

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



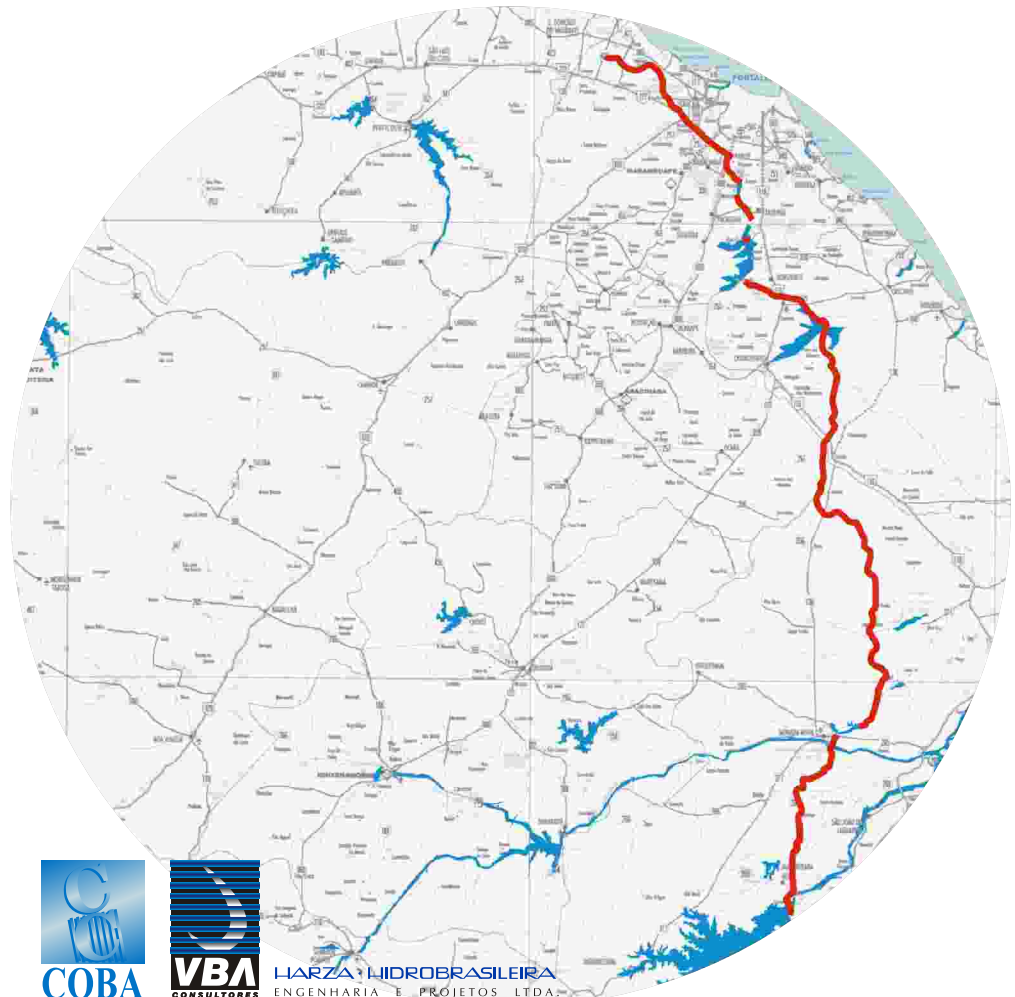
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

**PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ
(PROGERIRH)**

PARTE II - ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 3 - ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL

Volume 2 - Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA)



HARZA HIDROBRASILEIRA
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA

ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

SÍNTESE DOS ESTUDOS

DOSSIÊ GERAL DO PROJETO

PARTE I – DIAGNÓSTICO

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

PARTE III – PROJETOS BÁSICO DO TRECHO 1 : AÇUDE CASTANHÃO-AÇUDE CURRAL VELHO

PARTE IV – PROJETOS EXECUTIVOS

PARTE V – PROJETOS COMPLEMENTARES

PARTE VI – PLANOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

LISTA DE VOLUMES

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

TOMO 2 – ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

TOMO 3 – ESTUDOS AMBIENTAIS

VOLUME 1a – EIA - Textos

VOLUME 1b – EIA - Plantas

VOLUME 2 - RIMA

APRESENTAÇÃO

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 3 – ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL

VOLUME 2 – RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE (RIMA)

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no “VOLUME 2 – RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE (RIMA)” do “TOMO 3 – ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL”.

Este volume integra-se na Parte II – Estudo de Viabilidade dos “Estudos Visando o Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza”, desenvolvido no âmbito do contrato nº 008/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2000, firmado entre o Consórcio COBA/VBA/HARZA e a Secretaria de Recursos Hídricos do estado do Ceará – SRH-CE.

O Relatório de Impacto no Meio Ambiente ora apresentado, tem o objetivo de contribuir para a tomada de decisão quanto à política a ser adotada, diante dos impactos ambientais causados pela implantação do Eixo de Integração Castanhão-RMF, nos 30 municípios posicionados na sua área de influência, no Estado do Ceará. Além disso, sugere medidas para restabelecer o equilíbrio ecológico e promover o desenvolvimento regional a partir dos usos propostos para o referido sistema adutor.

ÍNDICE

ÍNDICE

	página
APRESENTAÇÃO	
1. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS	1-1
2. O PROJETO	2-1
2.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	2-1
2.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS	2-1
2.3. OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO.....	2-1
2.4. ALTERNATIVAS DE TRAÇADO	2-3
2.5. CONCEPÇÃO DAS OBRAS DE ENGENHARIA.....	2-8
2.6. ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE VARIANTES	2-12
2.6.1. Captação na Barragem Castanhão.....	2-12
2.6.2. Travessia do Rio Banabuiú em Morada Nova.....	2-13
2.6.3. Travessia da Serra do Félix	2-14
2.6.4. Travessia do Rio Pirangi.....	2-15
2.6.5. Travessia do Rio Choró/Açude Pacajus.....	2-15
2.7. ESTUDOS BÁSICOS.....	2-16
2.7.1. Estudos Topográficos	2-16
2.7.2. Estudos das Demandas Hídricas.....	2-16
2.7.3. Estudo de Recursos Hídricos	2-19
2.7.4. Estudos Geotécnicos.....	2-31
2.7.5. Estudos Pedológicos	2-36
2.7.6. Projeto de Terraplenagem	2-39
2.8. PROJETO BÁSICO	2-40
2.8.1. Considerações Iniciais.....	2-40
2.8.2. Sistema de Captação e Recalque.....	2-40
2.8.3. Canal Adutor.....	2-42
2.8.4. Obras Complementares de Proteção, Drenagem e Acesso.....	2-42
2.9. CRONOGRAMA E CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO.....	2-44
2.10. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES.....	2-44
3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	3-1
3.1. ÁREAS DE ABRANGÊNCIA.....	3-1
3.2. MEIO BIÓTICO	3-2
3.2.1. Geologia.....	3-2
3.2.2. Geomorfologia	3-4
3.2.3. Solos	3-5
3.2.4. Clima	3-18
3.2.5. Recursos Hídricos	3-20

3.3. MEIO BIÓTICO	3-53
3.3.1. Flora	3-53
3.3.2. Fauna	3-55
3.3.3. Espécies Florísticas e Faunísticas Endêmicas	3-59
3.3.4. Unidades de Conservação.....	3-59
3.4. MEIO ANTRÓPICO	3-61
3.4.1. Área de Influência Funcional.....	3-61
3.4.2. Área de Influência Física	3-89
4. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS.....	4-1
4.1. METODOLOGIA ADOTADA	4-1
4.2. AVALIAÇÃO PONDERAL DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	4-3
5. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS	5-1
5.1. GENERALIDADES	5-1
5.2. PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL.....	5-1
5.2.1. Generalidades	5-1
5.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico	5-3
5.2.3. Técnicas de Desmatamento	5-3
5.2.4. Recursos Florestais Aproveitáveis.....	5-4
5.3. PLANO DE PROTEÇÃO DA FAUNA.....	5-5
5.3.1. Generalidades	5-5
5.4. PLANO DE RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DE JAZIDAS DE EMPRÉSTIMOS, BOTA-FORAS E CANTEIRO DE OBRAS	5-7
5.4.1. Generalidades	5-7
5.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos.....	5-8
5.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição das Áreas dos Canteiros de Obras.....	5-11
5.4.4. Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas Degradadas	5-12
5.5. ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO.....	5-12
5.6. PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA	5-14
5.6.1. Generalidades	5-14
5.6.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento.....	5-15
5.7. DESVIOS TEMPORÁRIOS DE TRÁFEGO.....	5-21
5.8. PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓ- GICO E PALEONTOLÓGICO.....	5-23
5.8.1. Generalidades	5-23
5.8.2. Identificação de Vestígios Históricos, Arqueológicos e Paleontológicos	5-24
5.8.3. Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico.....	5-24
5.8.4. Guarda do Material Coletado.....	5-26

6. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTOS.....	6-1
6.1. GENERALIDADES	6-1
6.2. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS/ESTABELECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFICAÇÃO D'ÁGUA	6-1
6.3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA ADUZIDA	6-3
6.4. CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE INSETOS E MOLUSCOS.....	6-5
6.4.1. Generalidades	6-5
6.4.2. Principais Doenças Transmissíveis	6-5
6.5. MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA.....	6-6
6.6. CONTROLE DA DISSEMINAÇÃO DE ESPÉCIES PISCÍCOLAS DANINHAS	6-8
6.7. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS OBRAS	6-10
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	7-1
8. BIBLIOGRAFIA.....	8-1
9. EQUIPE TÉCNICA	9-1

LISTA DE QUADROS

- 2.1 - Benefícios Associados a Irrigação Intensiva e ao Abastecimento d'água
- 2.2 - Matriz de Comparação das Macro-Alternativas
- 2.3 - Demandas Humana e Industrial
- 2.4 - Demandas de Irrigação Intensiva e Difusa
- 2.5 - Consolidação das Demandas Hídricas do Projeto - Macroalternativa AG-2
- 2.6 - Vazões Regularizadas dos Açudes a Implantar nas Bacias Metropolitanas
- 2.7 - Açudes Simulados na Bacia do Jaguaribe
- 2.8 - Balanço Hídrico Concentrado para RMF
- 2.9 - Balanço Hídrico Concentrado para o Médio e Baixo Jaguaribe
- 2.10 - Garantia de Atendimento das Demandas do Sistema Jaguaribe/ Metropolitanas
- 2.11 - Distribuição das Demandas no Jaguaribe e na RMF em Função do Balanço Hídrico para o Sistema Integrado Jaguaribe/Metropolitanas nos Horizontes de Início e Final de Plano
- 3.1 - Qualidade das Águas do Rio Banabuiú
- 3.2 - Resultados dos Parâmetros Analisados ao Longo do Rio Cocó
- 3.3 - Resultados das Médias dos Parâmetros Analisados no Rio Maranguape
- 3.4 - Sistema Elétrico de Alta Tensão - 69 kv
- 3.5 - Distribuição das Propriedades Pesquisadas
- 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais
- 5.1 - Classificação das Medidas de Proteção Ambiental

LISTA DE FIGURAS

- 2.1 - Distribuição das Vazões Máxima e Média em cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe/Metropolitanas

LISTA DE DESENHOS

- Desenho 01/02 - Mapa de Localização e Acessos
- Desenho 02/02 - Matriz de Avaliação dos Impactos

1. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

1. ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS

A política de integração dos recursos hídricos posta em prática pelo Governo do Estado do Ceará visa, entre outros objetivos, o seu desenvolvimento social e econômico, através da dinamização das atividades produtivas. Para tanto, requer a implantação de infra-estrutura básica, dando suporte a instalação de pólos industriais e complexos turísticos, além de permitir através da congregação do binômio solo-água, a abertura de novas fronteiras agrícolas fixando o homem no campo.

A Região Metropolitana de Fortaleza e municípios periféricos vêm enfrentando nos últimos anos problemas críticos de escassez d'água, fato este que pode ser facilmente comprovado pela constante ocorrência de crises e riscos de colapso no seu suprimento hídrico. Tal agravamento decorre não só do crescimento vegetativo da população e dos constantes aportes de migrantes provenientes da zona rural, como em especial de programas governamentais prioritários que encontram-se em andamento, entre os quais se destacam o Complexo Industrial/Portuário do Pecém e o PRODETUR, que incentiva o desenvolvimento do turismo em grande parte da faixa litorânea do Estado.

Já é consensualmente aceito que a solução passará, obrigatoriamente, pela importação de água de outra bacia hidrográfica, uma vez que as potencialidades hídricas locais estão esgotadas ou sujeitas às estiagens prolongadas, tornando-se claramente insuficientes para o atendimento da crescente demanda, requerendo a implantação de projetos hidráulicos (reservatórios, canais de derivação, adutoras, etc.). Complementarmente, deverá favorecer o surgimento de um novo eixo de desenvolvimento econômico na região jaguaribana, baseado no aproveitamento hidroagrícola intensivo de manchas de solos com elevada vocação para a fruticultura irrigada. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de implementação de um planejamento racional, que considere em seu bojo os efeitos da degradação ambiental decorrentes da construção deste tipo de empreendimento.

Desta forma, é de suma importância o conhecimento do suporte institucional existente, tendo para tanto sido elaboradas sínteses dos aspectos legais e institucionais que regem a legislação ambiental vigente, as quais são esboçadas a seguir.

A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, alterada pelas Leis nº 7.804/89 e 8.028/90 e regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, definindo diretrizes gerais de conservação

ambiental, compatibilizando o desenvolvimento das atividades econômicas com a preservação do meio ambiente.

Baseada nas premissas preconizadas pela Política Nacional de Meio Ambiente, a Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986 (modificada no seu artigo 2º pela Resolução CONAMA nº 011, de 18/03/86) exige a elaboração, para o tipo de empreendimento ora em análise, de um Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente (EIA/RIMA). Tal estudo deverá ser submetido à aprovação do órgão estadual competente e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em caráter supletivo, devido à implementação de projetos de sistemas adutores se enquadrar como atividade modificadora 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: 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 5.197, de 03 de janeiro de 1967: dispõe sobre a proteção à fauna;
- Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1991: dispõe sobre a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental;

- Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979: dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências;
- 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: baixar normas no tocante à prevenção de poluição hídrica;
- Decreto nº 28.481, de 07 de dezembro 1940: dispõe sobre a poluição das águas;
- Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989: estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos cursos d'água;
- Decreto nº 84.426, de 24 de janeiro de 1980: dispõe sobre erosão, uso e ocupação do solo, poluição da água e poluição do solo;
- Decreto nº 89.336, de 31 de janeiro de 1984: dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências;
- Resolução CONAMA nº 011, de 18 de março de 1986: altera e acrescenta incisos na Resolução CONAMA nº 001/86 que torna obrigatória a elaboração de estudos de impacto ambiental para determinados tipos de empreendimentos;
- Resolução CONAMA nº 005, de 15 de junho de 1988: exige o estabelecimento de processo licenciatório para as obras de captação de projetos de sistemas de abastecimento d'água, cuja vazão seja acima de 20,0% da vazão mínima da fonte hídrica, no ponto de captação, e que modifiquem as condições físicas e/ou bióticas dos corpos d'água;
- Portaria Interministerial nº 917, de 06 de junho de 1982: dispõe sobre a mobilização de terra, poluição da água, do ar e do solo;
- Resolução CONAMA nº 006, de 24 de janeiro de 1986: institui e aprova modelos para publicação de pedidos de licenciamento, sua renovação e respectiva concessão;
- Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997: revisa os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental.
- Resolução CONAMA nº 009, de 03 de dezembro de 1987: regulamenta a questão das audiências públicas;
- Decreto-Lei nº 95.733, de 12 de fevereiro de 1988: dispõe sobre a inclusão no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir

os prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrentes da execução desses projetos e obras.

- Por fim, a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Quanto as 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 de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDU), 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;
- Lei nº 12.488, de 13 de setembro de 1995 (regulamentada pelo Decreto nº 24.221, de 12/09/96): dispõe sobre a Política Florestal do Estado do Ceará e dá outras providências;
- Portaria SEMACE nº 097, de 03 de abril de 1996: estabelece padrões de lançamentos nos corpos receptores para efluentes industriais e de outras fontes de poluição hídrica;
- Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992: dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e institui o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Ceará, o qual está a cargo da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH).

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

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

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.

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 as leis orgânicas dos municípios de Alto Santo e Morada Nova.

Como as terras a serem ocupadas pelo empreendimento 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 de Decreto Estadual Específico, ficando a cargo do órgão empreendedor, no caso, a SRH, a negociação e aquisição parcial ou total dos imóveis que são abrangidos em parte, ou na sua totalidade pela faixa de domínio do sistema adutor.

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 canal adutor.

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 Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH.

2. O PROJETO

2. O PROJETO

2.1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

O órgão empreendedor do Projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF 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 à Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, 01 - Centro Administrativo do Cambeba, Edifício SEDUC - Bloco C, 1º e 2º Andar, no município de Fortaleza, Estado do Ceará, com telefone para contato (85) 488-8500 e FAX (85) 488-8579.

2.2. LOCALIZAÇÃO E ACESSOS

O ponto de captação d'água do Sistema Adutor Castanhão/RMF está localizado na ombreira direita da barragem Castanhão, situada no distrito homônimo, no município de Alto Santo, Estado do Ceará. O caminhamento do canal intercepta o território dos municípios de Morada Nova, Russas, Ocara, Cascavel, Chorozinho, Pacajus e Horizonte, enquanto que parte da adutora de recalque se desenvolve no município de Alto Santo. O ponto final do canal localiza-se no açude Pacoti, que integra o sistema hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza.

O acesso a captação do canal pode ser feito, partindo-se de Fortaleza, através da BR-116, totalmente asfaltada, até alcançar o entroncamento com a estrada de terra que dá acesso a localidade de Castanhão. A partir do entroncamento segue-se por 3,7 km até o distrito de Castanhão, daí até a localidade de Boqueirão do Cunha (2,9 km) e desta até a barragem Castanhão (3,0 km). O trecho inicial do projeto dista aproximadamente 230 km de Fortaleza, 71 km de Jaguaribe e 57 km de Limoeiro do Norte. O mapa de localização e acessos do Sistema Adutor Castanhão/RMF encontra-se apresentado no Desenho 01/02 no encarte, sendo nele identificadas as áreas de influência física e funcional do empreendimento.

2.3. OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO

O Sistema Adutor Castanhão/RMF, ora em estudo, é parte integrante do Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH, cujo Projeto Piloto foi submetido a uma Avaliação Ambiental Regional (RAA), em meados do corrente ano, sendo aí denominado Eixo de Integração Sertão Central/Metropolitanas. Além disso, compõe o rol das Ações Complementares previstas no Projeto do Açude Castanhão, uma vez que permite o desenvolvimento hidroagrícola das áreas da Chapada Jaguaribara/Castanhão (Projeto Chapadão do Castanhão) e da Zona de Transição Sul de Morada Nova (Roldão), preconizadas pelo referido projeto.

A implantação do projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF tem como objetivo servir para múltiplos usos, trazendo benefícios a pelo menos cinco diferentes setores. Em primeiro lugar garantirá o abastecimento d'água humano da Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, abrangendo 15 sedes municipais (Fortaleza, Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Maranguape, Maracanaú, Pacatuba, Itaitinga, Guaiúba, Aquiraz, Eusébio, Cascavel, Chorozinho, Horizonte, Pacajus e Pindoretama) e 52 distritos, além da área de influência do futuro Complexo Industrial/Portuário do Pecém, e da região praiana de Caucaia, atendendo no ano 2030, horizonte do projeto, uma população da ordem de 726.210 habitantes. Será garantido, ainda, o suprimento hídrico dos núcleos urbanos de Beberibe e Morada Nova e dos povoados de Aruaru, Roldão, Bixopá, Bonhu e Lagoa Grande, bem como da população rural residente ao longo do percurso do sistema adutor, beneficiando uma população da ordem de 49.857 habitantes.

O segundo uso importante do sistema adutor encontra-se representado pelo atendimento da demanda dos distritos industriais existentes nas Bacias Metropolitanas, das indústrias difusas dos municípios situados dentro da área de abrangência do empreendimento, e futuramente do Complexo Industrial/Portuário do Pecém.

A terceira função do sistema adutor é o desenvolvimento do setor primário com ênfase na região da Bacia do Jaguaribe, permitindo a abertura de uma nova fronteira agrícola, visto que possibilita, no ano 2030, a irrigação intensiva de 12.500 ha potenciais, em áreas de tabuleiros. Estão aí integrados os projetos Chapadão do Castanhão (5.000 ha) e Zona de Transição Sul de Morada Nova (Roldão - 2.500 ha), que já contam com estudos de viabilidade estando vinculados ao denominado Projeto Castanhão, enquanto que as manchas irrigáveis de Ibicuitinga (1.000 ha), Tabuleiro de Morada Nova (1.000 ha), Ocara (1.000 ha) e Projeto Piloto RMF (Pindoretama - 2.000 ha) recentemente identificadas, também, serão integradas ao projeto ora em análise. Ressalta-se, no entanto, que o Projeto Piloto RMF receberá apenas um reforço, já que seu suprimento hídrico será através do reuso de esgotos tratados. Permitirá, ainda, um reforço ao suprimento hídrico dos projetos Tabuleiro de Russas (10.300 ha) em fase final de implantação, e Xique-xique (560 ha), que encontra-se parcialmente implantado. Será garantido, também, o suprimento hídrico para a exploração de 612 ha pela iniciativa privada, bem como para a dessedentação animal ao longo do traçado do sistema adutor.

Aparecem ainda como usos importantes do canal, o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros) nas áreas não propícias a exploração agrícola existentes ao longo do seu percurso e o desenvolvimento da indústria do turismo, garantindo o suprimento hídrico dos empreendimentos turísticos existentes ou com protocolo de intenção assinado para implantação nos municípios de Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba.

2.4. ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

No âmbito do Sistema Adutor Global Castanhão/RMF foram estudadas cinco macroalternativas de traçado para a concretização da integração da Bacia do Jaguaribe com o Sistema Hídrico da RMF. A Macroalternativa AG-1 - Eixo Sertão Central Superior (Castanhão/Banabuiú/ Pedras Brancas/ Choró/Pacoti) foi preconizada pelo extinto DNOS, em condições anteriores a construção do açude Castanhão, quando constituía a solução natural de interligação dos açudes Orós, Banabuiú e Pedras Brancas ao Sistema Hídrico da RMF. Com o advento do Castanhão, esta alternativa para ser viabilizada requer a eliminação do trecho Orós/Banabuiú e a integração do açude Castanhão ao canal Banabuiú/Pedras Brancas. Os demais trechos que se desenvolvem essencialmente ao longo da margem esquerda do rio Choró, seriam mantidos com a mesma diretriz do estudo original, tendo sido estudado porém uma variante para eliminar as barragens de transposição previstas ao longo do traçado.

A Macroalternativa AG-2 - Eixo Sertão Central Intermediário (Castanhão/Curral Velho/ Serra do Félix/Pirangi/Pacajus/Pacoti) caracteriza-se, principalmente, pela tomada d'água na barragem Castanhão e a sua passagem pelo açude Curral Velho, permitindo a integração com os projetos de irrigação Tabuleiros de Russas e Xique-xique. Requer a implantação de uma estação de bombeamento na margem esquerda do rio Jaguaribe, imediatamente a jusante do barramento. Tubulações de aspiração farão a ligação entre a tomada d'água e a estação de bombeamento. As tubulações de recalque transportarão a vazão derivada até um reservatório de compensação posicionado nas imediações da Nova Jaguaribara, onde tem início a adução propriamente dita. Após a passagem da Serra do Félix podem ser consideradas variantes com ligação direta ao açude Pacoti ou a interrupção da adução na intersecção com o rio Pirangi, utilizando o leito natural deste rio e o trecho final do Canal do Trabalhador, cuja capacidade teria de ser ampliada. A utilização do trecho final do Canal do Trabalhador é encarada apenas como a possibilidade de faseamento de investimentos numa primeira fase, sendo posteriormente implantado o trecho de adução entre o rio Pirangi e o açude Pacoti, numa segunda fase. Para o traçado de cada um dos trechos de adução poderão, também, ser definidas diversas variantes.

Na Macroalternativa AG-3 - Eixo Sertão Central Inferior - São Brás (Rio Jaguaribe/Curral Velho/Serra do Félix/Pirangi/Pacajus/Pacoti) a tomada d'água será feita no próprio rio Jaguaribe, 31 km a jusante do Castanhão nas proximidades da localidade de São Brás, onde já foi identificado um local e concebido anteriormente a nível de pré-viabilidade, a captação do Projeto São Brás (VBA, 1995). Esta seção do rio Jaguaribe é a que se situa mais próxima, em linha reta, do açude Curral Velho, local de derivação do Projeto de Irrigação Tabuleiros de

Russas. Faz-se necessário a construção de uma barragem de derivação no rio Jaguaribe para garantir condições de captação adequadas e uma estação de bombeamento na margem esquerda do rio. Após a captação a água seria recalçada para um reservatório de recepção implantado na Chapada Jaguaribara/Castanhão, tendo seu traçado coincidindo com a Macroalternativa Sertão Central Intermediário (AG-2), logo após adentrar o embasamento cristalino. Haverá igualmente a possibilidade de definir um faseamento de investimentos com utilização do leito do rio Pirangi e do trecho final do Canal do Trabalhador.

A Macroalternativa AG-4 - Eixo Sertão Central Inferior - Flores (Rio Jaguaribe/ Tabuleiros de Russas/Serra do Félix/Pirangi/Pacajus/Pacoti) caracteriza-se pela captação no próprio rio Jaguaribe, na localidade de Flores, 76 km a jusante do açude Castanhão, nas imediações do Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas, no local originalmente previsto para implantação de uma estação de bombeamento, que seria destinada à alimentação do referido projeto. Corresponde à última possibilidade de captação d'água no rio Jaguaribe, que possibilita a integração com o Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas. Requer a construção de dois estágios de bombeamento para o recalque das vazões captadas até o reservatório de recepção. Será, também, necessário a construção de uma barragem de derivação no rio Jaguaribe para garantir condições de captação adequadas. Assim sendo, o primeiro trecho de canal permitirá a ligação entre Flores e a Serra do Félix, passando pelo Projeto Tabuleiros de Russas. O restante do traçado a jusante da Serra do Félix é semelhante ao das duas últimas macroalternativas anteriormente apresentadas.

A Macroalternativa AG-5 (Canal do Trabalhador) caracteriza-se pela análise da ampliação do Canal do Trabalhador como alternativa para o Sistema Adutor Global Castanhão/RMF. Considera, também, a possibilidade da sua integração com outros eixos de traçados superiores a partir da intersecção destes com o rio Pirangi, sendo estudado neste caso como uma variante de faseamento de investimentos. Tal integração visa minimizar os investimentos iniciais do Trecho Serra do Félix/Pacoti que compõe as alternativas AG-2, AG-3 e AG-4. Além disso, foram avaliados os benefícios da complementaridade de vazões, tanto nos picos de demandas, como nos períodos de vertimentos em Itaiçaba. A utilização do Canal do Trabalhador em toda a sua extensão (102,5 km) ou apenas de um trecho deste, implica, sob o ponto de vista hidráulico, na necessidade de ampliação da seção útil de escoamento e na implantação de pelo menos cinco elevatórias auxiliares intermediárias para compensar a declividade de projeto, que se apresenta mais de dez vezes inferior (0,000012 m/m) à declividade otimizada para um canal deste porte. Faz-se necessário, ainda, no caso desta alternativa ser adotada como principal, as ampliações e reabilitações da barragem de derivação existente, da tomada d'água, da estação de bombeamento e das tubulações de

recalque para adução da vazão prevista, que é superior a vazão máxima atual (6 m³/s). As intervenções necessárias na atual captação do rio Jaguaribe, consiste na instalação de comportas no coroamento da barragem de Itaiçaba, para atender à maior vazão de derivação para a tomada d'água e a solução dos problemas gerados pela inundação de localidades situadas a montante do referido reservatório.

Análise comparativa das alternativas propostas revelou que a Macroalternativa AG-1 (Eixo Sertão Central Superior) apresenta como desvantagem perante as demais macroalternativas uma maior extensão do traçado, o que encarece sobremaneira os custos de implantação das obras. Além disso, a área interceptada pelo canal, neste caso, não conta com manchas significativas de solos com potencial para irrigação, reduzindo sobremaneira o potencial do empreendimento desencadear um processo de desenvolvimento à nível regional.

As macroalternativas AG-2 e AG-3 apresentam praticamente os mesmos níveis de benefícios no que se refere ao desenvolvimento hidroagrícola. Com efeito, ambas permitem o reforço ao Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas (10.300 ha), além do desenvolvimento hidroagrícola dos projetos Chapadão do Castanhão (5.000 ha) e Zona de Transição Sul de Morada Nova (2.500 ha), e das manchas do Projeto Piloto Ibicuitinga (1.000 ha), do Tabuleiro de Morada Nova (1.000 ha), de Ocara (1.000 ha) e do Projeto Piloto RMF (2.000 ha), apresentando a Macroalternativa AG-2 como vantagem apenas o reforço ao suprimento hídrico do Projeto Xique-xique (1a Etapa). Já na Macroalternativa AG-4, a atividade hidroagrícola fica restrita ao reforço ao Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas e a exploração com irrigação das áreas das manchas irrigadas de Ocara e do Projeto Piloto RMF. A Macroalternativa AG-5, por sua vez, não permite a alimentação dos projetos de irrigação do vale do Banabuiú.

Do ponto de vista do funcionamento hidráulico e de operação pode-se considerar que as diferentes alternativas de captação se dividem em duas categorias. As macroalternativas com captação d'água no açude Castanhão (macroalternativas AG-1 e AG-2) minimizam o custo de energia dispendida no bombeamento, dado que possibilitam a utilização da energia disponível entre o nível d' água no açude Castanhão e o leito do rio Jaguaribe. Verifica-se contudo que este é o local mais distante de Fortaleza, resultando num maior comprimento para a adução. Já as macroalternativas com captação d'água no próprio rio Jaguaribe (AG-3, AG-4 e AG-5) minimizam o comprimento de adução, mas implicam em maiores custos de bombeamento. Parte da energia adicional de bombeamento poderá ser recuperada na central hidroelétrica prevista no Projeto do Açude Castanhão. Embora as alternativas mais a jusante sejam as mais favoráveis no que se refere ao comprimento da adução, as menores cotas do leito do rio obrigam a uma maior altura de elevação e/ou à utilização de menor declividade para a adução e, conseqüentemente, conduzem a obras de maior porte.

Ressalta-se ainda que no caso específico das macroalternativas AG-3, AG-4 e AG-5, o lançamento da vazão a ser aduzida na calha do rio Jaguaribe poderá resultar em alterações na morfologia do referido curso d'água. Com efeito a contenção de sedimentos pelo barramento do açude Castanhão, resultará na liberação de uma água limpa, que apresenta um potencial erosivo elevado. Aparece ainda como fator agravante, o fato do rio Jaguaribe formar um vale amplo composto por faixas aluvionares espessas, podendo ocorrer migração do seu curso. Desta forma, o aporte de sedimentos as áreas das captações destas macroalternativas apresenta-se significativo, podendo resultar em problemas de operação e manutenção das bombas das estações elevatórias.

A Macroalternativa AG-5 (Canal do Trabalhador) é a que apresenta o menor comprimento de traçado. Em contrapartida, o ponto de origem do canal com sua captação se dando nas vizinhanças da cidade de Itaiçaba, no extremo de jusante do rio Jaguaribe, próximo de sua foz, traz como consequência duas grandes desvantagens. O fato do sistema de captação estar localizado após uma região de grandes demandas concentradas da Bacia do Jaguaribe, com destaque para os cerca de 45 mil ha de irrigação já implantados e/ou em implantação no baixo vale, potencializa a geração de conflitos, principalmente durante os períodos de estiagem. Além disso, os riscos de degradação da qualidade da água, pelo aporte de efluentes sanitários provenientes das cidades ribeirinhas e de resíduos de agrotóxicos por interceptar uma região onde a irrigação apresenta-se bastante difundida, apresentam-se extremamente elevados.

Deve-se registrar, também, outro argumento muito relevante e desfavorável à sua adoção como solução principal para a integração Castanhão/RMF: o fato de que o Canal do Trabalhador como obra de engenharia ser de marcante debilidade, não só exigindo uma permanente e dispendiosa manutenção, oferecendo um contínuo risco de grandes avarias, em especial no caso de ocorrência de fortes chuvas, como também funcionando com um nível muito baixo de rendimento.

Em termos de custos das obras de engenharia, as macroalternativas AG-3 e AG-4 apresentam uma ligeira vantagem quando comparadas com a Macroalternativa AG-2, dado a menor extensão apresentada pelo sistema adutor em ambos os casos. Em contrapartida, as macroalternativas AG-3 e AG-4 apresentam condições operacionais futuras complicadas, sendo previsível a ocorrência de dificuldades no controle das captações d'água efetuadas por terceiros ao longo do rio Jaguaribe, numa região onde a prática da irrigação é bastante difundida. Além disso, apresentam riscos elevados de poluição da água aduzida pelo aporte de agrotóxicos, utilizados de forma intensiva nas áreas irrigadas existentes ao longo do rio Jaguaribe, e de efluentes sanitários provenientes da cidade de Alto Santo (3,46 l/s),

posicionada a cerca de 23 km do ponto de captação d'água da Macroalternativa AG-3, e da localidade de Barra do Figueiredo, situada a 8 km deste. A Macroalternativa AG-4, por sua vez, conta com as cidades de São João do Jaguaribe (3,55 l/s), Tabuleiro do Norte (18,58 l/s) e Limoeiro do Norte (41,28 l/s), posicionadas a cerca de 42, 33 e 18 km do ponto de captação d'água, e o povoado de Flores (3,99 l/s), situado nas suas imediações. Destes núcleos urbanos apenas Limoeiro do Norte e São João do Jaguaribe contam com sistemas de esgotamento sanitário, apresentando, no entanto, uma baixa taxa de cobertura, respondendo apenas por 29,2% e 39,3% da população destes núcleos urbanos, respectivamente.

Quanto aos benefícios gerados em termos de geração de empregos associados à irrigação e do contingente de população atendida com suprimento hídrico, constatou-se que as macroalternativas AG-2 e AG-3 são as que respondem por um maior número de oportunidades de empregos. Por sua vez, os resultados obtidos para a população atendida não permitem uma análise conclusiva, visto que a parcela correspondente a Região Metropolitana de Fortaleza representa a quase totalidade da população atendida e é comum a todas as macroalternativas. O Quadro 2.1 apresenta um resumo comparativo dos benefícios diretamente agregados a cada macroalternativa, em termos de empregos gerados pela atividade hidroagrícola e população atendida com abastecimento d'água. Já o Quadro 2.2 mostra a matriz de comparação das macroalternativas, sendo destacado nesta o nível de interferência com obras existentes em operação; as complexidades associadas a implantação, operação e manutenção das obras; os principais impactos ambientais e sócio-econômicos, o nível de dificuldade de gestão, e os custos de implantação, operação e manutenção do empreendimento.

Quadro 2.1 - Benefícios Associados a Irrigação Intensiva e ao Abastecimento d'água

Macroalternativa	Empregos Gerados		População Abastecida
	Diretos	Indiretos	
AG1	12.353	24.705	5.793.258
AG2	30.815	61.630	5.719.072
AG3	30.815	61.630	5.719.072
AG4	11.065	22.130	5.687.495
AG5	5.000	10.000	5.678.154

Diante do exposto, o Consórcio optou pela adoção da Macroalternativa AG-2 (Eixo Sertão Central Intermediário), na qual a maioria dos critérios analisados apresentam-se favoráveis, além disso nesta macroalternativa as garantias de preservação da qualidade da água aduzida apresentam-se sensivelmente melhores, reduzindo os custos com o tratamento da água destinada a consumo humano. Além disso, merece ressalva ainda o fato das Estações de Tratamento de Água (ETA's) não conseguirem eliminar resíduos de agrotóxicos.

2.5. CONCEPÇÃO DAS OBRAS DE ENGENHARIA

O Sistema Adutor Castanhão/RMF com extensão de 267,5 km interligará o açude Castanhão, no médio Jaguaribe, ao açude Pacoti, na Região Metropolitana de Fortaleza. Em função de uma possível otimização do faseamento de implantação das obras, o referido sistema adutor foi subdividido em sete trechos.

O Trecho 1 (Castanhão/Curral Velho) tem início na ombreira direita da barragem Castanhão, na cota 71m, com o sistema de captação, recalque e adução executando uma derivação em carga nas tubulações da tomada d'água e estende-se até o Canal Adutor I do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas, ao qual será integrado, passando pelo açude Curral Velho, construído com a finalidade de regularização do referido projeto. Desenvolve-se por 53,3 km apresentando ao longo do seu traçado seis depressões, com destaque para os vales dos riachos Livramento, Seco/Formoso, Santa Rosa, Córrego do Corcunda e do rio Banabuiú. As principais obras a serem implantadas neste trecho estão representadas por cinco sifões com extensão total de 15,3 km. Conterá ainda com um canal reservatório, com volume total de 180 m³, que permite a operação do sistema de adução em regime diário contínuo. Permite a integração dos projetos de irrigação Chapadão do Castanhão e Transição Sul de Morada Nova (Roldão) ao empreendimento, além do Perímetro Irrigado Xique-Xique e do Projeto Tabuleiro de Russas.

O Trecho 2 (Curral Velho/Serra do Félix) com extensão total de 58,4 km tem início na cota 85, estando a tomada d'água posicionada na ombreira esquerda da barragem Curral Velho, paralela a tomada já existente que suprirá o canal adutor do Projeto Tabuleiro de Russas. Desenvolve-se no seu trecho inicial, paralelo ao canal adutor do referido projeto de irrigação, infletindo, aproximadamente no km 5, na direção sul/norte até atingir as imediações do ponto de sela da Serra do Félix (km 52). Neste ponto, toma a direção noroeste, transpondo a Serra do Félix através de um túnel com 1,4 km de extensão e linha piezométrica nas cotas inicial e final de 71,2 e 69,8 m, respectivamente. Após o túnel da Serra do Félix, o canal prossegue por mais 3,4 km até se integrar com o subsequente Trecho 3, com linha piezométrica na cota 69,2 m. Como obras principais figuram, ainda, mais um túnel de 2,2 km, posicionado entre os km 13 e 15,2 e dois sifões, que juntos perfazem 1,0 km de tubulação. Permite a integração do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas, em fase final de implantação e das manchas irrigáveis do Projeto Piloto de Ibicuitinga e do Tabuleiro de Morada Nova, com o primeiro sendo contemplado com um reforço no seu suprimento hídrico.

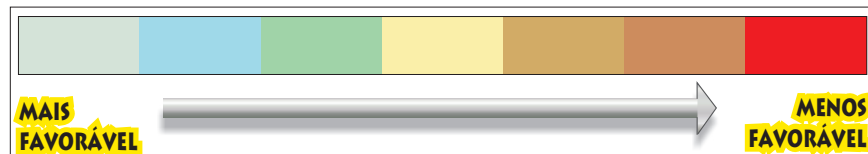
O Trecho 3 (Serra do Félix/Rio Pirangi) conta apenas com 8,7 km de extensão, interligando numa primeira etapa o canal ao leito natural do rio Pirangi e futuramente ao Trecho 4 nas proximidades do povoado de Cristais. Corresponde na realidade, ao sub-trecho da ligação maior, Serra do Félix/Pacoti, que foi subdividido nos trechos 3 e 4 para facilitar a composição da análise da variante de faseamento dos investimentos. Desta forma, será construído inicialmente, na 1ª Etapa, somente o Trecho 3 descarregando a vazão transposta diretamente no rio Pirangi, que alimenta o trecho final do Canal do Trabalhador, a ser ampliado, denominado Trecho 6. Posteriormente, na 2ª Etapa, será construído o Trecho 4, que executará a função dos trechos 5 e 6. Como obra principal deste trecho figura a transposição do rio Pirangi, através de um sifão com 1,0 km de extensão, dos quais somente 400 m estão associados ao Trecho 3. Como primeira aproximação, foi considerada a divisão dos trechos na intersecção com o rio Pirangi, que possivelmente numa primeira fase, poderá receber a descarga desta primeira metade do sifão, através de uma obra de dissipação, visto que para futura interligação com o Trecho 4 subsequente, a linha piezométrica deverá atingir o valor de 66,5 m, restando, conseqüentemente, uma carga de 14 m, em relação ao leito do Pirangi.

O Trecho 4 (Pirangi/Sifão Pacajus) tem início no rio Pirangi, aproximadamente na cota 67,0 m, correspondendo ao complemento da ligação Serra do Félix a ombreira direita da barragem Pacajus (cota aproximada 55,0 m), onde se inicia o Trecho 7. Em função da viabilidade do aproveitamento do trecho final do Canal Trabalhador, a implantação deste trecho poderá ser adiada, conforme comentado anteriormente. Com extensão total de 45,7 km, este trecho contará com cinco sifões para a travessia dos talwegues dos rios Pirangi, Serrote, Juazeiro, Baixio do Feijão e Córrego Grande, totalizando 4,6 km de tubulações, restando portanto 38,4 km de canal a céu aberto. Ressalta-se que somente metade do sifão do rio Pirangi encontra-se incluso neste trecho.

Por fim, o Trecho 7 (Sifão Pacajus/Açude Pacoti), com 25,0 km de extensão, tem início na ombreira esquerda da barragem Pacajus (cota 54,8 m) com uma adutora/sifão de 2,2 km, que intercepta o vale do rio Choró imediatamente a jusante do maciço e do sangradouro da referida barragem. Tem como objetivo principal efetuar o "by pass" do açude Ererê/Pacajus, tanto para o atual Canal do Trabalhador, como para o Sistema Adutor Castanhão/RMF. Aparecem como obras de relevância neste trecho, a travessia da BR-116, o cruzamento com o Sistema Pacajus/Ererê/Pacoti atualmente em operação, a travessia do divisor Choró/Pacoti (cota aproximada 48,2 m) e descarga final na bacia hidráulica do açude Pacoti, entre as cotas 45,0 e 38,0 m. Permite a interligação da área do Projeto Piloto RMF ao empreendimento, sendo o suprimento hídrico do referido projeto garantido tanto pelo fornecimento de uma vazão pelo sistema adutor, como através de reuso de esgotos tratados provenientes da Região Metropolitana de Fortaleza.

Quadro 2.2
Matriz de Comparação das Macro-Alternativas

ALTERNATIVA	PRINCIPAIS INTERFERÊNCIA DURANTE O PERÍODO DE CONSTRUÇÃO COM OBRAS EXISTENTES EM OPERAÇÃO		ASPECTOS DE CONSTRUÇÃO OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO										BENEFÍCIOS SOCIAIS AGREGADOS		IMPACTOS SÓCIOECONÔMICOS				IMPACTOS AMBIENTAIS ADVERSOS				NÍVEL DE DIFICULDADE DE GESTÃO (Relacionado a dependência dos Usuários de Montante)			CUSTOS DE CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO											
			RELATIVOS ÀS OBRAS DE CAPTAÇÃO		RELATIVOS AO SISTEMA DE ADUÇÃO				RELATIVOS A OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO																	RELATIVOS A INFRA-ESTRUTURA		RELATIVOS A OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		CUSTO GLOBAL							
			COMPLEXIDADE DE CONSTRUÇÃO DA CAPTAÇÃO	INTERFERÊNCIA DA CONSTRUÇÃO COM ESTRUTURAS EXISTENTES	COMPLEXIDADE DE OPERAÇÃO DA CAPTAÇÃO	COMPLEXIDADE DIRETAMENTE ASSOCIADA ÀS CONDIÇÕES DE SOLO/GEOLÓGICA/GEOTÉCNICA DO TRACADO	DISPONIBILIDADE DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO PI ATERRO	DIFICULDADES DE ESTIMAÇÃO E CONTROLE DE CUSTOS DURANTE A CONSTRUÇÃO	MANUTENÇÃO DE TALUDES DE CORTE E ATERRO	ENERGIA CONSUMIDA	COMPLEXIDADE DE OPERAÇÃO DO SISTEMA	FACILIDADES DE INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES OU NOVOS														NÍVEL RELATIVO DE BENEFÍCIO	DIMENSÃO SOCIAL	DIMENSÃO ECONÔMICA	DIMENSÃO POLÍTICO INSTITUCIONAL		DIMENSÃO CULTURAL	VARIANTE	RISCO DE SALINIZAÇÃO DA ÁGUA ADUZIDA	RISCO DE POLUIÇÃO POR AGROTÓXICOS	RISCO DE POLUIÇÃO POR EFUEENTES SANITÁRIOS	DANOS A FLORA E A FAUNA	VARIANTE
AG1	1. OBRA DE ALIMENTAÇÃO E CAPTAÇÃO DO AÇUDE PEDRAS BRANCAS	MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MÉDIO	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	BAIXA	TRACADO DE REFERÊNCIA	ALTO	MUITO BAIXO	MÉDIO	ALTO	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MÉDIO	ALTO	ALTO	MÉDIO	ALTO	ALTO	BAIXO	ALTO				
AG2	1. INTEGRAÇÃO COM A BARRAGEM CURRAL VELHO 2. VARIANTE DE APROVEITAMENTO DO TRECHO FINAL DO CANAL DO TRABALHADOR 3. VARIANTE DE APROVEITAMENTO DO TRECHO ERERÉ/PACOTI 4. AMPLIAÇÃO DO TUNEL PACOTI/GAVIÃO	BAIXA ALTA ALTA ALTA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA	BAIXA MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO
AG3	1. INTEGRAÇÃO COM A BARRAGEM CURRAL VELHO 2. VARIANTE DE APROVEITAMENTO DO TRECHO FINAL DO CANAL DO TRABALHADOR 3. VARIANTE DE APROVEITAMENTO DO TRECHO ERERÉ/PACOTI 4. AMPLIAÇÃO DO TUNEL PACOTI/GAVIÃO	BAIXA ALTA ALTA ALTA	MÉDIA	NULA	ALTA	BAIXA MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTO	ALTA	ALTO	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO
AG4	1. INTEGRAÇÃO COM A BARRAGEM CURRAL VELHO 2. VARIANTE DE APROVEITAMENTO DO TRECHO FINAL DO CANAL DO TRABALHADOR 3. VARIANTE DE APROVEITAMENTO DO TRECHO ERERÉ/PACOTI 4. AMPLIAÇÃO DO TUNEL PACOTI/GAVIÃO 5. COMPARTIBILIZAÇÃO COM A INFRA-ESTRUTURA DO PROJETO TABULEIRO DE RUSSAS JÁ IMPLANTADO	BAIXA ALTA ALTA ALTA MÉDIA	MÉDIA	NULA	ALTA	BAIXA MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	
AG5	1. AMPLIAÇÃO E REVESTIMENTO DE CONCRETO DO CANAL EM OPERAÇÃO	ALTA	MÉDIA	MUITO ALTA	MUITO ALTA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAIXO	



Fonte: SRH, Estudo de Viabilidade do Sistema Adutor Global Castanhão/RMF. Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2000.

