currais, etc., devem ser removidos para cavas abertas, contendo cal hidratada e em seguida recobertos com material argiloso;
- o lixo doméstico, quando combustível, deverá ser recolhido e incinerado, sendo o material resultante da queima, posteriormente enterrado em solo argiloso, de modo que o local fique impermeabilizado;
- trechos de rede elétrica de baixa tensão existentes na área da bacia hidráulica devem ser desativados, sendo alvos de relocação sempre que se fizer necessário;
- os cemitérios devem, após a exumação dos cadáveres, serem alvo de desinfecção com cal virgem e posterior aterramento com material argiloso. Tal procedimento juntamente com a relocação dos cemitérios são alvo de um plano específico apresentado no item 5.12 deste Capítulo.

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 e arcar com os custos de indenização.

Boa parte da infra-estrutura a ser removida da área da bacia hidráulica do reservatório pertence a particulares, e será alvo de indenizações. A infra-estrutura de uso público existente, que necessita ser relocada, atinge pouca monta, sendo representada por:

- dois grupos escolares;
- um posto de saúde;
- uma creche;
- uma igreja;

- trecho de 5,2km da CE-138;
- a CE-470, que se encontra em fase de implantação deverá ter seu projeto submetido a alterações, sendo substituído o trecho de 10,97km que intercepta a área da bacia hidráulica por um desvio com extensão de 17,78km;
- trechos de estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e pequenos povoados da região (40km);
- Trechos de rede elétrica de baixa tensão (50km);
- no caso específico dos cemitérios, deverá ser relocado apenas o de maior porte, sendo os oito túmulos localizados na outra necrópole relocados para o novo cemitério a ser construído ou para outros cemitérios da região.

Por ocasião da remoção e posterior relocação da infra-estrutura de uso público da área da bacia hidráulica do reservatório, recomenda-se sejam firmados convênios com as Prefeituras Municipais de Alto santo, Potiretama e Iracema, no caso das estradas vicinais, das escolas, do posto de saúde, dos cemitérios; com o Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes (DERT) nos casos das CE-138 e CE-470 e com a Companhia de Eletricidade do Ceará (COELCE), no caso da rede de energia elétrica.

Os custos a serem incorridos no processo de remoção da infra-estrutura foram estimados em R\$ 12.750,00, a preços de janeiro de 2002. Quanto ao cálculo dos custos a serem incorridos no processo de relocação das infra-estruturas de uso público, o custo total de relocação dos trechos de rodovias estaduais foi orçado em R\$ 1.637.494,00; os gastos com relocação de 40,0km de estradas vicinais perfazem R\$ 40.000,00 e os custos de relocação de 50km de rede elétrica que será submersa, por sua vez, atinge R\$ 750.000,00. No caso específico das infra-estruturas dos setores saúde e educação, foi previsto a relocação apenas do posto de saúde, já que as duas escolas serão relocadas nas áreas de reassentamento, perfazendo um custo de R\$30.000,00. Assim sendo, os custos totais a serem incorridos com a remoção/relocação de infra-estruturas atingem o montante de R\$ 2.457.494,00 (valores expressos em reais de janeiro de 2002).

5.6 - PLANO DE PEIXAMENTO DO RESERVATÓRIO

O programa de peixamento proposto para o Açude Figueiredo, 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. O povoamento inicial do reservatório deverá adotar inicialmente a adaptação das espécies nativas da bacia do rio Figueiredo às condições lênticas do lago a ser formado. Posteriormente devem ser introduzidas espécies aclimatadas selecionadas, tendo em vista maior exploração do valor econômico. A escolha das espécies a serem introduzidas no açude contemplou os seguintes critérios: 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 do Açude Figueiredo, citam-se: curimatã-comum (*Prochilodus cearensis*), piau lavrado (*Leporinus fasciatus fasciatus*), e sardinha (*Triportheus angulatus angulatus*), entre as espécies nativas, e carpa comum (*Cyprinus carpio*), Tilápia do Nilo (*Sarotherodon niloticus*), Tilápia do Congo (*Tilapia*

rendalli), tambaqui (*Colossoma macropomum*), piau verdadeiro (*Leporinus elongatus*), apaiari (*Astronotus ocellatus ocellatus*) e pescada do Piauí (*Plagioscion squamosissimus*), entre as aclimatizadas.

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

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

De acordo com pesquisas realizadas em vários açudes públicos de porte similar o Açude Figueiredo, um programa de alevinagem bem conduzido, pode levar à captura de aproximadamente 250kg/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 367 novas oportunidades de emprego para pescadores e mais 734 empregos indiretos.

Os investimentos na atividade pesqueira do açude, bem como a receita a ser gerada por 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 COBA/VBA prevê uma receita gerada na atividade pesqueira, quando da estabilização do programa de peixamento, da ordem de R\$ 1.657.932,00 (preço de janeiro de

2002). Com relação aos investimentos, estimou-se um custo de R\$ 10.809,00 para o peixamento inicial do reservatório.

5.7 - 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. A implementação desta medida ficará a cargo da Empreiteira, devendo os custos da sua implementação ficar a cargo desta, tendo em vista que se trata de uma exigência da legislação trabalhista.

5.8 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

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

para a presença do Perímetro Irrigado Ema (42 ha), posicionado imediatamente a montante da bacia hidráulica do reservatório.

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

Dentro do binômio natureza/sociedade, a melhor lei é a educação. Um projeto de educação ambiental consiste na atuação junto à comunidade, visando, através da transmissão de determinadas práticas e informações, educá-la em suas relações com o meio ambiente. Nos seus objetivos, um projeto de educação ambiental deve enfatizar os seguintes pontos:

- reuniões e outros eventos envolvendo professores das escolas da área de entorno do empreendimento e da sede dos municípios de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê, tendo como objetivo a incorporação do enfoque ambiental nas disciplinas curriculares;
- divulgar informações sobre práticas de uso e conservação dos recursos naturais, através de rádio e televisão visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o assunto;
- realizar palestras para associações e/ou grupos formais e informais, tendo em vista promover a participação da população na defesa e proteção do meio ambiente.

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

Sugere-se para tanto, que o empreendedor realize palestras com os usuários e distribua cartilhas educativas, transmitindo conhecimentos sobre as principais questões ambientais concernentes à área, procurando inculcar nos mesmos noções relativas à importância ecológica do ecossistema e da reconstituição e preservação da vegetação da área de entorno do reservatório, de modo que a faixa de proteção a ser estabelecida passe a constituir um patrimônio paisagístico do município e do estado, permitindo que eles atuem eficientemente no processo de manutenção e até mesmo de recuperação do equilíbrio ambiental da área. 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, com especial ênfase nos irrigantes do Perímetro Ema.

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\$ 60.000,00 para execução deste programa, a preços de janeiro de 2002.

5.9 - PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO

5.9.1 - GENERALIDADES

Tendo por objetivo a relocação das famílias a serem desalojadas da área objeto de desapropriação, encontra-se em fase de elaboração um projeto de reassentamento rural

pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural desenvolvida pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), órgão responsável pela efetivação do mesmo.

Em virtude do empreendimento constituir parte dos anseios da população local para melhoria das condições de vida da região, tão castigada pela falta de recursos hídricos permanentes, observou-se uma boa aceitação do projeto, representada pela opinião favorável emitida durante a reunião de discussão das alternativas de barramentos do rio Figueiredo e compatibilização do projeto da rodovia CE-470, realizada em junho de 2001, na cidade de Alto Santo. Além disso, cerca de 90,0% dos entrevistados na pesquisa de campo se mostraram amplamente favoráveis a implementação do empreendimento. No que se refere às suas expectativas em relação à desapropriação, a grande maioria afirmou não ter para onde ir, caso necessitem ser relocados, porém, manifestaram o desejo de permanecer nas proximidades do reservatório.

O presente plano dispõe apenas sobre as diretrizes a serem adotadas em um projeto de reassentamento de populações. Atualmente, o Projeto de Reassentamento da população atingida pela implantação do Açude Figueiredo encontra-se em fase de elaboração pelo Consórcio COBA/VBA. De acordo com dados do levantamento cadastral e do relatório preliminar do Projeto de Reassentamento a população vinculada a área do empreendimento corresponde a 153 famílias, sendo 18 destas pertencentes a proprietários de terra, 23 assentadas em área do INCRA, 31 moradoras em área pertencente à igreja católica (povoado de São José) e as 82 restantes são famílias de moradores em propriedades rurais.

Uma recomendação de grande importância, a ser definida no projeto de reassentamento da população desalojada, será a retomada da atividade econômica da população local, inclusive aquela que não será relocada, visto a economia da área impactada encontrar-se centrada na pecuária extensiva. A inundação de áreas com pastagens nativas, causará impacto adverso sobre o nível de renda da população, só que numa escala relativamente reduzida, já que a maioria das propriedades contaram com grandes extensões de áreas remanescentes. O aproveitamento hidroagrícola de terras nas regiões da Chapada do Atanásio e no Baixo Jaguaribe (irrigação intensiva de 8.800 ha) ou na região ribeirinha de jusante (irrigação difusa) e o desenvolvimento da piscicultura no lago a ser formado constituem atenuantes desse problema.

Tendo em vista o número de famílias a ser relocado, surgirão diversas alternativas de reassentamento, as quais serão avaliadas em conjunto com a comunidade. Caso seja adotado o sistema de permuta de imóveis ou a construção de agrovilas, recomenda-se que seja contemplado no Projeto de Reassentamento a construção das novas moradias com padrão similar ou superior ao existente na região, munidas de instalações sanitárias e devidamente rebocadas.

5.9.2 - DIRETRIZES ADOTADAS NO PROJETO DE REASSENTAMENTO

5.9.2.1 - Compilação e Análise dos Dados Existentes

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

delineamento preliminar da realidade a ser estudada. Tais informações versarão basicamente sobre os seguintes documentos técnicos: Política de Reassentamento do Estado do Ceará; Diretrizes de Reassentamento do World Bank (OD 4:30) e Manual Operativo de Reassentamento da SRH; entre outros.

5.9.2.2 - Participação da Comunidade e Integração com as Populações Hospedeiras

Esta tarefa deve ser desenvolvida em todas as etapas do trabalho, pois é de suma importância a participação dos reassentados não voluntários e das populações hospedeiras nas fases do planejamento anteriores à mudança. Assim sendo, para obter-se cooperação, participação e "feedback", os reassentados e os hospedeiros deverão ser sistematicamente informados e consultados sobre os seus direitos e sobre as opções possíveis, durante a preparação do projeto de reassentamento. Estas medidas serão tomadas diretamente, junto às populações interessadas, ou por intermédio de líderes ou representantes formais ou informais.

Contudo, outras medidas deverão ser estabelecidas, como programações das reuniões, entre encarregados do projeto e comunidades dos reassentados e hospedeiros, onde os membros das equipes possam bem avaliar as preocupações das pessoas, durante as fases de planejamento e execução. Propõe-se a realização de 5 (cinco) reuniões comunitárias, estrategicamente distribuídas ao longo do processo de elaboração.

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

5.9.2.3 - Execução da Pesquisa Socioeconômica

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

Como produto desta etapa inicial deverá ser formulada uma agregação da população, segundo grupos homogêneos do ponto de vista da natureza do impacto sofrido e cujos integrantes deverão receber tratamento análogo para efeito de reassentamento, apresentando-se um perfil de cada grupo que evidenciará seus atributos quantitativos e qualitativos mais importantes. Como exemplo de prováveis grupos a serem encontrados tem-se:

- famílias que poderão permanecer nas áreas remanescentes das propriedades;
- famílias com solução própria, englobando proprietários de outros imóveis fora da área em apreço, com dimensão suficiente para a sua subsistência e ascensão social;
- famílias com solução própria, englobando proprietários que em função da indenização a receber, terão condições de adquirirem áreas de produção com dimensões suficiente para sua subsistência e ascensão social;

- famílias sem solução própria, impactados apenas no tocante às suas moradias, simples moradores sem atividade agropecuária na área a ser inundada;
- famílias sem solução própria, com atividades agropecuárias na área, notadamente produtores sem terra e pequenos produtores.

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

5.9.2.4 - Avaliação Socioeconômica

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

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

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

5.9.2.5 - Alternativas de Reassentamento

Com base na caracterização sócio-demográfica da população impactada deverá ser procedida a definição das proposições de reassentamento para os diferentes casos existentes. Dentre as opções que podem ser adotadas e que deverão ser discutidas com as famílias afetadas pode-se citar: o reassentamento nas áreas remanescentes; o reassentamento a jusante ou a montante do reservatório; o reassentamento em centros urbanos próximos e a compensação monetária, entre outros. Serão avaliadas, também, as alternativas propostas pela população alvo, tanto em termos de custos, como de satisfação das necessidades da comunidade local.

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

5.9.2.6 - Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento

Na escolha das áreas potenciais para implantação do reassentamento da população deverão ser analisados parâmetros pertinentes às potencialidades de terras aráveis aptas para a

agricultura ou não; posicionamento da área em relação a fontes hídricas; a infra-estrutura de transporte existente e planejada; as atividades produtivas existentes e a proximidade aos núcleos urbanos. O potencial de produção dos solos e as vantagens de situação do novo local deverão ser, no mínimo, equivalentes às do antigo local.

No projeto de reassentamento ora em elaboração foram indicadas quatro áreas para o reassentamento, todas localizadas nas imediações da bacia hidráulica do reservatório. A Área 01 situa-se a jusante do eixo do barramento, na localidade de Floresta, em Iracema; a Área 02 situa-se na localidade de Serra Vermelha, em Iracema, as margens da CE-470; a Área 03 situada na localidade de Caatinga, em Potiretama, à margem direita da poligonal de contorno e a Área 04, situa-se no município de Potiretama, na margem direita da poligonal ao sul da Área 03.

Foi selecionada para implantação de uma agrovila a Área 02, que deverá contar com 59 lotes urbanos de 15x 45m e de área para implantação de infra-estrutura de serviços, perfazendo ao todo 60,0ha. Conterá, ainda, com uma área agrícola de 300,0ha, subdividida em lotes agrícolas de 5,0ha. Outra opção com custos mais elevados será a implantação de duas agrovilas, sendo uma em Iracema com área de 240ha para reassentar 40 famílias e a outra em Potiretama com área de 120ha para reassentamento de 19 famílias. A Área 01 foi selecionada para o reassentamento da vila urbana Nova São José, onde serão reassentadas 29 famílias. A referida vila contará com lotes com dimensões de 15x40m, área de expansão, área para implantação de infra-estrutura de serviços, perfazendo ao todo cerca de 40,0ha. As 65 famílias não beneficiárias do plano de reassentamento estão compostas por 12 famílias, cujos valores elevados das indenizações permite que estas efetuem o auto-reassentamento e por 53 famílias que serão reassentadas nas áreas remanescentes.

5.9.2.7 - Elaboração do Anteprojeto de Reassentamento

Após a seleção das melhores alternativas de reassentamento, serão elaborados os seus anteprojeto, os quais deverão contemplar as obras de engenharia relativas às habitações, rede viária, prédios públicos (escolas, postos de saúde, etc.), eletrificação e saneamento básico. Deverão ser quantificados e estimados os custos relativos aos diferentes segmentos contemplados pelo anteprojeto.

As alternativas selecionadas e anteprojeto deverão ser submetidas à apreciação social da população afetada, mesmo que tal participação seja resumida a uma representação. Tal apreciação tomará por parâmetros de medida as possibilidades de progresso social abertas pelo reassentamento e a satisfação das aspirações da população afetada.

5.9.2.8 - Arcabouço Legal

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

- a extensão e importância dos apossamentos existentes, a natureza das indenizações decorrentes, tanto em termos de metodologia das avaliações quanto dos prazos de desembolsos;

- os procedimentos legais e administrativos aplicáveis, incluindo os processos de recursos e os prazos legais desses processos;
- titulação das terras e procedimentos de registro;
- leis e regulamentos pertinentes aos organismos responsáveis pela execução do reassentamento e àqueles relacionados com a desapropriação de terras e indenizações, com os reagrupamentos de terras, com os usos de terras, com o meio ambiente, com o emprego das águas e com o bem estar social.