Os trechos 5 e 6, que correspondem, respectivamente, ao leito do rio Pirangi e ao final do Canal do Trabalhador foram analisados como possíveis variantes de faseamento das obras e adiamento dos investimentos iniciais referentes ao Trecho 4.

O Trecho 5, com 40,0 km em leito natural, se desenvolve até o cruzamento como sifão do Canal do Trabalhador. Neste ponto deverá ser construída uma pequena soleira de elevação para permitir a captação através da implantação de uma estação reelevatória na margem esquerda do rio Pirangi, para a alimentação do Trecho 6 (Pirangi/Sifão Pacajus). O Canal do Trabalhador, no Trecho 6 (33,8 km), deverá, então, ser ampliado para as vazões de pico de uma primeira fase de implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF. Ainda como componente desta solução, foi analisada a viabilidade técnico-econômica do trecho de montante do Canal do Trabalhador operar de forma integrada com o eixo principal Castanhão/RMF, funcionando como um eixo complementar de desenvolvimento da fruticultura, através do aproveitamento de possíveis vertimentos em Itaiçaba.

2.6. ESTUDO DE OTIMIZAÇÃO DE VARIANTES

2.6.1. Captação Na Barragem Castanhão

O açude Castanhão no rio Jaguaribe, que servirá de fonte hídrica para o empreendimento ora em análise, encontra-se atualmente em fase adiantada de construção. As estruturas da tomada d'água e do vertedouro, ambas na ombreira direita, encontram-se praticamente concluídas, faltando a instalação de parte dos equipamentos hidromecânicos. O paramento central em CCR - Concreto Compactado a Rolo, encontra-se construído, aproximadamente, até à cota 60,0 m, de forma a permitir o armazenamento de cerca de 200 hm³. Os diques laterais em aterro encontram-se concluídos, em ambas as margens, à exceção dos trechos que irão envolver a estrutura em CCR. Posteriormente a barragem será completada até a cota de projeto de 111,0 m, dispondo-se então da capacidade útil de armazenamento total prevista de 4.452 hm³.

A tomada d'água do açude Castanhão (prevista apenas para realização de descargas para jusante no leito do rio) situa-se a margem direita, sendo constituída por uma torre de tomada com entrada em um único nível, seguida de uma galeria em concreto dividida por um septo vertical no interior da qual serão instaladas duas tubulações em aço de 3.700 mm de diâmetro. A tubulação do lado esquerdo destina-se à tomada d'água para irrigação, sendo as vazões captadas restituídas ao leito do rio Jaguaribe através de quatro válvulas dispersoras. A tubulação do lado direito destina-se à alimentação de uma eventual futura central hidroelétrica, a ser construída em data posterior, razão pela qual, numa primeira fase, terminará numa junta cega. A tubulação do lado esquerdo funcionará simultaneamente como tomada d'água e como descarga de fundo da barragem.

Considerando as estruturas que integram o açude Castanhão foram estudadas as seguintes alternativas relativas à concepção da tomada d'água para o sistema adutor: derivação em carga nas tubulações da tomada d'água da barragem (2 x 3.700 mm); tomada d'água (nova) no rio Jaguaribe imediatamente a jusante do açude; tomada d'água (nova) no reservatório Castanhão, a montante do paramento; tomada d'água (nova) integrada no paramento em concreto da barragem; e estação de bombeamento integrada com a central hidroelétrica.

Após análise das alternativas, optou-se pela utilização da estrutura da tomada d'água existente no açude Castanhão, que assim servirá simultaneamente ao projeto ora em análise e as demandas do vale do Jaguaribe. Esta opção apresenta como vantagem a minimização dos custos das estruturas de sucção, que se limitarão à execução de bifurcações nas tubulações existentes na tomada d'água da barragem.

2.6.2. Travessia do Rio Banabuiú em Morada Nova

A travessia do rio Banabuiú deverá realizar-se numa zona próxima do açude Curral Velho, dado que parte significativa da vazão aduzida ($5 \text{ m}^3/\text{s}$) destina-se ao reforço das vazões afluentes a este açude, que alimenta o Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas.

Na zona prevista para a travessia encontra-se construída uma barragem de derivação no rio Banabuiú, com uma extensão ao longo do coroamento de cerca de 100,0 m, sobre a qual se desenvolve a rodovia estadual CE-371. Esta barragem de derivação é constituída por uma soleira vertedoura livre de cerca de 2-3 m de altura separada por pilares afastados de aproximadamente 10,0 m. A estrada sobre a barragem situa-se, a aproximadamente, 7,0 m acima da soleira. Junto à margem esquerda da barragem situa-se a tomada d'água, a jusante da qual tem início o canal principal do Projeto de Irrigação Morada Nova.

No reservatório desta barragem, cerca de 300,0 m a montante do barramento, foi construído recentemente uma nova tomada d'água para o Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas. A referida tomada d'água é constituída por um canal, que alimenta uma estação de bombeamento. Duas tubulações de recalque transportam as vazões bombeadas para um segundo trecho de canal, que, por sua vez, as transporta para o açude Curral Velho. Uma tomada d'água na margem esquerda junto à barragem do Curral Velho faz a alimentação do canal principal do Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas. A estação de bombeamento e o canal de derivação, embora inicialmente previstos com uma capacidade de $7 \text{ m}^3/\text{s}$, foram efetivamente construídos para $14 \text{ m}^3/\text{s}$.

Atendendo à situação das obras existentes e aos objetivos da nova adução Castanhão/Curral Velho, foram estudadas as seguintes alternativas para a travessia do rio Banabuiú: descarga das vazões transportadas pela adução no reservatório do rio Banabuiú e sua posterior elevação para o reservatório do Curral Velho, utilizando parte das infra-estruturas de bombeamento já construídas, e que teriam de ser ampliadas para o transporte das vazões adicionais; e a travessia do vale do rio Banabuiú com tubulações em carga (sifão invertido), e entrega das vazões no açude Curral Velho.

A primeira solução, embora diminua significativamente os custos das obras a realizar, não é em princípio viável, devido a perda da energia disponível nesse ponto da adução, obrigando à realização de bombeamentos adicionais do Banabuiú para o Curral Velho e deste reservatório para o início do segundo trecho da nova adução, com um custo adicional de energia significativo. Como principal vantagem apresenta a possibilidade de funcionamento da adução

Castanhão/RMF, numa primeira fase, apenas com a vazão atualmente instalada de 7 m³/s, ou ligeiramente reforçada, enquanto não se desenvolve o projeto de irrigação a jusante, minimizando-se assim os custos de investimento a realizar, principalmente em tubulação, na primeira fase.

A segunda opção é, em princípio, a mais adequada, uma vez que evita a construção de uma segunda estação de bombeamento. Para a concretização da travessia do vale do rio Banabuiú com tubulações em carga foram admitidas três alternativas. A travessia a montante da barragem/ponte existente que apresenta o inconveniente da necessidade de construção em área inundada, dado que a bacia hidráulica do açude de derivação estende-se por vários quilômetros, inviabilizando o contorno deste reservatório pela adução. A travessia aérea integrada com a estrutura existente, com as tubulações da adução sendo apoiadas em suportes, constituídos pelo prolongamento das paredes transversais à soleira da barragem e sobre as quais se apóia atualmente a estrada existente. Esta será, em princípio, é a solução mais simples e econômica. E a travessia aérea a jusante da barragem/ponte existente sobre pilares ou enterrada, envolvida em concreto. Em qualquer dos casos esta será certamente uma solução mais dispendiosa do que a alternativa de integração com a estrutura da barragem/ponte existente. Verifica-se ainda que a jusante da barragem a orografia de ambas as margens do rio dificulta também a passagem da adução. A alternativa selecionada consiste em realizar a travessia com tubulações em carga integradas na estrutura da atual ponte/barragem.

2.6.3. Travessia da Serra do Félix

A Serra do Félix desenvolve-se perpendicularmente ao eixo da adução, constituindo uma importante condicionante ao traçado desta. Assim sendo, sua travessia deverá realizar-se em cota compatível com a linha piezométrica prevista para a adução, obrigando um traçado mais longo de forma a contornar a serra pelo lado norte, numa área onde o terreno apresenta cotas de aproximadamente 100,0 m. A variante representada pela faixa de domínio da rodovia BR-116, que segue o caminho mais curto, foi descartada por atravessar a Serra do Félix num local com cota aproximada de 120,0 m.

Para as variantes em adutora sob pressão, a passagem pela Serra do Félix permitirá a criação de um reservatório de equilíbrio que separa hidráulicamente a adução em dois trechos, de extensão semelhante, garantindo a regularização da vazão transportada e a diminuição da pressão de dimensionamento da tubulação para jusante.

2.6.4. Travessia Do Rio Pirangi

As variantes consideradas para travessia do rio Pirangi levaram em conta o fato deste curso d'água apresentar uma zona aluvionar relativamente extensa, requerendo especial atenção às condições de fundação. Além disso, sua calha também é relativamente larga, apresentando morfologia não estável com escoamento permanente, característica que deverá ser considerada na seleção do local de travessia e das medidas a adotar para proteção e fixação do leito e margens. Desta forma a travessia da tubulação na zona do leito menor do rio, deverá ser concretizada em adutora enterrada em vala ou, preferencialmente, em adutora aérea sobre pilares.

2.6.5. Travessia Do Rio Choró/Açude Pacajus

O açude Pacajus constituído por uma barragem em terra é parte integrante do sistema hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza. O reservatório com capacidade útil de acumulação de 148 hm³ tem seu nível de pleno armazenamento na cota 40,0 m, sendo alimentado pelas afluições próprias do rio Choró e pelas vazões do rio Jaguaribe derivadas através do Canal do Trabalhador. A chegada do Canal do Trabalhador ao reservatório é feita pela margem direita a cerca de 200,0 m de distância do barramento. O vertedouro posicionado na margem esquerda, é constituído por uma soleira livre em labirinto. A jusante do vertedouro a restituição das vazões derivadas é realizada através de um leito em rocha não revestido, de fraca inclinação, onde se observa o desencadeamento de processos erosivos.

Em alternativa à entrega da água no açude Pacajus foi considerado o prolongamento da nova adução, atravessando o rio Choró/açude Pacajus e terminando no açude Pacoti. Esta solução é, em princípio, mais adequada uma vez que evita a mistura da vazão aduzida com as águas armazenadas no Pacajus, que apresentam problemas de salinização, bem como a passagem por estações de bombeamento intermediárias, que funcionam por vezes de forma precária.

Para a travessia do rio Choró/Açude Pacajus foram consideradas duas alternativas: travessia a montante do açude, que constitui o traçado mais curto para a adução, contudo a altimetria do terreno no trecho entre o açude Pacajus e o açude Pacoti dificulta o traçado de uma adução gravitária; e travessia a jusante da barragem, com um traçado ao longo do pé de jusante. Para a passagem na zona de vertedouro foram consideradas três soluções: adutoras instaladas por cima do vertedouro solução que poderia conduzir à diminuição da capacidade do vertedouro, pela necessidade de construção de pilares para apoio das tubulações; travessia em vala imediatamente a jusante do vertedouro, solução que exige a escavação de uma zona

considerável de rocha, numa zona sujeita a fortes erosões quando do funcionamento do vertedouro; e travessia a jusante da barragem, após a restituição do vertedouro, onde o leito do rio apresenta menor largura. Esta travessia será, em princípio, realizada com tubulações instaladas em vala e envolvidas em concreto sob o leito do rio Choró.

Verifica-se, assim, que a travessia do rio Choró/Açude Pacajus deverá, em princípio, ser feita a jusante da barragem, onde o terreno apresenta cotas inferiores à cota piezométrica disponível neste trecho da adução. O grande comprimento do vertedouro deste açude conduz a que o local mais adequado para a passagem da adução deva situar-se algumas centenas de metros a jusante da barragem.

2.7. ESTUDOS BÁSICOS

2.7.1. Estudos Topográficos

Os serviços topográficos desenvolvidos tiveram como base o levantamento aerofotogramétrico na escala 1:5.000, efetuado em meados do corrente ano, ao longo de todo o traçado do Sistema Adutor Global Castanhão/RMF.

Tais serviços geraram uma restituição topográfica da faixa de domínio do sistema adutor e área de entorno, na escala 1:5.000, com curvas de nível espaçadas a cada metro. Como resultado obteve-se a planta baixa com curvas de nível a cada metro e o perfil longitudinal do sistema adutor ao longo do seu traçado.

2.7.2. Estudos das Demandas Hídricas

Os estudos de demandas hídricas objetivou, além da consolidação das demandas hídricas agregadas a cada macroalternativa de traçado, o fornecimento de informações para dimensionamento do sistema adutor. Foram abordados no estudo tanto os usos concentrados quanto os difusos, estando inclusos no primeiro caso as demandas dos núcleos urbanos, tanto humanas como industriais, da irrigação intensiva e dos empreendimentos turísticos da região litorânea. Dentre as demandas difusas foram consideradas as necessidades hídricas das populações rurais, à dessedentação animal e às irrigações privadas.

A área de abrangência do estudo engloba na Bacia do Jaguaribe, basicamente a sub-bacia do Banabuiú, restringindo-se as áreas a jusante dos açudes Arrojado Lisboa e Pedras Brancas, as sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe limitando-se as áreas a jusante dos açudes Orós e Castanhão e eventualmente áreas integrantes das sub-bacias do Alto Jaguaribe e Salgado,

mais especificamente o município de Iguatu e o Projeto de Irrigação Icó/Lima Campos. Nas Bacias Metropolitanas envolve os municípios integrantes da RMF e área de entorno, bem como as bacias dos rios Pirangi, Choró e Pacoti.

Visando uma definição mais exata da área de abrangência dos estudos foram estabelecidos centros de demanda e faixas de influência do projeto, estas últimas associadas às áreas marginais aos traçados de cada macroalternativa (AG-1, AG-2, AG-3, AG-4), do Canal do Trabalhador e do rio Jaguaribe. Os centros de demanda por sua vez estão representados pelas seguintes áreas: RMF e área de entorno, composta pelos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Maranguape, Pacatuba, Guaiúba, Itaitinga, Eusébio, Aquiraz, São Gonçalo do Amarante, Horizonte, Pacajus, Chorozinho, Cascavel e Pindoretama; áreas com irrigação difusa atualmente existentes ao longo dos vales perenizados dos rios Banabuiú e Jaguaribe, bem como os perímetros públicos existentes e aqueles em fase de estudo; e áreas irrigáveis ao longo do Canal do Trabalhador (6.000 ha), além dos 3.000 ha referentes ao Projeto Piloto RMF, este último abrangendo terras dos municípios de Chorozinho, Ocara e Cascavel.

As faixas de influência direta serviram como referência para as estimativas das demandas hídricas difusas, ao passo que para a avaliação das necessidades hídricas para o abastecimento das populações urbanas foram também consideradas, além das localidades inseridas nesta faixa, todas as cidades com 5 mil habitantes ou mais situadas a uma distância de até 50 km em relação ao eixo do sistema adutor. Vale ressaltar que não foram consideradas as cidades dentro do raio de 50 km de cada macroalternativa, cuja população apesar de satisfazer o critério acima estabelecido, possua ou esteja em construção um manancial de abastecimento próprio.

O cálculo das demandas d'água para abastecimento humano baseou-se na aplicação de coeficientes de consumo per capita líquido de 150 l/hab x dia para cidades com mais de 100.000 habitantes; 112 l/hab x dia para cidades com população entre 20.000 e 100.000 habitantes; 103 l/hab x dia para cidades com 5.000 a 20.000 habitantes e 95 l/hab x dia para cidades com menos de 5.000 habitantes. O consumo industrial, por sua vez, teve como base de cálculo os coeficientes de demandas (m³/operário/dia) para vários gêneros de indústrias baseados na literatura existente.

Na determinação da demanda industrial, analisou-se as elevadas demandas requeridas pelo Complexo Industrial/Portuário do Pecém, as demandas dos distritos industriais localizados nas Bacias Metropolitanas e das demais indústrias difusas existentes nos municípios situados dentro da área de abrangência do projeto. As demandas vinculadas à atividade turística foram

obtidas através do PGAM, tendo sido calculadas com base em protocolos de intenção acertados pelas empresas junto à Secretaria de Turismo.

Foram calculadas ainda as demandas difusas referentes às populações humana rural e animal, cujos cálculos se basearam na projeção da população e dos rebanhos, e na aplicação de coeficientes de consumo per capita humano (100 l/dia/hab) e animal (50 l/cab/dia).

Para o horizonte do projeto, ano 2030, foi estimada a população beneficiada total associada a cada macroalternativa de traçado preconizada e aos trechos de rios perenizados. Observa-se uma certa equidade entre os contingentes populacionais obtidos nas diferentes macroalternativas de traçado, o que pode ser atribuído ao fato do contingente populacional da Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, considerada a população alvo do projeto, ser comum a todas as macroalternativas. No caso da Macroalternativa AG-2 selecionada para implantação, a população beneficiada atingiu, no ano de 2030, um contingente de 5.719.072 habitantes para a área atendida pelo Projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF como um todo.

Os resultados dos estudos das demandas humana e industrial calculadas para a Macroalternativa AG-2, considerando as bacias Metropolitanas e do Jaguaribe, são apresentadas no Quadro 2.3, estando especificadas para os cenários atual (2000) e final do plano (2030).

Quadro 2.3 - Demandas Humana e Industrial

Demandas Humana/Industrial	Cenário 1 - Atual (2000) ⁽¹⁾	Cenário 2 - Final do Plano (2030) ⁽²⁾
	Vazão (m ³ /s)	Vazão (m ³ /s)
RMF	11,1	23,0
Jaguaribe	1,3	1,6
TOTAL	12,4	24,6

FONTE: SRH, Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa A - Diagnóstico. Relatório Final. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2000. 3v.

(1) Valor igual à demanda humana/industrial projetada pelo estudo de demanda subtraídas as disponibilidades consideradas independentes do sistema integrado, quais sejam os açudes Sítios Novos, Cauhipe, Anil, Aracoiaba, Malcozinhado, Catu Cinzento e Gavião.

(2) Valor igual à demanda humana/industrial projetada pelo estudo de demanda subtraídas as disponibilidades consideradas independentes do sistema integrado, quais sejam os açudes Sítios Novos, Cauhipe, Anil, Aracoiaba, Malcozinhado, Catu Cinzento e Gavião, bem como a disponibilidade de reuso para o Porto do Pecém.

A estimativa das demandas para irrigação intensiva e difusa foi empreendida, tendo por base coeficientes de consumo diferenciados para os dois tipos de irrigação, utilizando-se modelos agrícolas previamente definidos e um modelo de balanço de umidade do solo, o qual foi aplicado as diversas culturas integrantes dos modelos.

O cálculo da demanda para agricultura irrigada considerou no seu estudo a identificação de áreas irrigadas públicas e privadas existentes e potenciais e a vazão média a ser aplicada nessas áreas, as quais encontram-se especificadas no Quadro 2.4, para a Macroalternativa AG-2, considerando os cenários atual e futuro. Uma análise comparativa entre os dois cenários apresentados revela que a área irrigada total do cenário atual (ano 2000) chega quase a duplicar no final do plano (ano 2030), passando de 38.98 ha para 38.998 ha, enquanto a vazão passa de 22,40 m³/s para 33,61 m³/s. Ressalta-se que dentre os projetos públicos de irrigação a serem atendidos com vazão do Sistema Adutor Castanhão/RMF (Chapadão do Castanhão, Zona de Transição Sul de Morada Nova, Projeto Piloto Ibicuitinga, Tabuleiro de Morada Nova, Tabuleiros de Russas, Ocara e Projeto Piloto RMF), apenas os dois últimos não integram o Trecho Castanhão/Curral Velho, ora em fase de licitação. O Projeto Piloto RMF deverá receber a vazão do Sistema Adutor Castanhão/RMF, estimada em 1,35 m³/s, apenas como complemento, uma vez que será atendido a partir do reuso dos efluentes sanitários tratados da Região Metropolitana de Fortaleza (2 m³/s). Quanto à irrigação difusa, estima-se que serão explorados cerca de 612 ha potenciais, ao longo do traçado do canal.

Por fim, buscando consolidar todas as demandas agregadas direta ou indiretamente ao projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF, foram elaborados quadros totalizando as demandas associadas a cada macroalternativa de traçado, para os cenários atual (2000) e do final de plano (2030), explicitando ainda se estão diretamente agregadas aos açudes Orós, Castanhão, Arrojado Lisboa ou ao Canal do Trabalhador. O Quadro 2.5 mostra a consolidação das demandas pertinentes a Macroalternativa AG-2 selecionada para implantação.

De acordo com o quadro citado tem-se uma demanda total calculada para o Sistema Adutor Castanhão/RMF de 36.134,0 l/s no ano 2000, sendo 23.144,8 l/s (64,0%) requeridos pela Bacia do Jaguaribe e 12.989,2 l/s (36,0%) pelas Bacias Metropolitanas. No ano 2030, considerado como final de plano, a demanda total atinge 70.933,5 l/s, assim distribuídos entre as bacias: 38.539,6 l/s (54,3%) para a do Jaguaribe e 32.393,9 l/s (45,7%) para as Metropolitanas.

2.7.3. Estudo de Recursos Hídricos

Nas Bacias Metropolitanas os recursos hídricos disponíveis consistem essencialmente nas vazões regularizadas pelos principais açudes existentes, os quais representam a quase totalidade destes recursos, são eles: Acarape do Meio, Cauhipe, Gavião, Pacajus, Pacoti/Riachão, Sítios Novos, Aracoíaba, Catu e Malcozinhado. Os três últimos já foram considerados como disponibilidades atuais, por encontrarem-se em processo de implantação. Engloba ainda, já em operação, outros cinco reservatórios com menor capacidade de regularização de vazões (açudes Amanari, Antônio Medeiros, Batente, Castro e Pompeu Sobrinho).

Quadro 2.4 - Demandas de Irrigação Intensiva e Difusa

Discriminação	Cenário 1 - Atual (2000)		Cenário 2 - Final de Plano (2030)	
	Área (ha)	Vazão (m³/s)	Área (ha)	Vazão (m³/s)
AGREGADA AO ORÓS/CASTANHÃO	22.402	9,31	40.046	19,34
• Irrigação Intensiva	16.318	1,55	33.589	15,54
Icó - Lima Campos	2.712	1,16	3.000	1,5
Chapadão e Várzeas do Iguatu	2.033	0,27	2.500	1,13
Curupati	472	0,07	529	0,24
Xique-Xique	125	0,12	560	0,25
Altinho	204	0,12	204	0,09
Jaguaruana	202	2,09	202	0,09
Jaguaribe - Apodi	3.669	0,00	5.393	2,43
Icapuí	0	0,00	5.000	2,25
Apodi - Ceará	0	3,36	1.250	0,56
Baixo Jaguaribe	5.901	0,57	7.951	3,58
Canal do Trabalhador	1.000	0,00	4.000	1,80
Tabuleiros de Russas (2ª Etapa)	0	3,58	3.000	1,77
• Irrigação Difusa	6.084	0,98	6.457	3,81
Orós	1.62	0,49	1.785	1,05
Icó	838	0,57	900	0,53
Jaguaribe	967	0,31	1.039	0,61
Alto Santo	531	1,21	570	0,34
São João do Jaguaribe	2.053	0,02	2.130	1,26
Aracati	33	3,64	33	0,02
AGREGADA AO BANABUIÚ	6.296	2,11	6.296	3,19
• Irrigação Intensiva	3.705	2,06	3.705	1,66
Morada Nova	3.611	0,05	3.611	1,62
Banabuiú	94	1,53	94	0,04
• Irrigação Difusa	2.591	0,23	2.591	1,53
Banabuiú	384	0,13	384	0,23

Quadro 2.4 - Demandas de Irrigação Intensiva e Difusa

Discriminação	Cenário 1 - Atual (2000)		Cenário 2 - Final de Plano (2030)	
	Área (ha)	Vazão (m³/s)	Área (ha)	Vazão (m³/s)
Jaguaretama	28	0,93	228	0,13
Limoeiro do Norte	1.580	0,24	1.580	0,93
Morada Nova	399	5,87	399	0,24
AGREGADA AO SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO/RMF	10.300	5,87	24.412	11,08
Irrigação Intensiva	10.300	5,87	23.800	10,72
Chapadão do Castanhão	0	0,00	5.000	2,25
Zona de Transição Sul de Morada Nova (Roldão)	0	0,00	2.500	1,13
Projeto Piloto Ibicuitinga	0	0,00	3.000	1,35
Tabuleiro de Russas	10.300	5,87	10.300	4,64
Projeto Piloto RMF(1)	0	0,00	3.000	1,35
Irrigação Difusa	0	0,00	612	0,36
Ao longo do canal	0	0,00	612	0,36
TOTAL	38.998	22,40	70.754	33,61

FONTE: SRH, Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa A - Diagnóstico. Relatório Final. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2.000.3v.

(1) A irrigação no Projeto Piloto RMF é atendida a partir do reuso dos efluentes sanitários tratados de Fortaleza (2 m³/s) e complementada pelas vazões do Sistema Adutor Global Castanhão/RMF.

Quadro 2.5 - Consolidação das Demandas Hídricas do Projeto - Macroalternativa AG-2

Marcos de Demanda	Tipos de Demandas	Demandas nos Cenários Atual e Final de Plano (l/s)			
		Bacias Metropolitanas		Bacia do Jaguaribe	
		2000	2030	2000	2030
AGREGADAS DIRETAMENTE AO CANAL	DHUR	6.766,5	12.990,3	54,6	68,1
	DI	5.507,2	11.734,5	17,8	25,5
	DTUR	0,0	3.211,0	0,0	0,0
	DIR INT	0,0	1.350,0	5.871,0	10.485,0
	DIR DIF	0,0	171,5	0,0	189,2
	DHR	73,2	98,8	18,3	11,1
	DAR	51,8	108,6	38,5	82,2
	SUBTOTAL	12.398,7	29.664,6	6.000,2	10.861,1
AGREGADAS AO CANAL DO TRABALHADOR	DHUR	1,6	2,5		
	-	0,0	0,0		
	-	0,0	0,0		
	-	569,7	2.700,1	-	-
	-	0,0	0,0		
	-	13,7	14,6		
	-	5,8	12,1		
SUBTOTAL	590,6	2.729,3			
AGREGADAS AO AÇUDE ORÓS	DHUR			290,5	316,4
	-			81,6	94,9
	-			0,0	0,0
	-			2.704,6	4.860,0
	-			2.045,4	2.197,3
	-			48,9	29,7
SUBTOTAL			5.224,8	7.613,1	
AGREGADAS AO AÇUDE CASTANHÃO	DHUR			324,7	382,0
	-			152,7	192,0
	-			0,0	0,0
	-			6.026,7	14.349,2
	-			1.544,0	1.657,2
	-			103,2	62,7
SUBTOTAL			8.240,0	16.832,7	
AGREGADAS AO AÇUDE BANABUIÚ	DHUR			34,8	32,1
	-			4,2	4,5
	-			0,0	0,0
	-			2.111,9	1.667,3
	-			1.528,8	1.528,8
	-			-	-
SUBTOTAL			3.679,7	3.232,8	
TOTAL		12.989,2	32.393,9	23.144,8	38.539,6

FONTE: SRH, Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa A - Diagnóstico. Relatório Final. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2.000.3v.

(1) A irrigação do Projeto Piloto RMF é atendida a partir do reuso dos efluentes sanitários tratados da Região Metropolitana de Fortaleza (2 m³/s) e complementada com as vazões aduzidas pelo Sistema Adutor Castanhão/RMF.

Tendo em vista as suas reduzidas capacidades de regularização, e grandes distâncias, a utilização destes como reforço ao sistema de abastecimento da RMF é insuficiente. Para o incremento da oferta local a única ampliação na capacidade de acumulação superficial é a construção do açude Anil, que serviria como reforço para o abastecimento do Complexo Industrial/Portuário do Pecém e abastecimento humano local. À oeste de Fortaleza existe a possibilidade da construção de uma barragem no rio Ceará e do açude dos Macacos, no Alto Pirangi, ambos com reduzida capacidade de regularização de vazão. No Quadro 2.6 apresenta-se o valor da vazão regularizada para esses novos açudes a serem construídos nas Bacias Metropolitanas.

Quadro 2.6 - Vazões Regularizadas em Açudes das Bacias Metropolitanas

Açude	Volume Regularizado (hm ³)		Vazão Regularizada (m ³ /s)	
	Q90	Q99	Q90	Q99
Amanari	3,6	2,5	0,113	0,080
Antônio Medeiros	2,3	1,8	0,074	0,057
Batente	2,7	2,0	0,086	0,063
Castro	7,7	5,5	0,242	0,173
Pompeu Sobrinho	9,1	7,4	0,287	0,233
TOTAL	59,6	45,0	1,88	1,42

A possibilidade de construção destes dois açudes foi analisada no âmbito do presente estudo, visto que estes poderão proporcionar alguma redução nas vazões a transportar.

Outros recursos hídricos disponíveis na região consistem nos recursos subterrâneos, lagoas litorâneas e reuso de efluentes tratados. Os recursos hídricos subterrâneos disponíveis e exploráveis ocorrem essencialmente na faixa litorânea, dada a natureza predominantemente cristalina dos solos do interior. As reservas permanentes foram estimadas em estudos anteriores 133 hm³, no litoral oeste (numa área de 153 km²) e em 528 hm³, no litoral leste (numa área de 216 km²). Quanto aos recursos exploráveis de forma segura, no sentido de deixar intocadas as reservas permanentes, estes foram avaliados em 0,317 m³/s (1,47 l/s/km²) para a área de referência no litoral leste e 0,222 m³/s (1,45 l/s/km²) na área de referência do litoral oeste.

As lagoas litorâneas são, na sua maioria aflorações do lençol subterrâneo, uma das razões pela qual, mesmo em períodos secos, as maiores permanecem com água e as menores secam integralmente. As vazões exploráveis com garantia de 99,0% em todas as lagoas consideradas potencialmente utilizáveis dentro da RMF (27 lagoas) foram estimadas em 0,564 m³/s (17,8 hm³/ano). Tal valor, associado às grandes distâncias entre estas e os centros de consumo, comprovam, inquestionavelmente, sua insignificância como mananciais de abastecimento.

O destino final dos esgotos sanitários, tratados ou não, é, quase sempre, o lançamento ao mar ou o despejo em rios e lagos. O reuso dos efluentes tratados, embora possa ser considerado para irrigação ou para usos industriais numa região semi-árida que tem carência de água, apresenta dificuldades de implementação atendendo à localização dos principais centros de demanda de água para abastecimento, devido, principalmente, à rejeição dos eventuais usuários dessas águas residuárias, e, em segundo lugar, os custos, visto que obrigaria ao transporte em longas distâncias e com bombeamento. Ainda assim admite-se que no futuro, a longo prazo, tal aproveitamento será obrigatório.

Na Bacia do Jaguaribe como um todo, foram identificados no PGAJ- Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe, 37 açudes existentes e 24 programados, considerados como de importância estratégica para gestão dos recursos hídricos da referida bacia. Dentre estes destacam-se o Orós (1.956 hm³), o Banabuiú (1.800 hm³) e o Castanhão (4.451 hm³). A simulação empreendida no PGAJ para esses reservatórios considerou a operação com e sem volume de alerta, tendo obtido uma vazão regularizada com 90,0% de garantia igual a 42,84 m³/s (sem volume alerta).

O estudo da Bacia do Jaguaribe, até o açude Castanhão, e das Bacias Metropolitanas (Sistemas Pacajus, Pacoti/Riachão e Gavião), efetuado no âmbito do Estudo de Inserção Regional para Transposição das Águas do Rio São Francisco teve como resultado da operação desses reservatórios, sem incluir o açude Castanhão, uma vazão com 90,0% de garantia de 31,05 m³/s, sendo os resultados individuais de cada reservatório apresentados no Quadro 2.7.

O açude Castanhão, atualmente em construção, deverá acumular 4.451 hm³, regularizando com 90% de garantia e com mecanismo de volume de alerta, uma vazão de 21,8m³/s, elevando a vazão total regularizada pelos principais reservatórios da Bacia do Jaguaribe para aproximadamente 53,0 m³/s. Este reservatório é a principal estrutura para ampliação da oferta na Bacia do Jaguaribe, sendo peça chave na proposta de solução do abastecimento da RMF a partir do Jaguaribe.

Uma vez de posse dos resultados do estudo de demandas, já comentado anteriormente, e da capacidade de regularização, associada a uma garantia fixa, dos principais reservatórios na região das Bacias Metropolitanas e do Jaguaribe, foi possível o cálculo do balanço hídrico. Os Quadros 2.8 e 2.9 apresentam o balanço hídrico concentrado para Região Metropolitana e entorno, e para o Jaguaribe. Na região Metropolitana considerou-se a disponibilidade de perenização dos açudes Gavião, Pacoti/Riachão, Pacajus, Sítios Novos, Malcozinhado, Catu e Aracoiaba. Na Bacia do Jaguaribe considerou-se a disponibilidade dos açudes Orós, Lima Campos, Trussu, Castanhão, Banabuiú, Pedras Brancas e Figueiredo.

Quadro 2.7 - Açudes Simulados na Bacia do Jaguaribe

Açude	Sub-bacia	Capacidade (hm ³)	Def. Médio (hm ³ /ano)	Qreg c /VA f=90% (m ³ /s)
Atalho	Salgado	108.3	82.9	0.710
Banabuiú	Banabuiú	1800.0	766.8	9.300
Favelas	Alto Jaguaribe	30.0	41.6	0.190
Fogareiro	Banabuiú	118.8	260.4	1.700
Joaquim Távora	Médio Jaguaribe	23.6	10.6	0.080
Lima Campos	Salgado	63.7	35.8	0.340
Orós	Alto Jaguaribe	1956.3	858.5	12.200
Pedras Brancas	Banabuiú	434.1	158.5	1.910
Poço de Pedra	Alto Jaguaribe	50.0	46.1	0.260
Prazeres	Salgado	32.5	16.6	0.300
Quixabinha	Salgado	32.5	4.6	0.060
Quixeramobim	Banabuiú	54.0	322.4	0.940
Riacho do Sangue	Médio Jaguaribe	61.4	166.0	0.660
Riacho dos Carneiros	Salgado	37.2	7.7	0.100
Trici	Alto Jaguaribe	16.5	39.0	0.150
Trussu	Alto Jaguaribe	263.0	94.8	1.030
Várzea do Boi	Alto Jaguaribe	51.8	55.4	0.380
TOTAL		5133.6	2967.7	30.310

Quadro 2.8 - Balanço Hídrico Concentrado para RMF

Ano	Demandas (m³/s)												Disponibilidade local							Balanço local (m³/s)		
	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Itaitinga	Maranguape	Pacajus	Pacatuba	Cascavel	Aquiraz	Guaiúba	Pindoretama	TOTAL	Pacoti-Riachão-Gavião (Q99,9) (m³/s)	Pacajus (Q99,9) (m³/s)	Aracoiaba (Q99,9) (m³/s)	Sítios Novos (Q99,9) (m³/s)	Anil (Q99) (m³/s)	Mal Cozinhado (Q99) (m³/s)		Catu (Q99) (m³/s)	TOTAL
2000	8,959	1,397	0,019	0,099	0,059	0,281	0,161	0,451	0,331	0,344	0,033	0,124	12,258	4,240	1,989		0,921				7,150	-5,108
2005	10,028	1,550	0,021	0,123	0,065	0,311	0,179	0,511	0,397	0,673	0,038	0,124	14,019	4,240	1,705	0,961	0,921	0,186	0,423	0,286	8,722	-5,297
2010	11,828	2,987	0,022	0,145	0,084	0,344	0,199	0,579	0,471	0,995	0,042	0,124	17,820	4,240	1,705	0,961	0,921	0,186	0,423	0,286	8,722	-9,097
2015	13,950	4,428	0,024	0,158	0,105	0,376	0,219	0,630	0,544	1,346	0,047	0,125	21,952	4,240	1,705	0,961	0,921	0,186	0,423	0,286	8,722	-13,230
2020	15,833	4,459	0,027	0,172	0,118	0,410	0,240	0,685	0,624	1,692	0,052	0,126	24,437	4,240	1,705	0,961	0,921	0,186	0,423	0,286	8,722	-15,714
2025	17,196	4,495	0,029	0,187	0,118	0,434	0,263	0,796	0,697	1,698	0,053	0,127	26,094	4,240	1,705	0,961	0,921	0,186	0,423	0,286	8,722	-17,372
2030	18,576	4,600	0,031	0,203	0,119	0,521	0,289	0,861	0,779	1,702	0,053	0,127	27,860	4,240	1,705	0,961	0,921	0,186	0,423	0,286	8,722	-19,137

Observações

- Para o Açude Aracoiaba admite-se que somente 85% de sua vazão regularizada estará disponível para uso pelas demandas aqui contempladas;

Quadro 2.9 - Balanço Hídrico Concentrado para o Médio e Baixo Jaguaribe

Alto/Médio Jaguaribe e Salgado						Banabuiú				Baixo Jaguaribe				
Demanda Total (m³/s)	Castanhão (Q90%) (m³/s)	Orós (Q90%) (m³/s)	Lima Campos (Q90%) (m³/s)	Trussu (Q90%) (m³/s)	Balanço (m³/s)	Demanda Total (m³/s)	Banabuiú (Q90%) (m³/s)	Pedras Brancas (Q90%) (m³/s)	Balanço (m³/s)	Demanda Total (m³/s)	[Balanço Alto/Médio Jaguaribe e Salgado] (Q90%) (m³/s)	[Balanço Banabuiú] (Q90%) (m³/s)	Figueiredo (Q90%) (m³/s)	Balanço (m³/s)
7,1	21,8	12,2	0,3	1,0	28,3	9,9	9,3	1,9	1,3	6,0	28,3	1,3	0,0	23,6
11,6	21,8	12,2	0,3	1,0	23,8	11,9	9,3	1,9	-0,7	10,3	23,8	-0,7	4,1	16,9
11,9	21,8	12,2	0,3	1,0	23,5	11,8	9,3	1,9	-0,6	12,0	23,5	-0,6	4,1	15,0
11,9	21,8	12,2	0,3	1,0	23,5	11,8	9,3	1,9	-0,6	13,7	23,5	-0,6	4,1	13,3
11,9	21,8	12,2	0,3	1,0	23,5	11,8	9,3	1,9	-0,6	14,3	23,5	-0,6	4,1	12,7
11,9	21,8	12,2	0,3	1,0	23,4	11,8	9,3	1,9	-0,6	14,3	23,4	-0,6	4,1	12,7
11,9	21,8	12,2	0,3	1,0	23,4	11,8	9,3	1,9	-0,6	14,3	23,4	-0,6	4,1	12,6

O balaço aponta para uma insuficiência dos recursos locais das Bacias Metropolitanas para satisfazer as demandas atuais e futuras da RMF e entorno, ressaltando a possibilidade desse atendimento ser feito a partir da Bacia do Jaguaribe.

A vazão a ser transposta deverá ser suficiente para, em cada horizonte de demanda, fazer face ao déficit hídrico verificado e ainda atender as demandas ao longo do percurso do eixo de integração. Entretanto, o valor nominal da vazão transposta deverá ser, em média, menor que a soma deste déficit e das demandas ao longo do percurso pois, uma vez integradas as bacias, é possível a adoção de regras de operação para o sistema que aumentem o aproveitamento dos recursos hídricos locais da RMF.

Os estudos de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos no Ceará usualmente adotam garantias mais elevadas que em outras regiões, como no Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas, em que a simulação dos principais reservatórios, responsáveis pelo atendimento das demandas humana e industrial, visa fornecer água com garantia de 99,9% do tempo. O principal fator interveniente na definição das garantias de fornecimento de água na região do semi-árido é que, devido às singularidades das séries de deflúvio observadas, freqüências de atendimento da ordem de 90,0% do tempo, que poderiam ser consideradas razoáveis em muitas outras regiões, podem significar períodos de até mais de 20 meses consecutivos de racionamento nesta região.

Para uma análise da situação de atendimento das demandas do sistema integrado Jaguaribe/Metropolitanas, foram adotadas as garantias descritas no Quadro 2.10, definidas em comum acordo pelos Consultores e pela SRH.

Quadro 2.10 - Garantia de Atendimento das Demandas do Sistema Jaguaribe/Metropolitanas

Tipo de Demanda	Freqüência de Atendimento (tempo)	Percentual de Atendimento da Demanda (volume)
HUMANA/INDUSTRIAL	95%	100%
	5%	75%
IRRIGAÇÃO	80%	100%
	15%	50%
	5%	25%

A utilização de níveis escalonados de atendimento advém do fato de que a diminuição do nível de garantia exigido conduz ao estabelecimento de vazões regularizadas superiores, permitindo o atendimento com irrigação de uma área superior, ainda que nem toda essa área possa ser totalmente irrigada nos anos de escassez, de forma que o benefício econômico, neste caso, seja superior ao de vazões regularizadas menores e com altas garantias.

A introdução da disponibilidade hídrica de reuso na RMF foi considerada da seguinte maneira: uma vazão de 2 m³/s de reuso de efluentes da cidade de Fortaleza para parte da demanda industrial do Porto do Pecém; e uma vazão de 2 m³/s de reuso de efluentes da cidade de Fortaleza para demanda de irrigação da RMF. A vazão de 2 m³/s de reuso para o Porto do Pecém foi introduzida independentemente do Sistema Integrado Jaguaribe/Metropolitanas, ou seja, subtraindo-se esta disponibilidade do total da demanda humana e industrial. O reuso foi considerado como fonte principal de atendimento para irrigação do Projeto Piloto RMF, que utiliza água aduzida pelo Sistema Adutor Castanhão/RMF apenas nos meses em que a demanda exceda os 2 m³/s do reuso.

A partir das regras de operação e garantias apresentadas, procederam-se simulações sistemáticas do modelo para definir dois cenários característicos em que o atendimento das demandas ficassem enquadrados nas garantias definidas:

- Cenário 1: Cenário atual de demandas atendidas pelo Sistema Integrado Jaguaribe / Metropolitanas para demandas atuais. Neste Cenário as demandas correspondem exatamente às projetadas pelo estudo de demanda para o ano 2000;
- Cenário 2: Cenário potencial de demandas atendidas pelo sistema Jaguaribe / Metropolitanas para horizonte de final de plano. As demandas humana, animal, industrial de final de plano correspondem às projetadas para o horizonte 2030. Já a vazão destinada para irrigação foi definida como a máxima demanda possível de ser atendida com as garantias preestabelecidas (ver Quadro 2.11). Este cenário foi obtido fixando-se as demandas humana, animal e industrial no horizonte 2030 e, em seguida, incrementando-se sucessivamente as áreas irrigadas, de acordo com as projeções definidas nos estudos de demanda, até o limite em que o atendimento não mais se enquadrava nas garantias desejadas.

Em cada cenário as simulações foram executadas sob duas hipóteses distintas, descritas a seguir.

- Hipótese 1 – Minimizar a vazão máxima transposta no canal. Este objetivo é conseguido igualando-se a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatório da RMF à máxima capacidade destes, o que minimiza o pico de atendimento da RMF pelo Jaguaribe e maximiza a vazão média transposta para RMF;
- Hipótese 2 – Minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Nesta hipótese a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatório da RMF é igual a zero e vazão transposta no canal chega a ser igual a demanda na RMF.

O Quadro 2.11 a seguir apresenta as demandas atendidas para os cenários simulados (cenário 1 e cenário 2).

Apresenta-se a seguir o balanço hídrico ao longo do Sistema Adutor Castanhão/RMF. Observa-se que a vazão mínima necessária no canal é diferente em cada trecho. Desta forma são cinco os trechos com vazões distintas de acordo com a distribuição espacial das demandas agregadas ao canal, quais sejam: Trecho 1 – Captação no Castanhão até integração com o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão; Trecho 2 – Projeto de Irrigação Chapadão do Castanhão até a derivação para o projeto de irrigação Roldão (Transição Sul); Trecho 3 – Projeto de Irrigação Roldão (Transição Sul) ao açude Curral Velho; Trecho 4 – Açude Curral Velho até derivação para o projeto de irrigação RMF; e Trecho 5 – Açude Pacoti até açude Gavião.

O Trecho 5 destina-se exclusivamente ao atendimento do consumo humano e industrial da RMF e deve ter uma capacidade máxima, de acordo com as hipóteses de dimensionamento 1 e 2, de 19 a 23 m³/s.

O Trecho 4 deve ter capacidade suficiente para aduzir a vazão do Trecho 5, a jusante, e complementar o atendimento dos 3.000 ha de irrigação na RMF, quando esta demanda superar a vazão de 2 m³/s suprida pelo reuso de efluentes da cidade de Fortaleza. A vazão máxima aduzida neste trecho é aproximadamente 1 m³/s superior a vazão máxima do Trecho 5, contudo, as vazões aduzidas nestes trechos são, em média, praticamente iguais. Tal fato demonstra que raramente a água do Sistema Adutor seria utilizada na irrigação do Projeto RMF.

Entre o Trecho 3 e o Trecho 4, mais exatamente no reservatório Curral Velho, o canal recebe uma vazão bombeada do rio Banabuiú. Neste mesmo ponto ocorre ainda a derivação para os projetos de irrigação Tabuleiro de Russas e Ibicuitinga, que juntos totalizam 13.300 ha. Desta forma, a vazão bombeada do Banabuiú (limitada à capacidade da estação elevatória existente de 14 m³/s) visa atender as demandas dos projetos de irrigação citados e, sobretudo nos períodos de pico, a vazão a ser conduzida pelo trecho 4 para as Bacias Metropolitanas. A vazão conduzida no Trecho 3 é, portanto, igual a diferença entre a vazão do Trecho 4 e a parcela de água aduzida do Banabuiú para as Metropolitanas. O valor máximo da vazão neste trecho varia entre 17 e 20 m³/s, de acordo com as hipóteses de dimensionamento 1 e 2.