5.9.2.9 - Programas de Reativação da Economia

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

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

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

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

5.9.2.10 - Programa de Implementação do Projeto de Reassentamento

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

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

O projeto de reassentamento da população desalojada da área da bacia hidráulica do Açude Figueiredo deverá ser posto em prática pela SRH, tendo sido previsto um custo de R\$ 2.236.326,00, não estando aí incluída a relocação dos 40 km de estradas vicinais e dos 50km de rede elétrica, cujos valores foram agregados ao plano de relocação de infra-estrutura de uso público.

5.10 - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS OBRAS

Como forma de facilitar o desenvolvimento das ações a serem desencadeadas com a implantação do projeto do Açude Figueiredo, faz-se necessário a implementação de um programa de gerenciamento ambiental, fundamentado na descentralização do gerenciamento da implantação das obras de engenharia e ações correlatas, com a inclusão de representantes da sociedade civil organizada e comitês de bacias no processo, permitindo a participação social nas consultas e deliberações do projeto. Tal atividade deverá antes de tudo ser um exercício de cidadania.

Como exemplo deste tipo de intervenção, tem-se o Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acompanhamento das Obras da Barragem do Castanhão, no Estado do Ceará começou a funcionar a partir de 1995, quando foi instituído através do Decreto nº 23.752/95, e que vem sendo apontado tanto pela sociedade civil como pela classe técnica como uma iniciativa bem sucedida e que deve ser perpetuada.

Nesse contexto, deverá ser articulada a formação do Grupo de Trabalho Multiparticipativo, o qual terá como objetivo o acompanhamento das obras de engenharia e ações correlatas pertinentes a implantação do projeto, com destaque para o reassentamento da população desalojada e para o acompanhamento dos processos de desapropriação, servindo de porta voz dos anseios da sociedade civil impactada pelas obras, no encaminhamento e controle de suas reivindicações.

O grupo de trabalho deverá funcionar na forma de colegiado e será presidido pelo representante da Secretaria de Recursos Hídricos, no âmbito da qual deverá ser criada uma secretaria executiva, que será composta de quatro membros, sendo um coordenador, um assistente jurídico, um assistente técnico e um secretário, designados por ato do Chefe do Poder Executivo.

Dentre as instituições que deverão integrar o grupo de trabalho pode-se citar de forma preliminar: representantes dos comitês de bacias do alto, Médio e Baixo Jaguaribe e da Bacia do banabuiú; da SRH, da Secretaria de Infra-estrutura (SEINFRA), da Secretaria de Agricultura Irrigada (SEAGRI), da Secretaria de Desenvolvimento Rural (SDR), da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), da Associação das Prefeituras Municipais do Estado do Ceará (APRECE), do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e da Pastoral da Terra, entre outras.

Qualquer discordância que, a critério da maioria simples do colegiado, seja levantada sobre o bom desenvolvimento das obras, poderá o mesmo, em primeira instância, se reportar ao Secretário dos Recursos Hídricos, tendo como instância superior o Governador do Estado.

Para assessorar o grupo e realizar o acompanhamento das ações de controle e sustentabilidade ambiental, será criada uma Câmara Técnica Especial (CTE) constituída por representantes da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) e Ministério Público. A CTE participará das reuniões ordinárias do grupo e extraordinárias, quando convocadas para tratar de assuntos pertinentes ao meio ambiente. As despesas decorrentes da execução dos trabalhos previstos correrão por conta da dotação orçamentária própria da Secretaria de Recursos Hídricos, que deverá ser suplementada caso seja insuficiente.

Deverá ainda ser estabelecido o regimento interno do grupo de trabalho, no qual são definidas a estrutura operacional e as competências atribuídas a Presidência, ao Colegiado e a Secretaria Executiva, além das formas de funcionamento do colegiado.

O grupo de trabalho deverá realizar reuniões mensais, podendo serem convocadas, quando se fizer necessário, reuniões extraordinárias do grupo. A base física de reunião do grupo será a sede da Secretaria de Recursos Hídricos, que se encarregará do apoio administrativo para o bom desempenho dos trabalhos do colegiado.

Convém que todas as reuniões sejam devidamente documentadas por meio de atas, relatórios sínteses e gravações, as quais devem ser postas à disposição dos interessados, servindo como subsídio e garantia do fiel andamento das obras e negociações efetuadas entre as partes.

O grupo de trabalho deverá permanecer até a fase de conclusão das obras, conforme disposto no decreto de criação. Posteriormente, quando da fase de operação do empreendimento, haverá a necessidade da criação de um grupo gestor dos recursos hídricos aduzidos, o qual já poderá ser preliminarmente concebido pelo colegiado atual. A definição do modelo de gestão dos recursos hídricos e de desenvolvimento dos usos múltiplos do reservatório deverá ser implantado pela SRH/COGERH e pelo Grupo Co-Gestor.

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

5.11.1 - GENERALIDADES

O território cearense abriga várias ocorrências de achados arqueológicos, os quais são encontrados em quase todos os municípios, sendo no entanto pouco estudados. O patrimônio paleontológico por sua vez é relativamente bem estudado, tanto por equipes cearenses, como de outros estados e até mesmo do exterior.

Os sítios arqueológicos constituem testemunhos da passagem do homem pré-histórico pelo território do Estado, sendo encontrados geralmente em cavernas, abrigos sob rochas, dunas, terraços fluviais, leitos de rios e tanques naturais. Esse patrimônio é representado por vestígios de pinturas e gravuras rupestres, esqueletos humanos, carvão, cerâmicas, ferramentas líticas e sambaquis.

Quanto aos sítios paleontológicos, estes estão representados no Estado do Ceará, principalmente por cavernas, tanques naturais, lagoas e depósitos fluviais, ocorrendo normalmente nas áreas das bacias sedimentares, constituindo exceção jazigos fossilíferos de idade quaternária. Os referidos depósitos se caracterizam por possuírem, geralmente, restos de paleovertebrados, sobretudo da mega-fauna pleistocênica extinta, representados por ossos e dentes fossilizados.

Na região onde será implantado o Açude Figueiredo 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 500m 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 frequentemente, são encontradas ossadas fossilizadas de grandes animais extintos, há cerca de 10 mil anos (mega-fauna quaternária).

Além disso, a região da bacia hidrográfica do rio Figueiredo é considerada rica nestes tipos de patrimônios, tendo sido registrado a presença de sítios paleontológicos no município de Alto Santo em áreas que distam de 10 a 50km da sede municipal, merecendo destaque a ocorrência de um achado paleontológico durante a execução das obras do açude Castanhão, ora em implantação.

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, sendo posteriormente executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.

5.11.2 - IDENTIFICAÇÃO DE VESTÍGIOS HISTÓRICOS, ARQUEOLÓGICOS E PALEONTOLÓGICOS

O procedimento de campo constitui em percorrer extensivamente a área de influência física do empreendimento, procurando realizar uma primeira investigação de seu ambiente físico e dos vestígios históricos, arqueológicos e paleontológicos presentes. O objetivo não é esgotar as possibilidades de pesquisas na área, mas antes detectar a natureza e variedade de seus sítios, sua distribuição, e ainda, uma estimativa da intensidade de sua ocupação.

Procurando maximizar o tempo disponível, os sítios deverão ser inicialmente reconhecidos através da presença de material em superfície, sem escavações ou outras abordagens de maior detalhe. Para cada sítio identificado deverá proceder-se o preenchimento de uma ficha de cadastro.

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.

5.11.3 - SALVAMENTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO, ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

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.

Em paralelo às ações de salvamento deverá ser dada continuidade aos trabalhos de prospecção, na forma de varreduras sistemáticas baseadas em testes de sub-superfície. Novos sítios que venham a ser identificados deverão ser avaliados e resgatados da maneira mais adequada e conveniente.

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.

Por fim, uma outra forma de minimizar os impactos é através da divulgação dos resultados da pesquisa, de forma a valorizar o patrimônio. Isto se daria através da publicação do relatório final dos trabalhos, na forma de um documento de acesso ao grande público e à comunidade técnico-científica.

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.

5.11.4 - GUARDA DO MATERIAL COLETADO

O material resgatado nos levantamentos de campo deverá ser encaminhado para instituições científicas apropriadas, visando seu armazenamento e disponibilização para pesquisa. No caso do material paleontológico, a instituição mais capacitada no Estado do Ceará para o resgate e guarda de coleções de mamíferos fósseis ou outro achado, é o ICCN - Instituto Cearense de Ciências Naturais.