Quadro 2.11 - Distribuição das Demandas no Jaguaribe e na RMF em Função do Balanço Hídrico para o Sistema Integrado Jaguaribe/Metropolitanas nos Horizontes de Início e Final de Plano

DEMANDA DE IRRIGAÇÃO	Cenário 1 - Atual (2000)		Cenário 2 - Final de Plano (2030)	
	Área (ha)	Vazão (m³/s)	Área (ha)	Vazão (m³/s)
Icó-Lima Campos	2712	1.55	3000	1.35
Chapadão e Várzeas do Iguatú	2033	1.16	2500	1.13
Orós (difusa)	1662	0.98	1785	1.05
Icó (difusa)	838	0.49	900	0.53
Jaguaribe (difusa)	967	0.57	1039	0.61
Curupati	472	0.27	529	0.24
Xique-Xique	125	0.07	560	0.25
Altinho	204	0.12	204	0.09
Jaguaruana	202	0.12	202	0.09
Jaguaribe-Apodi	3669	2.09	5393	2.43
Icapuí	0	0.00	5000	2.25
Apodi-Ceará	0	0.00	1250	0.56
Baixo Jaguaribe	5901	3.36	7951	3.58
Canal do Trabalhador	1000	0.57	4000	1.80
Alto Santo (difusa)	531	0.31	570	0.34
São João do Jaguaribe (difusa)	2053	1.21	2130	1.26
Aracati (difusa)	33	0.02	33	0.02
Chapadão do Castanhão	0	0.00	5000	2.25
Tabuleiro de Russas 2ª Etapa	0	0.00	3000	1.77
Roldão (Transição Sul)	0	0.00	2500	1.13
Ibicutinga	0	0.00	3000	1.35
Tabuleiro de Russas	10300	5.87	10300	4.64
Morada Nova	3611	2.06	3611	1.62
Banabuiú	94	0.05	94	0.04
Banabuiú (difusa)	384	0.23	384	0.23
Jaguaretama (difusa)	228	0.13	228	0.13
Limoeiro do Norte (Difusa)	1580	0.93	1580	0.93
Morada Nova (Difusa)	399	0.24	399	0.24
RMF ⁽³⁾	0	0.00	3000	1.35
Difusa ao Longo do Canal	0	0.00	612	0.36
Total Agregado ao Banabuiú	6296	3.64	6296	3.20
Total Agregado ao Orós/Castanhão	22402	12.89	40046	19.34
Total Agregado ao Canal	10300	5.87	24412	11.07
Total Global	38998	22.40	70754	33.61

Demanda Humana/Industrial	Cenário 1 - Atual (2000)	Cenário 2 - Final de Plano (2030)
	Vazão (m³/s)	Vazão (m³/s)
RMF	11.1	23.0
JAGUARIBE	1.3	1.6
TOTAL	12.4	24.6

- (1) Este valor é igual à demanda humana/industrial projetada pelo estudo de demandas subtraída das disponibilidades consideradas independentemente do sistema integrado, quais sejam os açudes: Sítios Novos, Cauhipe, Aracoiaba, Malcozinhado, Catu Cinzento e Gavião.
- (2) Este valor é igual à demanda humana/industrial projetada pelo estudo de demandas subtraída das disponibilidades consideradas independentemente do sistema integrado, quais sejam os açudes: Sítios Novos, Cauhipe, Aracoiaba, Malcozinhado, Catu Cinzento e Gavião; bem como a disponibilidade de reuso para o Porto do Pecém.
- (3) A irrigação RMF é atendida a partir do reuso de Fortaleza (2 m³/s) e complementada pelo Sistema Adutor Castanhão/RMF.

O Trecho 2 deve ter capacidade suficiente para conduzir a vazão do Trecho 3 mais o incremento necessário para irrigação dos 2.500 ha do projeto Roldão (Transição Sul). A vazão máxima neste trecho varia de 19 a 22 m³/s.

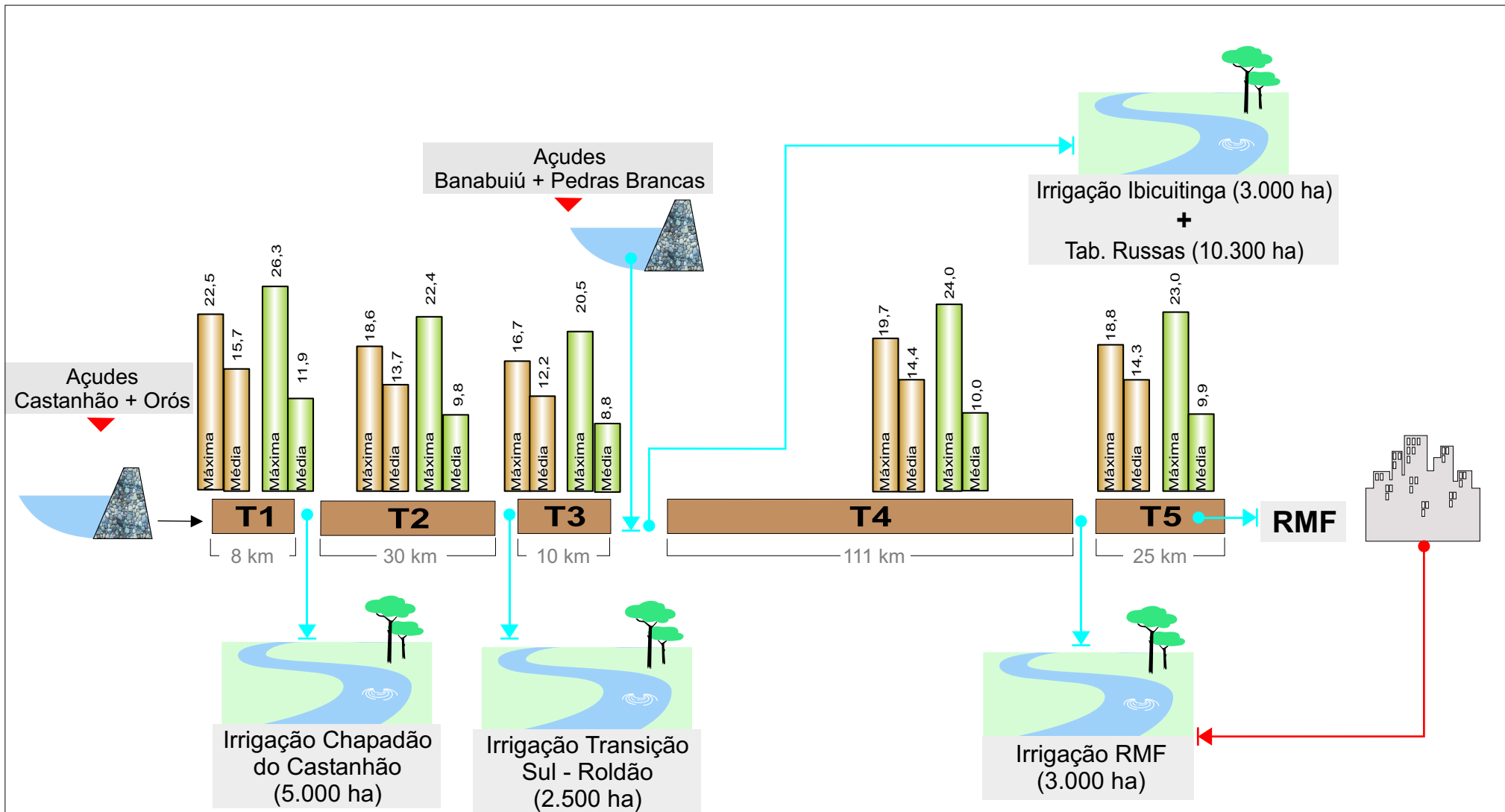
A vazão no Trecho 1 é igual a vazão no Trecho 2 mais a parcela aduzida do Açude Castanhão para o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão. A vazão máxima neste trecho corresponde a vazão de dimensionamento da tomada d'água no Castanhão e varia de 22 a 26 m³/s. A Figura 2.1 ilustra esquematicamente a distribuição das vazões necessárias nos respectivos trechos.

Para permitir uma futura flexibilização e otimização da operação do sistema no trecho entre o Castanhão e o Curral Velho, que desempenha a dupla função de aduzir água do Castanhão para RMF e atender as demandas de irrigação integradas ao Eixo, e considerando ainda que a disponibilidade de recursos hídricos no Jaguaribe pode vir a ser incrementada, seja pela construção do açude Figueiredo ou pela transposição do São Francisco, adotar-se-á uma vazão de dimensionamento única para este trecho de valor igual a 22 m³/s. O trecho do sistema adutor responsável pela satisfação das demandas da RMF (trecho a partir do açude Curral Velho) foi dimensionado para uma vazão máxima de 19 m³/s.

Pelos resultados apresentados na simulação do sistema integrado, observa-se que a capacidade necessária do sistema entre o açude Castanhão e Curral Velho diminui de 22 m³/s até 17 m³/s e que a partir do Curral Velho aumenta para 19 m³/s, isto significa que nos períodos de pico de atendimento da RMF, o sistema aduziria para RMF 17 m³/s do Castanhão e outros 2 m³/s do rio Banabuiú.

2.7.4. Estudos Geotécnicos

Os estudos geotécnicos ora em desenvolvimento têm a finalidade de determinar qualitativa e quantitativamente os materiais de escavação, bem como as jazidas de empréstimos passíveis de serem utilizadas na construção das obras. A etapa de campo foi realizada através de reconhecimento ao longo do traçado do sistema adutor, com utilização de GPS e de um mapa base na escala 1:25.000, contendo as curvas de nível a cada 5,0 m e o traçado do eixo projetado do sistema adutor. Os serviços de escritório consistiram em pesquisa bibliográfica dos trabalhos de geologia realizados na região com a adoção das nomenclaturas utilizadas no Projeto Rio Jaguaribe (DNPM/CPRM), e fotointerpretação de fotografias aéreas nas escala 1:15.000. Os dados obtidos através das etapas de serviços descritas, permitiram a elaboração de um mapa geológico na escala 1:25.000, ao longo do traçado numa faixa de aproximadamente 1,0 km para cada lado do eixo projetado, além do esboço do perfil geológico-geotécnico que dá uma idéia do comportamento em subsuperfície das unidades litoestratigráficas identificadas.



Hipótese 1 – Minimizar a vazão máxima transposta no canal. Este objetivo é conseguido igualando-se a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatório da RMF à máxima capacidade destes, o que minimiza o pico de atendimento da RMF pelo Jaguaribe e maximiza a vazão média transposta para RMF.



Hipótese 2 – Minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Nesta hipótese a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatórios da RMF é igual a zero e vazão transposta no canal chega a ser igual a demanda na RMF.

Obs.: - Comprimentos dos Trechos estimados.



Figura 2.1
Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe/Metropolitanas

O sistema adutor se desenvolve predominantemente sobre rochas cristalinas pré-cambrianas, classificadas litoestratigraficamente no Complexo Gnáissico-Migmatítico. O manto de solo residual de recobrimento destas rochas é, via de regra, pouco espesso e normalmente recheado com fragmentos de rochas de tamanhos variados. A presença do topo rochoso próximo à superfície pode acarretar a necessidade do uso constante de explosivos quanto houver escavações do canal. Nos Trechos T4, T6 e T7 é marcante a presença de sedimentos terciário-quadernários do Grupo Barreiras, classificados predominantemente no Grupo Barreiras Indiviso e em escala mais reduzida as Coberturas Colúvio-Eluviais, estando os arenitos areno-silto-argilosos da Formação Faceira associados aos trechos 1 e 2. Ocasionalmente o percurso do sistema adutor cruza as Aluviões associadas aos cursos d'água da região, com destaque para as planícies aluviais dos rios Jaguaribe, Banabuiú, Pirangi e Choró e do riacho Santa Rosa. Nos demais cursos d'água, os terrenos aluvionares ocorrem de forma discreta, apresentando no leito areias de granulação fina à média, com pedregulhos de quartzo e coloração de tons claros. Nas margens, quando ocorrem, o solo aluvial apresenta composição areno-argilosa ou silto-argilosa com tonalidades mais escuras. O Grupo Ceará, por sua vez, tem ocorrência restrita ao afloramento existente ao norte do Tabuleiro de Morada Nova e a região da Serra do Félix

A área definida para o sistema de captação e adução, posicionada imediatamente a jusante da barragem do açude Castanhão, está inserida numa zona onde são constatadas três unidades litoestratigráficas: embasamento cristalino, formado por rochas pré-cambrianas do Complexo Gnáissico-Migmatítico; Formação Faceira, composta por sedimentos conglomeráticos de idade terciário-quadernária e, os sedimentos aluvionares de idade quadernária associados ao leito e a planície fluvial do rio Jaguaribe, constituídos de areias, cascalhos e argilas, com espessura média de 3,0 m. O terreno apresenta topografia variada, partindo da cota 60,0 m na captação, passando pela cota 70,0 m no local definido para a estação de bombeamento, onde ocorrem afloramentos de rochas cristalinas, e atingindo a cota de 107,0 m no trecho onde o sistema de adução se desenvolve paralelamente à jusante do dique fusível do açude Castanhão. Neste último trecho o terreno é formado pelos sedimentos da Formação Faceira, contendo seixos rolados de quartzo em uma matriz de solo areno-argiloso de coloração variegada, com tons predominantes de vermelho e amarelo.

No cruzamento com a rodovia de acesso a Nova Jaguaribara tem-se a transição da adutora para o canal propriamente dito. Nesse ponto a topografia apresenta cota em torno de 130,0 m e o canal se desenvolve através de um platô com relevo plano, cujo terreno é formado por sedimentos da Formação Faceira que chegam a atingir espessuras superiores a 20,0 m de

profundidade. Essa feição permanece até o km 11, próximo à localidade de Poço do Barro, onde a drenagem começa a aparecer de forma mais concentrada, retalhando os bordos do pacote sedimentar e expondo, nos vales, rochas do embasamento cristalino, ocasionando contatos entre as duas formações por discordância erosiva. Daí em diante há um predomínio de rochas cristalinas, alternando com manchas de sedimentos areno-silto-argilosos, possibilitando a compensação entre corte e aterro. No contato, entre o embasamento cristalino e os sedimentos da Formação Faceira é comum a presença de áreas recobertas superficialmente por seixos de quartzo rolado, com diâmetros que vão em média de 2 a 12 cm, formando depósitos de cascalhos que poderão ser utilizados na proteção superficial dos taludes do canal contra processos erosivos.

No trecho entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix, há ainda muita alternância de solo e rocha, e a topografia plana do terreno é alterada pela elevação da Serra do Félix (50 m de altura em relação à cota do canal), entre os quilômetros 104 e 106, onde deverá ser escavado um túnel em rocha. Essa elevação é formada por rochas quartzíticas, com direção NE-SW, classificadas como do Grupo Ceará, constituindo uma sequência alternada de dobras sinclinais e anticlinais. Ao longo desta extensão deverá ser executada uma inspeção geológica mais detalhada, procurando definir as características estruturais da rocha, aliada ao estudo de superfície com realização de sondagens mistas (percussão/rotativas).

Entre a Serra do Félix e o rio Pirangi o canal será executado predominantemente em aterro. Próximo ao eixo do canal, a cerca de 2,0 km para NE, os sedimentos do Grupo Barreiras fazem contato com o cristalino, podendo ser aproveitados como fonte de material para aterros.

Nas margens do rio Pirangi, no terreno silto-arenoso, de coloração cinza e de pouco espessura, desponta inúmeros afloramentos, à nível do solo, de rochas gnáissicas algumas vezes granitizadas. No local de interseção do canal com o referido rio, próximo à localidade de Zacarias, ocorre, no leito, afloramentos de gnaisses, com foliação perpendicular ao leito do rio, com direção NW-SE, mergulhando em torno de 30° para SW. O leito do rio é constituído de areia média e grossa, com recobrimento de seixos rolados de quartzo.

No trecho que vai do Pirangi ao açude Pacajus, numa extensão de 60,0 km, o traçado percorre um terreno de relevo suave, acentuado por algumas elevações, formado predominantemente por sedimentos do Grupo Barreiras Indiviso. Do açude Pacajus até o açude Pacoti, o relevo apresenta uma topografia bem plana, se desenvolvendo sobre terrenos arenosos do Grupo Barreiras Indiviso, sendo o processo executivo nesse trecho predominantemente com aterro.

Não há ocorrência ao longo do traçado do sistema adutor de segmentos com geotecnia merecedora de estudos mais aprofundados, ou seja, não foi constatada a presença de zonas com ocorrência de argilas moles ou de maciços rochosos instáveis.

Ao longo do traçado ocorrem quinze intersecções com cursos d'água, merecendo destaque as do rio Banabuiú, Pirangi e Choró e dos riachos Livramento, Santa Rosa, Seco/Formoso Serrote, sendo prevista a execução de 23,8 km de sifões. Cinco rodovias serão interceptadas (CE-269, CE-266, CE-265, CE-138 e BR-116), exigindo a execução de obras d'arte, tendo sido efetuado nestas áreas um levantamento geotécnico mais acurado. Na travessia da Serra do Félix, onde a topografia apresenta-se movimentada, foi previsto a escavação de um túnel em rocha, perfazendo um total de 1,4 km.

Os estudos geotécnicos executados constaram de investigações de subsuperfície, através de sondagens a pá e picareta, mista e percussivas na captação, nos locais dos sifões dos riachos Livramento, Santa Rosa, Córrego do Corcunda e do rio Banabuiú, ao longo do traçado do sistema adutor e nas áreas de empréstimo.

No local definido para a estação de bombeamento, nas imediações da barragem do Castanhão, foram executados dois furos de sondagens mistas, até a profundidade de 4,0 m. Na sondagem SM-01, cuja cota da boca é 66,67 m, a rocha foi encontrada a partir de 1,2 m de profundidade, com recuperação média dos testemunhos da ordem de 75,0%. Na sondagem SM-02, cuja cota da boca é 70,95 m, a perfuração foi iniciada em rocha desde a superfície, com recuperação próxima de 100,0%. Ao longo da linha da adutora, que segue paralela ao dique fusível do açude Castanhão, foram executadas três sondagens a percussão: SP-01 (km 0 + 800 m), SP-02 (km 1 + 200 m) e SP-03 (km 1 + 600 m). A sondagem SP-01 (cota superior 105,65 m) atingiu a camada impenetrável à 4,43 m de profundidade. A sondagem SP-02 (cota superior 106,90 m) atingiu a camada impenetrável a 5,53 m, enquanto que a sondagem SP-03 (cota superior 109,94 m) foi paralisada à 12,10 m de profundidade, com resistência de SPT superior a 30.

Em toda a extensão do dique fusível, o terreno é formado por sedimentos conglomeráticos da formação faceira, mantendo-se plano ao longo de uma faixa de 25,0 m de largura, a jusante do off-set do dique. Mais a jusante desta faixa, todo o terreno foi dissecado mecanicamente, com escavações da ordem de 4,0 m de profundidade para a retirada de material para o maciço compactado da barragem do Castanhão.

Ao longo do eixo do canal e nos locais dos sifões dos riachos Livramento, Santa Rosa, Córrego do Corcunda e do Rio Banabuiú foi executada uma série de sondagens a pá e picareta, perfazendo ao todo 136 furos, dos quais 73,5% estão distribuídos ao longo do traçado do sistema adutor e o restante nas áreas dos sifões. Examinando as profundidades perfuradas, constata-se que a espessura média dos furos nas áreas de jazidas é de 1,2 m, dos furos do eixo do canal de 1,74 m e dos furos dos sifões do Livramento, Banabuiú, Santa Rosa e Corcunda de 1,10 m; 3,55 m; 0,92 m e 1,65 m, respectivamente.

Quanto às áreas de empréstimos, foram investigadas, dentro de um afastamento econômico das obras, 30 jazidas de material terroso, estando 16 destas localizadas no Trecho 1 e as outras 14 distribuídas ao longo do restante do traçado do sistema adutor, além de seis jazidas de revestimento primário. Em cada uma das áreas foram executadas sondagens a pá e picareta de modo a definir a espessura da camada de material aproveitável, com as profundidades dos furos oscilando entre 0,4 e 3,0 m nas jazidas de material terroso e entre 0,6 e 1,2 m nas jazidas de revestimento primário. Foram coletadas amostras representativas sobre as quais estão sendo realizados ensaios de laboratório, relativos a granulometria, limite de liquidez, limite de plasticidade e compactação. Os resultados obtidos revelam que os materiais oriundos das jazidas apresentam parâmetros geotécnicos que possibilitam a sua utilização em taludes usuais de corte e aterro sem comprometimento da estabilidade da obra. Ressalta-se, no entanto, que ainda não foi definido quais as jazidas que serão efetivamente utilizadas, devendo ser considerado no processo de seleção, além das características geotécnicas dos materiais, a distância da área das obras e o volume de material a ser explorado.

Os materiais pétreos necessários à execução das obras serão oriundos dos cortes efetuados nos trechos onde o canal adutor se desenvolve sobre terreno rochoso, enquanto que parte do material terroso será obtido das áreas de corte, sobre os sedimentos da Formação Faceira e do Grupo Barreiras, cujos parâmetros geotécnicos apresentam características semelhantes aos dos materiais das áreas de empréstimo. As ocorrências de materiais pétreos são abundantes, em forma de afloramentos diversos, em todo o trecho compreendido entre a captação e o rio Pirangi. No Trecho 1 (Açude Castanhão/Açude Curral Velho) ocorrem com frequência grandes áreas com seixos rolados de boa granulometria, que poderão ser aproveitados para proteção dos taludes do canal.

2.7.5. Estudos Pedológicos

Os Estudos Pedológicos executados na região onde se desenvolverá o Sistema Adutor Castanhão/RMF visaram fornecer informações sobre as potencialidades dos solos aí

existentes, de modo a subsidiar o planejamento do desenvolvimento hidroagrícola da área de influência do empreendimento. O estudo englobou as áreas das manchas irrigáveis das chapadas Jaguaribara/Castanhão, Zona de Transição Sul de Morada Nova, Tabuleiro de Morada Nova, Tabuleiros de Russas, Ibicuitinga, Ocara e Projeto Piloto RMF(Pindoretama). As classes de solos e unidades de mapeamento identificadas foram:

- LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO PODZÓLICO (LVd1): compreende solos profundos, com horizonte B latossólico, intermediários para Podzólicos, possuindo baixa saturação de bases, baixa capacidade de permuta de cátions, baixa soma de bases trocáveis e com avançado grau de intemperização do material do solo. São solos permeáveis, porosos e de relevo plano, portanto susceptíveis à erosão. Apresentam como principal limitação ao uso agrícola a baixa fertilidade natural, além da forte acidez. Ocorrem na área da mancha irrigável de Ocara;
- PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ESCURO LATOSSÓLICO: caracteriza-se por apresentar horizonte B textural com saturação de bases superior a 50% e caráter transacional para Latossolos, sendo solos bem acentuadamente drenados. O horizonte A é fraco, com espessura entre 13 e 16 cm. O horizonte B textural apresenta textura franco arenosa e franco argilo arenosa, com pH variando de 5,7 a 6,3 e argila de baixa atividade. O horizonte C ocorre normalmente a mais de 200 cm. Ocorre como primeiro componente da Unidade PEe1, na área dos Tabuleiros de Russas e segundo componente da Unidade PV4, na área da Zona de Transição Sul de Morada Nova;
- PODZÓLICO VERMELHO AMARELO: compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa e saturação de bases baixa. Apresentam-se geralmente ácidos a fortemente ácidos e com baixa fertilidade natural. Normalmente são bem drenados e profundos a muito profundos. Esta classe compreende as seguintes unidades de solos:
 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO, que ocorre como primeiro componente da Unidade PV4 na área da Zona de Transição Sul de Morada Nova;
 - PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO ABRÚPTICO PLÍNTICO, que ocorre como primeiro componente na Unidade PV5, nas áreas das manchas irrigáveis de Ibicuitinga e do Tabuleiro de Morada Nova;

- PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO ÁLICO ABRÚPTICO, que ocorre como primeiro componente da Unidade PV1, na área da Chapada Jaguaribara/Castanhão;
- PODZÓLICO VERMELHO AMARELO LATOSSÓLICO DISTRÓFICO, que ocorre como segundo componente da Unidade PEe1 e terceiro componente da PV3, ambos na área dos Tabuleiros de Russas;
- PODZÓLICO VERMELHO AMARELO LATOSSÓLICO DISTRÓFICO E ÁLICO, que ocorre como segundo componente da Unidade AQd2 e representando a Unidade PV2, ambas constatadas nos Tabuleiros de Russas;
- PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO PLÍNTICO, que constitui o primeiro componente da Unidade PV3, na área dos Tabuleiros de Russas; e
- PODZÓLICO BRUNO-ACINZENTADO DISTRÓFICO E ÁLICO, que ocorre como segundo componente da Unidade PV3, também na área dos Tabuleiros de Russas;
- AREIAS QUARTZOSAS: compreendem solos areno-quartzosos, profundos a muito profundos, com baixo teor de argila, baixa saturação de bases, baixa a média saturação com alumínio e baixa soma de bases trocáveis. Tem fertilidade natural baixa, são excessivamente drenados e moderada a fortemente ácidos. Compreende as seguintes unidades:
 - AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS (AQd1), que ocorre isolada na área da mancha irrigável de Ocara;
 - AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS ÁLICAS LATOS-SÓLICAS, que ocorre como primeiro componente da Unidade AQd2, na área dos Tabuleiros de Russas e como segundo componente na Unidade PV1, na Chapada Jaguaribara/Castanhão;
 - AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS, que ocorre como segundo componente na Unidade PV5, na área do Projeto Piloto RMF e como unidade isolada AQd3 na área da Zona de Transição Sul de Morada Nova.

Em termos de distribuição percentual das unidades, em relação a área total mapeada (160.150 ha), constata-se que 38,4% da área corresponde a unidade de solos PV5, seguindo-se as unidades PE1, com 19,9% e PE2 com 11,4%. Quanto às classes de terras para irrigação, foram identificadas quatro classes, quais sejam:

- 3 st.yqg - terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural, baixa retenção de umidade e topografia. Encontra-se representada pelas unidades PEe1 e PV4;
- 3 s.yq - terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade. Esta classe está representada pelas unidades LVd1, PV1, PV2, PV% e AQd2;
- 3 sd.yqw - terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural, baixa retenção de umidade e deficiência de oxigênio. Tem como representante na área a unidade PV3;
- 3 st. lyqg - terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto as altas taxas de infiltração, baixa fertilidade natural, baixa retenção de umidade e topografia. Na área estudada engloba as unidades AQd1 e AQd3.

2.7.6. Projeto de Terraplenagem

Na elaboração do Projeto de Terraplenagem o Consórcio executou “a priori” uma análise da área do empreendimento através da planta planialtimétrica existente, complementada com pesquisa “in loco”, onde foram estudadas opções tecnicamente viáveis que condicionassem o projeto o máximo possível ao relevo do terreno.

A partir dos dados coletados foi traçado o perfil longitudinal do canal e seções, fixando-se as cotas de terraplenagem, com vistas a elaboração do quadro de cubação. Para o Sistema Adutor Castanhão/RMF como um todo o volume de corte atinge 9.500.000m³ e o de aterro 13.100.000 m³. Do material de 1ª categoria obtido nos cortes, apenas 5.700.000 m³ será utilizado na execução dos aterros, sendo o restante obtido da exploração de jazidas de empréstimos (7.600.000 m³). Para o Trecho 1 (Castanhão/Curral Velho), com obras previstas para licitação dentro em breve, os quantitativos dos movimentos de terra são de 1.384.957 m³ de volume de corte, 1.764.980 m³ de volume de aterro e 1.482.929 m³ de volume de empréstimos.

Analisando os volumes de escavação do Trecho 1 segundo o tipo de material, constata-se que embora o canal adutor se desenvolva na maior parte do seu traçado sobre o embasamento cristalino, não haverá muitos cortes em rocha, sendo o sistema adutor executado predominantemente em aterro, visto que apenas 6,3% do material escavado é constituído por material de 2ª categoria, 5,9% por rocha e 87,8% é considerado de 1ª categoria.

2.8. PROJETO BÁSICO

2.8.1. Considerações Iniciais

O Sistema Adutor Castanhão/RMF se desenvolverá numa extensão de 267,5 km, desde o ponto de captação na tomada d'água do açude Castanhão, até seu ponto final, no açude Pacoti. De forma a reduzir os investimentos iniciais do empreendimento, este foi subdividido em duas etapas. A 1ª Etapa contempla a implantação dos trechos 1, 2, 3, 5, 6 e 7, perfazendo ao todo 221,8 km de extensão. A 2ª Etapa é composta pelas obras passíveis de adiamento e consiste numa segunda linha de tubulações das adutoras e sifões, parte dos equipamentos dos canais adutoras e da estação de bombeamento e a totalidade do Trecho 4 (Pirangi/Sifão Pacajus), com 45,6 km de extensão.

Após a captação, a água é recalçada através de uma adutora para um reservatório de recepção posicionado na Chapada Jaguaribara/Castanhão. Ao longo do traçado do sistema adutor foram previstos 194,6 km de canais, 27,2 km de adutoras/sifões, 1,4 km de túneis, 2,2 km em bacia hidráulica (açude Curral Velho) e 40,0 km em leito natural (rio Pirangi). O nível d'água, que inicialmente foi estabelecido na cota de 105,0m, sofrerá uma variação em consequência das perdas e ajustes às condições topográficas, chegando na cota final 85,5 m. A declividade média de traçado é de 0,15m/km, enquanto que a declividade da linha d'água atinge 0,10m/km.

A largura da faixa de domínio, definida em 200,0 m, compreende a plataforma do canal, a estrada de serviço e uma folga necessária à manobra de equipamentos e ao manejo de materiais de construção. Preferencialmente os materiais de construção da plataforma e da estrada serão explorados dentro da referida faixa, sendo provenientes dos cortes a serem executados, desde que tecnicamente viáveis. Serão, também, utilizados materiais provenientes de áreas de empréstimos. Toda a área compreendida pela faixa de domínio será desapropriada.

2.8.2. Sistema de Captação e Recalque

O sistema de captação e recalque projetado consistirá na execução de uma derivação em carga nas tubulações da tomada d'água do açude Castanhão e na implementação de uma estação de bombeamento no pé-da-barragem, na margem esquerda, além de tubulações de sucção (0,8 km) e recalque (2,5 km) e da estrutura de transição entre a captação e o canal adutor.

2.8.2.1. Adaptação da Tomada d'Água do Açude Castanhão

A obra de adaptação da tomada d'água do açude Castanhão para atender as necessidades do sistema adutor, consiste em efetuar uma bifurcação nas tubulações existentes, minimizando assim os custos das estruturas de sucção. As duas tubulações da tomada d'água do açude Castanhão, com diâmetros de 3.700 mm, possuem capacidade adequada para o transporte simultâneo das vazões destinadas aos projetos de irrigação posicionados a jusante do reservatório, bem como ao suprimento do projeto ora em análise.

A derivação poderá ser executada tanto na tubulação esquerda (tomada d'água prevista para os projetos de irrigação do vale do Jaguaribe), como na tubulação direita (tomada d'água prevista para uma futura central hidroelétrica), embora esta última tubulação, ainda, não esteja construída. Atualmente torna-se urgente a decisão sobre a concepção (e mesmo a execução) da tomada de água do projeto ora em pauta, antes que estejam concluídas as obras da barragem. Tal procedimento se deve ao fato de no projeto do reservatório, as tubulações da tomada d'água serem envolvidas em concreto e sobre estas executado um aterro com cerca de 5 a 10 m de altura. Desta forma, posteriormente seria dificultado o acesso a essas tubulações para a realização das bifurcações necessárias para a captação prevista pelo Sistema Adutor Castanhão/RMF.

2.8.2.2. Estação de Bombeamento

A estação de bombeamento será implantada na margem esquerda, imediatamente a jusante do barramento, numa plataforma posicionada aproximadamente à cota 65 m. Ficará, desta forma, acima do nível máximo de água (63,4 m), quando o vertedouro funcionar à plena capacidade. A edificação da estação de bombeamento com área constituída de aproximadamente 2.500 m², ocupará uma área total de 1,2 ha. A estação de bombeamento será dotada com quatro grupos eletrobombas de 2.200 KW, tendo uma capacidade de vazão máxima de 22,0 m³/s, em anexo será implantada uma sub-estação com potência de 10 MVA.

2.8.2.3. Circuito Hidráulico de Sucção e de Recalque

A localização da estação de bombeamento, o traçado das tubulações de sucção e recalque e a localização da estrutura de transição tubulação-canal, definem o comprimento total do circuito hidráulico. A tubulação de sucção com 0,8 km de comprimento teria diâmetro de 2.500 mm, enquanto que a tubulação de recalque terá 2,5 km de extensão, sendo 0,6 km com diâmetro de 2.200 mm e 1,9 km com diâmetro de 2.500 mm. Para a travessia do rio Jaguaribe pela tubulação de sucção, foi prevista a sua proteção considerando o nível máximo de água atingido

com o funcionamento do vertedouro à capacidade de projeto. Junto ao ponto de derivação, serão instaladas válvulas de seccionamento para obturação da tubulação de sucção.

2.8.2.4. Estrutura de Transição Recalque-adução

A estrutura de ligação entre as tubulações de recalque e o canal de adução será constituída por uma pequena câmara posicionada a montante da adução, cuja função é a dissipação de energia e transição do escoamento para superfície livre e para a geometria do canal.

2.8.3. Canal Adutor

O canal foi dimensionado para aduzir uma vazão máxima de 22,0 m³/s. A plataforma terá largura média na base de 35,0 m, com volume total de aterro de 13.300.000 m³ e volume total de corte de 9.500.000 m³. A seção será trapezoidal com largura da boca de 14,0 m, largura da base de 5,0 m e altura total de 3,0 m. Os aterros serão executados com largura de coroamento igual a 6,0 m e taludes variando de 3:2 a 2,5:1,0 em função das alturas. Os cortes terão taludes 3:2 nas áreas em solo e 1:4 em terrenos rochosos. A altura d'água máxima será de 2,33 m, com revanche de 0,67 m. O revestimento do canal será misto em concreto e manta de polietileno de alta densidade (PEAD). A estrada de serviço será do tipo greide colado, com revestimento primário de 20 cm de espessura, acompanhando o traçado do canal e apresentando 6,0 m de largura.

2.8.4. Obras Complementares de Proteção, Drenagem e Acesso

2.8.4.1. Sifões

Nos pontos onde o traçado do canal intercepta cursos d'água, rodovias e perímetros irrigados, o projeto previu a utilização de adutoras gravitárias/sifões. Serão utilizadas tubulações de aço carbono com alternativa em plástico reforçado com fibra de vidro, com diâmetro de 1.900 e 2.500 mm. Os sifões poderão ser enterrados ou aéreos, de acordo com as condicionantes de cada trecho. Foram previstas 14 obras deste tipo, com extensões variando de 0,2 km (sifão do riacho Novo) até 6,1 km (sifão do rio Banabuiú / Perímetro Irrigado de Morada Nova / Ce-265). Todos os sifões serão dotados com descarga de limpeza.

2.8.4.2. Túneis

Para travessia de áreas com relevo movimentado foi prevista a execução de um túnel no Trecho 2, com extensão de 1,4 km, para travessia da Serra do Félix num ponto de sela topográfica.

2.8.4.3. Obras de Drenagem

A drenagem das águas dos cursos d'água sob o canal se fará por intermédio de bueiros, tendo sido previsto a instalação de bueiros tubulares e celulares de concreto armado. Complementando o sistema foram previstas obras de drenagem superficial e profunda, representadas por sarjetas, escavação de valetas não revestidas para proteção de crista de corte, caixas coletoras com grelha, entradas d'água, descidas d'água em calha pré-moldada e saídas d'água com dissipador de energia. Tais obras garantirão a proteção do canal, no que diz respeito às erosões superficiais causadas pelas águas das chuvas. Não são esperados efeitos de sub-pressão provocados pela elevação no nível do lençol freático, visto que nos trechos onde estes riscos são previsíveis o canal teve sua cota elevada.

Foi previsto, ainda, a proteção dos taludes externos em aterro com cascalho e com o plantio de grama. Para proteção dos taludes em corte será adotado o uso de tela de polietileno para hidro-semeadura e plantio de grama tipo arruada.

2.8.4.4. Pontilhões e Passarelas

Nos cruzamentos do canal com estradas carroçáveis que permitem o acesso a propriedades rurais e povoados, com exceção dos locais em que foram recomendados sifões, foi previsto a implantação de pontilhões em laje de concreto reforçado. Nos cruzamentos do canal com áreas peri-urbanas de movimentação considerável, serão instaladas passarelas em concreto simples.

2.8.4.5. Obras de Proteção

Objetivando evitar a ocorrência de transbordamentos da água do canal, foi sugerida a instalação de descargas de segurança associadas à alguns bueiros. Ainda com este objetivo foram previstas obras de controle de nível e vazão (tipo bico de pato), dotadas com comporta plana vertical quadrada, com sentido único de fluxo e acionamento manual/elétrico.

Delimitando a faixa de domínio do canal foi prevista a construção de uma cerca de proteção, executada em mourões de concreto e fios de arame farpado. Para garantir o livre acesso de pessoas e veículos, e limitar a passagem de animais foram previstos portões e mata-burros associados aos pontilhões.

2.9. CRONOGRAMA E CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

A implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF demandará um prazo de 32 meses, estando o processo licitatório do Trecho 1 (Castanhão/Curral Velho) já em andamento, tendo sido previsto um prazo de 18 meses para a implantação do referido trecho. O valor total previsto para implantação do Projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF foi de R\$ 533.589.947,74 (1).

2.10. INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Tendo em vista a extensão do traçado do sistema adutor foi previsto à instalação de dezesseis canteiros de obras, sendo um na captação e os demais distribuídos ao longo do seu traçado.

Quanto aos requerimentos de mão-de-obra durante a implantação do empreendimento, foi previsto a geração de 2.500 empregos diretos durante a construção das obras e de 55 empregos permanentes vinculados a sua operação e manutenção, sendo 50 canaleiros e 5 operadores para estação de bombeamento.

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

3.1. ÁREAS DE ABRANGÊNCIA

A área de influência física do empreendimento está representada pela faixa de domínio do sistema adutor, perfazendo um total de 5.350 ha, compreendendo parte da zona rural dos municípios de Alto Santo, Morada Nova, Russas, Ocara, Cascavel, Chorozinho, Pacajus e Horizonte, bem como áreas periféricas as cidades de Morada Nova, Nova Jaguaribara e Pacajus, e áreas dos perímetros irrigados Xique-xique e Morada Nova. Abrange ainda as áreas dos canteiros de obras, das jazidas de empréstimos e dos bota-foras.

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

- Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, abrangendo 15 sedes municipais e 51 distritos, além da área de influência do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, que serão contemplados com abastecimento d'água regularizado, beneficiando no ano 2030 uma população da ordem de 726.210 habitantes;
- Cidades de Beberibe e Morada Nova que também serão contempladas com reforço no fornecimento d'água regularizado, além do suprimento hídrico dos povoados de Aruaru, Roldão, Bixopá, Bonhu e Lagoa Grande, e da população rural residente ao longo do traçado do sistema adutor, beneficiando no ano 2030 uma população total de 49.857 habitantes;
- Áreas destinadas ao aproveitamento com irrigação intensiva situadas ao longo do traçado do sistema adutor, representadas pelo Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas (10.300 ha), e pelo Perímetro Irrigado Xique-xique (560 ha), que serão beneficiados com o reforço nos seus suprimentos hídricos, além dos futuros projetos Chapadão do Castanhão (5.000 ha), Zona de Transição Sul de Morada Nova (2.500 ha), Projeto Piloto Ibicuitinga (1.000 ha), Tabuleiro de Morada Nova (1.000 ha), Ocara (1.000 ha) e Projeto Piloto RMF (2.000 ha), perfazendo ao todo 23.360 ha no ano 2030;
- Distritos industriais existentes na RMF, indústrias difusas dos municípios situados na área de abrangência do empreendimento e num futuro próximo o Complexo Industrial/Portuário do Pecém, beneficiados com o fornecimento d'água regularizado;

- Municípios da RMF que contam com empreendimentos turísticos em operação ou com protocolo de intenção assinado para implantação (Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba), os quais serão beneficiados com o desenvolvimento da indústria do turismo;
- Áreas periféricas ao sistema adutor, na zona rural dos municípios de Morada Nova, Russas, Ocara, Cascavel, Chorozinho, Pacajus, Horizonte e Beberibe que serão contempladas com a dessedentação animal, e com o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros) e da irrigação difusa (611 ha);
- Região do Baixo Jaguaribe, que no futuro poderá ter suas atividades econômicas afetadas pela transposição de água para a RMF, gerando conflitos de uso da água.

3.2. MEIO BIÓTICO

3.2.1. Geologia

Geologicamente, a área englobada pela faixa de domínio do Sistema Adutor Castanhão/RMF está representada, em cerca de 63,0% do seu traçado, por rochas cristalinas pré-cambrianas, referentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico e ao Grupo Ceará, merecendo destaque neste último a intersecção com a Serra do Félix, no limite da Bacia do Pirangi, cuja travessia se dará numa espécie de sela topográfica.

O restante da área apresenta-se coberto por terrenos sedimentares, os quais encontram-se representados pelas chapadas Jaguaribara/Castanhão, Transição Sul de Morada Nova (Roldão) e Tabuleiro de Morada Nova, todas pertencentes a Formação Faceira. Conta ainda com dois pequenos trechos sobre terrenos Colúvio-eluviais logo após transpor o rio Pirangi, e se desenvolve por um trecho de cerca de 40 km sobre o Grupo Barreiras, prolongando-se então ao longo do Complexo Gnáissico-Migmatítico até próximo a integração com o açude Pacoti. As áreas Aluviais de maior expressão geográfica estão associadas aos rios Jaguaribe, Banabuiú e riacho Santa Rosa na Bacia do Jaguaribe e aos rios Pirangi e Choró, no território das Bacias Metropolitanas.

As áreas previstas para o desenvolvimento da irrigação intensiva estão quase todas posicionadas sobre sedimentos da Formação Faceira, constituindo exceção as manchas de Ocara e do Projeto Piloto RMF, ambas posicionadas sobre o Grupo Barreiras.

O Complexo Gnáissico-Migmatítico ocorre em cerca de 60,0% da área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor. Litologicamente, a seqüência é constituída de gnaisses variados,

em parte migmatizados, frequentemente intercalados por níveis quartzíticos e carbonáticos. Esta formação apesar de encontrar-se superficialmente bastante alterada a decomposta, apresenta provavelmente núcleos de rochas resistentes, que certamente constituirão trechos de difícil atravessamento pelas obras, devendo serem evitados na medida do possível.

A Formação Faceira (TQbf) ocorre em cerca de 9,0% da área do empreendimento compreendendo depósitos sedimentares interioranos que formam tabuleiros, margeando os vales dos rios Jaguaribe e Banabuiú e que se estendem pelos arredores de Morada Nova, Limoeiro do Norte, São João do Jaguaribe e Castanhão. Compõe-se de sedimentos clásticos afossilíferos de composição areno-siltico-argilosa, pouco consolidados, de cores muito variadas, predominando as tonalidades avermelhadas. Esta formação poderá eventualmente ocasionar alguns problemas na implantação do sistema adutor, sobretudo pela eventual ocorrência de zonas instáveis. Por outro lado, a presença de raros afloramentos pode obrigar o uso de desmonte a fogo pontual. Deve ainda ser considerado os riscos de ocorrência de processos de expansividade e/ou dispersividade geralmente associados a depósitos sedimentares argilosos.

As Aluviões ocorrem em cerca de 4,0% da área englobada pelo empreendimento aparecendo de forma mais representativa ocupando o terraço e o leito fluvial dos rios Jaguaribe, Banabuiú e Choró, cujos vales são mais largos, com terraços marginais de areias grosseiras, em geral quartzosas, inundáveis durante os períodos de enchentes. Via de regra, a espessura da faixa de aluviamento é pequena, tendo-se constatado, no entanto no vale do rio Jaguaribe, em alguns trechos nas imediações do barramento do açude Castanhão um pacote de aluvião chegando a atingir até 7 m de espessura. Litologicamente estão representados por argilas, areias argilosas, areias puras e cascalho. Nesta unidade geológica deve-se atentar para os riscos de problemas de colapsividade dos solos, em geral associados aos depósitos arenosos aluvionares.

O Grupo Ceará (pECe) ocupa 3,0% da área interceptada pelo sistema adutor, ocorrendo como faixas alongadas que representam estreitos e alongadas sinclinais, concordantes com a estrutura regional. Litologicamente, o Grupo Ceará é formado por uma seqüência ectínítica parametamórfica onde, na base estão os constituintes de natureza clástica, seguidos de representantes pelíticos, clástico-pelíticos e o horizonte carbonático no topo. As exposições desta unidade na área do empreendimento estão representadas por duas regiões: a seqüência que ocorre entre Boqueirão de Cesário e Ibicuitinga, margeando o limite da Bacia do Pirangi, formando a serra do Félix, e a segunda situada ao norte do Tabuleiro de Morada Nova.

As Coberturas Colúvio-eluviais (TQc) ocorrem em cerca de 2,0% da área interceptada pelo sistema adutor, apresentando distribuição irregular, estando representadas por manchas dispersas, assentadas diretamente sobre o embasamento cristalino, apresentando espessuras nunca superiores a 5 m. Estes sedimentos são litologicamente constituídos por um material areno-argiloso alaranjado e/ou avermelhado, de granulação fina a média, ocasionalmente mais grosseiro, inconsolidado, com horizonte laterizado na base.

O Grupo Barreiras Indiviso (TQb) ocupa cerca de 22,0% da área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor, constituindo uma faixa grosseiramente paralela à linha da costa. Ocorre capeando em discordância erosiva angular as rochas do embasamento cristalino, apresentando espessura bastante variável. Litologicamente a seqüência é representada por arenitos areno-argilosos, de coloração variegada, com matizes avermelhados, creme ou amarelados. A granulação varia de fina a média com horizontes conglomeráticos e incrustações lateríticas na base.

Quanto ao aspecto geo-econômico, na área englobada pelo empreendimento ocorrem 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 faixa de domínio do sistema adutor.

3.2.2. Geomorfologia

Na região onde será assente o empreendimento observa-se quatro unidades de relevo, a Depressão Sertaneja, os Maciços Residuais, Glacis Dissecados em Interflúvios Tabulares e as Planícies Fluviais dos rios Jaguaribe, Banabuiú, Pirangi e Choro.

A Depressão Sertaneja é o domínio geomorfológico de maior representatividade na região. Corresponde a uma superfície de aplainamento, onde o trabalho erosivo se fez sobre as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico. Este domínio geomorfológico, caracteriza-se por apresentar topografia plana ou levemente ondulada, cortada ocasionalmente, por afloramentos rochosos.

A monotonia das formas planas a suavemente onduladas da Depressão Sertaneja, vez por outra é interrompida pela forte ruptura de declive das serras e morros residuais. Esses relevos são constituídos, predominantemente por rochas granítico-migmatíticas e gnáissicas e foram formados a partir da erosão diferencial que rebaixou as áreas circundantes, de constituição litológica menos resistente. Apresentam-se dissecados em feições de colinas, relevos

tabulares e em forma de inselbergs. Na região do empreendimento o acidente topográfico que mais se destaca na paisagem é a Serra do Félix, modelada sobre rochas quartzíticas de mergulho geralmente forte.

Os glaciais pré-litorâneos são formados pelos sedimentos pertencentes ao Grupo Barreiras, que formam relevos tabulares, dissecados por vales alongados e de fundo chato, com cotas altimétricas baixas e suave inclinação em direção ao mar, sendo conhecidos como tabuleiros pré-litorâneos. Ao sul da faixa principal dos tabuleiros pré-litorâneos constata-se a presença de testemunhos isolados, recortados pela erosão fluvial que determinou seu retrabalhamento. Tais coberturas aplainadas correspondem aos sedimentos da Formação Faceira e das Coberturas Colúvio-eluviais. Morfologicamente, as coberturas sobressaem-se no relevo como tabuleiros aplainados com suaves ondulações, muitas vezes rebaixadas ao nível da superfície cristalina.

No território da área ora em estudo, destacam-se as planícies fluviais dos rios Jaguaribe, Banabuiú, Pirangi e Choró, como as mais significativas. No Vale do Jaguaribe, no trecho compreendido entre Tabuleiro do Norte e Quixeré, próximo da confluência com o rio Banabuiú, a área ocupada pela planície fluvial atinge 10 km de largura, entretanto, esta faixa apresenta-se relativamente estreita nas proximidades do barramento do açude Castanhão. No rio Banabuiú, as faixas aluvionares se mantêm com uma largura média de 2 km aproximadamente até alcançarem o rio Jaguaribe, enquanto que nos rios menores estas faixas são pouco significativas.

Transversalmente, a partir do talvegue, é observado nas planícies fluviais da região uma seqüência bem definida de feições incluindo a área de vazante, várzea baixa e várzea alta. A vazante é caracterizada pelo talvegue e pelo leito dos rios, apresentando como traço marcante os espessos bancos de areia, denotando o elevado grau de assoreamento das calhas dos rios Jaguaribe e Banabuiú. As várzeas baixas são áreas típicas da planície e são geralmente inundadas nas épocas de maior pluviosidade e, conseqüentemente, maior volume de água nos rios. Eventualmente, observa-se pequenos compartimentos mais elevados que ficam abrigados das inundações, constituindo as várzeas altas. O limite das planícies fluviais com os interflúvios apresenta rampas de baixo declive, correspondendo ao níveis de terraços aluvionares.

3.2.3. Solos

3.2.3.1. Descrição dos Solos

A faixa de domínio do sistema adutor no seu trecho inicial (Trecho 1 - Castanhão/Curral Velho) desenvolve-se predominantemente sobre solos do tipo Litólicos Eutróficos, que caracterizam-se por serem pouco espessos e pedregosos, estando associados ao domínio do embasamento

crystalino. Ocorrem, geralmente, em associação com Planossolos Solódicos e Solonetz Solodizados, sendo comum a ocorrência de afloramentos rochosos. Nos tabuleiros da Formação Faceira interceptados pelo sistema adutor e que terão suas áreas destinadas a exploração hidroagrícola (Chapada Jaguaribara/Castanhão e Zona de Transição Sul de Morada Nova), observa-se a ocorrência dos solos Podzólicos Vermelho Amarelo Álicos em associação com Areias Quartzosas na primeira chapada e Podzólicos Vermelho Amarelo associados com Podzólicos Vermelho Escuro latossólicos na segunda. Intercepta, ainda, as áreas dos perímetros irrigados Morada Nova, (3.611 ha), onde ocorrem solos Aluviais e Vertissolos nas várzeas do rio Banabuiú, e Xique-xique (560 ha), este último posicionado sobre a Chapada Jaguaribara/Castanhão, nas imediações da cidade de Nova Jaguaribara. As Aluviões aparecem com maior expressão ao longo dos rios Jaguaribe e Banabuiú. Ocorrem normalmente em associação com Solonetz Solodizados, Planossolos Solódicos e Vertissolos.

O Trecho 2 (Curral Velho/Serra do Félix) intercepta a área irrigável do Tabuleiro de Morada Nova composta por solos Podzólicos Vermelho Amarelo eutróficos associados a Areias Quartzosas. O restante do traçado deste trecho se desenvolve predominantemente sobre solos salinos (Planossolos e Solonetz) associados a região de alto curso do rio Palhano.

Após cruzar a Serra do Félix, onde ocorre solos Litólicos, observa-se na região da Bacia do Pirangi (Trecho 3 e parte do Trecho 4) a ocorrência de solos Podzólicos Vermelho Amarelo eutróficos rasos, de textura arenosa/argilosa cascalhenta, normalmente associados à Litólicos. Ao longo da rede de drenagem interceptada constata-se a presença de Solonetz e Planossolos, sendo as Aluviões do rio Pirangi, no trecho em leito natural (Trecho 5), pouco representativas.

No final do Trecho 4, ao sul do açude Pacajus, o sistema adutor intercepta nos tabuleiros do Grupo Barreiras, solos do tipo Areias Quartzosas, que integram a mancha irrigável de Ocara. Nas várzeas do rio Choró observa-se a presença de solos Aluviais associados a Solonetz. O Trecho 7, por sua vez, se desenvolve predominantemente sobre Solonetz, ocorrendo nas imediações de Horizonte solos do tipo Areias Quartzosas distróficas.

Os Podzólicos Vermelho Amarelo ocorrem associados aos tabuleiros da Formação Faceira que margeiam o rio Jaguaribe e seu principal tributário, o rio Banabuiú. São solos profundos, geralmente bem drenados, ácidos a moderadamente ácidos, porosos a muito porosos, e de textura arenosa/média. é 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 Podzólicos Vermelho Amarelo Álicos ocorrem na região da Chapada Jaguaribara/Castanhão, compreende solos, em geral, fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural. São normalmente profundos a muito profundos, com textura arenosa no horizonte A e média no horizonte B. Apresentam estrutura fraca, sendo porosos a muito porosos e bem acentuadamente drenados. São favorecidos pelo relevo plano a suave ondulado que proporciona totais condições ao uso de máquinas agrícolas.

Os Podzólicos Vermelho Amarelo Eutróficos ocupam terrenos associados a Formação Faceira no Tabuleiro de Morada Nova e ao embasamento cristalino na Bacia do Pirangi. São bem desenvolvidos, as vezes 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 ou com plinthite apresentando drenagem moderada ou imperfeita. Dentro dessa unidade ocorrem as variações cascalhento ou com cascalho, abrupático e plíntico. O relevo plano a suave ondulado, que ocorre nos solos potencialmente irrigáveis, favorece o uso intensivo de máquinas agrícolas, porém cuidados devem ser adotados, particularmente nos solos com textura superficial leve, para evitar a ocorrência de erosão.

Os Podzólicos Vermelho Escuro Latossólicos ocorrem nos tabuleiros da Formação Faceira da Zona de Transição Sul de Morada Nova. Apresentam caráter transicional para os Latossolos, sendo solos de textura arenosa/média, bem acentuadamente drenados, ácidos a fortemente ácidos, em geral, profundos, de fertilidade natural média. A coloração varia de vermelho ao bruno forte, sendo muito lixiviados. Requerem adubações complementares e adoção de métodos de conservação dos solos.

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 Aluviais e Litólicos Eutróficos. Atualmente a exploração destes solos centra-se no extrativismo da carnaúba, além da pecuária extensiva suplementada com pastagens naturais. São aproveitados, também, em pequena escala, com culturas de subsistência. Do ponto de vista do potencial para exploração com agricultura irrigada, são solos de muito baixo ou nenhum potencial.

Os Vertissolos compreendem solos argilosos a muito argilosos, com alto conteúdo de argila 2:1 (grupo da montmorilonita), que provoca expansões e contrações da massa do solo, aparecimento de “slikensides” nos horizontes subsuperficiais e fendilhamento dos solos na época seca, podendo ou não apresentar microrelevo. Durante a época chuvosa tornam-se encharcados, muito plásticos e muito pegajosos, em decorrência da drenagem imperfeita, com lenta a muito lenta permeabilidade, sendo portanto solos bastante susceptíveis à erosão, apesar de normalmente apresentarem relevo plano a suave ondulado. Ocorrem em associação com os solos Aluviais. São solos de elevado potencial agrícola, apresentando, entretanto, no que diz respeito à irrigação, problemas relacionados com as suas condições físicas, presença de pedregosidade superficial e não raramente na massa do solo, riscos de halomorfização e de erosão.

Os Solonetz Solodizados são solos rasos a pouco profundos, imperfeitamente a mal drenados, bastante susceptíveis à erosão e com alto teor de sódio nos horizontes subsuperficiais. Ocorrem normalmente associados a solos Litólicos e Aluviais, nas áreas de relevo plano que margeiam os eixos de drenagem. A exemplo do que ocorre com os Planossolos Solódicos apresentam, também, problemas de estrutura colunar ou prismática no horizonte B, soma de bases trocáveis elevadas, baixa profundidade efetiva e 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 Solos Aluviais 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 dos rios Jaguaribe, Banabuiú e Choró. São solos de grande potencialidade para a agricultura, não sofrendo maiores restrições ao seu uso, devendo serem cultivados intensivamente. Há limitações ao uso de maquinário agrícola, principalmente nos solos argilosos imperfeitamente drenados. Além disso, as áreas destes solos estão sujeitas aos riscos de inundações periódicas.

A irrigação e a drenagem devem ser conduzidas rigorosamente de maneira racional, a fim de evitar os riscos de salinização dos solos, haja vista que os teores de sódio em algumas áreas são significativos.

Nas áreas de ocorrência destes solos, nota-se um aproveitamento agrícola intensivo, estando às várzeas dos rios Jaguaribe e Choró exploradas pela iniciativa privada através da irrigação difusa, enquanto que nas várzeas do Banabuiú observa-se a presença do Perímetro Irrigado de Morada Nova, além da irrigação difusa. As culturas encontradas são capineiras, algodão, milho, feijão, arroz e fruticultura diversificada. A fertilidade normalmente alta, associada ao relevo plano, sem problemas de erosão, propiciam a estes solos condições que permitem uma exploração agrícola intensiva com irrigação, apresentando perspectivas de boa produtividade e rentabilidade. Ressalta-se, no entanto que a área do Perímetro Irrigado de Morada Nova apresenta problemas de salinização.

Os Litólicos Eutróficos são solos rasos a muito rasos, cujo horizonte A apresenta-se fraco a moderado com textura arenosa e média, normalmente com fase pedregosa e rochosa. Possuem drenagem moderada a acentuada, sendo bastante susceptíveis à erosão, face a sua reduzida espessura. São de difícil mecanização, em face da pequena profundidade dos solos e da pedregosidade/rochosidade superficial, não se prestando ao uso agrícola.

As Areias Quartzosas ocorrem associadas aos Podzólicos Vermelho Amarelo, sob os tabuleiros da Formação Faceira nas áreas da Chapada Jaguaribara/Castanhão, da mancha irrigável do Tabuleiro de Morada Nova e sob os tabuleiros do Grupo Barreiras na mancha de Ocara, onde ocorre de forma isolada. São solos profundos a muito profundos, excessivamente drenados, de fertilidade natural muito baixa, ácidos a muito ácidos, apresentando porém relevo propício à mecanização. Apesar das fortes limitações físicas, estes solos podem ser irrigados apresentando boas produtividades, quando corrigidas suas deficiências. Prestam-se principalmente para culturas irrigadas de cajueiro, coqueiro, melão, melancia e mandioca, utilizando-se irrigação localizada ou microaspersão .

Em suma, pode-se afirmar que cerca de 60,0% dos solos englobados pela faixa de domínio do sistema adutor apresentam restrições ao uso agrícola, devendo serem destinados à pecuária extensiva e/ou a piscicultura intensiva, que consiste no criatório de peixes em viveiros ao longo dos eixos de drenagem perenizados e canais. Já os 40,0% restantes, podem ser explorados com fruticultura, requerendo o uso de práticas moderadas de conservação dos solos, correção da acidez e adoção do uso de fertilizantes.

3.2.3.2. Uso Atual dos Solos

A caracterização do uso atual dos solos na região interceptada pelo traçado do Sistema Adutor Castanhão/RMF teve como base imagens de satélite LANDSAT, na escala 1:100.000,

complementadas com checagem de campo. Inicialmente será apresentado uma descrição do uso do solo abrangendo as áreas das bacias hidrográficas que integram a área do estudo como um todo (sub-bacias do Médio Jaguaribe, Banabuiú e Baixo Jaguaribe, na região Jaguaribana e as Bacias Metropolitanas, com destaque para as bacias do Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó). Posteriormente será apresentada uma descrição sucinta dos usos do solo desenvolvidos ao longo da faixa de domínio do sistema adutor.

A região das Sub-bacias do Médio Jaguaribe e do Banabuiú 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, caprinos e ovinos. 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 dessas sub-bacias.

No Médio Jaguaribe a situação das matas ciliares dos rios e riachos encontra-se comprometida. Nesse trecho do rio Jaguaribe é notório o grande avanço do desmatamento das matas de várzeas devido às atividades agrícolas. O trecho com mata ciliar em melhor estado de preservação nesta sub-bacia, situa-se entre a cidade de Jaguaribe e o açude Lagoa Barra do Junqueira, trecho este que será inundado quando da formação do lago do açude Castanhão, ora em construção. O estado mais crítico de desmatamento da mata ciliar é observado ao longo do rio Figueiredo, onde um alto grau de devastação é constatado no trecho a jusante de Alto Santo até a confluência com o rio Jaguaribe, onde predominam áreas irrigadas e antropizadas.

A preservação das matas ciliares do rio Banabuiú é observada em cerca de 50,0% da extensão do rio, sendo mais representativa nos trechos próximos à nascente, a jusante da cidade de Mombaça e a jusante do açude Arrojado Lisboa até o açude Lagoa do Bonsucesso. Em contrapartida no trecho que se estende do açude Lagoa do Bonsucesso até a confluência com o rio Jaguaribe as matas ciliares deste rio apresentam-se praticamente erradicadas, predominando áreas agrícolas irrigadas.

A irrigação no Médio Jaguaribe encontra-se representada pelos perímetros públicos em operação e pelas áreas com irrigação difusa distribuídas 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 nesse rio que tem início na cidade de Alto Santo, prolongando-se a partir deste ponto até a região do Baixo Jaguaribe. A

irrigação pública está representada nesta sub-bacia pelos seguintes perímetros: Xique-Xique (560,0 ha), que será beneficiado com reforço no seu suprimento hídrico pelo sistema adutor ora em análise, tendo sua área de expansão interceptada pelo traçado do canal; Ema (42,0 ha), localizado no município de Iracema; Niterói (30,0 ha), localizado no município de Solonópole; e Riacho do Sangue (278,8 ha), que ocupa terras dos municípios de Jaguaritama e Banabuiú.

Na Sub-bacia do Banabuiú a irrigação pública é representada por quatro perímetros, perfazendo 56,1% da área irrigada nos perímetros públicos da região jaguaribana. A irrigação difusa pode ser constatada nos trechos do rio Banabuiú situados à jusante do açude Arrojado Lisboa até a confluência com o rio Sitiá e outro localizado entre o distrito de Juazeiro de Baixo até as proximidades da cidade de Morada Nova. Os perímetros públicos de irrigação em operação nesta sub-bacia são Morada Nova (3.611,0 ha); Senador Pompeu (164,0 ha): localizado no município de homônimo; Banabuiú (94,0 ha) localizado no município de Banabuiú; e Patu (68,0 ha), localizado no município de Senador Pompeu.

No Baixo Jaguaribe, as áreas aluviais apresentam maior expressão geográfica, 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. Quanto à irrigação privada, esta encontra-se evidenciada ao longo do rio Jaguaribe, num trecho que se estende da localidade de Barra do Figueiredo até depois de Quixeré. Os perímetros de irrigação em operação na região desta sub-bacia são: Jaguaribe/Apodí (5.393,0 ha), localizado no município de Limoeiro de Norte; Jaguaruana (201,5 ha), localizado no município de Jaguaruana; Quixeré (199,0 ha) localizado no município de Quixeré; e Santo Antônio de Russas (189,0 ha), que ocupa terras do município de Russas.

Merece ressalva a presença de grandes empresas internacionais ligadas à fruticultura e à produção de uvas e vinhas, realizando plantios experimentais de banana, melão, abacaxi e uvas, em pequenas áreas do Perímetro Jaguaribe/Apodí, visando à produção para o mercado externo. Estão engajadas nesta atividade a empresa norte-americana Del Monte, da Flórida (EUA) e a francesa Lucien Bernard, de Bordeaux.

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 à cultivos agrícolas irrigados e de sequeiro, além de outras atividades antrópicas. No rio Palhano, uma mata ciliar contínua e densa encontra-se preservada no trecho compreendido entre o açude Santo Antônio de Russas e a localidade de Pedras.

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.

O georeferenciamento elaborado pela ENGESOFT no âmbito do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe através de imagens de satélite Landsat na escala 1:100.000, revela para a Bacia do Jaguaribe diversos segmentos de uso. Com relação às áreas que já sofreram a intervenção do homem para a prática da agricultura, pecuária e outros usos, constata-se para as sub-bacias do Jaguaribe os seguintes percentuais: 27,6% da área total da Sub-bacia do Baixo Jaguaribe já sofreu processo de antropização, 27,4% do Médio Jaguaribe e 19,4% da Sub-bacia do Banabuiú. As áreas preservadas, correspondentes à vegetação nativa, ocupam 75,6% da área da Sub-bacia do Banabuiú, 65,6% da área do Médio Jaguaribe e 43,1% da área do Baixo Jaguaribe, que responde pelo menor percentual de área preservada.

Englobando a maior parte do território das Bacias Metropolitanas, os terrenos assentes sobre o embasamento cristalino apresentam-se cobertos, predominantemente, por uma vegetação de caatinga arbustiva densa, sendo bastante comum a presença de campos de macegas e capoeiras, em substituição à vegetação de maior porte erradicada. As atividades agrícolas, bastante reduzidas e localizadas, apresentam um predomínio de cultivos de subsistência (milho, feijão e mandioca) e capineiras, em função da baixa disponibilidade de água, fruto da irregularidade das chuvas, aliado à baixa vocação para recursos hídricos subterrâneos.

A prática da agricultura de vazantes, ao longo dos cursos e mananciais d'água é bastante difundida na região, com estes apresentando suas matas ciliares em grande parte degradadas ou substituídas por cultivos agrícolas.

A irrigação é pouco difundida, estando associada, em geral, a trechos de rios perenizados ou a áreas de entorno de reservatórios, tendo como principal obstáculo ao seu desenvolvimento a escassez de recursos hídricos durante o período seco. A irrigação pública encontra-se associada a apenas dois perímetros irrigados: Choró Limão, localizado no município de Choró, que apresenta uma área de 35,9 ha irrigados e Califórnia, em Quixadá, com área de 69,0 ha.

A pecuária apresenta-se como a atividade predominante desta região, sendo praticada de forma extensiva, em meio à vegetação de caatinga, com a alimentação do gado sendo suplementada com o plantio de capineiras. A abertura de pastos pela atividade pecuária, aliada ao extrativismo da lenha, principalmente nos municípios de Maranguape, Beberibe e Guaiúba, e do carvão vegetal, mais intenso nos municípios de Pacatuba, Guaiúba, Caucaia e Maranguape, também, contribuem para o crescente desmatamento da caatinga.

Nos tabuleiros arenosos do Grupo Barreiras, que ocorrem na zona pré-litorânea, o conjunto vegetacional apresenta-se diversificado, principalmente quando analisado do ponto de vista fitofisionômico. Ocupando a maior extensão deste ecossistema observa-se a vegetação de tabuleiros propriamente dita, ora constituída de arbustos pouco adensados, ora formada de agrupamentos arbustivos mais fechados, entremeados de espécies arbóreas, apresentando feições de mata baixa. Na região ao longo da CE-040, no trecho Fagundes-Cascavel, a vegetação apresenta um padrão similar ao cerrado, contando inclusive com espécimes peculiares a este tipo de vegetação. Nas áreas mais interiores, já próximo ao sertão, observa-se a ocorrência da caatinga, a qual se faz presente, também, nas áreas onde a vegetação de tabuleiro sofreu sucessivos desmatamentos, em substituição à mata original.

O antropismo apresenta-se intenso na região dos tabuleiros, sendo observado extensas áreas ocupadas com cajueirais, com destaque para as regiões de Chorozinho e Pacajus. Apresentando menor representatividade aparecem plantios de capineiras, coqueirais, cana-de-açúcar e pequenos cultivos de subsistência (milho, feijão e mandioca).

Ao longo do Canal do Trabalhador, na região de Beberibe, observa-se o cultivo de caju em regime de sequeiro e irrigado, explorado pelas empresas CICAJU e FAISA. Além disso, constata-se a captação d'água no canal para a irrigação de melão, capineiras, sorgo, pequenos cultivos de milho, feijão e mandioca, bem como de outras culturas perenes. Verificou-se,

também, que a população periférica ao canal capta água deste para alimentação artificial dos sistemas lacustre marginais, com riscos de desencadeamento de processo erosivos no ponto de entrada da água nos sistemas, e de salinização dos solos pela elevação do lençol freático.

São identificadas, ainda, ao longo do percurso do canal, áreas que apresentam propensão à instabilidade dos taludes de corte e desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento da secção hidráulica do canal e do sistema de drenagem, causados pela sedimentação do material desagregado. Esses processos geralmente se manifestam em função de fatores como tipologia das rochas, topografia, nível de degradação da cobertura vegetal periférica, clima (ação eólica ou pluvial) e a intervenção antrópica.

A proliferação de vegetação invasora nos taludes internos do canal é bastante comum, tendo sido constatado, também, a presença de vegetação aquática, que inclui plantas emergentes, plantas flutuantes, plantas submersas e algas, tanto na barragem vertedoura de Itaiçaba como no próprio canal adutor. Embora este trecho se situe fora do território das Bacias Metropolitanas, a presença das plantas pode interferir na operação do canal, dado a possibilidade de redução do fluxo d'água e de obstrução de sifões e outras infra-estruturas. Além disso, caso essas plantas sejam tóxicas podem vir a influir na qualidade da água aduzida.

Nas regiões de médio/baixo curso das bacias do Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó/Coaçu são observados nas várzeas dos eixos principais, extensos carnaubais explorados economicamente pela população local. Essas áreas, por sofrerem constantes alagamentos durante o período chuvoso, apresentam restrições para a agricultura, aliado ainda, ao fato de comportarem solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais. Apesar dessas restrições, verifica-se a exploração de pequenos cultivos de subsistência.

A faixa de domínio do Sistema adutor Global Castanhão/RMF foi dividida em sete trechos distintos para fins de análise dos usos do solo aí desenvolvidos, obtendo-se as seguintes caracterizações:

a.1) Trecho 1

Tem início na ombreira esquerda da barragem Castanhão, na sub-bacia do Médio Jaguaribe, finalizando no açude Curral Velho, na sub-bacia do Banabuiú. No início do seu percurso intercepta diversas infra-estruturas como a rodovia estadual CE-269, construída para dar acesso à cidade de Nova Jaguaribara, e a rodovia de contorno do referido núcleo urbano. Ainda nas imediações da cidade de Nova Jaguaribara será interceptada a área de expansão do Perímetro Irrigado Xique-Xique.

No tabuleiro sedimentar predomina a caatinga arbórea degradada em área esparsas para dar lugar a cultivos agrícolas. Nos locais onde a exploração agrícola foi interrompida face à exaustão dos solos, observa-se a presença de capoeiras de caatinga de porte arbustivo. No início do trecho, observa-se um maior grau de degradação imposto pelas obras do açude Castanhão e da cidade de Nova Jaguaribara. Entre a encosta do tabuleiro do Castanhão e o riacho do Livramento, curso d'água interceptado pela obra, predomina a vegetação de caatinga arbustiva, mais degradada pela ação antrópica nas proximidades do riacho, onde se constata também a presença de carnaubais.

Após transpor o riacho do Livramento o trecho passa a se desenvolver integralmente sobre o embasamento cristalino, onde predomina a caatinga arbustiva relativamente preservada, observando-se ao longo do percurso manchas esparsas com agricultura de subsistência. A obra intercepta ainda dois afluentes do riacho do Livramento, além dos riachos Santa Rosa, Seco e Formoso. Em termos de infra-estrutura são interceptadas nessa altura do caminhamento, diversas estradas vicinais que permitem o acesso à propriedades rurais e povoados, além da rodovia estadual CE-266, implantada em leito natural, que permite o acesso à cidade de Banabuiú e à BR-116.

Após transpor o riacho Santa Rosa, nas imediações da Fazenda Belém, a obra intercepta um afluente do riacho Livramento, o córrego do Corcunda, se desenvolvendo por cerca de 5,0 km em terreno sedimentar, cuja vegetação arbórea encontra-se bastante degradada, estando substituída por capoeiras de caatinga e cultivos agrícolas variados. Esta área encontra-se prevista para aproveitamento hidroagrícola com água oriunda do empreendimento ora em análise, correspondendo à denominada Zona de Transição Sul de Morada Nova.

Na altura da lagoa da Felipa o sistema adutor passa a se desenvolver paralelo à estrada que interliga o povoado de Uiraponga a Morada Nova, interceptando esta próximo ao Perímetro Irrigado de Morada Nova. O perímetro também é interceptado pela obra no Setor K, localizado na margem direita do rio Banabuiú, margeando a área de oito lotes agrícolas e da estação experimental, atingindo parcialmente a infra-estrutura de uso parcelar dos referidos lotes e o dique de proteção do perímetro. Cruza o rio Banabuiú em tubulações posicionadas a jusante da ponte da CE-371, tendo considerado no distanciamento desta infra-estrutura a possível duplicação desta num futuro próximo.

Na margem esquerda do Banabuiú, atinge a estrutura do canal principal, o dique de proteção e uma área morta do perímetro irrigado. O local destinado à construção da ETE do Projeto de Esgotamento Sanitário da cidade de Morada Nova (incluso na área do perímetro homônimo)

não será afetado. Nas proximidades do açude Curral Velho, o sistema adutor interceptará ainda a rodovia CE-265, que liga Morada Nova a Limoeiro do Norte via BR-116. Em termos de cobertura vegetal observa-se, nas áreas irrigadas, o predomínio do estrato gramíneo-herbáceo intercalado com espécies de porte arbustivo. A mata ciliar do rio Banabuiú apresenta-se praticamente erradicada, restando apenas remanescentes arbóreos esparsos.

a.2) Trecho 2

Tem seu início no açude Curral Velho, na sub-bacia do Banabuiú, e termina na serra do Félix, divisor de águas das bacias do Jaguaribe e Pirangi. Na área sedimentar correspondente às chapadas de Ibicuitinga e do Tabuleiro de Morada Nova a vegetação arbórea apresenta-se bastante degradada, estando substituída por capoeiras de caatinga e cultivos agrícolas variados.

Na área onde o percurso intercepta o alto curso do rio Palhano, observa-se o predomínio da caatinga de porte arbóreo, em meio a áreas com vegetação arbustiva e áreas antropizadas, estas últimas apresentando-se mais significativas ao longo do rio Palhano, que tem nesse trecho alto grau de degradação de sua mata ciliar.

Ao longo de todo o trecho são interceptadas estradas vicinais que servem de acesso a localidades e propriedades rurais. Na altura do divisor de águas, constituído pela serra do Félix, o sistema adutor transpõe áreas de caatinga arbustiva relativamente preservada, constatando-se manchas adensadas de vegetação de porte arbóreo associada a essa elevação.

a.3) Trecho 3

Inicia-se na serra do Félix e finaliza no rio Pirangi. O início do trecho mantém a vegetação de porte arbóreo associada à serra do Félix, com adensamentos menos expressivos, passando a predominar a vegetação de caatinga arbustiva bastante degradada por desmatamentos impostos pela ação antrópica.

À medida que o caminhar do sistema se aproxima do rio Pirangi, constata-se a predominância de áreas destinadas a cultivos agrícolas de sequeiro. Ao longo do percurso são interceptadas estradas vicinais como as que ligam as localidades de São Pedro a Patos e Lagoa Grande a Aruaru. Também será interceptada nesse trecho, a rodovia estadual CE-138 que liga a cidade de Morada Nova à BR-116, na altura de Cristais. Logo após esta intersecção, o sistema adutor atinge o rio Pirangi.

a.4) Trecho 4

Este trecho tem início no rio Pirangi e segue até o açude Pacajus. A mata ciliar do rio Pirangi no trecho interceptado pelo sistema adutor encontra-se praticamente erradicada face os desmatamentos provocados por atividades agrícolas e antrópicas.

Desse ponto até interceptar o riacho Juazeiro e um afluente do riacho Baixa do Feijão, observa-se a predominância da vegetação de caatinga arbustiva densa relativamente preservada, intercalada por áreas com cultivos agrícolas. Na altura desse trecho, depois de transpor o riacho Juazeiro, o sistema adutor intercepta a rodovia federal BR-116.

Nas proximidades do riacho Baixa do Feijão, outro curso d'água interceptado, o canal passa a se desenvolver em meio à vegetação de porte arbóreo associada aos tabuleiros do Grupo Barreiras ao sul do açude Pacajus, onde ocorrem manchas adensadas relativamente preservadas.

O trecho em canal a ser construído para efetuar o "by pass" do açude Pacajus, intercepta inicialmente a mata ciliar de carnaúbas associada ao rio Choro, a qual apresenta-se praticamente erradicada, desenvolvendo-se na maior parte do seu traçado em áreas com vegetação de porte arbustivo, ocorrendo ainda, áreas antropizadas ou com vegetação arbórea, estas últimas geralmente margeando o açude Pacajus.

a.5) Trecho 5

Compreende o leito natural do rio Pirangi até o Canal do Trabalhador. Nesse trecho, as várzeas do rio Pirangi apresentam suas matas ciliares relativamente degradadas, substituídas em diversos pontos por cultivos agrícolas de sequeiro e campos de macega. As atividades agrícolas são mais intensas no trecho a jusante da confluência do riacho Baixa do Feijão com o Pirangi, até o Canal do Trabalhador.

a.6) Trecho 6

Nesse trecho o sistema adutor passa a coincidir com o Canal do Trabalhador até o açude Pacajus. Nas áreas periféricas a este trecho, a vegetação de tabuleiros apresenta um padrão fitofisionômico variado, ora apresentando-se constituída por arbustos pouco adensados, ora formando agrupamentos arbustivos mais fechados, entremeados por espécies arbóreas, apresentando feição de mata baixa. Observa-se ainda, ao longo do Canal do Trabalhador, o

cultivo de caju de sequeiro e irrigado, bem como a irrigação de melão, sorgo, capineiras e cultivos de subsistência com água captada no mesmo.

a.7) Trecho 7

Tem início no açude Pacajus e término no açude Pacoti. Na intersecção do sistema adutor com o rio Choró, imediatamente à jusante do barramento do açude Pacajus, nota-se a presença de resquícios de mata ciliar de carnaúba, praticamente erradicada. Margeando o açude Pacajus, ocorrem áreas antropizadas, intercaladas com vegetação arbórea. No trecho final do açude Pacajus, já adentrando na malha urbana da cidade de Pacajus, o sistema adutor intercepta a BR-116, se desenvolvendo paralelo ao canal Pacajus/Pacoti. Após transpor o Canal Pacajus/Pacoti, o nível de degradação se acentua mais, observando-se o predomínio de cultivos agrícolas de sequeiro e uma intensa ocupação antrópica.

A vegetação de tabuleiro encontra-se praticamente degradada, substituída pela capoeira de caatinga arbustiva intercalada por campos de macega. Já no caminhamento final do trecho, margeando o açude Pacoti, a vegetação arbórea apresenta relativo grau de preservação.

3.2.4. Clima

O clima predominante no território interceptado pelo traçado do Sistema Adutor Castanhão/RMF é quente e estável, de elevadas temperaturas e reduzidas amplitudes térmicas, com acentuada taxa de insolação, forte poder evaporante e regime pluviométrico marcadamente irregular, onde observa-se a má distribuição das chuvas no tempo e em área.

Para caracterização do clima da área em estudo, englobando o território das Bacias Metropolitanas e do Jaguaribe, optou-se pela adoção dos dados provenientes das estações hidroclimatológicas de Fortaleza, representativa da região litorânea onde predomina o clima do tipo Aw' e de Morada Nova, representativa das áreas mais interioranas, de ocorrência predominante na Bacia do Jaguaribe e no alto/médio curso das bacias dos rios Choró e Pirangi, onde o clima dominante é o BSw'h'.

O regime pluviométrico da região é caracterizado pela heterogeneidade temporal, verificando-se uma concentração da precipitação no primeiro semestre do ano, e uma variação em anos alternados de seus totais. Geralmente, a estação chuvosa tem início no mês de janeiro e se prolonga até junho. O trimestre mais chuvoso é o de fevereiro/abril ou o de março/maio, respondendo por 47,0 a 60,0% da precipitação anual. No semestre janeiro/junho este índice oscila entre 74,0 e 90,0%.

Quanto à distribuição em áreas das chuvas, a proximidade do litoral exerce apreciável influência sobre os totais anuais, através de sua característica de exposição aos ventos. Tal fator conduz à variação entre as alturas médias de precipitação no território da área do estudo, de mais de 700 mm, no interior, até patamares superiores a 1.500 mm no litoral.

A temperatura média anual oscila de 25,7° C a 27,3° C na região litorânea, podendo alcançar o patamar de 28,4° C nas zonas mais interioranas. Devido à proximidade da linha do Equador, a oscilação térmica anual não ultrapassa a 2o C. A média das temperaturas máximas cai de 33,8° C na região do Sertão para 29,9o C na zona litorânea. A média das mínimas atinge 23,5o C na zona litorânea, caindo para 21,9o C no interior.

A umidade relativa do ar, apresenta seus maiores valores no trimestre mais úmido, quando ultrapassa 75,0%, podendo alcançar valores próximos a 80,0% nas áreas litorâneas. Já no período de estiagem, as taxas decrescem, atingindo valores em torno de 75,0% nas áreas litorâneas e na faixa de 55,0% nas regiões interioranas mais áridas. Em termos médios, a umidade relativa do ar nas regiões mais secas é da ordem de 67,0% e nas áreas litorâneas atinge cerca de 8,0%.

Na região litorânea, a insolação média anual gira em torno de 2.694 horas, o que corresponderia em tese a, aproximadamente, 62,0% dos dias do ano, com luz solar direta. Já a insolação média no sertão atinge 2.982 horas, ou seja, o correspondente a 68,0% dos dias do anos com incidência direta da luz solar. Nos meses mais chuvosos, tanto na região do sertão, como nas áreas litorâneas, os valores caem para uma faixa em torno de 6,0 horas/dia, enquanto que no auge do período de estiagem podem se elevar até 8,0 horas/dia.

A nebulosidade, definida como as décimas partes encobertas do céu, apresenta valores máximos nos meses mais chuvosos, geralmente superiores a 6,0 décimos no Sertão, chegando a atingir 7,0 décimos na região litorânea. No período de estiagem, os valores oscilam, no litoral, entre 4,0 e 5,0 décimos, enquanto na região do sertão estes valores oscilam entre 3,0 e 4,5 décimos.

Os ventos apresentam maior representatividade nas áreas litorâneas, tendo como direção predominante leste e na segunda predominância os ventos de sudeste. As maiores velocidades ocorrem no período de estiagem, quando os valores médios situam-se entre 3,1 e 4,5 m/s, enquanto que no primeiro semestre do ano, as velocidades reduzem-se bastante, atingindo no mês de abril 2,3 m/s.

Na região do sertão, os ventos de nordeste se destacam na primeira predominância, enquanto que os ventos leste mostram-se relevantes na segunda predominância. As velocidades médias no período chuvoso, oscilam entre 3,1 e 2,2 m/s, enquanto que no período de estiagem há ocorrência freqüente de valores acima de 4,0 m/s, mais especificamente no trimestre outubro/dezembro. Vale ressaltar a ocorrência de uma circulação mar-terra de intensidade forte a moderada, conhecida na região por "Aracati", que percorre o vale do Jaguaribe a partir das primeiras horas da noite.

A evaporação média anual apresenta os menores valores nas áreas litorâneas, atingindo 1.469,2 mm, chegando a atingir o maior valor no sertão, 2.235,3 mm.

O balanço hídrico sazonal, segundo o método de Thornthwaite & Mather, revela que para as áreas litorâneas a deficiência hídrica tem início no mês de julho prolongando-se até janeiro, com índices situados entre 600 e 750 mm anuais. No trimestre úmido, observam-se excedentes hídricos, geralmente inferiores a 100 mm, apresentando o litoral de Fortaleza índices próximos a 400 mm. Na zona do sertão semi-árido as altas taxas de evaporação potencial explicam a inexistência de excedentes hídricos, bem como os elevados déficits hídricos dessas áreas, com valores em torno de 850 mm.

3.2.5. Recursos Hídricos

3.2.5.1. Recursos Hídricos Superficiais

a) Hidrografia

O projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF, ora em análise, intercepta o território da Bacia do Jaguaribe, tendo a captação e as tubulações de recalque posicionadas na Sub-bacia do Médio Jaguaribe, imediatamente a jusante do açude Castanhão. O restante do traçado do Trecho 1 se desenvolve integralmente na Sub-bacia do Banabuiú, após cruzar o divisor representado pela denominada Chapada Jaguaribara/Castanhão e o Trecho 2 na Sub-bacia do Baixo Jaguaribe. Após cruzar o divisor de bacias da Serra do Félix, o sistema adutor intercepta o territórios das bacias dos rios Pirangi e Choró, integrando-se com o açude Pacoti, na bacia homônima. Dentre as áreas que serão beneficiadas com o desenvolvimento da irrigação intensiva com água derivada do empreendimento, apenas a mancha irrigável do Projeto Piloto RMF encontra-se posicionada fora do território das bacias supra-mencionadas, englobando áreas das bacias do Malcozinhado, Caponga Roseira, Caponga Funda, Catu e FLED- Faixas Litorâneas de Escoamento Difuso.

As demais áreas as serem contempladas com o desenvolvimento hidroagrícola, encontram-se concentrados na região Jaguaribana, mais especificamente nas sub-bacias do Médio Jaguaribe (Projeto Chapadão do Castanhão e Perímetro Irrigado Xique-xique), do Banabuiú (Zona de Transição Sul de Morada Nova e Projeto Piloto Ibicuitinga) e do Baixo Jaguaribe (Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas e a mancha irrigável do Tabuleiro de Morada Nova). Constitui exceção apenas a mancha irrigável de Ocara posicionada na Bacia do Pirangi.

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, 72.043 km², abrangendo, praticamente, a metade do território cearense (48,7%). Ao longo de seu curso o rio Jaguaribe percorre um total de 633 km, desde suas cabeceiras até desaguar no Oceano Atlântico, nas proximidades da cidade de Aracati. Apresenta seu território subdividido em cinco sub-bacias, Rio Salgado, Alto Jaguaribe, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe e Rio Banabuiú, das quais apenas as três últimas integram a área objeto do presente estudo.

O conjunto formado pelas Bacias Metropolitanas compreende um total de 14 bacias independentes, perfazendo 15.085 km² de extensão, desse total, 646 km² correspondem ao somatório de faixas FLED'S descontínuas. Apenas as bacias dos rios Pirangi, Choró, Pacoti, São Gonçalo e os sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu contam com uma maior importância hidrológica, sendo as demais bacias restritas à zona costeira, e praticamente sem expressão regional.

As Bacias Metropolitanas assumem elevada importância, no contexto estadual dado à elevada concentração de população no seu território, que abriga a Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Assim sendo, os volumes aí escoados compreendem o principal manancial hídrico de abastecimento da população, bem como de suprimento para as atividades econômicas, principalmente as indústrias, associadas à RMF. Destas bacias, apenas as dos rios Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó/Coaçu estão diretamente integradas ao traçado do sistema adutor, enquanto que as demais bacias serão influenciadas pela operação do empreendimento através do desenvolvimento hidroagrícola e do suprimento d'água para abastecimento dos núcleos urbanos aí posicionados. Efetua-se a seguir uma descrição sucinta das bacias interceptadas pelo traçado do sistema adutor proposto.

a.1) Sub-bacia do Médio Jaguaribe

O trecho do rio Jaguaribe pertencente à sub-bacia de médio curso drena uma área de 10.509 km², apresentando uma extensão aproximada de 171 km, medidos desde a inflexão do seu curso logo a jusante do Açude Orós até as imediações da cidade de Limoeiro do Norte. As declividades nesse trecho do rio variam de 0,02% a 0,83%, com uma média de 0,06%. 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 (2.100 hm³), situado na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, perfazendo um total de 280,0 km de trechos perenizados. O sistema adutor proposto intercepta o rio Jaguaribe imediatamente a jusante do açude Castanhão.

O nível de açudagem no Médio Jaguaribe é baixo, destacando-se atualmente, os açudes Ema (10,4 hm³), em Iracema; Joaquim Távora (23,6 hm³), em Jaguaribe e Riacho do Sangue (61,4 hm³), em Solonópole. Estima-se que o número total de açudes nesta sub-bacia atinja 1.300 unidades, com volume global de armazenamento de aproximadamente 567 hm³. Atualmente encontra-se em construção nesta sub-bacia, o açude Castanhão com capacidade para acumular 4.452 hm³, o qual constitui a fonte hídrica do sistema adutor ora em análise. Outro açude com implantação prevista é o Figueiredo, com barragem a ser construída no rio homônimo, e capacidade de acumulação da ordem de 500 hm³. Em termos de balaço 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 28,3 m³/s.

a.2) Sub-bacia do Banabuiú

A Sub-bacia do Banabuiú, principal afluente do rio Jaguaribe, se desenvolve no sentido oeste-leste, drenando uma área de 19.810 km², numa extensão de 314 km. A confluência com o rio principal se dá na cidade de Limoeiro do Norte. Em seu alto curso são comuns as corredeiras e a declividade do talvegue varia de 2,1% a 0,05%, com média de 0,09%. O Banabuiú possui uma intensa rede de drenagem, tendo como afluentes pela margem esquerda os rios Patu, Quixeramobim e Sitiá. Pela margem direita destaca-se o riacho Livramento.

Cerca de 45,0% da extensão total do rio Banabuiú, o correspondente a 140,0 km, é perenizada. A sub-bacia do Banabuiú apresenta o mais desenvolvido nível de açudagem do Estado, destacando-se os açudes Arrojado Lisboa (1.800 hm³), equipado com um sistema de

comportas que permite sua operação durante às cheias, Pedras Brancas (434 hm³), Cedro (126 hm³), Patu (71,8 hm³), Quixeramobim (54 hm³) e Poço do Barro (52 hm³), entre outros de menor volume. O total de açudes na sub-bacia é de aproximadamente, 1.414 reservatórios que acumulam cerca de 2.600 hm³. Ressalta-se que o açude Pedras Brancas além de abastecer a cidade de Quixadá, pouco agrega às vazões dos vales do Jaguaribe e Banabuiú, visto que seu rendimento é muito baixo. Em termos de balaço hídrico, a Sub-bacia do Banabuiú apresenta atualmente um superávit de 1,3 m³/s, entretanto, projeções realizadas para sub-bacia evidenciam, a partir do ano de 2005, um déficit hídrico de - 0,7 m³/s.

a.3) Sub-bacia do Baixo Jaguaribe

A Sub-bacia do Baixo Jaguaribe drena uma área de 8.893 km² compreendendo o trecho de rio que vai das imediações da cidade de Limoeiro do Norte até a sua foz. A declividade média do talvegue, que percorre um desnível de 40 m e se desenvolve por 137 km, é da ordem de 0,029%. Esse trecho apresenta um pronunciado alargamento da planície aluvial que cobre áreas entre a BR-116 e a encosta da Chapada do Apodi.

No Baixo Jaguaribe se destaca como afluente pela margem esquerda, além do rio Banabuiú que será tratado a seguir como sub-bacia, 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 (29,7 hm³), no município de Russas. O volume armazenado nesses reservatórios perfaz 170,5 hm³.

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. A água captada numa barragem de derivação próxima a cidade de Itaiçaba, na região do Baixo Jaguaribe, percorre até este ponto cerca de 270 e 190 km após ser liberada nos leitos dos rios Jaguaribe e Banabuiú, sendo a partir daí aduzida até o sistema de reservatórios que alimenta a RMF.

Ao longo deste trajeto, as pequenas vazões regularizadas são insuficientes para autodepurar as cargas orgânicas aportantes aos rios Jaguaribe e Banabuiú. Além disso, nos anos secos as vazões liberadas pelos dois açudes são insuficientes para atender à distribuição em marcha, compensar as perdas em trânsito, ao longo do vale, e, ainda, atender a RMF. Segundo medições efetuadas recentemente pela COGERH - Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, dos 30 m³ /s liberados pelos açudes Orós e Arrojado Lisboa, apenas 10,0% desta vazão, ou seja, 3 m³ /s chega a barragem de derivação de Itaiçaba, onde é feita a captação. Ao longo do traçado do Canal do Trabalhador, observa-se, ainda, a captação d'água para alimentação de pequenos mananciais hídricos, para fins de piscicultura e para o desenvolvimento da agricultura irrigada, chegando este último consumo a atingir cerca de 1,0 m³/s.

Construído para atender uma situação de emergência, o Canal do Trabalhador apresenta deficiências em suas estruturas, requerendo a implementação de equipamentos como comportas, obras de descarga e controle, além da solução dos problemas de assoreamento comuns em alguns trechos. A curto prazo, a importância estratégica que desempenha no reforço ao suprimento hídrico da RMF, fez com que o projeto de sua recuperação fosse contemplado no âmbito do Projeto Piloto do PROGERIRH - Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

a.4) Bacia do Pirangi

Drenando uma área de 4.374,1 km², a Bacia do Pirangi apresenta forma retangular longilínea com comprimento do talvegue de 117,5 km, índice de compacidade de 1,52, fator de forma de 0,14 e largura média variando de 35 km, no alto e médio curso, a 55 km no baixo curso. Apresenta relevo suave, com cerca de 80,0% do seu talvegue apresentando declividade da ordem de 0,05%, praticamente se anulando no seu trecho final, onde é comum a presença de inúmeras lagoas com níveis altimétricos muito semelhantes.