Já no caso do material arqueológico, além do próprio ICCN, há também a UECE – Universidade estadual do Ceará através do Núcleo de Estudos Etnológicos e Arqueológicos. Nessas instituições deverá, se possível, ser implantado um Ecomuseu para guarda, proteção e exposição da coleção resgatada. Outra instituição que pode apoiar tecnicamente, tanto o inventário e salvamento, quanto a guarda do material é a UFC - Universidade Federal do Ceará.

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\$ 15.000,00, a preços de janeiro de 2002.

5.12 - PLANO DE RELOCAÇÃO DE CEMITÉRIOS

5.12.1 - GENERALIDADES

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

Foi constatado, por ocasião da pesquisa de campo, a existência de dois cemitérios na área englobada pela bacia hidráulica do reservatório, estando um localizado no povoado de São José, contando com 65 túmulos e o outro no povoado de Pilar com oito túmulos.

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

O poder contaminante dos cemitérios pode ser controlado através da correta planificação quanto à construção e utilização das necrópoles. É importante que estas sejam edificadas em áreas elevadas, de terrenos com características permeáveis, com nível freático baixo e distante de fontes de abastecimento de águas superficiais e subterrâneas. Os possíveis lugares de sepultamento e sua relação com a litologia e o nível do lençol freático são mostrados na Figura 5.1.

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

5.12.2 - PRINCIPAIS IMPACTOS AMBIENTAIS DE CEMITÉRIOS

O impacto físico mais importante está no risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por microorganismos patogênicos que proliferam durante a decomposição dos cadáveres.

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

5.12.3 - MEDIDAS A SEREM ADOTADAS NA IMPLANTAÇÃO DE CEMITÉRIOS

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

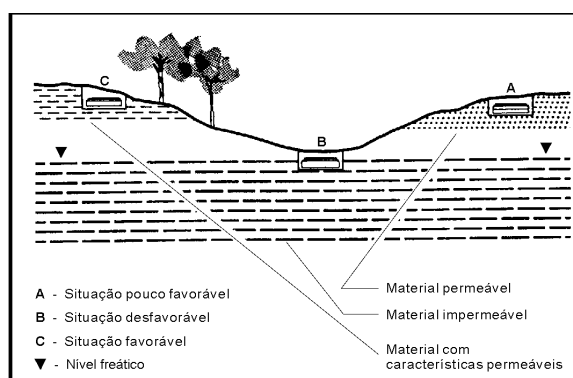
Analisando a legislação vigente em outros países, relativas ao assunto, observa-se que as distâncias mínimas requeridas entre cemitérios e poços para abastecimento de água potável são de 100 jardas (91,4 m) na Inglaterra (Goodman & Beckett, 1970), 100,00 m na França e 150,0 m na Holanda (Mulder, 1954).

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

Perímetro de Proteção Sanitária	Distância (m)	
	Area Urbana	Área Rural
Interno	35	35
Externo	35	100

Além disso, a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), efetuou em meados de 1993, uma revisão da sua norma de construção e operação de cemitérios (Norma L 1040/89), tendo reduzido a faixa de proteção interna dos cemitérios de 35,0m para 5,0m ao longo do perímetro, e a distância mínima entre os jazigos e residências/poços de 35,0m para 15,0m, contando a rua externa do cemitério. A título de informação apresenta-se a seguir quadros comparativos contendo as principais exigências da antiga norma e da sua versão revisada (Quadros 5.1 a 5.3).

Figura 5.1 - Possíveis Lugares de Sepultamento e sua Relação com a Litologia e o Nível do Lençol Freático



Quadro 5.1 - Estudos de Caracterização da Viabilidade do Local de Implantação do Cemitério

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

Quadro 5.2 - Condicionantes para Implantação de Cemitérios

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

Quadro 5.3 - Condicionantes para Operação de Cemitérios

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

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

Ainda dentro das preocupações com o controle do poder contaminante de cemitérios, deve-se tomar sérios cuidados com o sepultamento de corpos nos quais a “causa mortis”

foi moléstia contagiosa ou epidemia, e com os cadáveres de pessoas que foram tratadas com elementos radioativos.

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

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

Da mesma forma, caso os estudos geológicos e hidrogeológicos definitivos a serem efetuados, demonstrem que o aquífero é potencialmente vulnerável à contaminação, o cemitério deverá ser submetido a um controle sanitário periódico (a cada três meses), mediante a coleta e análise das águas no interior e nas proximidades da necrópole. As amostras d'água devem ser analisadas de acordo com os padrões de potabilidade, enfatizando-se as cadeias do nitrato e do fosfato e o conteúdo microbiológico (bactérias e vírus).

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

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

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

5.12.4 - TRANSLADO DOS RESTOS MORTAIS

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

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

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

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

O prazo para consumação do corpo e permissão para exumação apresenta uma relação cronológica imprecisa, sendo função de diversas variáveis tais como temperatura, umidade, grau de ventilação, litologia do terreno, causa mortis, etc. Tendo em vista as condições climáticas da área do empreendimento, caracterizadas pela baixa pluviosidade e temperaturas elevadas, aliada a terrenos com características permeáveis, estima-se um período mínimo de 18 (dezoito) meses para a esqueletização dos corpos, estando este prazo passível de alteração. Diante do exposto, sugere-se que a SRH defina junto com a população local os procedimentos a serem adotados com os restos mortais das pessoas que falecerem durante as fases de estudo e implantação do reservatório, os quais já devem ser sepultados fora da área englobada pela bacia hidráulica do futuro reservatório. Os custos a serem incorridos com a construção do novo cemitério foi orçado em R\$ 80.000,00, a preços de janeiro de 2002.

6 – MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

6 - MONITORAMENTOS AMBIENTAIS E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

6.1 - 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: gerenciamento dos recursos hídricos/estabelecimento de outorgas e tarifação d'água; monitoramento da qualidade da água represada e da sedimentação no reservatório; monitoramento dos níveis piezométrico e do reservatório; delimitação, reflorestamento e administração da faixa de proteção do reservatório; zoneamento de usos no reservatório e manutenção da infra-estrutura implantada.

6.2 - GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS REPRESADOS/ ESTABELECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFAÇÃO D'ÁGUA

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

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

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

O Estado do Ceará atualmente conta com o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o qual propõe um planejamento global de utilização dos recursos hídricos, com vistas a um equilíbrio dinâmico do balanço demanda versus disponibilidade, procurando impedir que a água venha a ser um fator limitante ao desenvolvimento econômico e social do Estado.

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

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

- planejamento: visa realizar estudos na busca de adequar, o uso, controle e preservação dos recursos hídricos às necessidades sociais e/ou governamentais identificadas na bacia hidrográfica;
- operação: objetiva definir a liberação de águas de forma a atender a demanda (os usos), levando em consideração a oferta disponível e as características do reservatório;
- monitoramento: tem a função de realizar o acompanhamento dos aspectos qualitativos e quantitativos da água, servindo de informação para auxiliar a tomada de decisão da operação;
- manutenção: é importante na realização de estudos da situação física das estruturas hidráulicas, verificando a necessidade da recuperação e definindo planos de conservação para as referidas estruturas;
- apoio à organização dos usuários: conscientizar/educar os usuários para que, de forma organizada, possam gerenciar, com o apoio técnico, este bem tão precioso da natureza.

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

Para facilitar a implementação da lei de recursos hídricos (Lei nº 11.996 de 24/07/92) e, possibilitar um maior controle sobre a quantidade e distribuição de água necessária para atender todas as necessidades dos usuários, foram definidos alguns instrumentos legais:

- a outorga: que se constitui numa autorização, com validade anual, concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos que assegura ao usuário o direito de usar a água num determinado local, retirando-a de uma determinada fonte superficial ou subterrânea, com uma vazão definida e para uma finalidade também definida;
- a licença para obras hídricas: que se constitui numa autorização concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos à execução de qualquer obra ou serviço de oferta de água que altere o regime, a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- a cobrança pelo uso da água bruta: prevista como forma de diminuir o desperdício, aumentar a eficiência no uso da água e como fonte arrecadadora de fundos para cobrir as despesas com gestão, operação e manutenção das obras hídricas.