Com tributários distribuídos de forma homogênea em ambas as margens, não apresenta nenhuma afluência significativa. Todos os cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente, exceto próximo ao litoral, onde o rio Pirangi se torna perene, sofrendo inclusive a influência das marés, formando um estuário composto por 200 ha de manguezais.

O nível de açudagem da Bacia do Pirangi é pouco desenvolvido, sendo composto por pequenos e médios açudes, não contando com grandes reservatórios que permitam a perenização dos seus cursos d'água. O volume d'água armazenado em açudes interanuais é

da ordem de 13,4 milhões de m³. O programa de açudagem para o sistema de perenização proposto pelo Governo Estadual prevê a implantação de quatro açudes no território da Bacia do Pirangi, sendo um no município de Ibaretama (açude Macacos – 10,2 hm³), um em Morada Nova (açude Feijão - 17,7 hm³), um abrangendo terras dos municípios de Morada Nova e Ocara (açude Batente - 28,9 hm³, o qual já encontra-se construído) e outro no município de Beberibe (açude das Amarelas – 31,7 hm³).

a.5) Bacia do Choró

A Bacia do Choró apresenta uma forma retangular, onde o comprimento do talvegue (200 km) é praticamente igual ao da bacia, e a largura que chega, em alguns pontos a ultrapassar 45 km, tem um valor médio de 23 km. Tal geometria se reflete num índice de compacidade muito elevado (1,94) e reduzido fator de forma (0,12).

O próprio formato da bacia é indicador da pouca representatividade dos seus afluentes, que são pouco significantes pela margem direita, destacando-se pela margem esquerda apenas os riachos Cangati, Castro e Aracoiaba. Os cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente, passando o rio Choró próximo ao litoral a ser perene, sofrendo influência das marés, apresentando um pequeno estuário composto por 24 ha de manguezais. À jusante do açude Pompeu Sobrinho, observa-se um trecho de, aproximadamente, 6,0 km de rio perenizado.

O nível de açudagem da Bacia do Choró é relativamente desenvolvido, sendo responsável por parte do suprimento d'água da RMF, através do açude Pacajus (240,0 hm³). Além deste, aparecem com destaque os açudes Pompeu Sobrinho (143,0 hm³) e Castro (63,9 hm³), que também contribuem para a perenização dos cursos d'água da bacia. O volume d'água acumulado em açudes interanuais é da ordem de 8,1 milhões de m³.

O programa de açudagem para o sistema de perenização proposto para a bacia prevê a construção de quatro reservatórios no seu território, a saber: açude Pesqueiro (8,1 hm³), no município de Capistrano, açudes Aracoiaba (175,0 hm³) e Choró (480,0 hm³), ambos no município de Aracoiaba, e açude Gameleiras (5,0 hm³), no município de Baturité.

a.6) Bacia do Pacoti

Apresentando uma configuração longilínea e rede de drenagem predominantemente dendrítica, o rio Pacoti drena uma área de 1.257 km², se desenvolvendo no sentido sudoeste/nordeste ao longo de 112,5 km. Conta com elevado índice de compacidade (1,97) e fator de forma reduzido (0,10).

Sem nenhuma afluência significativa pela margem direita, o Pacoti possui dois contribuintes de maior porte pela margem esquerda, os riachos Baú e Água Verde. Ocorre, ainda, em seu baixo curso a presença de lagoas perenes e intermitentes. Todos os cursos d'água da bacia apresentam fluviometria intermitente, com o rio Pacoti tornando-se perene na região de baixo curso, sofrendo a influência das marés, apresentando um estuário composto por 158 ha de manguezais. Também se encontra perenizado um trecho do rio Pacoti que vai do açude Acarape do Meio até o açude Pacoti/Riachão, perfazendo cerca de 20,0 km.

O nível de açudagem da Bacia do Pacoti é relativamente desenvolvido, sendo responsável pela maior parcela do abastecimento d'água da RMF através do Sistema Pacoti/Riachão/Acarape do Meio, cujos açudes integrantes possuem as seguintes capacidades de armazenamento: Pacoti/Riachão (420,6 hm³) e Eng^o Gudim, ex-Acarape do Meio (33,3 hm³). O volume d'água armazenado em açudes interanuais é da ordem de 3,0 milhões de m³.

Quanto aos reservatórios com implantação proposta no programa de açudagem, encontra-se prevista a construção de apenas um único açude no território da bacia, o açude Germinal (11,6 hm³), o qual abrange terras dos municípios de Pacoti e Palmácia.

a.7) Sistema Cocó/Coaçu

O rio Cocó drena uma área de 304,6 km², estando sua confluência com o rio Coaçu, seu principal afluente, bastante próximo do litoral, fazendo que estes praticamente apresentem comportamento de bacias independentes. Com o comprimento do talvegue de 42,5 km, o rio Cocó apresenta uma configuração longilínea, que se traduz no elevado índice de compacidade de 1,60 e fator de forma reduzido (0,17). Por sua vez, o rio Coaçu se desenvolve ao longo de 32,5 km, drenando uma área de 194,8 km², apresentando índices de compacidade de 1,35 e fator de forma de 0,18.

Todos os cursos d'água da bacia apresentam caráter intermitente, permanecendo secos durante a maior parte do ano, exceto próximo ao litoral onde os rios Cocó e Coaçu se tornam perenes. Ocorre, ainda, em seu baixo e médio curso a presença de lagoas perenes e intermitentes. O Cocó sofre influência das marés, que adentram no seu leito por aproximadamente 13 km, formando um estuário alongado e estreito, composto por 208 ha de manguezais.

O nível de açudagem na bacia do rio Cocó é relativamente desenvolvido, sendo responsável por uma parcela do abastecimento d'água da RMF através do açude Gavião (29,5 hm³). Em contrapartida, o nível de açudagem do rio Coaçu é praticamente inexistente, sendo

representado apenas por reservatórios de pequeno porte. Para o sistema como um todo, o volume d'água armazenado em açudes interanuais é da ordem de 2,5 milhões de m³.

O suprimento d'água da RMF é complementado pela transposição d'água das bacias do Pacoti (Sistema Pacoti/Riachão/Acarape do Meio), do Choró (açude Pacajus) e do rio Jaguaribe (açudes Orós e Banabuiú) através dos canais do Trabalhador e Pacajus/Pacoti, e do túnel Riachão/Gavião. Não há previsão de implantação de açudes no Sistema Cocó/Coaçu, no âmbito do Programa de Açudagem do Governo Estadual.

a.8) Sistema Ceará/Maranguape

Apresentando uma configuração espacial retangular a bacia do rio Ceará drena uma área de 555,9 km², se desenvolvendo no sentido sudoeste-norte ao longo de 52,5 km, apresentando índices de compacidade de 1,60 e fator de forma de 0,20.

A exemplo do que ocorre com o Sistema Cocó/Coaçu, o rio Maranguape, único tributário de nível significativo na bacia, une-se ao rio principal apenas próximo à sua foz, não exercendo muita influência sobre a fluviometria da bacia como um todo, comportando-se como uma bacia independente. Apresenta uma bacia de contribuição com área de 223,8 km² e comprimento do talvegue de 37,5 km, resultando num índice de compacidade de 1,82 e fator de forma de 0,16.

Composto por cursos d'água de caráter intermitente, que fluem somente durante a época das chuvas, o Sistema Ceará/Maranguape apresenta fluviometria perene apenas no trecho do rio Ceará que sofre a penetração das marés, formando um estuário composto por 639 ha de vegetação de mangue. Ocorrem na região de baixo curso inúmeras lagoas, com destaque para as lagoas da Parangaba e do Porangabuçu, ambas situadas na malha urbana de Fortaleza.

O nível de açudagem do Sistema Ceará/Maranguape pode ser considerado pouco representativo, sendo composto apenas por reservatórios de pequeno e médio porte, não contando com açudes que permitam a perenização dos seus cursos d'água. O volume d'água armazenado em açudes interanuais perfaz 2,6 milhões de m³. O referido sistema conta com um reservatório com implantação proposta no programa de açudagem, o açude Ceará (25,0 hm³), situado no município de Caucaia.

a.9) Bacia do São Gonçalo

Drenando uma área de 1.332,3 km², a bacia do rio São Gonçalo apresenta forma retangular longilínea, comprimento do talvegue de 90,0 km, índice de compacidade igual a 1,68 e fator de forma de 0,16.

O rio São Gonçalo não possui afluentes de importância, destacando-se apenas o rio Anil e o riacho do Amanari pela margem direita, enquanto que na margem esquerda aparecem os riachos Pau d'Óleo e do Mocó. Todos os afluentes apresentam caráter intermitente permanecendo secos durante a maior parte do ano, exceto próximo ao litoral onde o rio São Gonçalo se torna perene e sofre a influência das marés. Outro trecho perenizado corresponde a um percurso de, aproximadamente, 15,0 km no terço superior do rio principal. Ao longo da bacia surgem diversas lagoas perenes e intermitentes, observando-se na região de baixo curso, próximo ao litoral, a formação de uma extensa lagoa de caráter perene, a Lagoa dos Talos.

A bacia do rio São Gonçalo apresenta um nível de açudagem pouco desenvolvido, composto por pequenos e médios açudes, e por dois reservatórios de porte que permitem a perenização dos seus cursos d'água, os açudes do Amanari (11,3 hm³) e Sítios Novos (123,2 hm³). O volume d'água armazenado em açudes interanuais é da ordem de 10,1 milhões de m³. A referida bacia será contemplada com a implantação de mais dois reservatórios no âmbito do programa de açudagem, o açude Itapebussu (9,0 hm³) posicionado no município de Maranguape, e o açude Anil (11,0 hm³), no município de Caucaia.

Ressalta-se que o açude Sítios Novos, construído recentemente, é parte integrante do sistema de suprimento d'água do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, denominado Sistema Oeste. O referido sistema hídrico foi implantado recentemente, sendo composto pelo canal Sítios Novos/Pecém e por uma adutora, que aduzirão inicialmente as vazões liberadas no açude Sítios Novos, as quais se somarão às vazões do açude Cauhipe (12,2 hm³), já construído na bacia homônima. Para um cenário de médio e longo prazo foi prevista a implantação e integração ao sistema, dos açudes Anil (15,0 hm³), na bacia do rio São Gonçalo, e Ceará (30,0 hm³) no Sistema Ceará/Maranguape.

Para uma terceira etapa foi prevista a implantação de obras de integração entre os sistemas de suprimento d'água do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, da região litorânea alvo do PRODETUR (Iparana até Taíba), da Região Metropolitana de Fortaleza (Sistema Pacoti/Riachão/Gavião) e das vazões liberadas na futura barragem do Castanhão (Bacia do rio Jaguaribe), esta última objeto do presente estudo.

As demais bacias independentes que integram o conjunto das Bacias Metropolitanas na área do estudo são hidrologicamente pouco significativas, merecendo destaque apenas aquelas com implantação de reservatórios prevista no programa de açudagem, a saber: Bacia do Cauhipe, onde foi construído no município de Caucaia o açude Cauhipe (12,2 hm³), que é parte integrante do sistema de suprimento hídrico do Complexo Industrial/Portuário do Pecém; Bacia do Catu, onde está previsto a implantação do açude Catu Cinzento (33,2 hm³) no município de Aquiraz e Bacia do Malcozinhado, onde será implantado o açude homônimo, com capacidade de armazenamento de 34,6 hm³, abrangendo terras dos municípios de Cascavel e Pindoretama.

b) Fontes de Poluição Hídrica Existentes e Potenciais

b.1) Poluição por Efluentes de Esgoto Urbano

Atualmente, um dos maiores problemas enfrentados pela região que compreende as bacias Metropolitanas e 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, a precariedade das soluções individuais (fossas).

A contribuição das cargas poluidoras de efluentes lançados nos cursos d'água apresenta-se mais significativa nas cidades de médio e grande porte, com destaque para Fortaleza, Maracanaú, Caucaia, Maranguape, Pacajus, Aquiraz e Horizonte, todas localizadas na Região Metropolitana de Fortaleza (Bacias Metropolitanas). Apenas os núcleos urbanos de Fortaleza, Caucaia e Maracanaú contam com sistema de coleta e tratamento de esgotos em operação, com índices de cobertura de 42,5%, 6,3% e 1,1% das respectivas populações urbanas. Estes núcleos urbanos encontram-se, ainda, com obras de ampliação do sistema existente em andamento ou contam com o projeto de ampliação. Na região praiana de Caucaia, as localidades de Iparana, Pacheco, Tabuba, e Cumbuco foram contempladas com projetos de esgotamento sanitário.

No restante dos municípios que integram a Região Metropolitana de Fortaleza, as cidades de Maranguape e Eusébio contam com projetos propostos, enquanto que Aquiraz, Guaiúba, Itaitinga, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante encontram-se com obras de implantação do sistema de esgotamento sanitário em andamento. Neste último município, a área do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, bem como as localidades do Pecém e Taíba, também, contam com projeto de saneamento básico.

Na Bacia do Jaguaribe as cidades com maior potencial poluidor dos recursos hídricos são Aracati, Russas, Limoeiro do Norte e Jaguaruana, na região do Baixo Jaguaribe; Jaguaribe e Tabuleiro do Norte, no Médio Jaguaribe, e Quixadá, Morada Nova, Quixeramobim, Boa Viagem, Mombaça e Senador Pompeu, na Sub-bacia do Banabuiú. Apenas quatro sedes municipais da Bacia do Jaguaribe são providas com esgotamento sanitário, São João do Jaguaribe, Limoeiro do Norte, Russas e Quixadá, com índices de cobertura de, respectivamente, 39,3%, 29,3%, 8,4% e 12,4%. Os efluentes desses sistemas são lançados no rio Jaguaribe, exceto os de Quixadá que têm como corpo receptor o rio Sitiá. Os municípios de Quixeramobim, Jaguaribe, Morada Nova e Limoeiro do Norte, contam com projetos para implantação ou ampliação de esgotamento sanitário de suas sedes desenvolvidos no âmbito do PASS/BID, todos com 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.

Nas Bacias Metropolitanas os casos mais patentes são os das cidades de Pacajus e Chorozinho, cujas expansões urbanas vem se dando em direção ao sistema Ererê/Pacajus, na Bacia do Choró; da cidade de Barreiras, situada 20 km a jusante deste sistema, e dos açudes Pacoti, que tem as cidades de Acarape, Redenção e Guaiúba situadas a montante deste e Eugênio Gudim com a cidade de Palmácia. Dentre os açudes propostos no programa de açudagem que deverão ter essa questão analisada figuram os açudes Pesqueiro, com a cidade de Aratuba; Aracoiaba, com as cidades de Aracoiaba, Baturité e Mulungu, além do Choró e do Gameleiras, com as cidades de Capistrano e Guaramiranga, respectivamente, todos situados na Bacia do Choró. Na Bacia do Pacoti, o futuro açude Germinal é outro que pode ser afetado pelos efluentes da cidade de Pacoti.

Na região Jaguaribara, os reservatórios passíveis de sofrer alguma forma de poluição originada por cidades e/ou povoados localizados logo a montante ou às suas margens são, na Sub-bacia do Banabuiú, os açudes Pedras Brancas, localizado a cerca de 40 km da cidade de Quixadá, e o Arrojado Lisboa, distante cerca de 30 km da cidade de Quixeramobim e 40 km de Senador Pompeu, bem como a barragem de derivação que abastece o Perímetro Irrigado de Morada

Nova, a qual conta com a cidade homônima posicionada na sua margem esquerda. No Médio Jaguaribe estão enquadrados nesta situação, os açudes Riacho do Sangue, que recebe efluentes da cidade de Solonópole distante cerca de 1,0 km; Castanhão, fonte hídrica do projeto ora em análise, que encontra-se em construção, tendo o trecho final se sua bacia hidráulica nas proximidades da cidade de Jaguaribe (10 km) e Jaguaretama posicionada em sua margem esquerda, e o Figueiredo, previsto no programa de açudagem, que receberá efluentes das cidades de Iracema, a menos de 5,0 km da sua bacia hidráulica e Potiretama, distante cerca de 10 km.

Objetivando analisar o potencial das cargas poluidoras aportantes aos recursos hídricos das bacias Metropolitanas e do Jaguaribe, foram estimadas as vazões de efluentes sanitários gerados pelos núcleos urbanos aí existentes, bem como as contribuições em termos de carga orgânica (DBO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, STD, Cloretos e Alcalinidade). Na Sub-bacia do Banabuiú a maioria das cidades lançam seus esgotos domésticos sem nenhum tratamento nos cursos d'água, contribuindo com um aporte de 287,53 l/s. Destacam-se como principais fontes poluidoras as cidades de Quixadá (61,06 l/s), Morada Nova (37,42 l/s), Quixeramobim (35,51 l/s), Boa Viagem (23,66 l/s), Mombaça (18,40 l/s), Senador Pompeu (17,36 l/s) e Pedra Branca (14,28 l/s).

No Médio Jaguaribe o volume de esgotos afluente aos cursos d'água apresenta-se menos intenso (110,99 l/s). As cidades de Jaguaribe e Jaguaretama, no entanto, estão posicionadas a pequenas distâncias do mais importante manancial hídrico da região, o açude Castanhão ora em implantação e que servirá de fonte hídrica para o empreendimento ora em análise, contribuindo com um aporte de efluentes sanitários de 21,88 l/s e 9,42 l/s a este reservatório, respectivamente. Aparecem, ainda, como grandes contribuintes a cidade de Tabuleiro do Norte (18,58 l/s), que lança seus efluentes num tributário do rio Jaguaribe a cerca de 8,0 km deste, e Iracema (10,10 l/s), posicionada a montante do futuro açude Figueiredo, cuja elaboração do projeto de engenharia foi recentemente alvo de processo de licitação.

No Baixo Jaguaribe, aparecem como principais contribuintes de cargas poluidoras de efluentes sanitários as cidades de Aracati (52,28 l/s), posicionada próximo a foz do rio Jaguaribe, além de Russas (42,39 l/s), Limoeiro do Norte (41,28 l/s) e Jaguaruana (16,15 l/s), que contribuem para a poluição deste curso d'água através da canalização direta dos esgotos para sua calha ou através do lançamento em seus tributários.

Os sistemas Cocó/Coaçu e Ceará/Maranguape por interceptarem áreas densamente povoadas na Região Metropolitana de Fortaleza apresentam seus rios principais bastante poluídos,

recebendo um aporte de efluentes sanitários da ordem de 1.511,12 l/s e 2.669,75 l/s, respectivamente. Apresentam como maiores contribuintes os núcleos urbanos de Fortaleza (1.339,46 l/s), Eusébio (43,33 l/s), Pajuçara (42,24 l/s) e Senador Carlos Jereissati (41,68 l/s), no caso do Sistema Cocó/Coaçu, e Fortaleza (2.025,93 l/s), Maracanaú (283,17 l/s), Jurema (153,55 l/s), Caucaia (134,32 l/s) e Maranguape (62,92 l/s), no caso do Sistema Ceará/Maranguape. Situação semelhante é vivenciada pelas Faixas Litorâneas de Escoamento Difuso que interceptam a cidade de Fortaleza, recebendo uma vazão de efluentes sanitários de 820,42 l/s.

Na Bacia do Choró, que apresenta um aporte de efluentes domésticos de 173,36 l/s, destacam-se como principais contribuintes os núcleos urbanos de Pacajus (42,93 l/s), Baturité (26,61 l/s) e Horizonte com 19,70 l/s. As demais cidades e povoados posicionados no território desta bacia apresentam contribuições de efluentes sanitários variando de 9,33 l/s em Aracoiaba até 0,08 l/s em Esperança e Caiçarinha, distritos de Canindé e Choró, respectivamente.

Na Bacia do Pacoti os núcleos urbanos de Aquiraz, Itaitinga e Redenção respondem por 56,6% do volume de esgotos aportantes aos cursos e mananciais d'água da bacia (101,16 l/s), enquanto que na Bacia do Malcozinhado a cidade de Cascavel contribui com 93,7% da vazão total de esgotos lançados na bacia (45,53 l/s).

A Bacia do São Gonçalo tem como principais fontes produtoras de efluentes sanitários a cidade de São Gonçalo do Amarante (8,09 l/s) e os distritos de Croatá (6,01 l/s), Itapebussu (4,76 l/s) e Sítios Novos (3,72 l/s). A Bacia do Pirangi, por sua vez, apresenta uma produção de esgotos de 16,67 l/s, com a quase totalidade dos povoados aí existentes contribuindo com vazões inferiores a 1,00 l/s. Apenas os povoados de Aruaru, em Morada Nova, Serra do Félix, em Beberibe, e a sede do município de Ibaretama apresentam vazões mais elevadas 5,41 l/s, 1,34 l/s e 1,77 l/s, respectivamente.

Dos cursos d'água integrantes das Bacias Metropolitanas, as bacias do Catu, Caponga Funda, Cauhipe e Caponga Roseira, por se desenvolverem em regiões predominantemente rurais, contando com um número reduzido de núcleos urbanos aí posicionados, apresentam níveis de poluição por efluentes sanitários relativamente reduzidos, com vazões de esgotos aportantes de 14,03 l/s, 6,59 l/s, 1,82 l/s e 1,35 l/s, respectivamente.

Merece ressalva, ainda, a poluição do aquífero Aluvial, nas regiões do Baixo e Médio Jaguaribe e do baixo curso do rio Banabuiú, por efluentes sanitários das cidades localizadas sobre este manancial, que serve de fonte hídrica para o abastecimento da maioria destes núcleos

urbanos. Estão enquadradas nesta situação as cidades / povoados de Morada Nova, Juazeiro de Baixo, Pedras e Roldão, na Sub-bacia do Banabuiú; Jaguaribe, Mapuá, Jaguaribara (antiga sede), Jaguaretama, Alto Santo, São João do Jaguaribe, Peixe Gordo e Tabuleiro do Norte, no Médio Jaguaribe, e Limoeiro do Norte, Flores, Quixeré, São João de Deus, Russas, Borges, Jaguaruana, Palhano, Itaiçaba, Cabreiro e Aracati, no Baixo Jaguaribe.

b.2) Poluição Industrial

A carga poluidora proveniente das indústrias existentes e daquelas a serem implantadas no âmbito do Programa de Promoção Industrial, apresenta uma maior concentração nas Bacias Metropolitanas (sistemas Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu e FLED - 85,2%), mais especificamente nos municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, que juntos abrigam cerca de 92,0% dos estabelecimentos industriais com potencial poluidor dos recursos hídricos do território das Bacias Metropolitanas. Segundo levantamento de fontes poluidoras efetuado pela SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente, em meados de 1993, nas bacias da Vertente Marítima e dos rios Cocó e Maranguape, 76,0% dos 54 estabelecimentos industriais analisados apresentaram efluentes fora dos padrões técnicos aceitáveis.

A Bacia do Jaguaribe, por sua vez, 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. As sub-bacias do Banabuiú e Médio Jaguaribe abrigam 19,2% e 15,4% das indústrias potencialmente poluidoras, apresentando uma maior concentração dos ramos Laticínios e Têxtil.

As indústrias que contribuem com maior carga poluidora, no território das Bacias Metropolitanas, são os segmentos Têxtil, Produtos Alimentícios (beneficiamento de pescado e laticínios), Matadouros e Frigoríficos, Químico (detergente, extração/refino de óleos vegetais, petroquímico e álcalis e cloro), Bebidas (destilarias de aguardente e cervejarias), produtos farmacêuticos, além de extração e distribuição de petróleo e curtumes. Na Bacia do Jaguaribe são observados os ramos Têxtil, Produtos Alimentares(Laticínios e Beneficiamento do Pescado) e Matadouros e Frigoríficos.

A Bacia do Choró conta com um número pouco representativo de indústrias com elevado potencial poluidor dos recursos hídricos, as quais estão representadas por apenas uma indústria têxtil, localizada em Pacajus, estando previsto no Programa de Promoção Industrial a instalação de mais três indústrias deste segmento no referido município. Na Bacia do Pacoti, a

presença de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos também é pouco relevante, sendo representada por uma fábrica de cerveja em Aquiraz e duas empresas do ramo Matadouros e Frigoríficos, sendo uma em Aquiraz e outra em Guaiúba.

Na Bacia do Malcozinhado, merece ressalva o fato da cidade de Horizonte situar-se na divisa entre as bacias dos rios Choró e Malcozinhado, tendo indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos vinculadas aos ramos Matadouros e Frigoríficos (abate de aves e animais de pequeno porte) e Têxtil, com cada segmento contando com três estabelecimentos. Além disso, está prevista, no âmbito do Programa de Promoção Industrial, a instalação de mais duas indústrias têxteis. Assim sendo, a depender da localização das indústrias dentro da malha urbana, os seus efluentes podem vir a poluir os recursos hídricos de uma ou de outra bacia.

Na Bacia do Sistema Cocó/Coaçu, observa-se dentre as indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos elevado, o predomínio do setor Têxtil com 16 estabelecimentos em Fortaleza, e um em Pacatuba. A indústria Química responde por 11 empresas distribuídas pelos subsetores de extração e refino de óleo vegetal com uma empresa em Fortaleza; fábricas de Álcalis e Cloro com um estabelecimento em Fortaleza e outro em Pacatuba; e de detergentes em Fortaleza e Eusébio, com cinco e três estabelecimentos, respectivamente.

O município de Eusébio conta, ainda, com um curtume e um laticínio, estando prevista a implantação de mais uma indústria de beneficiamento de leite e uma lavanderia industrial. Fortaleza, por sua vez, conta ainda com dois estabelecimentos do ramo Matadouros e Frigoríficos voltados para o abate de aves e outro para o abate de bovinos; um beneficiamento de pescado; um laticínio e uma fábrica de produtos farmacêuticos.

As indústrias com elevado potencial poluidor dos recursos hídricos existentes no território das FLED encontram-se concentradas no município de Fortaleza, o qual conta com um parque têxtil composto por 10 indústrias. No segmento de Produtos Alimentares constata-se a presença de 11 beneficiamentos de pescado e de um estabelecimento do ramo Matadouros e Frigoríficos voltado para o abate de aves. Aparece, ainda, com relevância a indústria Farmacêutica com 5 empresas; o ramo Curtumes com dois estabelecimentos e a indústria Química composta por dois estabelecimentos do ramo Petroquímico, uma distribuidora de petróleo, além de uma fábrica de Álcalis e Cloro.

Aparecem, ainda, com alguma relevância nos municípios de São Gonçalo do Amarante e Paracuru, mais especificamente na plataforma marinha, a presença de poços de petróleo,

distribuídos pelos Campos de Xaréu e Atum, em Paracuru, e de Curimam e Espada na Taíba (São Gonçalo do Amarante).

Na Bacia do Sistema Ceará/Maranguape, a indústria Têxtil com 16 estabelecimentos, apresenta maior concentração nos municípios de Fortaleza e Maracanaú com sete empresas cada. O setor Químico é composto por sete empresas centradas no beneficiamento de óleo vegetal, além de quatro fabricantes de detergentes e duas petroquímicas. Concentra-se no município de Maracanaú, o qual conta com dois estabelecimentos de cada um dos subsetores acima especificados, aparecendo em seguida Caucaia com três fábricas de óleo vegetal e duas de detergentes, e Fortaleza com duas indústrias de óleo vegetal.

O ramo Laticínios, composto por três empresas, é constatado nos municípios de Maranguape, com dois estabelecimentos, e Maracanaú com apenas uma fábrica. O setor Sucroalcooleiro conta com três fábricas em Fortaleza e outras duas em Caucaia, enquanto que os ramos de Produtos Farmacêuticos e Curtumes, ambos localizados em Fortaleza, contam com uma fábrica cada. A indústria de beneficiamento de pescado tem sua localização restrita aos municípios de Fortaleza, com dois estabelecimentos, e Maracanaú, com apenas uma indústria deste ramo. O setor Matadouros e Frigoríficos conta com sete estabelecimentos distribuídos pelos municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, sendo que o frigorífico localizado neste último município (FRIFORT - Frigorífico Industrial de Fortaleza S.A.) teve suas atividades recentemente paralisadas. Por fim, o setor Papel e Papelão conta com uma fábrica de papel situada em Fortaleza, tendo como matéria-prima a reciclagem de aparas de papel.

O Programa de Promoção Industrial prevê a implantação, no território da Bacia do Sistema Ceará/Maranguape, de duas indústrias têxteis em Maracanaú; dois beneficiamentos de pescado em Caucaia; três curtumes, sendo dois em Maracanaú e um em Caucaia; duas indústrias petroquímicas localizadas nos municípios de Caucaia e Maracanaú, além de uma extração e refino de óleo vegetal e um laticínio, ambos localizados em Caucaia, uma lavanderia industrial e uma fábrica de papel em Maracanaú e mais um beneficiamento de óleo vegetal em Fortaleza.

Ressalte-se que, no caso específico do ramo Matadouros e Frigoríficos, a Região Metropolitana de Fortaleza conta com apenas oito frigoríficos, localizados nos municípios de Maracanaú (4), Fortaleza (2), Aquiraz (1) e Guaiúba (1), que contam com registro no Ministério da Agricultura, dado a exportação de carne para outros estados por estes estabelecimentos. Segundo informações fornecidas pela SDR - Secretaria de Desenvolvimento Rural, a quase totalidade dos municípios da região contam com pelo menos um estabelecimento deste ramo funcionando de forma clandestina, sem registro, não apresentando condições mínimas de abate.

Merece, ainda, ressalva, em termos de poluição industrial, as bacias do Gereraú e Cauhipe, que abrigarão em seus territórios, num futuro próximo, o Complexo Industrial/Portuário do Pecém, onde está prevista a instalação dos pólos petroquímico e metal-mecânico, tendo como empresas âncoras a siderúrgica, a termelétrica e a refinaria de petróleo.

Na Bacia do Jaguaribe, a região do Baixo Jaguaribe conta com um número significativo de indústrias com elevado potencial poluidor dos recursos hídricos, as quais estão representadas, principalmente, pelos ramos Têxtil, com 48 estabelecimentos em Jaguaruana e um em Russas, centrados na produção de redes; Químico (Detergentes), com três fábricas em Limoeiro do Norte e uma em Russas; e de Produtos Alimentares, com dois Laticínios, sendo um em Jaguaruana e o outro em Aracati, e um Beneficiamento de Pescado em Aracati. O ramo Matadouros e Frigoríficos conta com dois estabelecimentos (abate de aves) funcionando com situação regularizada, distribuídos pelos municípios de Russas e Limoeiro do Norte.

A Sub-bacia do Banabuiú conta com um número mais ou menos representativo de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos (19,2%), as quais estão representadas por oito indústrias de Laticínios, sendo uma com implantação prevista no Programa de Promoção Industrial; sete indústrias do ramo Têxtil também com uma constando no rol das indústrias a serem implantadas, e três estabelecimentos do segmento Matadouros e Frigoríficos, sendo dois destinados ao abate e preparo da carne de aves e o outro voltado para o abate de bovinos.

Na Sub-bacia do Médio Jaguaribe, a presença de indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos é pouco representativa (15,4%), destacando-se onze fábricas de Laticínios, todas localizadas no município de Jaguaribe; três indústrias de Detergentes, sendo uma em Tabuleiro de Norte e as outras em Jaguaribe; e uma indústria Têxtil localizada no município de Pereiro.

Ressalta-se que, a exemplo do que ocorre no território das Bacias Metropolitanas, o ramo Matadouros e Frigoríficos encontra-se presente na quase totalidade dos municípios da Bacia do Jaguaribe, funcionando, geralmente, de forma clandestina, sem registro, não apresentando condições mínimas de abate.

O Programa de Promoção Industrial prevê a implantação, na Bacia do Jaguaribe, de duas indústrias com potencial poluidor dos recursos hídricos, uma de Laticínios em Morada Nova, na Sub-bacia do Banabuiú, e outra do segmento Têxtil no município de Quixadá, também nesta mesma sub-bacia.

b.3) 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.

No território das Bacias Metropolitanas o desenvolvimento hidroagrícola, ainda, é pouco representativo, com a irrigação pública contando apenas com projetos de pequeno porte distribuídos pelas bacias dos rios Choró (35,9 ha) e Pirangi (69,0 ha), perfazendo ao todo 108,5 ha. Por sua vez, as atividades hidroagrícolas desenvolvidas pela iniciativa privada, embora encontrem-se dispersas pelo território das Bacias Metropolitanas, atingindo cerca de 2980 ha, apresentam maior concentração nas bacias do Choró (932,0 ha), do Pacoti (747,0 ha) e do Pirangi (631,0 ha), as quais respondem por 77,5% deste total. Na Bacia do Pirangi, cerca de 84,9% da área irrigada pela iniciativa privada encontra-se posicionada ao longo do Canal do Trabalhador, com destaque para as empresas CICAJU e FAISA, que juntas respondem pela irrigação de 522,0 ha. Infelizmente não se dispõe de dados sobre o uso de agrotóxicos no território das Bacias Metropolitanas, especificando os tipos e grau de toxicidade.

A atividade hidroagrícola na Bacia do Jaguaribe apresenta-se bem mais expressiva que nas Bacias Metropolitanas, estando em operação 12 perímetros públicos de irrigação, cujas áreas totalizam 7.015,8 ha, sendo seis perímetros no Baixo Jaguaribe, perfazendo 6.339,0 ha (90,4% da área); quatro perímetros no Banabuiú abrangendo uma área irrigada de 604,8 ha (8,6%); e dois perímetros no Médio Jaguaribe, perfazendo uma área irrigada de 72,0 ha (1,0%). Atualmente encontram-se em implantação os perímetros irrigados Altinho (202,0 ha), em Tabuleiro do Norte; Curupati (528,5 ha), em Jaguaribara; e Tabuleiro de Russas (10.666,0 ha), abrangendo terras dos municípios de Morada Nova, Limoeiro do Norte e Russas.

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, compreendendo dois trechos ao longo do rio Jaguaribe, um dos quais que se estende da localidade de Cruzeirinho, em Icó, até as proximidades de Mapuá, distrito de Jaguaribe, e o outro trecho que se estende de Poço Comprido, distrito de Jaguaribara, até a confluência com o rio Figueiredo, onde se une com um trecho que se desenvolve ao longo deste último, que tem início nas imediações da cidade de Alto Santo. A Bacia do Banabuiú

responde por 39,0% da área com irrigação difusa, que ocorre em dois trechos ao longo do traçado do rio homônimo, com um trecho se estendendo do açude Arrojado Lisboa até a confluência com o rio Sitiá, enquanto o outro localiza-se entre o distrito de Juazeiro de Baixo e a cidade de Morada Nova. O Baixo Jaguaribe, por sua vez, responde por 16,0% da área irrigada por particulares, ocupando um trecho que se estende da localidade Barra do Figueiredo até depois de Quixeré.

A contaminação dos recursos hídricos superficiais por agrotóxicos no território das bacias ora em estudo, resulta, geralmente, do carreamento destes produtos pelas chuvas para os cursos e mananciais d'água. Há casos, ainda, em que a pulverização atinge alvos diferentes dos planejados e outros em que o descarte de restos de produtos e a lavagem de equipamentos em riachos e córregos contaminam a água.

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. Entretanto, 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, segundo dados do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe, análises da água do rio Banabuiú, em amostras coletadas na saída da válvula do açude Arrojado Lisboa e no trecho da ponte sobre a BR-116, revelam uma elevação no teor de sais e sólidos dissolvidos após passagem da água pelo Perímetro Irrigado de Morada Nova, com a condutividade elétrica passando de 656,7 μ mhos/cm para 800 μ mhos/cm, e o teor de sólidos em suspensão de 420,3 mg/l para 512 mg/l. Além disso, 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.

c) Qualidade das Águas Superficiais

Objetivando analisar a qualidade dos recursos hídricos superficiais da região das bacias Metropolitanas e do Jaguaribe foram apropriados dados de estudos já efetuados, abrangendo os principais cursos d'água da Bacia do Jaguaribe, representados pelo rio homônimo e seu tributário mais importante, o rio Banabuiú, e os reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico da

região Jaguaribana (açudes Orós, Castanhão, Arrojado Lisboa, Pedras Brancas, Quixeramobim, Cedro e Patu, entre outros); os reservatórios que integram o sistema de abastecimento d'água da Região Metropolitana de Fortaleza; os cursos d'água que interceptam as áreas mais densamente povoadas do território das Bacias Metropolitanas, aqui representados pelos rios Cocó e Maranguape e alguns sistemas lacustres do município de Fortaleza.

c.1) Rios Jaguaribe e Banabuiú

Campanhas de monitoramento empreendidas pela SEMACE, em meados de 1995, ao longo do rio Jaguaribe, desde o açude Orós até a cidade de Aracati (260,0 km), revelaram índices elevados de poluição nos trechos de médio e baixo cursos. Os pontos de coleta correspondem a um total de dezesseis, assim distribuídos: açude Orós, antes da cidade de Jaguaribe, após à cidade de Jaguaribe, Jaguaribara, Castanhão, na ponte em São João do Jaguaribe, Peixe Gordo, Russas, Jaguaruana, Itaiçaba e Aracati. As campanhas de monitoramento foram efetuadas em três períodos distintos associados ao regime climático, sendo o primeiro no início da estação chuvosa; o segundo, no fim da estação chuvosa e, o terceiro, no mês de outubro, caracterizando o período de estiagem.

Quanto aos resultados obtidos, do ponto de vista da carga orgânica, na maioria das vezes os valores de DBO5 estiveram abaixo de 3 mg/l, raramente ultrapassando 4 mg/l, apresentando apenas um caso extremo de 4,3 mg/l no período de janeiro/fevereiro, verificado na seção de Jaguaribe. Ressalta - se, no entanto, que de Jaguaribara até a seção de Aracati, próximo à foz do rio, os valores de DBO5 sempre se mantiveram próximo ou abaixo de um patamar de 2 mg/l, nos períodos analisados. Desta forma, pode-se afirmar que do ponto de vista deste parâmetro, a situação ambiental das águas do rio Jaguaribe, nos trechos e períodos analisados não configura um caráter ostensivo de poluição, a despeito de receber efluentes de esgotos domésticos não tratados da maioria das zonas urbanas que atravessa.

O pH foi o parâmetro que apresentou menor variação em todas as seções e em todos os períodos analisados, oscilando entre um mínimo de 7,1 e um máximo de 9,0, com média em torno de 8,0, caracterizando um comportamento ligeiramente alcalino para as águas do rio Jaguaribe.

Quanto aos coliformes fecais, parâmetro importante do ponto de vista sanitário, verificou-se que a região do açude Orós apresenta um elevadíssimo índice de coliformes fecais, sendo de 24.000 NMP/100 ml no período de Jan-Fev/95, caindo para 10.000 no período de Mai-Jun/95. A variação espacial e temporal deste parâmetro, indica que este é bem representativo de poluições

localizadas, caindo para valores bastante baixos nos locais que aparentemente não apresentavam poluição por esgotos domésticos, sendo extremamente elevados no caso contrário.

Um fato que chama a atenção na análise, é o elevado número de coliformes fecais identificados no açude de Orós logo após o início da quadra chuvosa, reduzindo-se à medida que cessa o período invernos, o que poderia ser explicado como decorrente do processo de "lavagem" da rede de drenagem e superfícies ("overland flow") durante a estação úmida. Isto é, os esgotos domésticos durante a estação seca não sofriam processos completos de diluição na maior parte da rede de drenagem, cujos riachos são na sua maioria intermitentes, acarretando numa decomposição difusa dos esgotos distribuídos ao longo da Sub-bacia do Alto Jaguaribe. Com o advento das chuvas, a rede de drenagem funciona como vetor de condução dos esgotos domésticos para dentro do açude de Orós, não havendo tempo suficiente para se completar a decomposição biológica do mesmo antes de alcançar a bacia hidráulica do açude, principalmente pelo fato que a maior parte deste esgoto provém do maior centro urbano da região, a cidade de Iguatu, localizada logo a montante do Orós.

De qualquer forma, o parâmetro coliformes fecais desponta como o mais elucidativo do comportamento ambiental do rio Jaguaribe nas diversas seções pesquisadas, indicando pontos e períodos críticos por poluição de esgotos domésticos.

Os índices de cloretos, nos três períodos amostrados, apontam para uma elevação no teor deste parâmetro nas águas do rio Jaguaribe a partir da cidade de Russas, sendo que nas demais seções à montante destas, os índices de cloretos sempre se situam abaixo de 100, portanto dentro do limite máximo desejável (200mg/l). A elevação do teor de cloretos, a partir de Russas até a cidade de Aracati, está provavelmente associado ao aporte de fertilizantes e defensivos utilizados na agricultura irrigada, visto que é exatamente a partir desta região que se desenvolve com maior intensidade a prática da irrigação em grande escala.

O índice de nitritos, parâmetro que indica presença de poluição recente, seja por esgotos domésticos ou por outros resíduos orgânicos, apresenta a partir da seção de Jaguaribara até Aracati, valores ora acima, ora abaixo do limite máximo permitido (0,02 mg/l), indicando traços de poluição próximos às seções monitoradas. Valores bastante elevados de nitritos foram verificados principalmente no período de Out/95, nas seções de Castanhão e Russas, com índices superiores a 0,1 mg/l, ou seja, cinco vezes o valor máximo permitido.

Na maioria das seções, a condutividade apresenta-se um pouco acima dos valores recomendados para abastecimento humano, elevando-se rapidamente à partir da seção de

Russas até a seção de Aracati, próximo à foz do rio. Observa-se outrossim, que nas seções próximas a centros urbanos eleva-se um pouco o valor da condutividade das águas. Os valores de condutividade verificados a partir de Russas podem ser considerados indicativos de teor de sais inapropriados para consumo humano, carecendo de atenção nos projetos dos sistemas de tratamento de água das localidades que sejam abastecidas diretamente com águas do rio Jaguaribe.

Quanto a qualidade das águas do rio Banabuiú uma bateria de análises efetuadas pela SEMACE, em meados de 1992, apresentou teores de OD, DBO, nitrato, nitrito, coliformes fecais e coliformes totais compatíveis com o requerido para a Classe 2 ao longo de traçado deste curso d'água., conforme pode ser visualizado no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Qualidade das Águas do Rio Banabuiú

Pontos de Coleta	Parâmetros							
	Hora	Ph	OD	DBO	Nitrito	Nitrato	Coliformes Totais	Coliformes Fecais
Cidade de Mombaça	16:30	7,0	7,6	2,0	0,01	2,0	2.400	210
Cidade de Senador Pompeu	17:20	7,0	7,4	2,3	0,1	6,0	2.400	280
Açude Arrojado Lisboa	09:50	7,0	8,0	1,8	0,01	3,0	930	90
Cidade de Morada Nova	13:00	7,0	7,8	2,1	0,01	3,0	2.400	150

FONTE: SEMACE, Classificação dos Principais Rios do Estado do Ceará. Fortaleza, SEMACE, 1992.

c.2) Açudes Estratégicos da Bacia do Jaguaribe

Na Bacia do Jaguaribe aparecem como reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico da região os açudes Orós (2.100 hm³), Arrojado Lisboa (1.800 hm³), Pedras Brancas (434 hm³), Quixeramobim (54 hm³), Cedro (126 hm³), Patu (71,8 hm³) e Riacho do Sangue (61,4 hm³), bem como o futuro açude Castanhão (4.452 hm³). A inclusão do açude Orós apesar deste estar localizado fora da área do estudo, deve-se ao fato deste ser responsável atualmente pela garantia de perenização do rio Jaguaribe.

Destes reservatórios apenas o Orós conta com análises físico-químicas, bacteriológicas e de classificação das águas para fins agrícolas. Para os demais reservatórios as análises existentes se restringem apenas a classificação para a irrigação pelo método do United States Salinity Laboratory (USSL). No caso do açude Castanhão foram adotadas como representativas análises físico-químicas e bacteriológicas de amostras coletadas em dois pontos do rio Jaguaribe, na altura do eixo do barramento do futuro reservatório, que encontra-se em fase de implantação.

De acordo com os limites de potabilidade estabelecidos pela OMS - Organização Mundial de Saúde, pode-se constatar que para os parâmetros físico-químicos como teor de magnésio, cloretos, sulfatos, dureza, nitratos, sólidos totais, cálcio e pH, todas as amostras coletadas nos açudes Orós e Castanhão apresentaram valores compatíveis ao recomendado. Os teores de ferro apresentaram-se dentro dos níveis recomendados em apenas uma amostra no açude Orós e outra no açude Castanhão, estando as demais amostras na faixa do aceitável. Para a dureza total os resultados da análise demonstram para os dois reservatórios um tipo de água pouco dura.

Para fins agrícolas, as águas dos açudes Orós e Castanhão, foram classificadas conforme o critério do USSL, como pertencentes à Classe C2-S1, indicando que possuem um risco médio de salinidade e um baixo risco de sodicidade.

Conforme os critérios de classificação de águas para fins industriais, segundo o Índice de Estabilidade de Ryznar, as águas dos açudes Orós e Castanhão são consideradas francamente agressivas, enquanto que pelo Índice de Langelier, as águas desses açudes se enquadram como agressivas. Para o consumo animal, as águas dos referidos reservatórios apresentam-se boas, com níveis de sólidos totais oscilando de 150 a 161 mg STD.

Em termos de carga orgânica, os valores de DBO enquadram os açudes Orós e Castanhão, como pertencentes às Classes 3 e 2, respectivamente. Considerando o parâmetro colimetria, estes corpos d'água encontram-se enquadrados na Classe 2, no caso do açude Castanhão e Classe 1 no caso do açude Orós. A classificação empreendida pela SEMACE para esses reservatórios os enquadram na Classe 2, a mesma do rio Jaguaribe.

De acordo com os dados apresentados no Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe, elaborado em meados de 1999, pela Engesoft Engenharia e Consultoria Ltda, as águas dos açudes Orós, Arrojado Lisboa e Patu, que integram o rol de reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico da referida bacia, se enquadram quanto a classificação d'água para a irrigação, como C2-S1, apresentando médio risco de salinidade e baixo risco de sodicidade, em todas as amostras analisadas. A condutividade elétrica apresenta-se para os açudes Arrojado Lisboa e Patu acima do patamar máximo desejado 300 (mhos/cm, recomendado para abastecimento humano de acordo com a OMS. Para o açude Orós estes valores apresentam-se superiores ao patamar desejado apenas no período de estiagem.

O açude Pedras Brancas apresentou uma alta propensão à salinização de suas águas, com a amostra coletada em Fev/92 tendo sido classificada como C3-S1. Tal resultado encontra-se

diretamente associado à presença de solos com elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais na sua bacia de contribuição. Situação semelhante é vivenciada pelos açudes Cedro e Quixeramobim, com estes apresentando os mais altos índices de salinidade de todos os reservatórios analisados, tendo suas águas classificadas na categoria C3-S1 para todas as amostras coletadas. Desta forma as águas destes reservatórios apresentam limitações para o uso com culturas irrigadas, ficando inclusive fora da Classe 2 para abastecimento humano, segundo os padrões da Resolução CONAMA nº 020/86, por conta do também elevado teor de sólidos dissolvidos na água, que supera o limite máximo de 500 mg/l permitido.

Análises feitas por imagens de satélite identificaram presença de macrófitas no açude Pedras Brancas, ocupando cerca de 11,75% da superfície do seu espelho d'água, denotando a ocorrência de um processo de eutrofização de suas águas. A região eutrofizada localiza-se distante do eixo do barramento, na região noroeste do açude, numa zona classificada como litorânea, num braço que recebe águas provenientes do riacho Carisco. Este processo de eutrofização tem como causa provável o aporte de fertilizantes e defensivos agrícolas carregados pelo referido riacho da região agrícola existente nos sítios Montreal, Douro e São Paulo. O IDM deste reservatório é de 7,16, que pode ser considerado um valor médio, entretanto o tempo de residência das águas no açude é muito elevado, cerca de 111 semanas. A combinação destes dois fatores indica uma propensão natural do reservatório ao processo de eutrofização. Os demais reservatórios não apresentam indícios de desenvolvimento de processos de eutrofização.

c.3) Rios Cocó e Maranguape

Os sistemas Cocó/Coaçu e Ceará/Maranguape por abrigarem em seus territórios os maiores núcleos urbanos da Região Metropolitana de Fortaleza, apresentam elevados níveis de poluição dos seus rios principais. MAVIGNIER (1992) monitorou o rio Cocó, no período de fevereiro de 1990 a maio de 1991, tendo constatado que a Demanda Bioquímica de Oxigênio apresenta valores crescentes da foz para montante, assumindo características de esgoto a céu aberto próximo ao Timbó, onde a concentração atinge 570 mg/l. Em termos de coliformes fecais, as águas do Cocó chegam a apresentar concentrações de até 234.000 NMP/100ml. O rio Maranguape, por sua vez, demonstrou, em análises físico-químicas e bacteriológicas efetuadas pela CAGECE, entre 1991 e 1992, estar bastante poluído, particularmente por coliformes fecais, que atingem concentrações de até 240.000 NMP/100ml.

Monitoramento da qualidade da água do rio Cocó efetuado pela SEMACE durante o período de novembro de 1995 à dezembro de 1997 demonstrou comprometimento das suas águas, com os seis pontos amostrados apresentando parte dos parâmetros monitorados em desacordo com o disposto para Classe 2 na Resolução CONAMA no 020/86 (Quadro 3.2). Os valores de OD variam de 0,1 a 7,1 mg/l, com somente os pontos 3, 4 e 6 apresentando resultados de acordo com o CONAMA (> 5 mg/l), observando-se, também, que o Ponto 5 apresentou o menor valor (0,1 mg/l) de OD ao longo das estações amostradas. A DBO média variou de 3,1 a 4,8 mg/l, respeitando o disposto da legislação. Observou-se que o Ponto 5 onde encontrou-se o menor valor para OD, não apresentou necessariamente um maior valor de DBO, supondo-se a assimilação das cargas poluidoras naquele trecho, em função da própria dinâmica do corpo hídrico.

Os resultados de nitrato estiveram de acordo com o estabelecido na legislação (< 10 mg N/L). Os valores de amônia (na forma gasosa) e fósforo total foram maiores que o estabelecido (0,02 mg NH_3 /L e 0,025 mg PO_4^{3-} /L). Para estes parâmetros foram observados valores mínimos de 0,10 mg NH_3 /L e 0,20 mg PO_4^{3-} /L, tendo a parcela de amônia gasosa sido calculada pelo modelo de Emerson et al (1975).

Quadro 3.2 - Resultados dos Parâmetros Analisados ao Longo do Rio Cocó

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
PH (unidades)	7,64	7,55	7,81	7,71	7,74	7,78
SD (mg/l)	598	709	582	567	478	566
AmT. (mgN/l)	4,29	2,78	1,92	2,46	2,53	3,41
NO_3^- (mg N/l)	3,10	1,10	1,46	0,93	0,37	1,23
PT (mg PO_4^{3-})	0,58	0,43	0,20	0,52	0,20	0,35
DBO (mg/l)	4,50	3,60	3,10	4,40	4,80	4,20
OD (mg/l)	4,20	4,80	5,50	6,70	1,00	7,10
CF (NMP/100 ml)	2,3E3	1,3E4	2,0E3	1,3E4	5,0E3	2,0E3
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1117	1418	1162	1135	1207	1130

Fonte: SEMACE, Avaliação Qualitativa das Águas do Principal Rio da Região Metropolitana de Fortaleza, Fortaleza, SEMACE, 1997. 6p. (Trabalho apresentado no 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, abril de 1999).

Nota: Ponto 1 - Canal do Tauape; Ponto 2 - Parque Adahil Barreto; Ponto 3 - Próximo a ETE do Conjunto Tancredo Neves; Ponto 4 - Av. Murilo Borges; Ponto 5 - BR-116 e Ponto 6 - Av. Raul Barbosa.

Os valores de coliformes fecais variam de 2,0 E+3 a 1,3 E+4 células/100 ml. Todos os locais de amostragem foram considerados impróprios ao banho e pesca (< 1000 CF/1000 ml), com riscos de incidência de doenças de veiculação hídrica. O Ponto 1 - Canal do Tauape que apresentou os resultados mais elevado de CF, encontra-se posicionado numa região de elevada densidade populacional, para onde convergem esgotos de origem hospitalar e domiciliar.

Os resultados para condutividade elétrica (CE) variaram de 1130 a 1418 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e sólidos dissolvidos (SD) de 478 a 709 mg/l, sendo os valores mais elevados encontrados no Ponto 2, região que sofre intrusão marítima com grande concentração de manguezais. Os limites relativos a nutrientes devem, no entanto, serem revistos, uma vez que boa parte dos pontos amostrados estão em área de mangue, cuja produtividade é alta, com presença natural de nitrogênio e fósforo em grandes quantidades.

O monitoramento da qualidade da água do rio Maranguape efetuado pela SEMACE, no período de novembro de 1995 a julho de 1997, englobou 7 pontos de amostragens ao longo deste curso d'água, tendo obtido os resultados apresentados no Quadro 3.3.

Os pontos 1 e 2 foram os que apresentaram melhores resultados quando comparados aos padrões preconizados pelo CONAMA, o que já era esperado pois estes pontos estão localizados em áreas de baixa densidade populacional, praticamente sem influência de atividade antropogênica. Os parâmetros relativos a fósforo total e amônia não ionizável apresentaram valores médios superiores aos estabelecidos pela legislação (0,025 mg P/L e 0,02 mg N/L, respectivamente) para águas de Classe II.

Os valores médios de turbidez foram satisfatórios (< 100 UNT) em todas as amostras, apresentando-se maiores nos meses de março e abril, período que corresponde aos meses de maior pluviometria, com conseqüente transporte de material ao rio por escoamento superficial. A alcalinidade total foi menor nos Pontos 1 e 2, sendo o maior valor médio verificado no Ponto 3, o qual recebe contribuição da Estação de Tratamento de Esgotos do Distrito Industrial de Maracanaú (ETE-SIDI), cuja vazão média é superior a 100l /s, com alcalinidade total de cerca de 300 mg CaCO_3/L (CAGECE, 1996). Nos pontos seguintes (4 a 7) a alcalinidade total média encontrada foi sempre superior a 130 mg CaCO_3/L , sugerindo o aporte de esgotos domésticos brutos ou tratados, uma vez que a alcalinidade encontrada nas águas residuárias é próxima dos valores observados. O sistema de tratamento de esgotos do Distrito Industrial, principal fonte pontual de poluição, associado a outras contribuições de estações de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização, incrementam a vazão do rio através de tributários afluentes. Tal fato resulta em impacto benéfico, pois dada a intermitência do regime do rio, contribuem para a diluição das cargas de poluição difusa.

O valor relativo a fósforo sugerido pelo CONAMA carece de um maior esclarecimento, pois causa interpretação dúbia. O limite relativo à amônia não ionizável parece ser muito restritivo. Mesmo nos locais sem qualquer fonte de interferência antrópica, os valores encontrados foram bastante próximos do padrão estabelecido pela legislação. Ressalta-se, no entanto, que a Resolução CONAMA nº020/86 não leva em consideração a complexidade da dinâmica de nutrientes que normalmente ocorre em regiões de temperatura elevada, como no caso do Nordeste brasileiro.

Quadro 3.3 - Resultados das Médias dos Parâmetros Analisados no Rio Maranguape

Parâmetro	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7
pH	7,80	7,39	8,32	7,84	7,72	7,68	7,60
Alc. (mg CaCO ₃ /l)	68,89	82,90	225,14	160,38	147,81	134,79	158,69
NO ₃ - (mg N/l)	0,54	0,84	1,02	1,70	1,57	1,61	2,26
NO ₂ - (mg N/l)	0,186	0,020	0,084	0,267	0,239	0,130	0,328
Nam. (mg N/l)	0,72	1,93	0,82	3,12	2,35	5,92	5,14
PT (mg P/l)	0,098	0,228	0,310	0,323	0,310	0,336	0,378
ST (mg/l)	646	352	568	601	695	784	706
SD (mg/l)	461	175	392	472	368	446	520
CE (µS/cm)	922	348	852	951	729	887	987
DBO (mg/l)	3,30	3,30	4,30	3,30	3,90	4,10	4,20
OD (mg/l)	7,30	6,10	4,30	5,40	5,50	5,50	3,30
TU (UNT)	7	31	38	32	51	34	63
CT (NMP/100 ml)	2,1E3	1,00E4	1,38E3	2,33E5	2,37E5	2,34E4	2,30E4
CF (NMP/100 ml)	9,30E2	5,80E2	9,50E2	1,13E4	1,12E4	1,07E4	8,50E3

Fonte: SEMACE, Caracterização e Avaliação Sanitária das Águas do Rio Maraguapinho. Fortaleza, SEMACE, 1997. 6p. (Trabalho apresentado no Simpósio LusoBrasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 9 a 14 de abril de 2000).

Nota: Ponto 1 - Nascente do Rio Maranguape (marco 0); Ponto 2 - Próximo a localidade de Coité, na estrada de Maranguape (7,8 km); Ponto 3 - À jusante do Sistema de Tratamento de Esgotos de Maracanaú/ETE-SIDI (15,2 km); Ponto 4 - Bairro Bom Jardim (17,4 km); Ponto 5 - Ponte do Bairro Bom Sucesso (25,2 km); Ponto 6 - Av. Fernandes Távora (27,8 km) e Ponto 7 - À jusante do Frigorífico Industrial de Fortaleza (30,9 km).

c.4) Sistemas Lacustres de Fortaleza

Para caracterizar os níveis de poluição dos sistemas lacustres do município de Fortaleza, foram apropriados os dados do estudo realizado pela SEMACE (1998), no qual foi efetuado o monitoramento da qualidade das águas das lagoas do Opaia, Mondubim, Parangaba, Maraponga, Mecejana, Sapiranga e Papicu, durante o período de fevereiro a novembro de 1997. Os sistemas lacustres analisados apresentaram como principais fontes de poluição a canalização de esgotos domésticos e a deposição de lixo em suas margens, constituindo exceção no primeiro caso a Lagoa da Sapiranga e no segundo caso as lagoas do Mondubim e Mecejana. Nas lagoas de Parangaba e Mecejana foi observado, ainda, o lançamento de esgotos industriais, enquanto que a contaminação por esgotos hospitalares e por criação de animais foi verificada apenas nas lagoas de Parangaba e Mondubim.

De acordo com o referido estudo, 71,4% das lagoas analisadas apresentaram restrições quanto as concentrações de oxigênio dissolvido e a DBO. Os resultados médios foram, no entanto, próximos aos valores limites OD (5 mg/l) e a DBO (5 mg/l) em boa parte das amostras, mesmo nas lagoas que apresentaram melhor qualidade da água. Resultados de DBO e OD dentro dos padrões CONAMA não indicaram necessariamente baixas concentrações de

nutrientes. O pH em cerca de 80,0% das amostras de todas as lagoas foi em torno de 7,5 e a turbidez (5 uT).

Os resultados de nitrato foram todos menores que 10 mg N/l, sugerindo que a atuação de microorganismos nitrificantes não é considerável. As concentrações de fósforo total foram altas, considerando o limite determinado pelo CONAMA para a Classe 2, com os resultados estando sempre acima de 0,025 mgP/l, o que caracteriza as lagoas como Eupolitróficas e Politróficas. A condutividade elétrica manteve-se entre 315 e 742 (S/cm na maioria das lagoas, sendo porém bastante elevados, em torno de 9.000 (S/cm, naquelas que sofrem intrusão marinha, como é o caso da Lagoa da Sapiranga.

Quanto às condições de balneabilidade, apenas a Lagoa da Sapiranga apresentou condições satisfatórias, abaixo do limite exigido pelo CONAMA (NMP coliformes fecais < 1.000 CF/100 ml), apresentando as demais lagoas índices de coliformes fecais variando de 4.300 a 24.000 CF/100 ml.

c.5) Sistema Hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza

De acordo com as análises físico-químicas executadas, em meados de 1998, pela FUNCATE/VBA, no âmbito do Projeto da Transposição das Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, os reservatórios que integram o sistema hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza apresentam problemas de potabilidade segundo as normas da ABNT e da Portaria no 36/90 do Ministério da Saúde. Com efeito, as concentrações de cloretos e dureza total nas amostras dos açudes Ereré, Pacajus, Pacoti/Riachão e Gavião registraram-se excessivas. Além disso, teores de manganês acima do considerado aceitável foram encontrados em duas amostras do açude Pacajus e numa amostra do Pacoti/Riachão.

Com relação às características organolépticas, segundo a portaria do Ministério da Saúde, todos os açudes indicaram problemas com níveis de cor e turbidez acima do aceitável. Quanto a carga orgânica, de modo geral, os valores de DBO encontrados nos açudes Pacoti/Riachão e Gavião enquadram esses reservatórios entre os corpos d'água de Classe 2, de acordo com os critérios de classificação da Resolução CONAMA no 020/86. Já os açudes Ereré e Pacajus apresentam níveis de DBO, que os aponta como integrantes dos corpos d'água da Classe 3.

De acordo com os padrões de qualidade da água, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 020/86, especialmente para potabilidade para consumo humano, foram constatados níveis elevados de cloretos e sólidos totais nos açudes Ereré, Pacajus, Pacoti/Riachão e Gavião, indicando salinidade das águas. Afora esses parâmetros apenas uma amostra, das oito

coletadas no Sistema Pacoti/Riachão, apresentou níveis de nitrato acima do nível de referência da Classe 3. O açude Pacajus, em especial, por estar situado numa área com solos do tipo Solonetz Solodizado, tendo sua bacia contribuinte também composta, em grande parte, por este tipo de solo, que apresenta elevados teores de sais nos horizontes superficiais, tem comprometida a qualidade da água aí represada. As águas deste açude, ao serem bombeadas para o sistema Pacoti/Riachão, causam um incremento na salinidade desse sistema, que em seguida é repassada para o açude Gavião.

Quanto a classificação das águas para fins agrícolas, segundo o critério do United States Salinity Laboratory (USSL), que baseia-se na razão de adsorção de sódio (RAS) e na condutividade elétrica, as águas dos açudes Pacajus, Ereré, Pacoti/Riachão e Gavião se enquadram como C3 - S1, apresentando alto risco de salinidade e baixo risco de diminuição de permeabilidade.

A classificação das águas dos açudes que integram o sistema hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza para fins industriais, segundo o índice de estabilidade de carbonato de cálcio de Ryznar, enquadra-se como águas francamente agressivas, enquanto que o índice de saturação definido por Langelier classifica-as como agressivas. Por sua vez, a qualidade da água para consumo animal apresenta-se boa com níveis de STD oscilando entre 570 e 753 mg STD/l, quando o limite máximo é de menos de 5.000 mg STD/l.

Em termos de estratificação térmica, levantamentos do perfil vertical da temperatura e do oxigênio dissolvido, executados em meados de 1997, pela FUNCEME, nos açudes Ereré, Pacajus, Pacoti/Riachão e Gavião acusam uma relativa uniformidade na temperatura e concentração de OD ao longo da profundidade, indicando a não existência de estratificação térmica nesses açudes.

Análise da sazonalidade da salinidade das águas dos açudes Pacajus, Pacoti/Riachão, Ereré e Gavião em relação a pluviometria, revelam que os índices de salinidade nos referidos reservatórios apresentam uma correlação inversamente proporcional aos índices pluviométricos. Em outras palavras, na estação chuvosa a salinidade decresce, tendendo a aumentar com o cessar das chuvas.

Tal sazonalidade tem reflexos na dinâmica da classificação para irrigação das águas armazenadas nestes açudes ao longo do tempo. De acordo com o trabalho "Qualidade da Água para Irrigação no Seridó - RN", elaborado pela EMPARN, em meados de 1993, quanto mais salina é a classe de estabilidade da água, maior é a relação negativa de dependência da

pluviosidade e que, em contrapartida, água de excelente qualidade apresenta pouca ou nenhuma dependência da pluviosidade na sua concentração salina. Ainda segundo esse estudo, o efeito da chuva é bem nítido na diminuição da salinidade nas fontes d'água de regular a boa qualidade, se intensificando nas ruins e atingindo o auge nas péssimas, que, ao cessar as precipitações, aumentam bruscamente o teor de sais.

Essa dependência negativa em águas de qualidade inferior pode ser constatada no caso específico do açude Ereré, notadamente salinizado, que apresenta variações significantes na sua classificação para irrigação ao longo do ano face à influência das chuvas, enquadrando-se nos meses de maior pluviometria como C3 -S1 passando para C5 - S2 nos meses mais secos. Já no açude Gavião, segmento de água bruta de melhor qualidade hídrica no sistema de abastecimento de Fortaleza, o tipo de água para irrigação se mantém constante o ano inteiro.

Com relação aos riscos de eutrofização das águas dos açudes da Região Metropolitana de Fortaleza, os níveis de concentração de fósforo medidos nestes corpos d'água, através do uso de modelos empíricos de estimativa, permitem a sua classificação trófica. O açude Pacajus é potencialmente classificado como hipereutrófico (145 mg P/m^3), o que aponta para o elevado risco de eutrofização de suas águas. Os açudes Pacoti/Riachão e Gavião apresentaram concentrações de fósforo em níveis razoáveis (29 e 30 mg P/m^3 , respectivamente), podendo serem classificados como mesotróficos, tendendo porém a eutróficos. A carga máxima admissível de fósforo afluente aos referidos açudes, em função do seu volume e tempo de residência, para que o nível de fósforo se situe abaixo do limite de trofia é de $51.687,6 \text{ kg P/ano}$ para o açude Pacajus, $59.945,9 \text{ kg P/ano}$ para o sistema Pacoti/Riachão e $5.282,8 \text{ kg P/ano}$ para o açude Gavião.

Quanto aos sistemas lacustres do território da Região Metropolitana de Fortaleza que apresentam condições adequadas para servir de fonte hídrica para abastecimento humano foram apropriados os dados do estudo realizado pela COGERH/VBA (1998). Neste foram efetuadas análises da qualidade da água de 14 lagoas distribuídas pelos municípios de São Gonçalo do Amarante (lagoas dos Talos, Gereraú e das Bolsas), Caucaia (lagoas dos Poços, Parnamirim, Itapacaú, Cauhipe e Banana) e Beberibe (lagoas Uberaba, Dentro, Bolachas, Tracuá, Canto e Uruaú).

Os resultados obtidos pelas análises físico-químicas efetuadas demonstraram que as lagoas Dentro, Bolachas e Canto apresentam concentrações altíssimas de cloretos, revelando a ocorrência de intrusão marinha, o que torna suas águas impróprias para o consumo humano. As lagoas dos Talos, Uruaú e Cauhipe, também, apresentam problemas com salinidade só que

em menor escala, requerendo, no entanto, para a utilização de suas águas que estas sejam submetidas a tratamento de dessalinização. Por sua vez, as lagoas do Gereraú, das Bolsas, dos Poços, Parnamirim, Itapacaú, Banana, Uberaba e Tracuá apresentam características físico-químicas adequadas para uso com abastecimento humano. Faz-se necessário, contudo, a determinação das concentrações de DBO, OD e, principalmente, coliformes, para uma melhor caracterização e classificação de suas águas de acordo com as normas existentes, em especial a Resolução CONAMA nº 020/86.

Após a identificação dos mananciais com água potável, o referido estudo programou o levantamento batimétrico dos sistemas lacustres selecionados, visando definir suas capacidades de acumulação de água. As lagoas dos Talos e Cauhipe apesar de apresentarem problemas de salinidade foram, também, selecionadas dado suas localizações estratégicas em relação ao Complexo Industrial-Portuário do Pecém. Contudo, por ocasião da realização dos levantamentos a maior parte das lagoas selecionadas encontravam-se secas ou com lâminas d'água muito pequenas face ao longo período de estiagem, o que inviabilizou a realização do estudo. Desta forma, somente puderam ser levantadas as lagoas do Cauhipe, Parnamirim e Banana. Mesmo para estas, foi necessário realizar, completamente, através de nivelamento altimétrico, pesquisa de campo e análise de imagem de satélite, uma extrapolação de área, afim de avaliar a capacidade máxima das lagoas. A lagoa do Cauhipe apresentou uma capacidade de acumulação de 15,23 hm³ na cota 100, ocupando uma área de 831,75 ha. A lagoa de Parnamirim com área de 13,39 ha na cota 100 m, responde por um volume acumulável de 0,68 hm³, enquanto que a lagoa do Banana com área de 98,03 ha na cota 100, apresenta uma capacidade de acumulação de 2,69 hm³.

A SEMACE, órgão responsável pela política ambiental do Estado do Ceará, elaborou, em 1992, uma proposta de classificação dos principais cursos d'água do Estado, entre os quais estão inclusos os rios Jaguaribe, Banabuiú, Pirangi, Choro, Pacoti, Maranguape, Ceará e Cocó. Na referida proposta, estes rios foram enquadrados nas seguintes classes de uso: rio Jaguaribe como Classe 2 da nascente até Aracati e Classe 7 de Aracati até a foz, rio Banabuiú como Classe 2 em toda sua extensão, rio Pirangi como Classe 2 da nascente até Parajuru e Classe 7 de Parajuru até a foz; rio Choró como Classe 2 da nascente até o km 64 da BR-116 e Classe 7 do km 64 da BR-116 até a foz; rio Pacoti como Classe 2 da nascente até a cidade de Aquiraz e Classe 7 da cidade de Aquiraz até a foz; rio Maranguape como Classe 3 em toda a sua extensão; rio Ceará como Classe 3 da nascente até a ponte da BR-020 e Classe 7 da ponte da BR-020 até a foz e o rio Cocó como Classe 3 da nascente até a ponte da Av. Washington Soares e Classe 7 da ponte da Av. Washington Soares até a foz..

3.2.5.2. Recursos Hídricos Subterrâneos

Dentro do contexto aqui estudado, a implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF poderá influir na alimentação dos aquíferos situados ao longo de sua faixa de domínio, através de processos de infiltração vertical caso ocorram vazamentos. Os recursos de água subterrânea situados ao longo do traçado do sistema adutor estão representados pelos aquíferos sedimentares (Aluvial e Barreiras, este último sub-dividido em Barreiras Indiviso, Coberturas Colúvio-eluviais e Formação Faceira) e pelo aquífero cristalino.

Os aquíferos cristalinos encontram-se representados pelas rochas metamórficas e ígneas de idade Pré-Cambriana, sendo este o domínio hidrogeológico que ocupa maior extensão de área na faixa de domínio do sistema adutor (63,0%). Os aquíferos sedimentares representados pela Formação Faceira, ocorrem nos Trechos 1 e 2, estando associados tanto ao traçado do canal, como as manchas previstas para o desenvolvimento da irrigação intensiva (Chapada Jaguaribara/Castanhão, Zona de Transição Sul de Morada Nova, Tabuleiro de Morada Nova, Ibicuitinga e Tabuleiros de Russas). Os aquíferos Colúvio-eluviais tem ocorrência restrita a duas pequenas áreas no Trecho 4, enquanto que o Barreiras Indiviso ocorre nos Trechos 4, 6 e 7 e nas áreas das manchas irrigáveis de Ocara e do Projeto Piloto RMF.

As Aluviões 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 muito elevado a elevado ao longo do baixo curso do rio Jaguaribe e do Banabuiú, no trecho compreendido entre a cidade de Morada Nova e a confluência com o rio Jaguaribe. No restante da área o aquífero Aluvial apresenta potencial elevado a médio. Quanto à qualidade das águas, as Aluviões, apesar da alta vulnerabilidade, apresentam águas de boa potabilidade, com resíduo seco, quase sempre, inferior a 500 mg/l.

Os sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras constituem aquíferos livres, e por vezes, suspensos. Em virtude da sua heterogeneidade litológica, suas características hidrodinâmicas são bastante variáveis, sendo o potencial considerado fraco a muito fraco no domínio da Formação Faceira, das Coberturas Colúvio-eluviais e do Barreiras Indiviso, este último especificamente na área da mancha irrigável de Ocara e nos Trechos 4 e 6. No Trecho 7 o aquífero Barreiras Indiviso apresenta potencial médio a fraco, enquanto que na área do Projeto Piloto RMF observa-se a ocorrência de áreas com potencial médio a fraco, passando para elevado a médio a medida que se aproxima do litoral. A alimentação se dá através de águas

oriundas das chuvas e das fendas do embasamento cristalino. Como exutório tem-se a evapotranspiração. As águas são de boa potabilidade. Apresentam vulnerabilidade à poluição variando de fraca a elevada, a depender da permeabilidade e porosidade das rochas e da profundidade do nível estático.

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. Apresenta baixa vulnerabilidade à poluição. Quanto à qualidade das águas, os aquíferos cristalinos apresentam potabilidade dentro do limite de passável a medíocre, podendo ser consumida pelo homem, em condições precárias, na ausência total de uma água de boa qualidade.

3.3. MEIO BIÓTICO

3.3.1. Flora

A cobertura vegetal do território onde se desenvolve o Sistema Adutor Castanhão/RMF pode ser dividida em três tipos de formações vegetais, com seus respectivos ecossistemas: Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbustiva Densa), Vegetação de Tabuleiros e Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Matas Ciliares e Lacustres).

A faixa de domínio do sistema adutor apresenta-se predominantemente revestida pela Caatinga Arbustiva Densa, a qual encontra-se geralmente associada ao domínio do embasamento cristalino, ocupando cerca de 63,0% da extensão total da área do empreendimento, com destaque para as áreas dos Trechos 1, 2 e 3. Nos tabuleiros da Formação Faceira associados aos Trechos 1 e 2, a caatinga apresenta-se mais exuberante, observando-se o predomínio de espécies arbóreas nas áreas não afetadas pela ação antrópica. Nos tabuleiros arenosos do Grupo Barreiras, revestindo os Trechos 6 e 7 e boa parte do Trecho 4, ocorre a Vegetação de Tabuleiros, a qual apresenta-se substituída em grandes extensões de áreas por cultivos de cajueiro. Nas várzeas dos eixos principais de drenagem observa-se a presença de densos carnaubais, os quais apresentam-se praticamente erradicados ao longo dos rios Jaguaribe e Banabuiú. Apresenta-se a seguir uma breve descrição das diferentes tipologias vegetais que ocorrem ao longo do traçado do sistema adutor:

Floresta Caducifolia Espinhosa (Caatinga Arbustiva Densa)

A caatinga hiperxerófila constitui a principal formação vegetacional da área em estudo, sendo caracterizada pelo elevado grau de xerofitismo. Em termos fitofisionômicos a cobertura vegetal da área por onde se desenvolverá o sistema adutor 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 da Depressão Sertaneja.

Aparecem entre as espécies arbóreas desta comunidade: sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), pau branco (*Auxemma onocalyx*), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme*), cumaru (*Amburana cearensis*) e jucá (*Caesalpinia ferrea*), entre outras. O estrato arbustivo é composto por marmeleiro preto (*Croton sonderianus*), matapasto (*Cassia sericea*), velame (*Croton campestris*), mofumbo (*Combretum leprosum*), mandacaru (*Cereus Jamacaru*), macambira (*Bromelia* sp.) e xique-xique (*Cereus gounellei*). Nas áreas

degradadas é frequente a presença da jurema preta (*Mimosa acutitipula*). Entre as espécies exóticas constatou-se a ocorrência na área da algaroba (*Prosopis juliflora*).

Na área do empreendimento 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.

No trecho onde o sistema adutor intercepta o tabuleiro da Formação Faceira, na denominada Chapada Jaguaribara/Castanhão, a vegetação de caatinga apresenta-se mais exuberante, com predomínio de indivíduos de porte arbóreo e com maiores perímetros, devido as condições litológicas favoráveis. Nas imediações da cidade de Nova Jaguaribara a vegetação encontra-se relativamente degradada dado a erradicação da cobertura vegetal por ocasião do início das obras do referido núcleo urbano, do açude Castanhão e da CE-269. Observa-se, ainda ao longo da referida chapada áreas esparsas com vegetação degradada para dar lugar a cultivos agrícolas de sequeiro. Nos trechos onde o canal intercepta as chapadas da Zona de Transição Sul de Morada Nova e do Tabuleiro de Morada Nova, a vegetação de caatinga apresenta-se bastante degradada, estando substituída por cultivos agrícolas variados e capoeiras de caatinga.

Manchas adensadas de vegetação de caatinga relativamente preservadas são observadas nas áreas onde o sistema adutor intercepta o alto curso da Bacia do Palhano, na região da Serra do Félix e da Bacia do Pirangi, nas imediações do riacho Baixio do Feijão.

Complexo Vegetacional Litorâneo (Vegetação dos Tabuleiros)

Recobre os tabuleiros do Grupo Barreiras, os quais tem como característica apresentar uma vegetação densa, de porte médio, além de contar com sub-bosque e com um estrato herbáceo periódico.

O conjunto vegetacional dos tabuleiros não se apresenta homogêneo, principalmente quando se analisa o padrão fisionômico da vegetação. São constatadas duas feições distintas de plantas lenhosas, compreendendo vegetação subperenifólia e vegetação caducifólia. Esta última ocorrendo nas áreas mais afastadas do litoral, em decorrência da maior semi-aridez do clima regional, apresentando uma maior penetração de espécies da caatinga. São comuns as espécies: *Caesalpinia ferrea* (jucá), *Byrsonima verbascifolia* (murici-de-tabuleiro), *Tabebuia impetigiosa* (pau d'arco roxo), *Cecropia* sp (imbaúba) e *Bocoa mollis* (café bravo), entre outras. Dentre as espécies da caatinga que ocorrem sobre os tabuleiros figuram a catingueira

(*Caesalpinia bracteosa*), imburana vermelha (*Commiphora leptophloeos*), camará (*Lantana camara*) e Jurema preta (*Mimosa tenuiflora*). A cajucultura tem sido a principal atividade agrícola nessas áreas e, juntamente com outras formas de ocupação, tem provocado modificações significativas na cobertura vegetal primária.

Floresta Mista Dicótilo-Palmácea (Matas Ciliares e Lacustres)

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*), jaramataia (*Vitex gardneriana*), casca grossa (*Maytenus rigida*), coaçu (*Coccoloba* sp.), ingá bravo (*Lanchocharpus sericeus*) 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 Livramento e Santa Rosa e do Córrego do Corcunda, no Trecho 1 e do rio Choró no início do Trecho 7, dado os seus maiores níveis de preservação. A mata ciliar do rio Jaguaribe apresenta-se bastante descaracterizada, estando degradada nas imediações do barramento do açude Castanhão pelas atividades inerentes à implantação das obras do referido reservatório e pelo desenvolvimento da irrigação difusa na região a jusante deste ponto. As várzeas do Banabuiú, por sua vez, apresentam-se ocupadas pelas áreas agrícolas do Perímetro Irrigado de Morada Nova, estando sua mata ciliar representada apenas por espécies arbóreas esparsas. Nos rios Palhano e Pirangi as matas ciliares apresentam-se inexpressivas, predominando áreas antropizadas.

3.3.2. Fauna

A fauna da região onde se desenvolve o Sistema Adutor Castanhão/RMF, a exemplo do que ocorre em todo o Nordeste, apresenta-se muito pobre em espécies e com baixo grau de endemismo. 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.

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.

Essas alterações provocadas no meio ambiente concorrem para que quase todos os mamíferos silvestres de grande e médio porte se encontrem extintos ou em vias de extinção na região. Os espécimes remanescentes são de pequeno tamanho e reprodutivamente prolíficos. De um modo geral, têm hábitos noturnos, protegendo-se durante o dia contra as condições intensas de radiação solar, procurando zonas mais úmidas ou ocupando abrigos na superfície ou até mesmo adotando o ambiente subterrâneo como habitat.

Em termos de cadeia trófica, os mamíferos que ocorrem na região representam tanto a base (frutívoros e/ou herbívoros - preá, mocó, morcego) quanto o ápice da cadeia, aqui representada pelos carnívoros (gato mourisco, gato maracajá, raposa, cassaco), aparecendo, ainda, diversos indivíduos omnívoros, ou seja, que pertencem a mais de um nível alimentar (sagui, tatu, peba).

Quanto ao habitat, os mamíferos de maior porte são, em geral, tímidos, refugiando-se nas matas de serrotes e outros locais de difícil acesso, tendo como membros: gato mourisco, gato maracajá, guaxinim, etc. Os mamíferos de pequeno e médio porte por serem mais ágeis para fugir habitam nas caatingas e capoeiras, podendo-se citar como exemplos: sagui, preá, tatu, peba. Algumas espécies freqüentam, também, áreas antropizadas, entre elas raposa, peba, preá, cassaco. Os mamíferos não possuem espécies típicas do ambiente lacustre/ribeirinho, contudo algumas espécies costumam freqüentar esta região em busca de água.

A situação dos mamíferos na região do projeto pode ser sintetizada da seguinte forma: espécies ameaçadas de extinção - gato mourisco, gato maracajá, gato do mato, tatu; espécies freqüentes - tatu peba, sagui, cassaco, punaré, mocó; espécies abundantes - preá, raposa, guaxinim.

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

Com relação à cadeia trófica, as aves encontram-se representadas na área, da seguinte forma: carnívoras (gavião, caboré), granívoras (rolinhas, asa branca, juriti, canário, golinha), insetívoras (anum, vovô, tetéu), omnívoras (sábua, jacu, bem-te-vi, nambu, corrupião, graúna), estas últimas apresentando uma alimentação diversificada (frutos, sementes, insetos, moluscos, peixes, etc.).

Em termos de habitat, nas caatingas e capoeiras ocorrem alguns grupos de aves adaptadas a este ambiente hostil, podendo-se mencionar entre estas espécies: columbídeos (rolinhas, asa

branca, juriti, avoante), icterídeos (graúna, corrupeirão, papa arroz), tinamídeos (nambus), cracídeos (jacu), fringilídeos (galo de campina, bigodeiro, canário, golinha), mimídeos (sabiá), falconídeos (carcará), acipitrídeos (gavião), entre outros. Entre as aves que freqüentam as áreas de entorno dos ecossistemas aquáticos figuram aramídeos (carão), tyrannídeos (vovô, lavadeira), fringilídeos (golinha, galo de campina), cuculídeos (anuns), icterídeos (corrupeirão, papa arroz), psitacídeos (papacu), falconídeos (carcará), caradriídeos (tetéu), entre outros. Já as zonas antropizadas apresentam uma avifauna menos diversificada, composta por espécies que estão mais adaptadas à presença humana: bem-te-vi, 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, de várias espécies, apesar de normalmente perseguidas pelo homem rural, ainda são abundantes, principalmente em torno dos açudes e de outros mananciais. Dentre as cobras venenosas as mais temidas são a jararaca e a coral verdadeira.

Em termos de habitat, a maioria dos répteis da região vive nos tabuleiros, caatingas e capoeiras (camaleões, tejus, tijubinas, ofídeos), 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.

Com relação à cadeia trófica, os ofídeos são geralmente carnívoros, alimentando-se de diversas fontes protéicas (pequenos roedores, pássaros, rãs, tijubinas, outros ofídeos, etc.), conforme a sua espécie. Entre os lagartos, a cadeia trófica apresenta-se mais diversificada, sendo observado espécies insetívoras (tijubina), herbívoras (camaleão) e omnívoras (teju, calango).

Os insetos, com suas diversas ordens, constitui 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 hematófagos (barbeiro, muriçoca, mutuca).

Em termos de habitat, a maioria dos insetos vivem nas áreas de tabuleiros, caatingas e várzeas dos cursos d'água. O número de espécies que freqüenta as zonas antrópicas, também, é relativamente significativo, com destaque para: bicudo do algodoeiro, mosca comum, barbeiro, muriçoca, grilo, gafanhoto, barata, entre outros.

A fauna piscícola dos rios da região é pobre e altamente adaptada à ecologia regional. As espécies nativas mais comuns são: traíra, curimatã comum, cará, piaba, piau e camarão pitu (crustáceo).

Quanto à cadeia trófica, a ictiofauna que habita os rios da região é composta, predominantemente, por espécies omnívoras (piauí comum, piaba chata, cará, mussum), que se alimentam de plâncton, insetos, moluscos, crustáceos, pequenos peixes, algas, etc. Foi constatada na área a presença da traíra, do tucunaré, da pirambeba e da piranha, espécies carnívoras consideradas inimigas da piscicultura. Aparecem, ainda, espécies plantófagas como a tilápia do Nilo, peixe exótico, aclimatizado nos açudes da região, e iliófagas como é o caso da curimatã comum, que consome diatomáceas, microcrustáceos e protozoários. Algumas espécies de peixes da família dos caracídeos (curimatã, piaba) descem e sobem o rio “mãe” na época da desova, fenômeno conhecido como piracema. Já os simbrânquios (mussum) vivem em águas pouco oxigenadas, resistindo, na lama, de uma estação chuvosa para outra.

No caso específico da piranha e da pirambeba, espécies ictiológicas daninhas, a Bacia do Jaguaribe já tinha efetuado o controle ou extermínio destas na região de alto curso, à montante do açude Orós, em meados de 1975. O restante dos cursos d'água da bacia, estando aí incluso o próprio rio principal a jusante do Orós e o rio Banabuiú, ainda, contam com a presença destas espécies em suas águas. Entretanto recentemente o açude Orós teve suas águas reinfestadas por piranhas e pirambebas, devido o rompimento da tela na tubulação de interligação com o açude Lima Campos, estando atualmente toda a Bacia do Jaguaribe infestada por estas espécies.

No território das Bacias Metropolitanas, as bacias receptoras da água aduzida pelo sistema adutor proposto (bacias do Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó) já enfrentam atualmente problemas de infestação de espécies piscícolas predadoras provenientes da Bacia do Jaguaribe, tendo o Canal do Trabalhador como meio de disseminação, seja de forma direta através dos açudes integrados ao referido canal (açudes Pacajus/Ererê, na Bacia do Choró, Pacoti/Riachão, na Bacia do Pacoti e Gavião, na Bacia do Cocó), todos integrantes do sistema hídrico da RMF, seja através da alimentação artificial de lagoas e pequenos açudes marginais ao canal, efetuada pelos proprietários dos imóveis periféricos, fato constatado na Bacia do Pirangi.

Habitam, ainda, nos cursos d'água da região, o camarão de água doce, crustáceo da família dos palaemonídeos que se alimenta de plâncton, insetos e pequenos peixes. 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, estudos específicos sobre as espécies florísticas e faunísticas endêmicas de determinadas regiões do seu território. Analisando comparativamente a listagem de espécies vegetais catalogadas pelo Herbário Prisco Viana da UFC - Universidade Federal do Ceará e o inventário de plantas representativas do Nordeste, especialmente do Ceará, elaborado por BRAGA (1976), com a Lista Oficial de Espécies da Flora Brasileira Ameaçada de Extinção, publicada pela Portaria IBAMA no. 06-N, de 15 de janeiro de 1992, constata-se que apenas cinco espécies florísticas encontradas no território cearense integram a citada lista: *Astronium urundeuva* Engl. (Aroeira da Serra ou Aroeira Legítima), *Schinopsis brasiliensis* Engl. Var *glabra* Engl. (Braúna), *Dorstenia cayapia* Vell. (Contra-Erva), *Pilocarpus trachylophys* Holmes (Jaborandi-do-Ceará ou Arruda do Mato) e *Pilocarpus jaborandi* Holmes (Jaborandi Branco). As duas primeiras espécies estão enquadradas na categoria vulnerável, enquanto que as demais encontram-se em perigo de extinção.

Por sua vez, nos estudos desenvolvidos para o Projeto Áridas pelo convênio FUNCEME/UECE/SEMACE (1994) é apresentado uma listagem das principais espécies vegetais ameaçadas de extinção no Estado do Ceará, contando com 38 espécies. Das espécies constantes na referida lista sete 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*), sipaúba (*Thiloa glaucocarpa*), cumaru (*Amburana cearensis*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*).

Com relação as espécies faunísticas ameaçadas de extinção no território cearense, foram efetuados levantamentos de dados junto ao IBAMA e a SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Das espécies que ocorrem na região do empreendimento ora em análise, apenas três integram a listagem fornecida 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 área do estudo conta apenas com uma unidade de conservação situada próximo a área do empreendimento na região jaguaribana, 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 800 ha, englobando terras dos municípios de Jaguaribara e Alto Santo, na região da Serra da Micaela, à leste da bacia hidráulica do futuro açude Castanhão. O traçado do sistema adutor proposto não intercepta a área da referida unidade de conservação, nem tão pouco irá resultar em pressão antrópica sobre seu território, visto que esta encontra-se posicionada a mais de 20 km do trecho inicial do sistema adutor e das áreas de irrigação previstas.

No território das Bacias Metropolitanas três unidades de conservação estão situadas próximo a área do empreendimento, a APA da Lagoa de Uruaú (Decreto Estadual nº 25.355, de 26/01/99), em Beberibe; a APA de Balbino (Decreto Lei nº 497 de 20/09/88), em Cascavel e a Reserva Particular do Patrimônio Nacional da Lagoa da Encantada, em Aquiraz. O traçado do sistema adutor não intercepta as áreas destas unidades de conservação. Ressalta-se, no entanto, que a APA do Balbino e a RPPN da Lagoa da Encantada estão posicionadas relativamente próximas da mancha irrigável prevista para o Projeto Piloto RMF, podendo vir a ocorrer pressão antrópica sobre estas unidades de conservação associadas principalmente a poluição dos recursos hídricos por agrotóxicos.

3.4. MEIO ANTRÓPICO

3.4.1. Área de Influência Funcional

3.4.1.1. Evolução da População e Distribuição Geográfica

De acordo com o IBGE, em 1996, a área de influência funcional do empreendimento contava com uma população total de 3.136.225 habitantes, o correspondente a 46,1% da população do Estado. Desse total, 1.965.513 habitantes, ou seja, 62,7% refere-se à população residente em Fortaleza que apresenta sua área territorial dividida em três bacias hidrográficas: Bacia do Sistema Ceará/ Maranguape, concentrando 48,4% da população do município; Bacia do Sistema Cocó/ Coaçu, com 32,0% da população; e Bacia FLED, com 19,6%.

A densidade demográfica atingiu nesse ano o patamar de 167,88 hab/km² para a região como um todo, apresentando maior concentração nas bacias que possuem área no município de Fortaleza como, Sistema Ceará/Maranguape (1.715,13 hab/km²), Sistema Cocó/Coaçu (1.506,00 hab/km²) e FLED (883,21 hab/km²). O município de Fortaleza, capital do Estado, apresentou uma carga demográfica de 6.540,86 hab/km². As demais bacias integrantes apresentaram uma densidade demográfica mais rarefeita, oscilando entre 12,10 hab/km², na bacia do Cauhipe, até 352,27 hab/km², na bacia do Caponga Roseira.

Analisando o comportamento da urbanização na área de influência funcional, observa-se que, com exceção das bacias do Médio Jaguaribe, Pirangi, Caponga Roseira e Cauhipe, as demais apresentam taxas de urbanização superiores a 50,0%, com as bacias do Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape e FLED atingindo taxas de 99,1%, 98,9% e 96,5%, respectivamente.

A taxa anual de crescimento da população total verificada para o período de 1991/96 foi de 2,03% ao ano, valor superior ao registrado pelo Estado (1,35 % ao ano). O crescimento populacional na área de influência funcional acusou taxas decrescentes em 22,8% das localidades e sinais de estagnação em 9,4%, apresentando valores positivos na maior parte dos núcleos urbanos, com taxas oscilando entre 0,50 e 12,26 %. Destacam-se neste grupo as sedes municipais de Horizonte (7,70 %), Eusébio (5,92%), Caucaia (4,75%) e os distritos de Queimados em Horizonte (12,26 %) e Guararu em Caucaia (8,85 %).

Dentre as bacias estudadas, 42,9% registraram crescimento negativo da população rural, tendo-se verificado maior evasão da população rural no período analisado, na bacia do Choró (-7,93% ao ano). A média para o conjunto dos municípios contemplados indicou, também, uma

taxa negativa de -1,01% ao ano. Em termos de crescimento positivo, as bacias do Cauhipe e Malcozinhado foram aquelas que apresentaram maiores taxas de crescimento da população rural, 4,96% e 3,48%, respectivamente.

Em suma, no período de 1991/96, ocorreu não apenas uma diminuição relativa da população rural que passou de 11,2% para 9,6% do total, mas também uma diminuição absoluta de 316.912 habitantes em 1991, para 301.191 habitantes em 1996. Tal fato evidencia não só a incapacidade das áreas rurais da região em manter o agricultor nas atividades do campo, como também, em decorrência do primeiro fato, ressalta o problema de inchaço dos centros urbanos.