O estabelecimento do sistema de outorga e tarifação d'água ficará a cargo da COGERH que, juntamente com a Associação dos Usuários e/ou Conselho Gestor do Açude Figueiredo, a ser criado posteriormente, tratará do gerenciamento deste manancial.

6.3 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA REPRESADA

O controle sistemático da qualidade da água do Açude Figueiredo é de fundamental importância para a garantia dos empreendimentos localizados a jusante e o controle de atividades poluidoras na bacia hidrográfica, haja vista a destinação da água a ser reservada. Desta forma, o disciplinamento do uso deverá ser feito tanto no futuro reservatório, quanto nos eixos da bacia contribuinte.

O monitoramento da qualidade da água represada, no caso particular do Açude Figueiredo, deve ser conduzido, não só visando detectar pontos ou níveis de poluição, mas também visando controlar a qualidade química da água com relação aos níveis de salinidade. Tal alerta surge em decorrência da bacia de contribuição do reservatório situar-se em área onde predominam solos do tipo Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados, os quais associados ao elevado tempo de detenção do reservatório (3 anos), resulta em riscos significativos de salinização das águas represadas.

Tendo em vista que essa água servirá para o abastecimento das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê (consumo humano e industrial) e da população ribeirinha de jusante, bem como para o uso com irrigação e dessedentação animal, sua qualidade deverá se adequar, da melhor maneira possível, aos futuros usos. À SRH e a COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água do futuro reservatório.

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

- seleção de estações de monitoramento no reservatório junto à entrada dos poluentes;
- levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras da bacia que podem influir na qualidade das águas do reservatório;
- estabelecimento de pontos de amostragem nos principais tributários do reservatório;
- determinação dos pontos de amostragem ao longo do corpo do reservatório.

Durante a formação do reservatório deverão ser coletadas amostras de água para análise, desde o início até o enchimento completo do açude. Após o enchimento, deverão ser coletadas amostras de água, ao final da estação seca, e início, meio e final da estação chuvosa. Portanto, além da fase de amostragem inicial (enchimento do reservatório), deverão ser feitas, no mínimo, quatro amostragens anuais.

Para exames de rotina, a coleta pode ser efetuada em pelo menos dois pontos do reservatório, de preferência junto ao local de captação da água para abastecimento humano e próximo a possíveis atividades poluidoras situadas na bacia.

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

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA nº 020/86. 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. Nas análises deverão ser determinadas as características químicas, físicas e organolépticas e o Número Mais Provável (NPM) de coliformes fecais.

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

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

Os custos anuais advindos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 3.078,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2002).

6.4 - PLANO DE MONITORAMENTO DOS NÍVEIS PIEZOMÉTRICO E DO RESERVATÓRIO

6.4.1 - 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 consequências que, dependendo do contexto geológico-hidrológico, podem ser danosas ou benéficas.

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

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

No caso específico do Açude Figueiredo são esperadas pequenas alterações de nível do lençol freático, principalmente nas regiões próximas ao reservatório, já que ao longo do trecho do rio Figueiredo 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 rio Figueiredo. 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.

6.4.2 - MONITORAMENTO DO NÍVEL DO RESERVATÓRIO

A exploração do reservatório, cuja vazão se destinará ao abastecimento d'água das cidades de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê (abastecimento humano e industrial), ao desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) e ao aumento da vazão regularizada do rio Figueiredo causará impacto sobre o volume armazenado, principalmente quando se considerar as variações climáticas ocorridas na região, resultando em oscilações no nível do reservatório. Em virtude dessas alterações, faz-se imprescindível o monitoramento do seu nível, com vistas à obtenção de elementos básicos que sirvam para propor soluções e tomadas de decisão.

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

O monitoramento dos níveis piezométrico e do reservatório ficará a cargo da SRH/COGERH. O custo incorrido com tal atividade encontra-se incluso no programa de administração da faixa de proteção do reservatório, descrito posteriormente, devendo esta atividade integrar as tarefas a serem desenvolvidas pela fiscalização.

6.5 - 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, 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 1,0m² os quais serão demarcados por bóias.

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

A obtenção de amostras de material particulado pode ser feita diretamente através da filtração da amostra de água, antes que se adicione qualquer preservante químico. Deve-se preservar o filtrado para eventuais análises complementares, guardando os filtros com o resíduo protegido contra perdas ou impureza, mantendo-os, de preferência, sob refrigeração.

Para os sedimentos de fundo são utilizados na coleta das amostras dragas ou pegadores, sendo que a draga de Ekman e a draga de Peterson são as mais usadas. O amostrador de Suber é utilizado para casos especiais.

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

Os custos anuais incorridos na execução do monitoramento da sedimentação foram estimados em R\$ 3.278,00 (valor expresso em reais de janeiro de 2002). Esta atividade ficará a cargo da SRH/COGERH.

6.6 - PLANO DE ADMINISTRAÇÃO DA FAIXA DE PROTEÇÃO DO RESERVATÓRIO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 004/85, deve ser mantida uma faixa de proteção com largura mínima de 100 (cem) metros, ao redor de reservatórios d'água naturais ou artificiais situados em áreas rurais, cuja vegetação natural deve ser considerada como reserva ecológica.

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

A preservação da vegetação original talvez se encontre prejudicada, pois, durante a execução das obras, ela poderá ser degradada, caso não sejam adotadas medidas conservacionistas. Para que as essências originais voltem a florescer, serão necessários plantios, usando-se de espécies obtidas por ocasião do desmatamento da área de inundação, bem como nas manchas residuais das áreas adjacentes.

A proteção da reserva ecológica periférica exigirá a constituição de uma polícia florestal, que terá a seu cargo uma considerável tarefa educativa, devendo ser engajada nesta atividade a própria população local. Recomenda-se o estabelecimento de um convênio com a SEMACE, com vistas a estabelecer regras a serem seguidas pela população.

É importante que a área reservada seja toda cercada, deixando-se apenas os corredores necessários para os acessos aos locais em que se desenvolvam as atividades de pesca, balneário, entre outras. Nos domínios da mesma não será tolerado o exercício de atividades agrícolas e/ou pecuárias de quaisquer espécies. No caso específico de pontos de bebida para o gado, recomenda-se a construção de valas que conduzam a água para fora da reserva, mesmo que seja preciso bombeamento. Outra atividade que pode vir a ser danosa ao ecossistema do

reservatório é a pesca. A salga de peixe nas margens do lago deve ser expressamente proibida, haja vista o risco de salinização das águas represadas.

Os custos anuais incorridos com esta atividade foram orçados em R\$ 4.320,00 considerando a contratação de 2 (dois) fiscais, recrutados juntos à população residente nas áreas periféricas ao lago (valor expresso em reais de janeiro de 2002). A responsabilidade da implementação do presente plano é da SRH/COGERH, devendo tais órgãos receberem o apoio da SEMACE e do IBAMA.

6.7 - ZONEAMENTO DE USOS NO RESERVATÓRIO

Os usos da água armazenada no Açude Figueiredo devem ser controlados, visto que muitos deles podem vir a ser conflitantes, resultando na poluição de suas águas, cuja destinação principal é o abastecimento da população das cidades de Alto Santo, Potiretama, Iracema, Pereiro e Ererê, bem como da população ribeirinha de jusante.

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

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

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

6.8 - MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA

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

No caso do Açude Figueiredo, as principais atividades de manutenção previstas são as seguintes: lubrificação de comportas, tratamento anti-corrosivo, limpeza de entulhos, tubulações, galerias, registros, válvulas, integridade do corpo do barramento e vegetação das ombreiras.

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

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

Recomenda-se ainda, no escopo dessa medida, a efetuação de vistorias no sentido de detectar falhas no tratamento dado à fundação da barragem (injeções de concreto), buscando a identificação de possíveis vazamentos que venham comprometer a sua estrutura.

Esta medida ficará a cargo da SRH/COGERH, estando seus custos já inclusos no orçamento do projeto de engenharia.

6.9 - 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 do Açude Público Figueiredo, cujas diretrizes são apresentadas nos Capítulos 5 e 6 do presente relatório, foram orçados em R\$ 4.982.762,00, a preços de janeiro de 2002. 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, programa de gerenciamento ambiental das obras e manutenção da infra-estrutura implantada.