3.4.1.2. Qualidade de Vida da População

a) Nível de Instrução

Analisando o nível de instrução da população dos municípios contemplados, em 1991, observou-se uma taxa de analfabetismo de 29,5% dentre o total de pessoas maiores de 5 anos. Este índice, comparado com o do Estado do Ceará que foi de 37,7%, mostra-se menos grave, porém ainda demonstra uma situação crítica em termos de educação. Segundo dados do IPEA, em 1991, o Ceará estava enquadrado entre os cinco estados que apresentaram os piores índices de analfabetismo do país, sendo sobrepujado apenas pelos estados de Alagoas (43,9%) e Piauí (44,1%).

A taxa de analfabetismo entre crianças e adolescentes de 11 a 17 anos, no ano de 1996, chegou a atingir para a região estudada, 16,9%, menor que a taxa auferida pelo Estado do Ceará (22,1%). Dentre os municípios da área de influência funcional, o que apresentou maior taxa de analfabetismo nessa faixa etária foi Alto Santo (33,5%), enquanto a menor taxa foi detectada em Fortim (5,4%).

b) Distribuição da Renda

No tocante à distribuição de renda, os dados do Censo de 1991 do IBGE para o conjunto dos municípios estudados confirmam que 67,6% dos chefes de domicílios recebem uma renda mensal inferior a dois salários mínimos, o que comprova o baixo padrão de vida da população residente na região de influência. Obviamente, os chefes de domicílios que compõem o estrato inferior de renda apresentam-se mais representativos na zona rural, o que torna mais agravante a situação, tendo em vista a elevada concentração das terras, a falta de oportunidades de emprego e a precariedade dos serviços básicos.

Conforme o IBGE, a distribuição de renda segundo os municípios, tendo em conta o segmento de chefes de domicílios com renda inferior a dois salários mínimos mensais, indica que os menores percentuais de baixos salários foram percebidos nos municípios de Fortaleza (58,3%), Caucaia (74,8%) e Maracanaú (75,9%), notadamente aqueles municípios que tiveram o maior contingente de População Economicamente Ativa (PEA) empregada nos setores terciário e secundário da economia.

Constata-se, ainda, que para 26 municípios, ou seja, 90,6% do total, o percentual de chefes nesta categoria é maior que 80,0%. Ressalta-se, entretanto, que os chefes de domicílios que não contavam com rendimentos não foram aqui computados, revelando que o problema de concentração de renda é ainda mais acentuado.

Quanto ao PIB per capita, os dados do IPLANCE para o ano de 1996, revelam que os municípios de Itaitinga, Ocara e Ibicuitinga foram os que apresentaram menor nível de renda por habitante na área do estudo, respondendo por R\$ 995,00, R\$ 1.005,00 e R\$ 1.159,00, respectivamente. Os municípios de Fortaleza (R\$ 4.896,00) e Maracanaú (R\$ 4.108,00) apresentaram valores bem mais elevado que a maioria dos municípios, porém o município de Eusébio foi o que respondeu pelo PIB per capita mais alto da área de influência (R\$ 6.316,00). A média do PIB per capita para a área como um todo atingiu R\$ 3.879,00, valor superior ao registrado para o estado do Ceará (R\$ 2.525,00).

c) Condições Médico-Sanitárias

Outro elemento importante para se aferir a qualidade de vida de uma população refere-se às suas condições de saúde. A mortalidade infantil, expressa pelo número de crianças que morrem antes de terem completado o primeiro ano de idade, apresenta-se relativamente elevada na área de influência funcional, tendo sido registrado uma taxa de 35,1‰ em 1997, menor que a TMI registrada para o Estado do Ceará que foi de 39,8‰. Tais índices têm mostrado decréscimo quando comparados com as taxas registradas em 1996, que foram de 42,0‰, para o conjunto dos municípios e 46,0‰ para o Estado. Dentre os fatores que concorrem para a queda dos índices de mortalidade infantil citam-se: a orientação dos agentes comunitários de saúde; o incentivo ao aleitamento materno; o manejo adequado das diarreias e infecções respiratórias; o aumento da cobertura vacinal para doenças imuno-preveníveis.

A relação número de leitos hospitalares por habitantes, também serve como indicador sanitário. Para a área de influência funcional esta relação apresenta-se um pouco deficitária, sendo igual a um leito para cada 393 habitantes, bem mais elevado que o recomendado pela OMS (1:200).

Fortaleza, que representa o grande centro médico-hospitalar do Estado, para o qual converge os habitantes dos municípios interioranos, apresenta uma relação leito/habitante elevada, de 1:316, sem levar em consideração o contingente interiorano que diariamente busca assistência médica na capital. Como resultado, observa-se um sobrecarregamento da infra-estrutura do setor saúde deste município, fazendo com que o atendimento não seja adequadamente satisfatório. Ao nível dos municípios, com exceção de Fortaleza, foram constatados índices de 1:236 em Limoeiro do Norte, até 1:2018 em Chorozinho.

Outro indicador de saúde abordado refere-se à relação médico/habitante, onde se destaca na área estudada o município de São Gonçalo do Amarante, que registrou em 1997 uma relação de 1,45 médicos para 1.000 habitantes, seguindo-se Horizonte (1,41:1.000), Pacatuba (1,40:1.000), Aquiraz (1,37:1.000), Tabuleiro do Norte (1,35:1.000), Jaguaruana (1,26:1.000), Palhano (1,10:1.000), Ocara (1,08:1.000) e Morada Nova e Chorozinho (1,01:1.000). Os demais municípios registraram valores inferiores a 1:1.000, parâmetro considerado padrão pela OMS. Os municípios que apresentaram relação médico/habitante próximo ao padrão foram São João do Jaguaribe (0,84:1.000) e Itaiçaba (0,80:1.000). Considerando o conjunto dos municípios, foi obtido uma relação média de 0,46:1.000, inferior à média do estado do Ceará (0,59:1.000).

d) Índice de Desenvolvimento Humano

Para a área de influência funcional, constatou-se em 1991, que 80,0% dos municípios integrantes apresentaram IDH-M considerado baixo. O município com menor índice foi Chorozinho, localizado na Bacia do Choró, que apresentou IDH-M igual a 0,362. Aqueles municípios com IDH-M situados na faixa média (0,500 a 0,650) perfaziam 10,0% do total, são eles: Maracanaú (0,537), Caucaia (0,525) e Limoeiro do Norte (0,501). O maior índice (0,762) foi obtido pela capital Fortaleza.

Muito embora a grande maioria dos municípios contemplados apresente valores de IDH baixos, observa-se ao longo das décadas um crescimento desse índice em todos os municípios, inclusive para o Estado do Ceará, que passou de um índice de 0,293, em 1970, para 0,517 em 1991.

Outros indicadores que devem ser ressaltados referem-se aos Índices de Desenvolvimento Municipal dos Grupos 1 (IG1) e 2 (IG2), calculados pelo IPLANCE em 1999 para os municípios cearenses. Para o IG1, que tem como base os indicadores fisiográficos, fundiários e agrários, os municípios de Aquiraz (67,16), Pindoretama (50,78), Limoeiro do Norte (44,89) e Fortaleza (43,02), foram os que apresentaram maiores índices e, conseqüentemente, melhores colocações no ranking, 4^a, 16^a, 21^a e 23^a, respectivamente.

Com relação ao IG2, tendo por base os indicadores demográficos e econômicos, observa-se com as melhores colocações no ranking estadual os municípios de Fortaleza (100,00), Maracanaú (69,75), Eusébio (68,10) e Horizonte (40,33), ocupando as quatro primeiras colocações. O índice apresentado pelo município de Ocara (4,00) foi o mais baixo dentre os municípios estudados, colocando-o na 173ª posição do ranking.

3.4.1.3. Infra-Estrutura Física e Social

a) Setor Transportes

A área de influência funcional é servida por cinco rodovias federais (BR-116, BR-122, BR-304, BR-020 e BR-222), permitindo a integração do espaço estudado à capital do Estado e outras regiões do país.

A BR-116 é, sem dúvida, o eixo rodoviário mais importante do Ceará, sendo estabelecida através dela a comunicação com os principais centros produtores do sudeste e do sul do país, além dos outros estados do Nordeste. Constitui a principal via de escoamento da produção industrial da RMF e da produção agrícola dos pequenos e grandes projetos de irrigação existentes ao longo da planície do rio Jaguaribe.

A BR-222 serve o setor oeste da RMF, cortando terras dos municípios de Fortaleza, Caucaia e São Gonçalo do Amarante, compreendendo, inclusive, o acesso ao Complexo Industrial-Portuário do Pecém via CE-422. Esta rodovia constitui a ligação da RMF à zona norte do Ceará e ao estado do Piauí.

A BR-020 se desenvolve, a partir de Fortaleza, no sentido sudoeste, servido para interligação da RMF ao Sertão dos Inhamuns e ao estado do Piauí, além de permitir o acesso ao Distrito Federal. Quanto à BR-122, esta permite a interligação do grande centro industrial do Estado à região do Sertão Central, via BR-116. Alguns trechos dessa rodovia ainda estão sob a administração estadual (CE-359). A BR-304, constitui interligação, via BR-116, ao estado do Rio Grande do Norte.

As rodovias estaduais proporcionam a ligação entre os centros produtores e os principais eixos de escoamento da área estudada, exercendo basicamente, funções alimentadoras. Observa-se a maior concentração de rodovias estaduais na RMF, interligando as diversas sedes municipais à capital Fortaleza, destacando-se as rodovias CE-060 e CE-065. A rede rodoviária voltada para a integração de áreas com potencial turístico encontra-se representada pela CE-040, que serve o litoral leste e a CE-085, que atende a região praiana do litoral oeste.

A rede de transporte ferroviário de carga é operada pela Companhia Ferroviária Nacional – CFN através de duas linhas e um ramal: Linha Tronco Norte com 1.158km, ligando Fortaleza a São Luís do Maranhão; e Linha Tronco Sul com 757km, ligando Fortaleza a Souza, na Paraíba; Ramal do Crato, com 119km, ligando alguns municípios da região sul do Estado.

Em termos de transporte aéreo, a área de influência funcional conta com o Aeroporto Internacional Pinto Martins, em Fortaleza. Os municípios de Aracati, Morada Nova e Russas dispunham, no mesmo ano, de aeródromos homologados com pistas em estado regular de conservação. Também contam com aeródromos, os municípios de Alto Santo e Limoeiro do Norte, entretanto, não são homologados.

Quanto ao transporte marítimo, a infra-estrutura portuária do estado do Ceará está localizada em Fortaleza, sendo a mesma administrada pela Companhia Docas do Ceará – CDC, sendo composta pelo Porto do Mucuripe. O Porto do Pecém, por sua vez, encontra-se em fase de implantação nos municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante.

b) Setor Educacional

O setor educacional dos municípios que compõem a área de influência funcional dispõe, basicamente, de três níveis regulares de ensino: pré-escolar, ensino fundamental e médio, além do ensino superior constatado na cidade de Fortaleza, capital do Estado. Além dos níveis citados também eram ministrados os ensinos supletivo e educação especial.

Na área estudada, segundo dados do IPLANCE (1997), 3.173 estabelecimentos de ensino ministravam o pré-escolar a um total de 206.974 alunos, representando 44,8% do total de matrículas iniciais efetuadas em todo o Estado. Estas escolas situavam-se, principalmente na zona rural. O maior número de escolas nesse nível de ensino encontrava-se inserido na cidade de Fortaleza, o correspondente a 53,0%.

O ensino fundamental era responsável pelos maiores quantitativos do setor educacional, e ao contrário do pré-escolar, apresentava a maioria das escolas localizadas nas cidades. No total, 3.333 estabelecimentos ministravam o ensino fundamental (1ª à 8ª série), a crianças e adolescentes da faixa etária de 7 a 14 anos de idade. Em Fortaleza estava concentrado o maior número desses estabelecimentos (39,8% do total). A administração desses estabelecimentos estava, principalmente, sob a responsabilidade das prefeituras municipais (57,2%). No período letivo de 1997, foram matriculados 755.346 alunos, perfazendo uma média de 227 alunos por escola.

Em termos de ensino médio, a área estudada apresentou, no ano de 1997, um número de 246 estabelecimentos de ensino, geralmente na dependência administrativa de particulares (56,9% do total). Apenas o município de Ibicuitinga não contava com esse nível de ensino. Foram matriculados no ensino médio 124.359 alunos (506 alunos/escola).

Após cursarem o pré-escolar e as primeiras séries do ensino fundamental (1ª a 4ª série) na zona rural, os alunos são transferidos para as escolas das cidades para dar continuidade ao aprendizado. Com isso, começam a surgir as dificuldades decorrentes da necessidade de deslocamento dos alunos até a escola, ocorrências de choques dado o nível educacional pouco aprimorado, impedindo o aluno de acompanhar satisfatoriamente a nova série, além do problema financeiro da família, que obriga a criança ou adolescente a trabalhar na agricultura para garantir o sustento desta. Esses fatores, aliados a inúmeros outros, são responsáveis pelos elevados índices de evasão e repetência escolar, prejudicando, ou até afastando definitivamente o jovem da escola.

Com relação ao ensino superior, faz-se menção, em Fortaleza, a Universidade Federal do Ceará – UFC, que em 1997 matriculou mais de 28.000 alunos em diversos cursos de graduação. Nesta instituição está presente uma expressiva rede de laboratórios e núcleos de pesquisa no âmbito da engenharia, saúde, ciências exatas, biológicas, sociais aplicadas, humanas, letras, artes e informática. Também faz-se menção a Universidade Estadual do Ceará – UECE e a Universidade de Fortaleza – UNIFOR.

c) Setor saúde

Os serviços de atendimento médico-hospitalar nos municípios pertencentes à área de influência funcional estão aquém das reais necessidades das comunidades, a exemplo do que ocorre em todo o Estado. De acordo com dados referentes ao ano de 1997, obtidos no Anuário Estatístico do Ceará - 1997, existiam na área um total de 660 unidades de saúde conveniadas ao SUS, sendo o maior número referente a centros de saúde (147 unidades) e postos de saúde (113 unidades). Foi constatado que 40,0% dos municípios da área contavam com pelo menos um hospital para atendimento da população, enquanto 43,3% não dispunha desse equipamento de saúde. Os hospitais conveniados totalizavam 50 unidades, sendo que 42,0% destes estavam concentrados na cidade de Fortaleza.

Os profissionais de nível superior ligados ao SUS somavam um total de 11.200 profissionais, dos quais 62,3% eram médicos. A equipe de agentes comunitários de saúde era formada por 7.668

profissionais que acompanhavam 290.687 famílias, perfazendo um total de 1.248.254 pessoas diretamente assistidas por estes profissionais que atuam na área da medicina preventiva.

d) Setor Comunicação

O sistema de telefonia fixa e móvel da área em estudo vem sendo operado por diversas empresas, com destaque para a TELEMAR, contando, em 1997, com 369.456 terminais convencionais em serviço, 14.460 telefones públicos e 114.392 celulares. Destes, Fortaleza concentrava cerca de 92,0% dos telefones convencionais em serviço e 96,0% dos celulares.

A área de influência funcional dispõe, ainda, de 53 agências postais e telegráficas da ECT - Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos, distribuídas pelas 30 sedes municipais. O centro urbano com maior número de agências é Fortaleza, com 24 unidades. Quanto aos serviços de radiodifusão, a área conta com seis emissoras de televisão e 37 estações de rádio, sendo 56,8% situadas em Fortaleza, com 16 operando em ondas médias (OM) e 21 em frequência modulada (FM).

e) Energia Elétrica

A COELCE – Companhia de Eletrificação do Ceará opera atualmente na região estudada um sistema de transmissão composto por 52 subestações rebaixadoras de 69,0/13,8 kv, integralizando um total de 1.166,53 MVA de potência instalada. A energia oriunda do sistema CHESF é transmitida às subestações através de sete linhas de alta tensão. O Quadro 3.4 apresenta alguns dados referentes ao sistema de energia elétrica da área de influência funcional no ano de 1999.

Quadro 3.4 - Sistema Elétrico de Alta Tensão – 69 kv

Linha	Nº de Subestações Supridas	Capacidade Instalada (MVA)	Extensão (km)
Pici II	5	239,40	44,91
Delmiro Gouveia	9	412,80	68,88
Parangaba/Messejana/Mondubim	3	106,40	23,13
RMF	11	171,33	362,87
Banabuiú	8	51,25	314,60
Russas II	7	78,75	209,22
Cauhipe	9	106,60	284,38
TOTAL	52	1.166,53	362,87

FONTE: SRH/COBA-VBA-Harza, Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza – Etapa A – Diagnóstico – Relatório Final – Tomo 3/3, 2.000.

O fornecimento de energia elétrica aos municípios contemplados atendia, em 1997, 755.903 consumidores, dos quais 67,0% estavam concentrados no município de Fortaleza. O consumo de energia totalizava 3.531.948 MWh para a área como um todo, apresentando as classes residencial e industrial os maiores níveis de consumo, respondendo por 33,9% e 32,4% do consumo total, respectivamente, seguindo-se com percentual mais inferior o consumo comercial que atingia 696.246 MWh, ou seja, 19,7% do total.

No município de Fortaleza observa-se um quadro geral avultado para as atividades industriais e comerciais em comparação com os outros municípios, marcado por notória distorção, com o consumo de energia do setor comercial desta cidade respondendo por 89,8% do consumo total da área. Deve-se, ainda, salientar o consumo relativamente significativo dos outros núcleos urbanos que compõem a RMF, que junto com a capital respondem por 96,4% do consumo de energia do setor industrial da área estudada, e por 97,0% do consumo do setor comercial.

A eletrificação rural apresenta-se pouco significativa na área como um todo, atendendo a 15.307 consumidores (2,0% do total) respondendo por um consumo de 124.521 MWh, o qual apresenta-se mais representativo no município de Limoeiro do Norte, no Baixo Jaguaribe (25.069 MWh). O consumo de energia na classe rural dos municípios contemplados chega a representar 83,4% do total consumido nessa classe em todo o estado do Ceará.

Os segmentos consumidores classificados como público e próprio, totalizaram conjuntamente 5.856 consumidores, perfazendo um consumo global de 372.811 MWh para a área como um todo.

f) Saneamento Básico

f.1) Sistemas de Abastecimento de Água

Atualmente, na área em estudo, estão sendo atendidas com sistema de abastecimento d'água 28 sedes municipais e 3 distritos, totalizando assim, 31 localidades com sistema de abastecimento d'água, dos quais 87,1% são operados pela CAGECE, 9,7% tem como órgão operador o Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE em convênio com a prefeitura e apoio técnico da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA (Morada Nova, São João do Jaguaribe e Limoeiro do Norte) e 3,2% a Prefeitura Municipal (Ibicuitinga). Foram identificadas apenas duas sedes municipais sem sistema de abastecimento d'água, entretanto, todas já contam com obras de implantação do sistema em andamento, é o caso de Eusébio e Ocara. Também conta com obras de ampliação do sistema de abastecimento d'água em andamento o sistema de abastecimento d'água da localidade de Pecém, distrito de São Gonçalo do Amarante.

O Programa de Desenvolvimento do Nordeste (PRODETUR/NE), que objetiva incrementar a indústria do turismo na região nordeste com ações de infra-estrutura básica de serviços públicos, contempla com projeto executivo de abastecimento d'água as localidades de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba, Cumbuco I e II, todas localizadas no município de Caucaia. Além dessas localidades, está também previsto, o suprimento d'água para o Complexo Industrial/Portuário do Pecém, já em execução.

O suprimento hídrico do Sistema Oeste, no qual estão inseridos, o Porto do Pecém e as comunidades da Costa Oeste, se fará através de vários açudes existentes, e a serem construídos em etapas que ocorrerão em função das demandas previstas, bem como mediante exploração de reservas subterrâneas dos aquíferos Dunas e Barreiras, e lagoas interdunares (Lagoa do Banana e Parnamirim).

O sistema hídrico previsto para suprir a demanda d'água do Complexo Industrial - Portuário do Pecém, estimada em 1.100 l/s, deverá ser implantado em três etapas: a primeira etapa corresponde à implantação do sistema básico Canal Sítios Novos - Pecém/adutora, além do Canal Principal de Integração, que se inicia no canal Sítios Novos - Pecém e vai até a derivação para a adutora de água bruta que abastecerá o sistema adutor das praias oeste, através da Lagoa Parnamirim; a segunda etapa refere-se à implantação do canal de ligação açude Pereira de Miranda/ açude Sítios Novos e dos açudes Cauhipe e Anil; finalmente a terceira etapa constará da implantação das obras de interligação entre os sistemas de suprimento d'água do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, da região litorânea alvo do

PRODETUR, da Região Metropolitana de Fortaleza (açudes Pacoti/Riachão/Gavião) e das vazões a serem liberadas pelo açude Castanhão (em construção).

Quanto à fonte hídrica dos sistemas de abastecimento d'água existentes na área de influência, 61,3% destes utilizam mananciais de superfície (açudes, lagoas, canal de interligação ou fontes), 35,5% adotam o uso de águas subterrâneas (poços) e 3,2% utilizam dois tipos de fontes de suprimento hídrico (açude e poço ou rio e poço).

Com relação ao tipo de tratamento dado à água, este vai da simples desinfecção até métodos mais complexos, conforme a necessidade local. Nos municípios não atendidos com abastecimento d'água, a população faz uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, utilizando, quando muito, o hipoclorito para tratamento da água destinada ao consumo.

Vale ressaltar que o sistema de abastecimento de água de Fortaleza requer intervenções urgentes como forma de atender às demandas de consumo que estão aumentando excessivamente em face, principalmente, da implantação de grandes empreendimentos, a exemplo do Complexo Industrial - Portuário do Pecém, ora em construção.

Além disso, a infra-estrutura de abastecimento d'água na área do estudo como um todo ainda está aquém das necessidades das suas populações, apresentando 25,8% das localidades com sistema de abastecimento com índices de cobertura inferiores a 50,0%. Apesar da grande maioria das cidades e distritos contarem com índice de cobertura maior que 50,0%, o equivalente a 74,2% das localidades estudadas, os sistemas de abastecimento d'água em operação requerem melhorias que envolvem, desde a substituição de materiais, equipamentos, tubulações, ampliações das diversas unidades dos sistemas, introdução de novas tecnologias de controle de perdas e de tratamento d'água, tratamento das águas residuárias da lavagem dos filtros das ETA's, até a automação dos sistemas.

f.2) Sistemas de Esgotamento Sanitário

Atualmente a CAGECE opera o sistema de esgotos de quatro sedes municipais na área (Caucaia, Maracanaú, Fortaleza e Russas), enquanto a FUNASA é responsável pela operação do sistema de duas cidades (São João do Jaguaribe e Limoeiro do Norte). Este atendimento se dá pela coleta de esgotos sanitários de 237.770 economias nas diversas classes de consumidores, atendendo uma população de 962.993 habitantes. Quanto ao tipo de tratamento dado aos efluentes sanitários, os sistemas contam com seis estações de tratamento das quais, 83,3% adotam o uso de lagoas de estabilização em série e 16,7%, ou seja, apenas o sistema de Limoeiro do Norte consta uma ETE com apenas uma lagoa anaeróbia.

Tendo em vista a área de influência concentrar a principal área urbana e industrial do Estado, convém discorrer algum relato sobre a situação atual do esgotamento e as obras projetadas para a área, em especial a Região Metropolitana de Fortaleza. No município de Fortaleza, a superfície esgotável é de, aproximadamente, 25.710 ha distribuídos em três bacias: Vertente Marítima (Bacia A), com 3.074,4 ha; Rio Cocó (Bacia B), com 15.476,3 ha; e Rio Maranguapinho (Bacia C), com 7.159,3 ha. O sistema antigo, com extensão total de rede coletora de 327 km, atende aos bairros da Aldeota, Meireles, Praia de Iracema e Centro, abrangendo cerca de 47,0% da área da Bacia Vertente Marítima e beneficiando uma população de 259.457 habitantes, equivalendo a um índice de atendimento de 14,76%. Além deste, outros sistemas isolados atendem à população de 13 bairros, totalizando, conforme dados da CAGECE, 585,58 km de rede coletora de esgoto. Contam ainda com sistema de esgotamento, os bairros de Mucuripe, Papicú, Varjota, Cais do Porto e Vicente Pinzon, executados através do PROSEGE.

Encontra-se em implantação as obras do Sistema de Esgotamento Sanitário de Fortaleza (SANEFOR), com previsão de atendimento de 865.700 habitantes, extensão total de 972,3 km de rede geral e 126.108 ligações domiciliares atendendo a 157.712 economias. Do sistema proposto, já foram executados 959.487,39m de rede coletora, correspondendo a 98,68% do total, e 125.118 ligações domiciliares (99,2% do total contratado), das quais 91.824 já foram liberadas para operação. Nessa área contemplada pelo SANEAR, cerca de 40,0% tem atendimento com esgotamento sanitário de 100,0%, outros 40,0% tem atendimento de 94,3% até 15,0%, e 20,0% dessa área ainda não dispõe de obras executadas, não tendo sido atendidas com esgotamento sanitário.

O sistema de esgotamento sanitário da cidade de Maracanaú conta com projeto a ser implantado na área da cidade ainda sem cobertura desse serviço. O horizonte do projeto é o ano 2018, quando é previsto uma população atendida da ordem de 36.463 habitantes. A área abrangida pelo projeto totaliza 188,6 ha, e o sistema previsto tem a sub-bacia 04 interligada à rede coletora do conjunto Jereissate. As demais bacias terão seus efluentes convergindo para uma ETE com lagoas de estabilização, cujo corpo receptor dos efluentes tratados será o rio Siqueira.

A cidade de Caucaia dispõe de sistema de esgotamento sanitário estando previsto, ainda, projetos de ampliação da rede na sua área central, contemplando os bairros de Soledade (PRODETUR), Centro e Itambé (PROSEGE) e também no bairro de Jurema, contemplando o Parque Potira e o Parque Albano, no âmbito do programa PROSANEAR. Atualmente, encontra-se em fase de implantação o sistema de esgotamento dos bairros Marechal Rondon e

Parque Guadalajara através do PROSANEAR, com previsão de atendimento final de 27.402 habitantes. O tipo de tratamento projetado é lagoa de estabilização, tendo como corpo receptor dos efluentes tratados um tributário do rio Ceará.

Foi elaborado recentemente o Projeto Executivo de Abastecimento d'Água e Esgotamento Sanitário das Praias Oeste, através do PRODETUR, que contempla as praias de Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco, no município de Caucaia, beneficiando uma população final de 285.250 habitantes no ano 2018. O sistema de esgotamento sanitário projetado para as Praias Oeste prevê a coleta e recalque de esgotos brutos até a ETE, que será constituída de lagoas de estabilização. O emissário de esgoto bruto receberá ainda os esgotos provenientes dos bairros Itambé, Centro e Soledade, da cidade de Caucaia, com projetos a implantar. Os efluentes tratados terão como corpo receptor o rio Ceará..

A infra-estrutura de esgotamento sanitário no município de São Gonçalo do Amarante, alvo de intensos investimentos como a implementação do Complexo Industrial-Portuário do Pecém, encontra-se com obras em implantação na sede e na área do Porto e adjacências (localidades de Pecém e Taíba).

O Complexo Industrial-Portuário do Pecém contará com sistema de esgotamento sanitário que prevê a divisão da área em quatro bacias. A primeira, e mais importante do ponto de vista de produção de efluentes, abrange as áreas onde serão implantadas as indústrias do pólo metalmeccânico, a siderúrgica, a refinaria, a termelétrica e as distribuidoras de derivados de petróleo. A segunda, abrange a localidade do Pecém e áreas adjacentes, consideradas de expansão urbana. A terceira, por sua vez, é constituída pelo setor do porto, onde se localizam os armazéns, galpões e escritórios, e a quarta, é formada pelas sub-bacias independentes da Taíba e da Nova Taíba. As bacias se interligam através de coletores troncos e quatro estações elevatórias cujos efluentes convergirão para a EE Principal que recalcará parte dos esgotos produzidos pelas Bacias 1 e 2 diretamente na chaminé de equilíbrio, situada próxima à plataforma da ponte e onde se iniciará o emissário submarino, que terá extensão total de 1,94 km. A rede coletora é dupla, separando os efluentes domésticos dos industriais.

No que concerne aos efluentes da segunda bacia, em cuja área serão instaladas as indústrias, convém ressaltar que as mesmas, antes de lançarem seus efluentes na rede coletora do Complexo Industrial-Portuário do Pecém, devem efetuar um tratamento prévio procedendo a retirada de material sólido, óleos, compostos químicos e outros resíduos agressivos ao meio ambiente. Além disso, águas residuárias com temperatura elevadas (maior de 40°C) devem ser

submetidas a resfriamento antes de serem lançadas na rede coletora, conforme exigido pela SEMACE. O destino final dos efluentes industriais será o emissário submarino.

A Bacia 3 terá seus efluentes lançados diretamente na chaminé de equilíbrio através de uma estação elevatória. A bacia 4 terá esgotamento sanitário independente das demais, contando com ETE do tipo lagoa de estabilização, com capacidade total de suportar efluentes gerados por uma população máxima de 60.000 habitantes.

As cidades de Maranguape, Cascavel e Eusébio, não contam com sistemas de esgotamento sanitário, porém já apresentam projetos propostos através dos programas PMSS e PASS/BID. Quanto às cidades de Aquiraz, Guaiúba, Itaitinga e Pacatuba, estão sendo contempladas com sistema de esgotamento sanitário pelo programa PROSANEAMENTO, contando, inclusive, com obras de implantação em andamento.

f.3) Resíduos Sólidos

Segundo dados do Censo Demográfico de 1991 do IBGE, no qual foi auferido o destino dos resíduos sólidos, segundo os domicílios, o conjunto dos municípios ora em estudo conta com 67,6% dos seus domicílios sendo atendidos pela coleta pública, 16,6% jogam-no em terrenos baldios ou cursos d'água, 10,4% queimam ou enterram o lixo produzido e 5,4% lhes dão outro destino.

Analisando o destino dado aos resíduos sólidos, segundo os municípios, observa-se que os municípios em melhor situação, com uma cobertura da coleta pública do lixo superior a 60,0% dos domicílios foram: Fortaleza (84,9%) e Maracanaú (71,4%). Além destes, outros municípios (Caucaia e Pacatuba) contribuem com índices relevantes de 51,9% e 45,7%, respectivamente. As práticas de incineração e enterramento do lixo se destacam nos municípios de Eusébio, com 66,6% dos domicílios adotando essa prática, Pindoretama, com 60,2%, Aracati, com 58,9% e Itaitinga e Aquiraz, com 58,7% cada.

O lançamento de resíduos sólidos em locais inadequados apresenta-se mais representativo nos municípios de Caucaia, com 83,3% e Ibicuitinga, com 74,6% dos domicílios dando esse destino ao lixo produzido. Os menores índices de utilização desse recurso para destino final do lixo cabem aos municípios de Ocara com 3,4%, Pindoretama com 4,7%, Horizonte com 5,5% e São João do Jaguaribe com 6,1%.

3.4.1.4. Atividades Econômicas

a) Setor Primário

a.1) Atividade Agropecuária

Em 1997, conforme estatísticas do IPLANCE, no setor agrícola dos municípios pertencentes à área de influência funcional se destacavam com maior percentual de área colhida as culturas da castanha de caju, feijão, milho, mandioca, coco-da-baía, banana, arroz, cana-de-açúcar e algodão herbáceo. A área colhida com castanha de caju na região chegou a representar 43,0% da área total colhida no estado com essa cultura. Os municípios de Aracati, Beberibe, Alto Santo, Chorozinho e Pacajus, foram os que apresentaram maior percentual de área colhida com castanha de caju na região, perfazendo 19,4%, 13,2%, 11,4%, 11,2% e 10,6% da área colhida, respectivamente.

No que se refere ao valor da produção, as culturas do feijão, mandioca, arroz, banana, cana-de-açúcar e coco-da-baía foram as mais importantes. Em destaque aparece a cultura da castanha de caju, chegando a representar, 54,0% do valor total da produção dessa cultura no Estado. Se destacaram como maiores produtores de castanha de caju os municípios de Pacajus e Chorozinho, responsáveis por 31,3% do volume total produzido na área.

O nível tecnológico da agricultura praticada na área de influência funcional é baixo, uma vez que pequenas parcelas dos estabelecimentos rurais possuem maquinário agrícola como tratores (2,0%), arados de tração animal (8,9%) e de tração mecânica (3,0%). O número total de tratores existente na área atingiu 1.309 unidades, o correspondente a 28,9% do total existente no Estado. A utilização de veículos de tração mecânica foi constatada, no ano de 1996, em apenas 3,4% dos imóveis rurais. O emprego de depósitos para armazenar a produção era adotado por 1,0% dos estabelecimentos rurais.

A agricultura irrigada vem sendo desenvolvida principalmente na região do Médio e Baixo Jaguaribe através de projetos implantados pela SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos, sendo representada pelos perímetros: Xique-Xique com 125,0 ha e 30 famílias beneficiadas, no município de Alto Santo; Quixeré com 199,0 ha e 80 famílias beneficiadas, no município homônimo; e Altinho com 204,0 ha, no município de Tabuleiro do Norte. O DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas conta com os seguintes perímetros de irrigação na área: Morada Nova com 3.737 ha, no município homônimo; Jaguaruana com 202 ha, no município homônimo; Jaguaribe/Apodi (1ª Etapa) com 2.893 ha, no município de Limoeiro do Norte.

A irrigação difusa na área é desenvolvida por particulares nos municípios de Aquiraz (156 ha), Cascavel (67 ha), Caucaia (46 ha), Maranguape (225 ha), Pacatuba (100 ha), Pindoretama (67 ha), São Gonçalo do Amarante (1.710 ha), Aracati (376 ha), Limoeiro do Norte (866 ha) e Quixeré (3.830 ha).

Merece destaque, também, a irrigação praticada ao longo do Canal do Trabalhador por 47 irrigantes, com água captada do mesmo. A área irrigada atinge 741,3 ha no total, sendo a produção centrada nos cultivos de melão, melancia, banana, manga, mamão, castanha de caju, milho, feijão, capim, sorgo e mandioca, entre outros. A cultura mais representativa em termos de área irrigada é o caju, perfazendo 54,4% da área total, em seguida vem o melão com 13,5%. Além da irrigação, a vazão do canal é utilizada para a piscicultura (4,0 ha), no trecho que intercepta o município de Cascavel, sendo requerida para essa atividade uma vazão de 11,1 l/s.

Quanto à exploração pecuária, esta encontra-se representada, principalmente pelo efetivo avícola, que perfaz para a área contemplada um total de 10.056.322 cabeças, o correspondente a 87,1% do efetivo avícola do Estado do Ceará, no ano de 1995. Os municípios de Fortaleza e Horizonte se destacaram como maiores produtores do Estado, atingindo efetivos de 1.755.207 e 1.513.956 cabeças, respectivamente, representando juntos, 28,3% do efetivo estadual e 32,6% do efetivo da área.

Apresenta importância, também, a bovinocultura voltada para corte e leite, estando os rebanhos mais expressivos nos municípios de Caucaia (42.632 cabeças), Maranguape (25.960 cabeças) e Russas (24.123 cabeças), representando, respectivamente, 12,2%, 7,4% e 6,9% do rebanho da região. Em termos de representatividade no Estado, o rebanho bovino da área estudada, que perfaz 348.985 cabeças, participa com 15,4% do total estadual. Os principais pontos de estrangulamento ao desenvolvimento desta atividade são a sazonalidade da produção de forragens, dado a má distribuição das chuvas, manejos sanitários e reprodutivos do rebanho inadequados, além do padrão racial impróprio para obtenção de índices satisfatórios de produtividade leiteira.

Em seguida aparece o rebanho ovino com um efetivo de 248.029 cabeças, o correspondente a 18,1% do plantel estadual, e o rebanho suíno (230.765 cabeças) e caprino (141.136 cabeças), perfazendo, respectivamente, 19,1% e 12,6% do efetivo estadual. No âmbito da área estudada, o município de Morada Nova se sobressai como maior produtor de ovinos e caprinos, contando respectivamente, com plantéis de 62.620 cabeças (25,2% do total) e 42.283 cabeças (30,0% do total), enquanto Maranguape se destaca como maior produtor de suínos (48.990 cabeças), o correspondente a 21,2% do efetivo da área.

Em termos de balanço do valor bruto da produção agropecuária, conforme dados do IBGE de 1995-1996, observa-se para a região um predomínio da atividade pecuária que contribui com 56,3% do valor da produção agropecuária, em detrimento da agricultura que perfaz 43,7%. Quadro contrário observa-se para o Estado como um todo, onde a atividade predominante, em termos de valor da produção, é a agricultura (51,3%).

a.2) Estrutura Fundiária

A estrutura fundiária na área de influência funcional, a exemplo do que ocorre no Estado, é dominada pelo complexo latifúndio/minifúndio, caracterizado por um elevado grau de concentração da terra. Apresenta um sistema de apropriação que gera relações de produções atrasadas, que vem se refletindo na diminuição da produção das culturas alimentares e no aumento do êxodo rural.

Segundo dados do IPLANCE, em 1998, a região dispunha de 18.452 estabelecimentos rurais ocupando uma área total de 1.089.505,0 ha. Deste total, 76,0% era composto por imóveis classificados como minifúndio, ocupando apenas 17,6% da área total. Por outro lado, as propriedades classificadas como grandes propriedades, representando somente 1,8% do total de estabelecimentos rurais, ocupavam 40,0% da área total.

a.3) Sindicalização, Assistência Técnica e Cooperativismo

A sindicalização encontra-se representada, principalmente, pelo Sindicato dos Trabalhadores Rurais em todos os municípios. Quanto à assistência técnica aos agropecuaristas, esta é exercida pela EMATER – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Foi constatado em 1994, a existência de 70 cooperativas distribuídas por 15 municípios (50,0% do total), dentre as quais se destacam a CIVAB – Cooperativa dos Irrigantes do Vale do Banabuiú, CAPI – Cooperativa Agrícola do Perímetro Irrigado de Morada Nova, sediadas em Morada Nova; e Cooperativa Agropecuária do Baixo Jaguaribe, sediada em Itaiçaba, entre outras.

a.4) Armazenagem e Infra-Estrutura de Apoio à Economia

Os serviços de armazenagem da área eram representados, em 1995, por 154 armazéns convencionais com 1.565.371 m³ de capacidade útil total, distribuídos entre 53,3% dos municípios contemplados. A capacidade desses armazéns chega a representar 67,8% da capacidade de armazenagem do Estado como um todo.

b) Setor Secundário

De acordo com os dados do IPLANCE de 1997, o setor secundário dos municípios da área de influência funcional era composto predominantemente pela Indústria de Transformação com 8.063 empresas, aparecendo, ainda, com valores bem inferiores, os ramos da Construção Civil, Extrativa Mineral e de Utilidade Pública com 85, 47 e 14 estabelecimentos, respectivamente. Dentre as indústrias de transformação ativas destacam-se os gêneros Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos, Couros e Peles (39,7% do total); Produtos Alimentares (16,5%); Produtos Minerais Não Metálicos (6,3%); Mobiliário (6,1%); Metalurgia (5,4%); Têxtil (5,2 %); Editorial e Gráfica (4,8%) e Madeira (2,7%). A área estudada concentra 65,5% do parque industrial do Estado do Ceará, com destaque para os municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia.

O setor metalúrgico é o que tem apresentado melhor desempenho, sendo responsável por uma das mais altas taxas de crescimento da economia cearense, tendo crescido 55,0% no período 1998/99.

O pólo têxtil do Estado é o mais moderno do país do ponto de vista tecnológico, e o segundo maior em termos de capacidade de produção, perdendo apenas para São Paulo. Na ponta do mercado o crescimento da indústria local da confecção garante a demanda interna do Estado por fios e tecidos, e abastece mercados atacadistas americanos. O Ceará já se tornou um centro lançador de moda, com confecções de todo o país se reunindo em Fortaleza a cada ano para fazer a maior feira de roupas do país, ficando atrás apenas da FENIT paulista.

No setor de alimentos, a indústria de beneficiamento da castanha de caju vem enfrentando uma crise, embora mantenha a tradicional liderança na pauta de exportação do Estado. O impasse que dificulta o crescimento da indústria cajueira é a produtividade das lavouras, que perde rendimento a cada safra, apesar do aumento da área plantada, fazendo com que o setor opere com capacidade instalada ociosa. Na falta de perspectiva de melhora a curto prazo no cenário interno da produção, os beneficiadores vão buscar o produto "in natura" no exterior para transformá-lo em amêndoa e depois exportá-lo, e estão renovando os pomares com enxertos de cultivares precoces.

Afora a indústria cajueira, merece destaque no setor de alimentos, o Grupo m. Dias Branco S.A. Comércio e Indústria que conta com a segunda fábrica de biscoito do país, perdendo apenas para a Nestlé, e as indústrias de bebidas Refrescos Cearenses, Cervejarias Antártica Ceará e Kaiser, está última recentemente implantada, que respondem por grandes marcas nacionais.

No setor de minerais não metálicos aparecem como líderes as empresas Carbomil Química, que trabalha com mineração e beneficiamento de calcário e a Chaves Mineração, que explora e beneficia caulim e talco. Merece, ainda, destaque o pólo graniteiro, onde a exploração de granito, em escala comercial, vem sendo desenvolvida a cerca de 11 anos, atingindo uma produção mensal de granito ornamental de cerca de 14 mil kg, exportando para mais de 10 países. Foi constatado, também um grande número de pedreiras, principalmente na Região Metropolitana de Fortaleza, trabalhando com britamento de pedras. A indústria da cerâmica vermelha é outro segmento que merece destaque, estando bastante difundido pela área estudada, apresentando maiores concentrações nos municípios de Fortaleza, Russas, Caucaia, Limoeiro do Norte, Maracanaú e Alto Santo.

Na indústria extrativa mineral merece menção a extração de petróleo pela PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S.A., a qual encontra-se restrita à plataforma marinha, tendo como campos produtores Atum e Xaréu, em Paracuru, e Curimam e Espada na Taíba (São Gonçalo do Amarante), com uma produção anual de petróleo de 687.810 m³ ao todo. A extração e refino de sal marinho e sal gema, por sua vez, apresenta-se em declínio com a maioria das salinas estando desativadas, sendo constatadas apenas quatro salinas em operação na bacia do Sistema Ceará/Maranguape.

Nos últimos sete anos instalaram-se no Estado 635 empresas nacionais e estrangeiras atraídas pela política industrial agressiva, através de incentivos fiscais e benefícios para a locação de projetos em municípios do interior, gerando investimentos diretos de US\$ 6,8 bilhões e criando 151.741 empregos diretos. O programa de promoção industrial posto em prática prevê a instalação nos próximos anos de 182 empresas no território das Bacias Metropolitanas com um volume total de investimentos superior a R\$ 2,26 bilhões e geração de 37.152 empregos diretos.

Analisando a distribuição geográfica das empresas que assinaram o protocolo de intenções do Programa de Promoção Industrial, constata-se que 96,7% destas optaram por se instalar na Região Metropolitana de Fortaleza, com destaque para os municípios de Caucaia com 58 indústrias, Maracanaú com 24, Eusébio com 20, Horizonte com 17, Pacatuba com 12 e Fortaleza com 10 empreendimentos.

O Governo do Estado vem se empenhando no sentido de atrair para o futuro Complexo Industrial/Portuário do Pecém, indústrias de base, geradoras de matérias-primas. Desta forma, esta sendo fomentada a implantação de três indústrias âncoras que desencadearão a industrialização do complexo: a usina termelétrica; a refinaria de petróleo e a siderúrgica. As

duas últimas deverão ancorar, respectivamente, os pólos petroquímico e metal-mecânico da região, com efeitos multiplicadores sobre toda a economia.

Outro projeto governamental é criar um pólo tecnológico em Maracanaú, município da Região Metropolitana de Fortaleza, onde se encontra o maior distrito industrial do Estado, voltado principalmente para as áreas de informática, microeletrônica, telecomunicações e química fina, entre outros segmentos.

c) Setor Terciário

O comércio varejista é bem mais expressivo do que o atacadista, contando com 94,6% dos estabelecimentos comerciais da região, no ano de 1997. Predominam os estabelecimentos de produtos de gêneros alimentícios, com 53,1% do total, vindo em seguida, com percentuais mais modestos, os estabelecimentos de vestuário, tecidos, calçados, armarinhos e miudezas (18,8%), de material para construção em geral (7,4%), de veículos, peças e acessórios (5,9%) e de artigos de decoração e utilidade domésticas (3,8%). No comércio atacadista predomina amplamente os estabelecimentos de produtos de gêneros alimentícios.

O subsetor serviços, com menor expressividade, compreende basicamente, o ramo de saneamento, limpeza e construção, o qual concentra 40,7% das empresas de serviços da região. Com menor expressividade surgem as empresas de transportes e serviços comerciais, com percentuais similares, 16,0% e 15,4%, respectivamente, seguindo-se o ramo de escritórios de gerência, administração e depósitos (13,1%).

Em termos de representatividade dos totais da região, comparativamente aos totais do Estado, observa-se que o setor comercial e de serviços da área estudada concentra 51,4% dos estabelecimentos comerciais existentes no Estado e 67,4% dos estabelecimentos de serviços. Ressalta-se que esta representatividade tão marcante se deve, principalmente, aos percentuais referentes ao município de Fortaleza, capital do Estado e principal centro polarizador da economia do mesmo, apresentando, não só o maior número de empresas comerciais (73,2% do total da área estudada) e de serviços (83,1% do total da área estudada), como também o melhor padrão de qualidade em oferta de produtos e serviços.

Quanto ao subsetor serviços da área de influência funcional, neste se sobressai a atividade turística, que vem apresentando maior índice de desenvolvimento no decorrer da última década. No Ceará, e em consequência na região estudada, por esta concentrar a parte mais expressiva da infra-estrutura turística do Estado, o turismo vem se firmando como um dos setores de crescente importância no cenário da economia, contribuindo para a geração

adicional de renda, empregos e tributos, e indiretamente, via efeitos multiplicadores, para a dinamização dos segmentos inter-relacionados e o surgimento de novas oportunidades de negócios e investimentos.