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

Os programas de gerenciamento ambiental das obras e 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. O Quadro 6.1 apresenta os valores do programa de monitoramento e das medidas de proteção ambiental preconizadas, exceto as mencionadas anteriormente.

Quadro 6.1 - Custo das Medidas de Proteção Ambiental Preconizadas

Discriminação	Valor (R\$) ¹
Administração da Faixa de Proteção do Reservatório	4.320,00
Plano de Proteção da Fauna	69.707,00
Reabilitação das Áreas de Empréstimos	30.000,00
Programa de Educação Ambiental	60.000,00
Monitoramento da Qualidade da Água Represada	3.078,00
Monitoramento da Sedimentação no Reservatório	3.278,00
Reassentamento da População Desalojada	2.236.326,00
Identificação e Resgate do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	15.000,00
Limpeza da Área da Bacia Hidráulica	12.750,00
Relocação da Infra-estrutura de Uso Público	2.457.494,00
Relocação de Cemitérios	80.000,00
Peixamento do reservatório (Piscicultura extensiva)	10.809,00
TOTAL	4.982.762,00

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

7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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

O balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, revela que o custo de oportunidade da área a ser inundada é baixo, pois apenas cerca de 6,2% da área é atualmente aproveitada agricolamente, devido as limitações impostas pela escassez de recursos hídricos e condições edáficas desfavoráveis. Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos provenientes do reservatório permitirá o reforço ao abastecimento d'água das cidades de Alto Santo, Iracema, Potiretama, Pereiro e Ererê (abastecimento humano e industrial), bem como o desenvolvimento da irrigação intensiva nas regiões da Chapada do Atanásio e do Baixo, Alto e Médio Jaguaribe, estas duas últimas por compensação hídrica com os açudes Orós e Castanhão, permitindo um incremento da área irrigada na Bacia do Jaguaribe de 8.800ha. Resultará, ainda, na perenização do rio Figueiredo, permitindo o abastecimento da população ribeirinha de jusante, a dessedentação animal e o desenvolvimento da irrigação difusa, além do desenvolvimento da pesca no lago a ser formado. Haverá, ainda, a laminação de cheias pelo reservatório, evitando a ocorrência de enchentes na região do Baixo Jaguaribe, já que o rio Figueiredo se constitui no único afluente de porte do rio Jaguaribe que não terá suas vazões controladas após a conclusão da implantação do açude Castanhão.

Observa-se, entretanto, a concentração espacial dos impactos negativos, incidindo, principalmente, sobre o meio socio-econômico da área de influência física. Com efeito, o reassentamento de um contingente populacional composto por 570 pessoas distribuídas em 153 famílias constitui impacto localizado de intensidade relativamente significativa, o qual, dependendo da efetivação das medidas a serem tomadas para minimização dos transtornos causados à população atingida, poderão constituir dúvidas quanto ao mérito do empreendimento. Ressalta-se, no entanto, que para o porte do reservatório ora em análise o contingente populacional a ser desalojado pode ser considerado em termos relativos apenas medianamente significativo. O projeto de reassentamento deverá contemplar um programa de reativação da economia da área, uma vez que a população terá sua atividade produtiva afetada. Deverá ser evidenciado, também, no seu escopo o caráter sanitário na construção das novas residências dos reassentados.

Outro ponto que merece destaque é o fato do reservatório localizar-se numa região onde se constata a presença do Perímetro Irrigado Ema (42,0 ha) imediatamente a montante da sua bacia hidráulica, havendo riscos de contaminação das águas represadas por resquícios de agrotóxicos. Desta forma, faz-se necessário a implementação de medidas para disciplinar o uso e manejo destes produtos, bem como a conscientização dos irrigantes e demais produtores rurais da região quanto aos impactos causados ao meio ambiente.

Merece ressalva, também o fato do reservatório localizar-se numa região onde predominam solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais, o que aliado ao seu elevado tempo de detenção (3 anos), acarretará riscos de salinização das águas represadas. Assim, é extremamente importante que esta questão seja observada quando da fase de operação do reservatório, procurando conciliar, a diminuição do tempo de residência da água no reservatório, visando a manutenção da sua qualidade, e a sua operação levando em conta as vazões afluentes.

8 - BIBLIOGRAFIA

- 01 - ARAÚJO, J. C., **Estudos de Tarifas d'Água e Hidrológicos**. Fortaleza, CNPq/COGERH, 1996. 101p.
- 02 - BATTALHA, B. L. & PARLATORE, A. C., **Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano. Bases Conceituais e Operacionais**. São Paulo, CETESB, 1977. 198p.
- 03 - BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- 04 - BRAID, E.C.M., **Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/SEMACE, 1994. 78p.
- 05 - BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 06 - BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 07 - BRASIL, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), **Avaliação das Potencialidades Hídrica e Mineral do Médio-Baixo Jaguaribe-CE**. Fortaleza, CPRM, 1996. 115p. (Série Recursos Minerais-Fortaleza-V.4).
- 08 - _____, Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS), **Perenização de Rios no Nordeste por Ação do DNOCS**. Fortaleza, DNOCS, 1993. 11p.
- 09 - _____, DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM), **Projeto Rio Jaguaribe-Estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba**. Relatório Final de Geologia. Brasília, DNPM, 1979. 149p. (Série Geologia nº 4).
- 10 - _____, DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- 11 - _____, Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais (FUNCATE), **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Avaliação da Qualidade das Águas Superficiais**. Fortaleza, VBA, 1999. 198p.
- 12 - _____, _____, **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Análise Prospectiva do Abastecimento d'Água**. Fortaleza, VBA, 2000. 364p.
- 13 - _____, _____, **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Análise Prospectiva da Irrigação**. Fortaleza, VBA, 1998. 2v.

- 14 - _____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Censo Agropecuário 1995-1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1996. 214p.
- 15 - _____, _____, **Censo Demográfico 2000-Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 2000. 523p.
- 16 - _____, _____, **Contagem da População 1996 - Ceará**. Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- 17 - _____, Ministério das Minas e Energia, **Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal**. Rio de Janeiro, MME, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais 23).
- 18 - _____, Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), **Resoluções do CONAMA, 1984/90**. Brasília, SEMA, 1991. 97p.
- 19 - _____, _____, **Legislação Federal sobre Meio Ambiente - Referências**. Brasília, SEMA, 1986. 29p.
- 20 - _____, Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), **Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste**. Recife, SUDENE, 1971. 4v. (Folha 9 - Jaguaribe - NO e Folha 10 - Jaguaribe - NE).
- 21 - CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Anuário do Monitoramento Quantitativo dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH, 2001.
- 22 - _____, _____, **Monitoramento Indicativo do Nível de Salinidade dos Principais Açudes do Estado do Ceará**. Fortaleza, COGERH/SEMACE, 2001. (Boletim Informativo).
- 23 - _____, _____, **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe**. Fortaleza, ENGESOFT, 1999.
- 24 - _____, Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME), **Projeto Áridas**. Fortaleza, FUNCEME, 1994 (Grupo de Trabalho I - Recursos Naturais e Meio Ambiente).
- 25 - _____, Fundação Instituto de Planejamento do Estado do Ceará (IPLANCE), **Anuário Estatístico do Ceará 1997**. Fortaleza, IPLANCE, 1998. 2v.
- 26 - _____, _____, **Atlas do Ceará**. Fortaleza, IPLANCE, 1995. 64p.
- 27 - _____, _____, **Estudos de Reconhecimento do Sistema do Rio Figueiredo para o Plano de Aproveitamento Hidroagrícola da Chapada do Atanásio/Caatinga Grande**. Fortaleza, KL, 1994. 64p.
- 28 - _____, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), **Zonamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.

- 29 - _____, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), **Classificação dos Principais Rios do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1992.
- 30 - _____, _____, **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v. (no prelo).
- 31 - _____, _____, **Legislação Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1997. 37p.
- 32 - _____, _____, **Meio Ambiente - Legislação Básica**. Fortaleza, SEMACE, 1990. 476p.
- 33 - _____, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Barragem Figueiredo. Fase I – Estudo de Alternativas para a Localização da Barragem**. Fortaleza, COBA/VBA, 2002.
- 34 - _____, _____, **Barragem Figueiredo. Fase III – Estudos Básicos e Concepção Geral do Projeto**, Fortaleza, COBA/VBA, 2002 (Estudos Hidrológicos).
- 35 - _____, _____, **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**, Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- 36 - _____, _____, **PROGERIRH - Projeto Piloto. Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA. Produto Final**. Fortaleza, TC/BR, 2000. 262p.
- 37 - _____, _____, **Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa A - Diagnóstico. Relatório Final**. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2000. 3v.
- 38 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- 39 - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), **Guia Industrial do Ceará 1999**. Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 40 - _____, **Relação de Empresas em Implantação no Estado do Ceará**. Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 41 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza, Stylus Comunicações, 1990. 116p.
- 42 - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros**. PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 1998.
- 43 - GARRIDO, J. et alli., Balanço Anual Ceará, 1999. **Revista Gazeta Mercantil**, junho/99. Ano V - nº 5. São Paulo, Gazeta Mercantil S.A., 1999.

- 44 - GONÇALVES, J.A., **Abelhas Indígenas do Ceará**. Boletim Cearense de Agronomia. Vol. 14 p. 1-13. Fortaleza, 1973.
- 45 - HARGREAVES, G.H., **Disponibilidades e Deficiências de Umidades para a Produção Agrícola do Ceará, Brasil**. Universidade de Utah, 1973. 88p..
- 46 - HENRIQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos**. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 01. 22p.
- 47 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- 48 - MOTA,S., **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- 49 - _____, **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.
- 50 - _____, **Preservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.
- 51 - NOMURA, H., **Dicionário de Peixes do Brasil**. São Paulo, Editerra, 1984.
- 52 - PAIVA, M.P., **Algumas Considerações sobre a Fauna da Região Semi-árida do Nordeste Brasileiro**. Coleção Mossoroense 404 Ser. B. Mossoró, ESAM, 1983. 31p.
- 53 - _____, **Distribuição e Abundância de Alguns Mamíferos Selvagens no Estado do Ceará**. Ciência e Cultura, Vor. 25, nº 05, p.442-450, 1973.
- 54 - REY, L., **Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos**. **Revista Médica de Moçambique**, vol.1, nº 2. Moçambique, 1982.
- 55 - RÜEGG, E.F. et al., **Impactos dos Agrotóxicos sobre o Ambiente, a Saúde e a Sociedade**. São Paulo, Ed. Ícone, 1986.
- 56 - SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. CETESB, 1987. 149p.
- 57 - SICK, H., **Ornitologia Brasileira - Uma Introdução**. Brasília, Ed. Da Universidade de Brasília, 1985.
- 58 - SILVA, A.B., **Prevenção da Poluição em Águas Subterrâneas**. Belo Horizonte, 1986. 44p.
- 59 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrosocioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2v.

- 60 - SOARES, A.M.L. et al., **Áreas Degradadas Susceptíveis aos Processos de Desertificação no Estado do Ceará**. Fortaleza, FUNCEME, 1992.
- 61 - TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.
- 62 - ZAMBRONE, F.A.D. et alli, **Defensivos Agrícolas ou Agrotóxicos?** Revista Ciência Hoje, vol. 4, nº 22, jan/fev 1986, p.42-67. Rio de Janeiro, SBPC, 1986

9 - EQUIPE TÉCNICA

O Consórcio responsável pela elaboração do presente Estudo de Impacto Ambiental - EIA/RIMA é formado pelas empresas COBA – Consultores para Obras, Barragens e Planejamento S/A e VBA Consultores Ltda., prestadoras de serviços na área de recursos hídricos e meio ambiente, tendo como empresa líder a COBA, com sede à Av. Padre Antônio Tomás, 2420 – 8º e 9º Andares - Aldeota na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará, cujo telefone para contato é o PABX (85) 261.1077.

A equipe técnica engajada no Estudo de Impacto Ambiental do Açude Figueiredo é apresentada a seguir, sendo discriminado nome, formação, registro profissional e assinatura dos seus componentes.

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) pela elaboração do trabalho ora exposto, expedida pelo Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA), também, encontra-se apresentada em anexo no final deste Capítulo.

Nome	Formação Profissional	Registro Profissional	Assinatura
Ednardo Fernandes Cardoso	Engenharia Civil	CREA 2.680/D-CE	
Joaquim Fco. de S. Neto	Engenharia Civil	CREA 3.183/D-CE	
Jorge Vazquez	Engenharia Civil	Estrangeiro (PT)	
Luiz G. Sales Junior	Biólogo	CRB 5554/5	
Nadja G. Pinto Peixoto	Engenharia Agrônoma	CREA 9.724/D-CE	
Naimar G. Barroso Severiano	Agro-Socioeconomia/Meio Ambiente	CORECON 1.996/8ª R-CE	
Samuel Antônio Silva Dias	Engenharia Civil	CREA 13.487/D-CE	



CREA-CE

Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ceará
ART - ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ART N°

412075

1

2ª Via CONTRATADO

PARTE CONTRATADA

2	EDUARDO FERNANDES CARDOSO		3	ENGO CIVIL	4	2850-B			
5	Rua São Gabriel, 260 - Aptº 601								
6	BAIRRO	7	CIDADE	8	UF	9	CEP	10	TELEFONE
	DIONISIO TORRES		FORTALEZA		CE		60.135.450		258.0001
11	EMPRESA EXECUTANTE VBA CONSULTORES S/C LTDA							12	Nº REG. CREA - CE
									13323
13	ENDEREÇO Av. Padre Antônio Tomás, 2420 - 8ºe 9º - Andar								
14	BAIRRO	15	CIDADE	16	UF	17	CEP	18	TELEFONE
	ALDEOTA		FORTALEZA		CE		60.140.160		251.1077

PARTE CONTRATANTE

19	NOME DO CONTRATANTE SRH - Secretaria de Recursos Hídricos							20	CNPJ/CPF
									11.821.253/0001-42
21	ENDEREÇO Av. General Afonso Albuquerque Lima S/N-Centro Administrativo- CAMBEBA								
22	BAIRRO	23	CIDADE	24	UF	25	CEP	26	TELEFONE
	CAMBEBA		FORTALEZA		CE		60.819.900		461.8503

DADOS DO OBJETO DO CONTRATO

27. RESUMO DO CONTRATO, DESCRIÇÃO DA OBRA E/OU SERVIÇO CONTRATADO, CONDIÇÕES, PRAZO, QUALIFICAÇÃO, CUSTO, ETC.
Execução dos Serviços de Consultoria para Elaboração dos Estudos de Alternativas, Avaliação Ambiental, Estudos Básicos, Viabilidade Técnica Financeira e Econômica, Detalhamento do Projeto Básico, Levantamento Cadastral, Plano de Reassentamento, BIA-RIMA, Plano de Operação e Manutenção e Avaliação Financeira Econômica, referente a Barragem Figueiredo, situado na Bacia do Rio Jaguaribe, Conforme Contrato nº 007/PROAGUA/SRH/CE/2001.

28	<input type="checkbox"/> OBRA <input checked="" type="checkbox"/> SERVIÇO <input type="checkbox"/> CARGO OU FUNÇÃO	29	VALOR DA OBRA/SERVIÇO	30	VALOR DOS HONORÁRIOS
			R\$ 995.878,00		

31	NOME DO PROPRIETÁRIO SRH - Secretaria de Recursos Hídricos							32	CNPJ/CPF
									11.821.253/0001-42

33	ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO Av. General Afonso Albuquerque Lima, S/N-Centro Administrativo-CAMBEBA								
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--


34	BAIRRO	35	CIDADE	36	UF	37	CEP	38	TELEFONE
	CAMBEBA		FORTALEZA		CE		60.819.900		

38	ENDEREÇO DA OBRA OU SERVIÇO Bacia do Rio Jaguaribe								
----	---	--	--	--	--	--	--	--	--

39	BAIRRO	40	CIDADE	41	UF	42	CEP	43	TELEFONE
			ALTO SANTO-CE						

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

48	VINCULADA A ART N°	49	DO PROFISSIONAL
----	--------------------	----	-----------------

50	Fortaleza-Ce, 07.06.01		CONTRATANTE
	LOCAL E DATA	PROFISSIONAL	

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

51	DATA DO PAGAMENTO	52	AUTENTICAÇÃO MECÂNICA
----	-------------------	----	-----------------------

52	VALOR DA TAXA A PAGAR
----	-----------------------



CREA-CE Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Ceará
 Rua Paula Rodrigues 304, Fatima - Fone (85)452-38.00 Fax (85)452-38.26
 CEP.: 60.411-270

INFORMAÇÕES - COM BASE NA LEI 5194/66 E RESOLUÇÃO 451/2000 DO CONFEA

1. ANUIDADE PROFISSIONAL DE NIVEL SUPERIOR = R\$ 115,00.
2. ANUIDADE PROFISSIONAL DE NIVEL MÉDIO = R\$ 57,50.
3. ANUIDADE DE EMPRESA É FIXADA EM FUNÇÃO DO CAPITAL SOCIAL, CONFORME RESOLUÇÃO 451/2000 DO CONFEA.
4. NA OPÇÃO PELO PARCELAMENTO, DEVERÁ QUITAR A PRIMEIRA PARCELA NO ATO E AS DEMAIS 30 DIAS APÓS VENCIMENTO DA PARCELA ANTERIOR RESOLUÇÃO 452/2000.

Barragem Figueiredo

ART (OUTROS): 412075 RS291,12 - *Ednaudo Fernandes Caedoso*

Sacado 13323
 VBA CONSULTORES S/C LTDA
 AV. PE. ANTONIO TOM-S, 2420 AND 8, 9
 ALDEOTA
 60140160 FORTALEZA CE

Vencimento.: 13/07/2001
 Emissao.: 12/07/2001
 Guia Nº.: 82401851227
 Num. Parc.: Unica
 Valor Parc.: 291,12

PRINCIPAL	JUROS	MULTA	TOTAL
291,12	0,00	0,00	291,12

Recibo do Sacado
 Autenticação Mecânica

VALOR EXPRESSO EM REAL, SEM DESCONTO OBSERVAR INSTRUÇÕES ABAIXO.

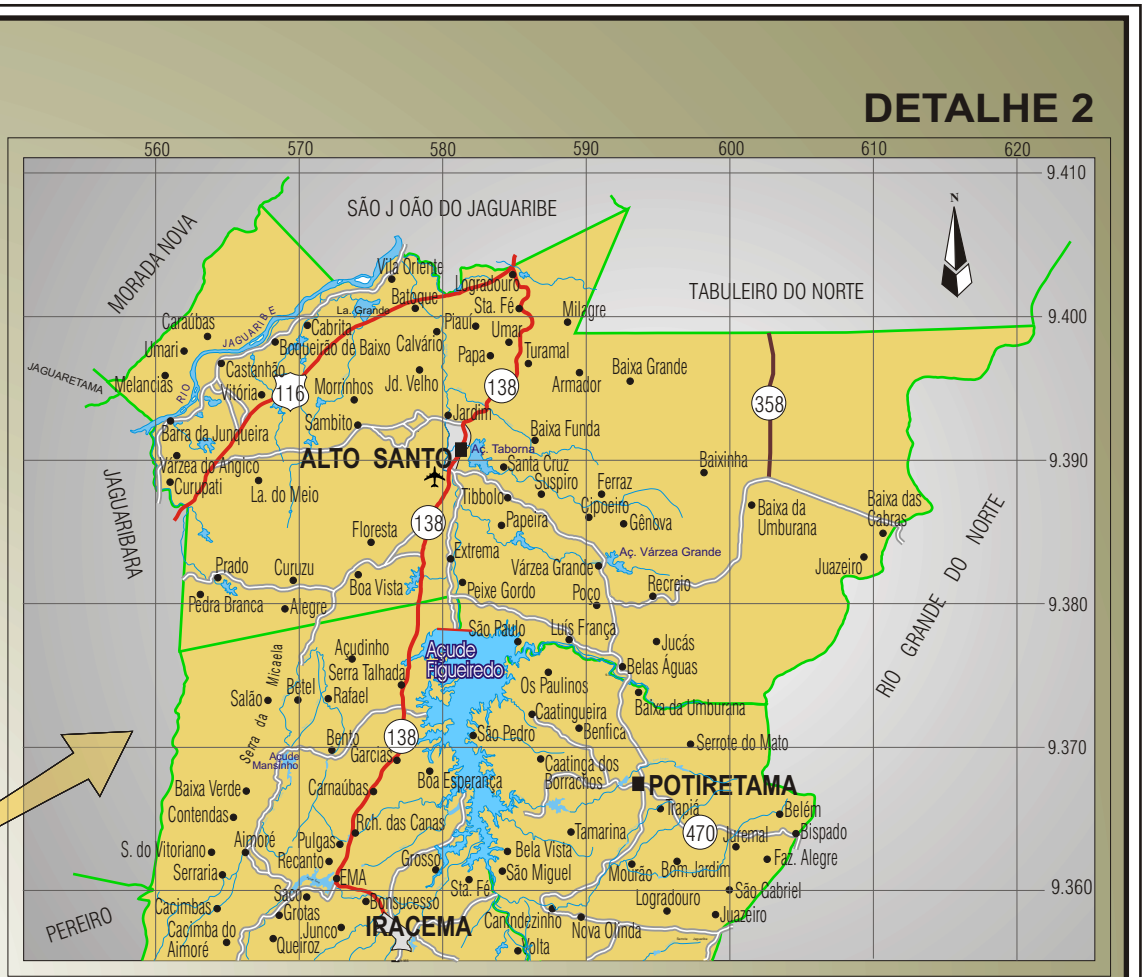
CAIXA ECONOMICA FEDERAL		104-0	FICHA DE CAIXA		
Vencimento 13/07/2001	Agência/Código Cedente 1047.003.00700001-8	Nosso Número 82401851227	1 (=) Valor do Documento 291,12		
2 (-) Descontos	3 (-) Outras Deduções	4 (+) Mora/Multa	5 (+) Outros Acréscimos	6 (=) Valor Cobrado	
Sacado VBA CONSULTORES S/C LTDA			AUTENTICAÇÃO MECÂNICA		
Sr. Caixa, para recebimento observe as instruções na Ficha de Compensação. Sacador/Avalista			291,12RC1006 Código de Baixa		

CEF195612072001042241002126

DESENHOS

Desenho 01/02 – Mapa de Localização e Acesso

Desenho 02/02 – Matriz de Avaliação dos Impactos Ambientais



LEGENDA

Limite Municipal		Rodovia Pavimentada em construção	
Aeródromo		Rodovia Implantada	
Sede Municipal		Rodovia Leito Natural	
Distrito		Rodovia Leito Planejada	
Lugarejo/Local		Curso d'água permanente	
Prefixo Rodovia: Federal		Curso d'água intermitente	
Prefixo Rodovia: Estadual		Lagoa, Lagoa	
Rodovia Pavimentada		Açude, barragem	

FONTE : CPRM - Serviço Geológico do Brasil - 1998
 Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes - DERT / Mapa Rodoviário - 1999

LEGENDA

----- DIVISA INTERMUNICIPAL	RODOVIA FEDERAL
----- DIVISA INTER-REGIONAL	RODOVIA ESTADUAL (ASFALTADA)
----- DIVISA INTERESTADUAL	RODOVIA ESTADUAL (SEM ASFALTO)
○ MUNICÍPIO DE 0 a 20.000 HABITANTES	ESTRADA DE FERRO
□ MUNICÍPIO DE 20.001 a 50.000 HABITANTES	CURSOS DE ÁGUA
■ MUNICÍPIO DE 50.001 a 200.000 HABITANTES	

BASE : Atlas do Ceará - 1997 - IPLANCE
 Fundação Instituto de Planejamento do Ceará

 	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH			
	PROÁGUA/SEMI-ÁRIDO BARRAGEM FIGUEIREDO			
FASE VII - ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) e RELATÓRIO DE IMPACTO AMBIENTAL (RIMA) VOLUME II - RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE (RIMA)				
TÍTULO: MAPA DE LOCALIZAÇÃO E ACESSO				
ESCALA: S/ESCALA	DATA: NOV/2002	CONTRATO:	Nº DO DESENHO: 01/02	