De acordo com os dados do IPLANCE relativos ao ano de 1997, Fortaleza concentra a quase totalidade da infra-estrutura vinculada ao turismo e lazer do Estado do Ceará, recebendo 970 mil turistas no ano considerado, o dobro da demanda observada em 1994 que foi de 480 mil. Sabe-se que esse contingente turístico movimenta milhões de dólares em gastos com hospedagens, passeios e compras no comércio da cidade, contribuindo significativamente para a formação do PIB estadual. Uma estimativa feita pelo IPLANCE em 1994, previu que estes gastos atingiriam, na época, uma cifra aproximada de US\$ 90 milhões e mais US\$ 85 milhões de receita indireta gerada, totalizando US\$ 175 milhões, o correspondente a 2,0% do PIB estadual. Assim, considerando a demanda turística de 1997, pode-se, por analogia, estimar uma receita gerada de US\$ 354 milhões ou R\$ 380 milhões, representando 2,0% do PIB total do Estado e 3,0% do PIB do setor de serviços.

Tais cifras evidenciam ou pelo menos sugerem que a atividade turística é um setor econômico de expressivo peso para a economia cearense e, em particular, para a área estudada, posicionando-se atualmente como um dos segmentos mais dinâmicos em termos de geração de renda e empregos.

3.4.1.5. Projetos Co-Localizados

Objetivando verificar a inserção regional do empreendimento ora em análise, foram levantados os programas e projetos governamentais implementados ou projetados que exerçam influência sobre a área do projeto, ou que sejam por este influenciados.

Assim sendo, foi constatado na área de influência do empreendimento, os projetos de irrigação Morada Nova, Xique-Xique, Tabuleiro de Russas, Chapadão do Castanhão e Zona de Transição Sul de Morada Nova; do Açude Castanhão; da rodovia estadual CE-269; do núcleo urbano da Nova Jaguaribara; de esgotamento sanitário da cidade de Morada Nova; do Canal do Trabalhador; e do Sistema Adutor Ererê-Pacoti. O Projeto do Açude Público Castanhão, fonte hídrica do empreendimento ora em análise, encontra-se em fase adiantada de implantação, estando discriminado no subitem 2.6.1 do Capítulo 2 deste relatório, o estágio de construção das obras. Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição dos projetos acima mencionados.

a) Perímetro Irrigado de Morada Nova

O Perímetro Irrigado de Morada Nova abrange terras dos municípios de Morada Nova e Limoeiro do Norte e tem como fonte hídrica o rio Banabuiú, perenizado pelo açude Arrojado Lisboa. Possui uma área total de 10.849 ha, sendo 3.611 ha irrigados por gravidade. O restante da área é ocupado com agricultura de sequeiro e pecuária extensiva de baixo padrão tecnológico.

O perímetro foi emancipado em 1991, quando sua administração foi transferida para a CIVAB – Cooperativa dos Irrigantes do Vale do Banabuiú. Pioneiro na experiência de irrigação o perímetro enfrenta hoje a inadimplência financeira dos irrigantes, infra-estrutura em deterioração, monocultivo do arroz, fragilidade na comercialização e dificuldade em diversificar a produção. O número de irrigantes perfaz um total de 779, apresentando-se 25% superior ao número projetado que era de 745 colonos.

b) Perímetro Irrigado Xique-Xique

Com superfície irrigada útil de 560 ha, localiza-se no tabuleiro sedimentar situado a cerca de 3,0 km da margem esquerda do rio Jaguaribe, no município de Alto Santo, tendo como suprimento hídrico o rio Jaguaribe, perenizado pelo açude Orós. Até o momento foram implantados apenas três pivôs, totalizando 90 ha referentes à 1ª etapa do projeto, explorados de forma comunitária por 26 colonos. As culturas mais exploradas são feijão, tomate e melancia. A 2ª etapa do projeto prevê a implantação de 470 ha, sendo 190 ha a serem irrigados por pivô central e 280 ha com irrigação localizada.

Atualmente a associação de irrigantes, incapacitada técnica e financeiramente, subloca os pivôs para terceiros com participação no percentual da produção, como forma de arrendamento, sem se exporem aos riscos do mercado de produtos de subsistência.

c) Projeto de Irrigação Chapadão do Castanhão

O Projeto Chapadão do Castanhão localiza-se no mesmo tabuleiro onde está implantado o Perímetro Xique-Xique e a cidade de Nova Jaguaribara, situando-se nas imediações deste núcleo urbano. O projeto prevê a irrigação de 5.000 ha de solos com a captação sendo feita diretamente do canal Castanhão/Currá Velho, objeto do presente estudo. Será adotado o uso de irrigação localizada (microaspersão e gotejamento) e pivô central. Está previsto o cultivo de fruteiras anuais e perenes, bem como grãos e hortaliças.

d) Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas

O Projeto Tabuleiros de Russas, atualmente em fase final de implantação pelo DNOCS, abrange terras dos municípios de Russas, Limoeiro do Norte e Morada Nova. A fonte hídrica do projeto será o rio Banabuiú, perenizado pelo açude Arrojado Lisboa e o sistema de irrigação empregado será o de irrigação localizada, abrangendo os métodos de microaspersão e gotejamento. Está previsto para a 1ª etapa do projeto a implantação de 11.358 ha a serem entregues a 729 irrigantes. A 2ª etapa, a ser implantada posteriormente, constará de 113 lotes, totalizando 2.629 ha.

e) Projeto da Rodovia Estadual CE-269

O projeto da rodovia CE-269, atualmente já implantada, teve com objetivo dotar a cidade de Nova Jaguaribara de infra-estrutura viária, de modo a permitir a integração da mesma às rodovias BR-116 e CE-371.

A implantação da rodovia permitirá o escoamento da produção agropecuária e o deslocamento da população, criando, assim, condições para o incremento sócio-econômico, uma vez que a região abrigará, além da nova cidade, projetos de irrigação, e servirá também como atrativo turístico após a formação do lago do açude Castanhão.

O traçado da rodovia inicia-se na interseção com a CE-371, a 42,9 km da cidade de Morada Nova e tem seu final na interseção com a BR-116, na altura do km 247, perfazendo um percurso total de 24,4 km. A rodovia contorna a cidade de Nova Jaguaribara pelo lado esquerdo, numa extensão de 7,6 km. No trecho em que a rodovia intercepta o rio Jaguaribe foi construída uma ponte com 463,3 m de comprimento e 30,0 m de largura.. O projeto geométrico previu para o traçado, trechos em plataforma com pista simples de 9,0 m de largura e trechos em pista dupla com 30,0 m, este último constando de canteiro central com ciclovia.

f) Projeto da Cidade de Nova Jaguaribara

Com o advento da implantação do açude Castanhão, o município de Jaguaribara terá cerca de 62,0% de seu território submerso, bem como a sua sede municipal, razão pela qual foi projetada e construída a cidade de Nova Jaguaribara.

O abastecimento d'água será facilitado pela presença do açude Castanhão nas suas proximidades, não apresentando grandes desníveis de altitude, em relação ao mesmo, que encareçam o bombeamento da água. Além disso, a área conta com potencial econômico alto,

representado pela exploração da atividade pesqueira no futuro lago a ser formado e pelo desenvolvimento da agricultura irrigada no perímetro Xique-Xique (560 ha) e no Projeto Chapadão do Castanhão (5.000 ha).

A cidade abrangerá uma área de 3.128,95 ha, por ocasião da sua plena ocupação, quando contará com 15.000 residências, nascendo no cruzamento da principal via estruturante que dá acesso à BR-116, com a via secundária que dá acesso ao açude Castanhão. Outras vias de ocupação delimitam o espaço central, considerado como núcleo de ocupação.

No platô central da área foi previsto a instalação do setor comercial e de serviços, estando aí concentrado a maior parte dos estabelecimentos. A área institucional foi aposta na retaguarda do setor comercial, estando aí localizado o centro administrativo do município.

Foi previsto a instalação de três escolas, um centro vocacional tecnológico, um hospital, dois postos de saúde, um mercado público e uma delegacia, dispersos pela malha urbana. Na área de lazer, a cidade contará com um campo de futebol, um clube recreativo, um parque de vaquejada e um balneário, os quais encontram-se concentrados na porção sudoeste do núcleo urbano. Constitui apenas exceção o balneário que localiza-se ao sul, às margens do açude Castanhão.

Na extremidade sudeste da área, próximo à borda do tabuleiro, foi localizada a praça Tristão Gonçalves, onde será posto o marco histórico da cidade. O núcleo urbano contará ainda, com um parque ecológico e mais 13 áreas verdes espalhadas na malha urbana.

Os locais destinados à implantação do matadouro público, do aterro sanitário e da estação de tratamento de esgotos situam-se na encosta leste da cidade, nas imediações da área destinada à implantação do distrito industrial. Foram projetados de maneira adequada em relação aos recursos hídricos, respeitando a legislação ambiental vigente. O cemitério, por sua vez, situa-se ao lado do parque ecológico, numa área elevada, cujo terreno apresenta boa permeabilidade e nível freático baixo, guardando distância das fontes hídricas da região.

O sistema viário, isento de revestimento asfáltico, é composto por vias arteriais, secundárias e locais. O acesso aéreo ao núcleo urbano será permitido através de um aeroporto construído a sudoeste da cidade.

g) Projeto de Esgotamento Sanitário da Cidade de Morada Nova

A cidade de Morada Nova conta com projeto de esgotamento sanitário executado pelo Governo do Estado através do programa PASS/BID, com licenciamento ambiental já aprovado pela

SEMACE. O referido projeto dotará a cidade com rede de esgoto atendendo no horizonte do projeto (ano 2019) uma população de 30.966 habitantes.

O sistema de esgotamento sanitário constará de rede condominial em PVC e extensão total de 4.309 m. Foi prevista a instalação de 7.431 ligações domiciliares e 41.691 m de rede coletora. Os esgotos provenientes das redes coletoras serão reunidos numa estação elevatória final, onde receberá um tratamento preliminar.

Será adotado para o tratamento dos esgotos o processo de Lagoas de Estabilização Não Mecanizadas, sendo o sistema composto por três lagoas interligadas em série, sendo a primeira facultativa e as duas seguintes de maturação. A ETE projetada será construída na margem esquerda do rio Banabuiú, corpo receptor dos efluentes tratados, em área do Perímetro Irrigado Morada Nova abrangendo três lotes agrícolas do Setor 1 (Lotes B1, B3 e A17).

h) Canal do Trabalhador

O Canal do Trabalhador tem origem na região de Itaiçaba, no Baixo Jaguaribe, captando água do leito do rio Jaguaribe, perenizado pela operação do açude Orós, com reforço dos açudes Banabuiú e Pedras Brancas. O local da captação situa-se na confluência dos rios Jaguaribe e Palhano, utilizando parte do trecho inferior do último como canal de aproximação à estação de captação. Estendendo-se por 102,5 km, é composto por três sifões para as travessias dos riachos Macacos e Umburanas e do Rio Pirangi, e atinge o corpo principal do sistema hídrico da RMF, desembocando no açude Pacajus. O canal apresenta-se sem revestimento nos trechos de corte em rocha, com revestimento em concreto e predominantemente revestido em manta asfáltica.

Tem sido observadas, do ponto de vista de engenharia, sérias debilidades no canal, tais como: retificação no traçado acarretando grandes trechos de cortes e aterros; ausência de um sistema de drenagem; ausência de um adequado sistema de controle de vazões e níveis; implantação de sifões de material inadequado, entre outros. Tais debilidades agravadas pela manutenção deficiente ao longo de sete anos de operação, reduziram pela metade a capacidade nominal do canal, originalmente projetado para 6,0 m³/s.

Visando uma melhoria efetiva das condições existentes, foram empreendidas pela COGERH uma série de intervenções no canal, as quais tiveram por base: execução de um novo sifão no riacho do Macaco; recuperação do sifão do riacho Umburanas; reforços de trechos em aterro e recuperação de pontos isolados; e instalação de equipamentos hidromecânicos para operação e manutenção, e segurança.

i) Sistema Hídrico da RMF

O principal sistema de mananciais responsável pelo abastecimento de água da RMF apresenta hoje um importante grau de complexidade. É composto, por um conjunto de reservatórios, num total de quatro açudes principais – Pacajus, Pacoti/Riachão e Gavião – distribuídos em três bacias independentes e interligados por sistemas adutores consistindo em canais, um túnel e estações de bombeamento, encerrando um volume de acumulação de 750 milhões de m³. Completando o sistema, surge o Canal do Trabalhador, obra de transposição de águas da bacia do Jaguaribe para as Bacias Metropolitanas, constituindo um importante reforço ao sistema local.

Esse sistema de acumulação de água para garantia da oferta hídrica, com retirada na ponta do sistema (açude Gavião) onde se situa a estação de tratamento de água, serve, atualmente, ao atendimento das demandas humanas e industriais das sedes dos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Eusébio, Itaitinga e Caucaia, acrescido de Pacatuba e Maranguape, recentemente incorporados ao sistema., ao passo que as sedes dos municípios de Horizonte e Chorozinho são abastecidas através de uma captação direta no açude Pacoti/Riachão.

O açude Pacajus, mais oriental reservatório integrante do referido sistema, barra o rio Choró no município de Pacajus e apresenta uma capacidade de acumulação de 240 hm³. A transposição entre este reservatório e o sistema Pacoti/Riachão é efetivada por um sistema composto de três estações de bombeamento, dois canais e um reservatório de passagem (açude Ererê).

O açude Pacoti/Riachão é composto por dois reservatórios, com duas barragens e um vertedouro comum a ambos, totalizando 480 hm³ de capacidade de reservação. Tais reservatórios são originalmente ligados por um canal gravitário de 1,8 km. Recentemente, no entanto, face ao baixo nível do Pacoti, decorrente da irregularidade das chuvas nos últimos anos (1997/99), fez-se necessário a construção de um sistema auxiliar com vistas a garantir a continuidade da comunicação entre os dois reservatórios com uma vazão máxima de 10 m³ /s, composto por uma estação de bombeamento, formada por 10 módulos flutuantes, cada um com dois conjuntos de eletrobombas submersíveis, ligados a uma tubulação também flutuante, que alimenta um canal adutor de 516 m de comprimento, interligando ao canal pré-existente.

A partir do açude Riachão, as águas são derivadas gravitariamente para o açude Gavião através de um sistema misto de 6,45 km de extensão, sendo os primeiros 1,75 km constituídos por túnel e os 4,7 km restantes sob a forma de canal.

Completando o atual sistema de abastecimento d'água da RMF, mas operando de forma independente e não integrado com o sistema principal, encontra-se o açude Acarape do Meio. Deste reservatório, com capacidade máxima de acumulação de 33,3 hm³, origina-se a adutora de Acarape, ambos tendo sido originalmente implantados para abastecer Fortaleza, mas atualmente responsáveis pelo suprimento das cidades de Redenção, Acarape, Barreiras, Guaiúba e parte do Distrito Industrial de Maracanaú, além de pequenas localidades circunvizinhas.

Esse sistema de reservação recebe o reforço da importação de água da bacia do rio Jaguaribe, através do canal do Trabalhador, que capta água numa pequena barregam vertedoura no referido rio.

3.4.1.6. Patrimônio Cultural, Histórico, Arqueológico e Paleontológico

A pesquisa do patrimônio arqueológico no Estado do Ceará, encontra-se ainda em estado de consolidação dos primeiros grupos de investigação formados a cerca de três anos. No campo paleontológico, por sua vez, os estudos encontram-se mais adiantados, sobretudo face ao reconhecido patrimônio de fósseis existentes em quase todo o território cearense.

De acordo com o Relatório de Avaliação Ambiental do PROGERIRH, há indícios da existência de ocorrências arqueológicas e paleontológicas na região objeto do presente estudo. As ocorrências arqueológicas apontam registros situados, sobretudo, nos municípios de Morada Nova, Russas, Aracati, Beberibe, Aquiraz, Pacatuba, Maracanaú, Maranguape e Fortaleza (líticos polidos); Aracati (arte rupestre); Limoeiro do Norte (cerâmica); Cascavel, Chorozinho, Caucaia e Fortaleza (esqueletos humanos). As ocorrências paleontológicas foram verificadas nos municípios de Morada Nova, Alto Santo, Limoeiro do Norte, Russas, Cascavel e Pacajus. Os sítios paleontológicos podem ocorrer em áreas que variam de 10 a 50 km de distância das sedes municipais dos municípios citados.

Segundo o IPHAN, a região em estudo possui grande significância histórica e cultural para o Ceará, nela localizando-se os primeiros núcleos de ocupação da região ao longo do rio Jaguaribe. Onde 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.

3.4.1.7. Identificação das Doenças de Veiculação ou de Origem Hídrica

Foi levantado junto à Secretaria de Saúde do Estado - SESA, o número de casos de doenças de veiculação ou de origem hídrica notificados, no ano de 1999, na área em estudo. Verifica-se a ocorrência na região de doenças de veiculação hídrica, seja pela ingestão de água contaminada (cólera, hepatite e febre tifóide), seja pelo contato com a pele ou com as mucosas (esquistossomose e leptospirose). Tais doenças dependem, essencialmente, dos hábitos sanitários da população e da precariedade ou não do setor de saneamento básico da região. Constatou-se, ainda, a ocorrência de doenças que tem como vetores insetos flebotomos (leishmaniose visceral) e culicídeos (dengue).

As doenças diarréicas ocorrem em grande quantidade em todos os municípios contemplados, perfazendo para a área um total de 103.482 casos confirmados no ano de 1997. O maior número de casos foi observado no município de Fortaleza (58.332 casos), o correspondente a 56,4%. Também são consideráveis os casos da doença nos municípios de Maracanaú (4.654 casos), Maranguape (4.268 casos), Morada Nova (3.770 casos), São Gonçalo do Amarante (3.238 casos) e Tabuleiro do Norte (3.122 casos).

A dengue teve registrado, no ano de 1999, 8.002 casos, estando 87,4% destes vinculados ao município de Fortaleza (6.994 casos). Os casos de dengue registrados na área correspondem a 82,0% do total de casos notificados no estado do Ceará. A hepatite viral apresenta ocorrência em quase todos os municípios da área, exceto São João do Jaguaribe, Fortim e Chorozinho. Em 1999, foram confirmados 1.487 casos, o correspondente a 40,9% do total registrado no Estado.

A leishmaniose visceral ou calazar, doença crônica sistêmica que acomete animais e seres humanos apresentou, em 1999, casos confirmados em 19 municípios (63,3%) perfazendo para a área como um todo 147 casos, 32,7% destes ocorridos no município de Fortaleza (48 casos). Os municípios de Maracanaú e Caucaia apresentaram, respectivamente, 27 e 24 casos confirmados da doença.

A leptospirose teve casos confirmados em quatro municípios da área de influência: Fortaleza, 29 casos; Maracanaú, seis casos; Aquiraz, dois casos; e Pacatuba, um caso. No total, foram confirmados 38 casos da doença, representando 86,4% do total registrado no estado do Ceará. A febre tifóide teve cinco casos confirmados na área, quatro em Fortaleza e um em Maracanaú, essas ocorrências representaram 17,9% do total de casos registrados no Estado. Em 1998, foram registrados 18 casos de cólera na área estudada (51,4% do total de casos da doença no

estado), dos quais 55,6% dos casos (10 casos) no município de Fortaleza e 44,4% (oito casos) no município de Jaguaruana.

3.4.1.8. Terras Indígenas

Não existem reservas indígenas no território das bacias interceptadas pelo traçado do Sistema Adutor Castanhão/RMF. Constitui exceção os Canindés, instalados no município de Aratuba, na Serra de Baturité, bacia do Choró, os quais encontram-se em fase estudos antropológicos, não contando com dados oficiais. Ressalta-se, no entanto, que suas terras distam mais de 70,0 km do traçado do sistema adutor, não havendo riscos de geração de pressão antrópica sobre a área da reserva.

Ressalta-se, no entanto, que a mancha irrigável do Projeto Piloto RMF, que ocupa áreas das bacias dos rios Malcozinhado, Caponga Funda, Caponga Roseira, Catu e Faixas Litorâneas de Escoamento Difuso (FLED), encontra-se posicionada relativamente próximo da reserva dos Genipapo-canindés. O referido grupo indígena encontra-se instalado no município de Aquiraz, Região Metropolitana de Fortaleza, concentrados às margens da lagoa da Encantada e adjacências e na localidade de Morisco. Já foram reconhecidos como indígenas pela FUNAI, encontrando-se em tramitação o processo de demarcação de suas terras. A referida comunidade indígena é pequena, contando com cerca de 170 silvícolas.

3.4.2. Área de Influência Física

3.4.2.1. Generalidades

A pesquisa de campo realizada pelo Consórcio COBA/VBA/HARZA, em meados de maio de 2001, englobou 33 propriedades, representando 13,6 % do total de propriedades interceptadas pelo sistema adutor (243 propriedades). As propriedades pesquisadas compreendem uma área total de 18.767,7 ha, tendo sido distribuídas, para facilidade de análise, em seis estratos de área, conforme pode ser visualizado no Quadro 3.5.

Observa-se que as propriedades com menos de 20 ha correspondem a 39,4% do número total de propriedades pesquisadas, ocupando apenas 0,49% da área total. Por outro lado, as propriedades com mais de 500 ha, representando apenas 6,1% do número total de imóveis ocupam 87,52% da área total, caracterizando uma forte concentração da ocupação da terra.

Quadro 3.5 - Distribuição das Propriedades Pesquisadas

Classes de Propriedades (ha)	Nº de Propriedades		Área Total (ha)	
	Valor Absoluto	% Sobre o nº Total	Valor Absoluto	% Sobre a Área Total
< 20	13	39,40	92,30	0,49
20 - 50	4	12,10	138,70	0,74
50 - 100	5	15,10	417,20	2,22
100 - 200	5	15,10	604,60	3,22
200 - 500	4	12,10	1.090,10	5,81
> 500	2	6,10	16.424,80	87,52
TOTAL	33	100,00	18.767,70	100,00

3.4.2.2. Aspectos Demográficos

Residem atualmente na área pesquisada, 328 pessoas, compreendendo 104 famílias e abrangendo proprietários residentes e moradores. A população da área é bastante jovem, visto que 40,5% tem menos de 18 anos de idade, enquanto os percentuais da população adulta (40-60 anos) e idosa (>60 anos) se equiparam com 22,6% e 22,0%, respectivamente. As famílias são pouco numerosas, com 3,2 pessoas, em média. Observa-se ainda que há uma supremacia do percentual de pessoas pertencentes ao sexo masculino (53,4%) sobre as pertencentes ao sexo feminino (46,6% cada).

A pesquisa de campo estimou um número total de 109 habitações englobadas na faixa de domínio do canal. Objetivando estimar a população a ser atingida, considerou-se que cada habitação correspondia a uma família, sendo obtido o contingente populacional através da multiplicação pelo tamanho médio das famílias da região (3,2 pessoas). Desta forma a população a ser remanejada da área do projeto como um todo foi estimada em 349 pessoas distribuídas em 109 famílias. Ressalta-se, no entanto, que este número agrega todas as habitações posicionadas na área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor, incluindo inclusive as habitações situadas nos trechos onde este se desenvolve em tubulações, não requerendo a desapropriação das habitações aí posicionadas.

Ao longo do Trecho 1 do sistema adutor, que está sendo alvo de licitação para construção das obras, o contingente populacional a ser remanejado levantado através de pesquisa censitária perfaz 12 famílias, sendo 3 de proprietários e 9 famílias de moradores. Destas apenas 7 famílias de moradores serão contempladas pelo projeto de reassentamento, tendo sido acordado com os gestores do Projeto Castanhão a incorporação das mesmas no Projeto de Irrigação Mandacaru, ora em implantação, que tem como finalidade o reassentamento das famílias desalojadas da bacia hidráulica do referido reservatório. As outras duas famílias de

moradores, constituídas por familiares de proprietários, bem como as três famílias de proprietários serão relocadas para as áreas remanescentes das propriedades, visto que nenhum imóvel deste trecho terá mais de 2/3 de sua extensão territorial desapropriada.

Quanto as 22 habitações posicionadas logo no início do traçado do Trecho 1, nas imediações da CE-269, estrada de acesso a Nova Jaguaribara, estas não estão englobadas pela faixa de domínio do canal, constituindo na realidade uma ocupação ilegal da faixa de proteção do açude Castanhão, já estando sendo estudado pelo Comitê Gestor do referido empreendimento a relocação da população que reside nestas habitações.

3.4.2.3. Aspectos Sociais

a) Nível de Instrução

Analisando o nível de instrução dos proprietários, observa-se que 60,6% destes se enquadram como analfabetos e semi-analfabetos, o que pode ser considerado como um número elevado, mesmo se tratando de uma área situada no sertão nordestino. O percentual de proprietários com 1º Grau completo corresponde a 21,2%, enquanto 9,1% têm o 2º Grau e outros 9,1% o nível superior.

Dentre os entrevistados, constatou-se que 47,7% têm o 1º Grau incompleto, 44,0% são analfabetos ou semi-analfabetos, 4,6% têm o 2º Grau completo, 2,5% o 1º Grau completo e 1,2% o 2º Grau incompleto. Não existem escolas na área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor. O trajeto escola-moradia é feito geralmente a pé ou de bicicleta pelos estudantes. A evasão escolar é grande, principalmente quando falta a merenda escolar e durante o período chuvoso, quando os jovens ajudam os pais na agricultura.

b) Saúde

Segundo os indicadores levantados por ocasião da pesquisa de campo, a área apresenta uma deficiente infra-estrutura do setor saúde. Qualquer tipo de tratamento médico requer que a população se desloque para as sedes municipais mais próximas. As principais moléstias detectadas na população são doenças respiratórias, verminoses, disenterias e desnutrição. A vacinação é efetuada geralmente nos postos de saúde das localidades mais próximas, durante as campanhas do governo.

As condições sanitárias vigentes na área são, em grande parte, responsáveis pelo agravamento dos padrões de saúde. Observa-se que quase metade das residências (48,0%)

são desprovidas de instalações sanitárias, com as águas servidas e dejetos humanos sendo depositados a céu aberto. Quanto ao tratamento dado à água de beber, 57,7% das famílias entrevistadas adotam a filtração, 23,0% efetua a cloração, 17,3% praticam a fervura da água e o restante (2,0%) efetua a simples coação.

O suprimento d'água para consumo humano é obtido, em geral, de fontes como rios ou riachos (38,5%), açudes (28,8%), poços (21,2%) e cisternas (11,5%). Durante o período de escassez hídrica, todos declararam ter problemas de falta d'água para consumo, tendo como único recurso a compra de água de carros-pipas, geralmente de origem e qualidade duvidosa.

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 proprietários em cooperativas e sindicatos é baixa, pois apenas 18,0% destes declararam ser sócios de cooperativas, enquanto 21,0% participam de sindicatos rurais. Com relação ao total de entrevistados (241 pessoas), apenas 8,3% declararam ser filiados a cooperativas, notadamente os entrevistados na periferia de Morada Nova que fazem parte do perímetro irrigado. O sindicalismo é mais expressivo, com 17,0% dos entrevistados estando associados a sindicatos.

d) Força de Trabalho da População

O contingente da população residente que se encontra apta aos trabalhos agrícolas, perfaz de 262 pessoas, ou seja, 79,8% da população residente na área. O trabalho dos indivíduos de baixa idade, das mulheres e dos idosos não pode ser computado como jornada integral de que se possa dispor a região para os trabalhos agrícolas. A força de trabalho real da área pesquisada foi estimada em 177,50 jornadas diárias. Considerando que o número de famílias é de 104, obtém-se uma força de trabalho média de 1,7 jornadas/família/dia.

Ressalta-se que, 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. Aliado a isso, as dificuldades impostas pela semi-aridez da região induzem o homem a migrar para outras regiões em busca de melhores oportunidades de emprego.

e) Infra-estrutura Atingida

A área pesquisada apresenta diversas infra-estruturas, tanto particulares como de uso público, que serão atingidas pelas obras do sistema adutor. As infra-estruturas passíveis de indenização, referem-se a residências, estábulos, casas de farinha, engenhos de beneficiamento da cana-de-açúcar, quadras, cercas, entre outros, todos pertencentes a particulares. Dentre a infra-estrutura de uso público atingida cita-se:

- Rodovia asfaltada CE-269 que permite o acesso à cidade de Nova Jaguaribara, interceptada em dois pontos (estrada principal e alça de contorno da cidade);
- Perímetro Irrigado Xique-Xique, interceptado na área prevista para expansão, permitindo a integração do sistema adutor com o canal principal deste perímetro, garantindo o seu reforço hídrico;
- Rodovia CE-266, em leito natural, que interliga a cidade de Banabuiú e o povoado de Roldão à BR-116;
- Rodovia asfaltada CE-265, que interliga Morada Nova a Limoeiro do Norte, via BR-116;
- Rodovia asfaltada CE-371, que interliga a cidade de Morada Nova a Jaguaratama, sendo interceptada na ponte sobre o rio Banabuiú, na qual as tubulações do sifão serão acopladas;
- Rodovia asfaltada CE-138, que interliga Morada Nova à BR-116 (Cristais), sendo interceptada próximo ao distrito de Aruaru;
- Rodovia asfaltada BR-116, interliga Fortaleza ao sul do país, sendo interceptada em dois pontos, próximo à localidade de Cristais e na periferia de Pacajus;
- Gasoduto, interceptado logo após o canal efetuar a passagem do açude Pacajus;
- Cabo óptico, interceptado nos pontos onde o canal cruza a BR-116;
- Adutora, interceptada na periferia de Pacajus;
- Perímetro Irrigado Morada Nova.

As infra-estruturas de uso público pertencentes ao Perímetro Irrigado Morada Nova a serem atingidas pela implantação do sistema adutor, que nesse trecho se desenvolverá em tubulação sob pressão, são as seguintes:

- Rede de drenagem, constituída de drenos a céu aberto, que recebem as águas superficiais e os excedentes da irrigação;

- Oito lotes agrícolas do Perímetro K (Lotes C1,C2, B1, B2, B3, D2, D3 e A10);
- Estação experimental do perímetro;
- Canais secundários construídos de alvenaria, geralmente com seção retangular, que conduzem água para as quadras hidráulicas;
- Cercas e estradas principais e secundárias. As estradas principais têm 12 m de largura e como função o escoamento da produção e acesso aos núcleos habitacionais. As estradas secundárias servem de acesso aos lotes e apresentam 8 m de largura;
- Diques de proteção de terra compactada, localizados em ambas as margens do rio Banabuiú;
- Canal principal de adução com revestimento de placas de concreto, situado na margem esquerda do rio. Capta a água diretamente da barragem de derivação, atendendo todos os setores da margem esquerda. Apresenta uma extensão total de 26 km.

Além das infra-estruturas de uso público listadas e descritas anteriormente, também serão motivo de impedimentos temporários ou mesmo de remoção/relocação, trechos de rede elétrica de baixa tensão e estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e localidades da região, com destaque para as vias que permitem o acesso aos povoados de Roldão, Uiraponga e Poço do Barro.

3.4.2.4. Aspectos Econômicos

a) Exploração Agrícola

Para a área de influência física como um todo, a superfície total cultivada é de 2.836,5 ha, representando apenas 15,1% da área total pesquisada, demonstrando as dificuldades da área em termos de aproveitamento agrícola em virtude, principalmente, da deficiência de solos agricultáveis e da carência hídrica.

As culturas mais representativas, em termos de área ocupada, são a castanha de caju (54,1% da área total cultivada), o sorgo (24,7%) e o consórcio milho/feijão (10,5%). Ocorre ainda na área, o cultivo de feijão (6,0%), milho (4,0%), algodão herbáceo (0,4%) e mandioca (0,3%).

A cultura mais representativa em termos de valor da produção é o milho, contribuindo com 33,5% da renda agrícola, seguido da castanha de caju com 29,1%. O autoconsumo atinge 67,6% da produção agrícola da área, estando centrado nas culturas da mandioca, sorgo e

milho. As culturas com maior percentual comercializado são as de castanha de caju e algodão herbáceo. A comercialização da produção agrícola é feita logo após a colheita, nos distritos ou na sede municipal mais próxima, principalmente a compradores ambulantes.

Quanto ao nível tecnológico da agricultura praticada na área pesquisada, observa-se que poucas propriedades utilizam insumos agrícolas, estando estes restritos principalmente, a defensivos agrícolas e adubos orgânicos. A irrigação é praticada em 24,3% das propriedades pesquisadas, sendo os métodos mais empregados aspersão convencional e inundação, tendo em geral como fonte de energia motobomba à diesel.

Os perímetros irrigados de Morada Nova e Xique-xique enfrentam problemas que vão desde a salinização dos solos, monocultivo do arroz e deterioração da infra-estrutura implantada no primeiro caso, até a sublocação dos lotes e equipamentos de irrigação para terceiros neste último perímetro, estando ambos com inadimplência financeira.

b) Exploração Pecuária

O rebanho bovino apresenta-se mais representativo na área pesquisada, sendo composto por 3.124 cabeças, fundamentando-se na criação extensiva de gado de leite/corte. O criatório de animais de pequeno e médio porte, em termos absolutos, apresenta-se bastante significativo, sendo destinado basicamente à subsistência dos agricultores. O plantel avícola é composto por 2.111 cabeças e o rebanho ovino perfaz um total de 1.164 cabeças, seguindo-se de perto o rebanho caprino com 810 cabeças. A densidade bovina média encontrada para a área pesquisada foi de 16,6 cabeças/km².

Quanto a produção pecuária, a venda de bovinos em pé assume grande importância, representando 63,6% do valor total da produção animal, vindo em seguida o leite bovino, com 20,6% do valor total. As produções de aves, suínos, caprinos e ovos são voltadas basicamente para o autoconsumo, com apenas 20,7%, 21,7%, 34,3% e 36,6% de suas produções estando destinadas à comercialização, respectivamente. No geral, 76,8% da produção pecuária é voltada para a comercialização, enquanto 23,2% é autoconsumida.

A comercialização dos animais em pé é feita, principalmente, na propriedade, durante o verão, principalmente a outros proprietários ou a marchantes. Quanto ao leite, esse produto é vendido, em sua totalidade, nas sedes dos municípios ou povoados para indústrias de beneficiamento.

c) Exploração Extrativa

A exploração extrativa da área é pouco representativa, respondendo por apenas 1,9 % do Valor Bruto da Produção, ou seja, R\$ 15.300,00. Tendo como destaque na renda gerada a produção extrativa de palha de carnaúba, que contribui com 95,2 % do valor da produção extrativa. Em escala relativamente reduzida, aparece o extrativismo da cera de carnaúba, que contribui com apenas 4,7 % da renda gerada pelo extrativismo. A produção extrativa é destinada exclusivamente à comercialização, se constituindo entretanto numa atividade com baixa rentabilidade econômica.

d) Valor Bruto da Produção

Para a área pesquisada como um todo, a atividade agrícola é a mais expressiva na formação do VBP (66,3%), seguindo-se a pecuária com 31,8% e o extrativismo vegetal com 1,9%. Embora constitua a base econômica da área, a agricultura desenvolvida na área é incipiente, destinando 67,6% da sua produção ao autoconsumo, enquanto a pecuária destina 76,8% da sua produção à comercialização. A produção extrativa, por sua vez, é totalmente comercializada.

O VBP por pessoa atinge, para a área pesquisada como um todo, uma média de R\$ 2.342,78/pessoa/ano, o que, em termos de salários mínimos mensais corresponde a cerca de 108,0% do valor vigente em junho de 2001 (R\$ 180,00). Tal valor pode ser considerado irrisório, principalmente quando se considera a má distribuição dessa renda, pois os valores calculados diminuem quando se consideram as propriedades menores.

Ressalta-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 entrevistados. 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.

A pesquisa de campo apropriou a renda líquida dos entrevistados, tendo identificado que 72,6% recebem até um salário mínimo mensal, 19,1% de 1 a 2 salários mínimos, 2,9% entre 2 e 4 salários mínimos, 3,3% entre 4 e 8 salários mínimos e apenas 2,1% recebem de 8 a 12 salários mínimos. A principal atividade econômica desenvolvida pelos entrevistados é a agropecuária com 79,7% destes estando vinculados apenas a esta atividade. O desenvolvimento de outras atividades não vinculadas a agropecuária é praticado por 8,7% dos entrevistados, enquanto que 10,8% destes sustentam suas famílias através das aposentadorias recebidas. Apenas 0,8% dos entrevistados encontravam-se desempregados.

3.4.2.5. Expectativas da População Face a Implantação do Empreendimento

A pesquisa sócio-econômica realizada permitiu visualizar as expectativas da população quanto à implementação do empreendimento. Constatou-se que a maioria dos entrevistados são favoráveis a construção do sistema adutor, tendo como certo o fornecimento d'água tanto para consumo humano e do rebanho, como para a prática de cultivos irrigados e da piscicultura intensiva (viveiros). Tal anseio é bastante justificável, visto que a região encontra-se sujeita aos rigores da seca, não contando com grandes reservatórios que permitam a perenização dos seus cursos d'água, além de apresentar recursos hídricos subterrâneos (aqüífero cristalino) com potabilidade variando de passável a medíocre, dado os elevados teores de sais.

Em contrapartida, alguns entrevistados apresentaram-se reticentes, afirmando que o projeto só será benéfico para a região caso seja permitido o acesso a água aduzida pela população periférica. Caso contrário a população sairá prejudicada não recebendo nenhuma compensação pela desapropriação de suas terras, já que os valores das indenizações a serem pagas, geralmente, são baixos. Pode-se deduzir pelo exposto a clara intenção da população de utilizar a água aduzida para o atendimento de suas necessidades, dependendo disso a aceitação social do empreendimento.

4. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

4. DESCRIÇÃO E AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

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 em 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 à 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 verdes as células matriciais correspondentes a impactos benéficos, de vermelho as correspondentes a impactos adversos e de amarelo as correspondentes a impactos de caráter indefinido. 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 (MPA's) 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.

A ponderação dos impactos, feita com base nos pesos apresentados anteriormente, adota o emprego dos seguintes indicadores:

- Peso do Impacto Ambiental (PIA) é a soma dos pesos dos atributos, tomada como positiva (+) quando se tratar de impacto benéfico, negativa (-) quando se tratar de impacto adverso, ou indefinida (\pm). Seu valor é calculado para cada célula matricial;
- Peso de Benefícios (PB) é a soma de todos os pesos de impactos benéficos;
- Peso de Adversidades (PA) é a soma de todos os pesos de impactos adversos;
- Peso de Indefinições (PI) é a soma de todos os pesos de impactos indefinidos;
- Peso Total dos Impactos (PTI) é a soma dos módulos dos pesos de benefícios, de adversidades e de indefinições.

Após o cálculo dos indicadores, devem ser obtidos valores para os seguintes parâmetros de avaliação:

- Índice de Benefícios (IB) é o percentual de benefícios ponderados em relação ao peso total dos impactos;
- Índice de Adversidades (IA) é o percentual de adversidades ponderadas em relação ao peso total dos impactos;
- Índice de Indefinições (II) é o percentual de indefinições ponderadas em relação ao peso total dos impactos.

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

A matriz de identificação e avaliação dos impactos ambientais concernentes ao Projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF, é apresentada no Desenho 02/02 no encarte. Os impactos foram lançados segundo as áreas de influência física e funcional do empreendimento. Foram apresentadas, como componentes do projeto, as medidas de proteção ambiental recomendadas, que não constam originalmente do projeto, mas que foram incorporadas para fins de análise. A descrição dos impactos esperados durante a implantação e operação do empreendimento é apresentada no Quadro 4.1 no final deste capítulo.

É característico de projetos hidráulicos, que suas implantações estejam associadas 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 característicos deste tipo de obra. Ressalta-se, no entanto, que os impactos negativos 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, em sua versão original, não contempla todas as 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, apresenta-se inferior à unidade (IAP = 0,9020), o que

implica que os benefícios obtidos são sobrepujados pelas adversidades e indefinições geradas. A adoção das MPA's recomendadas, entretanto, consegue reverter a situação, tornando o projeto ambientalmente exequível, elevando o valor do IAP igual a 1,3031. Caso sejam convertidas 50% das indefinições em benefícios, o IAP passará para 1,4913, enquanto que com a conversão total das indefinições existentes, o projeto atingirá o nível máximo de conveniência passando a apresentar um IAP igual a 1,7130.

Quanto às análises setoriais, a avaliação do conjunto da área de influência física do projeto se mostra desfavorável (IAP = 0,3806), sendo a situação apenas parcialmente revertida com a aplicação das MPA's (IAP = 0,6595). Tal fato revela que os impactos benéficos resultantes da implantação do empreendimento incidem, na sua quase totalidade sobre a área de influência funcional, visto que a área de influência física será totalmente descaracterizada, passando a se constituir apenas na área onde se encontra assente as obras de engenharia. Já a avaliação da área de influência funcional, mostrou que a implantação e operação do empreendimento se revela adversa para o meio natural (meio abiótico - IAP = 0,7073 e meio biótico - IAP = 0,3555), sendo a situação totalmente mitigada com a adoção das MPA's no caso do meio abiótico - IAP = 1,1407 e apenas parcialmente mitigada no caso do meio biótico - IAP = 0,5660). Enquanto que o meio antrópico mostra resultados bastante favoráveis sem as MPA's (IAP = 3,7222), que aumentam sensivelmente com a adoção de tais medidas (IAP = 4,8496).

Pelo exposto nos parágrafos precedentes, a implantação e operação do empreendimento é exequível, desde que sejam adotadas as MPA's recomendadas. Com a incorporação de tais medidas, portanto, o projeto se torna bastante recomendável com um pronunciado caráter benéfico para o meio antrópico e um nível de adversidade perfeitamente tolerável no que se refere ao meio natural.

A área de influência física é a mais penalizada, apresentando uma ampla gama de impactos adversos incidindo principalmente sobre o meio natural, decorrentes da implantação das obras de engenharia, dos desmatamentos requeridos e da exploração de jazidas. Quanto ao meio antrópico desta área, merece menção o fato do projeto apesar de requerer a desapropriação de terras, e esta resultar na relocação de um contingente populacional estimado em 349 pessoas distribuídas em 109 famílias, a quase totalidade das famílias desalojadas poderão continuar residindo nas áreas remanescentes das propriedades. Além disso, este contingente populacional estimado agrega todas as habitações posicionadas na área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor, incluindo inclusive as habitações situadas nos trechos onde este se desenvolve em tubulações, não requerendo a desapropriação das habitações aí posicionadas. A infra-estrutura abandonada atingirá pouca monta e não haverá desemprego da

mão-de-obra, já que a população poderá continuar explorando o restante de suas terras. Além disso, a população apresentou-se bastante favorável à implementação do empreendimento, dada a escassez de água numa região sujeita aos rigores das secas, além de apresentar recursos hídricos subterrâneos (aquífero cristalino) com potabilidade variando de passável a medíocre, devido aos elevados teores de sais.

Com relação à infra-estrutura de uso público atingida, merece destaque a rodovia federal BR-116, as rodovias estaduais CE-269, CE-266, CE-265 e CE-138, um gasoduto, cabo óptico, adutora e o Perímetro Irrigado de Morada Nova, cujas travessias serão efetuadas através de tubulações, sendo necessário apenas a construção de desvios temporários de tráfego e a paralisação temporária das atividades agrícolas, no caso específico do perímetro irrigado. Cuidados especiais devem ser dados as infra-estruturas subterrâneas que se desenvolvem ao longo das faixas de domínio das rodovias interceptadas, estando aí inclusos o cabo óptico, o gasoduto e a adutora existente na periferia de Pacajus.

Sob o ponto de vista de um balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, merece ressalva o fato do custo de oportunidade da área a ser ocupada pela faixa de domínio do sistema adutor ser relativamente baixo, dado que apenas cerca de 2,0% desta área é atualmente aproveitada agricolamente, devido às limitações apresentadas pelos solos e a escassez de recursos hídricos.

Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos aduzidos pelo sistema adutor favorecerá o desenvolvimento hidroagrícola possibilitando, no ano 2030, a irrigação de 11.500 ha potenciais, em áreas de tabuleiros, dos quais os projetos Chapadão do Castanhão (5.000 ha) e Zona de Transição Sul de Morada Nova (Roldão - 2.500 ha) já contam com estudos de viabilidade, enquanto que as manchas irrigáveis do Tabuleiro de Morada Nova (1.000 ha), do Projeto Piloto Ibicuitinga (1.000 ha), de Ocara (1.000 ha) e do Projeto Piloto RMF (2.000 ha), foram apenas identificadas. O sistema adutor permitirá ainda o reforço ao suprimento hídrico dos perímetros Xique-xique (560 ha) e Tabuleiros de Russas (10.300 ha), este último em fase final de implantação, além da irrigação de cerca de 612 ha pela iniciativa privada, beneficiando o setor primário da região. Haverá ainda o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros) pela iniciativa privada e a dessedentação animal. Haverá ainda o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros) pela iniciativa privada e a dessedentação animal.

Além disso, o empreendimento proporcionará o abastecimento d'água de 17 sedes municipais e 57 povoados, estando aí inclusa a Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, bem como da população residente ao longo do percurso do canal, beneficiando no ano de 2030

uma população de 776.067 habitantes. Haverá ainda o suprimento hídrico dos distritos industriais existentes na RMF, indústrias difusas dos municípios situados na área de abrangência do empreendimento e num futuro próximo do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Além disso, os municípios da RMF que contam com empreendimentos turísticos em operação ou com protocolo de intenção assinado para implantação (Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba) serão beneficiados com o desenvolvimento da indústria do turismo.

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

Tendo em vista que o projeto será submetido ao licenciamento de instalação e operação, sugere-se que a elaboração dos projetos de medidas de proteção ambiental se dê em duas fases distintas. A primeira fase engloba o projeto de recuperação paisagística das áreas das jazidas, dos canteiros de obras e dos bota-foras, além dos planos de reassentamento das famílias desalojadas, de resgate dos patrimônios paleontológico e arqueológico, de desmatamento racional da área das obras, de proteção da fauna, de controle da disseminação de espécies piscícolas daninhas, de construção de desvios temporários de tráfego e do gerenciamento ambiental das obras, a serem elaborados antes do início das obras.

Os outros projetos de proteção ambiental deverão ser elaborados no decorrer da implantação das obras e serem implementados antes do início da operação do projeto. São eles, o de controle e gerenciamento do uso da água aduzida, inclusive com estabelecimento de outorgas e tarifação da água, de monitoramento da qualidade da água suprida, de controle da proliferação de insetos e moluscos, e de manutenção periódica de toda a infra-estrutura implantada.

Ressalta-se, por fim, a necessidade do estabelecimento de regras rigorosas de segurança de trabalho a serem seguidas pelos operários da empreiteira durante a implantação das obras, os quais devem, também, receber treinamento sobre o uso e manuseio de explosivos.

Especial atenção deve ser dada, também, ao fato do percurso do canal adutor desenvolver-se ao longo de uma região com carência hídrica acentuada, cujos habitantes pretendem ser beneficiados com o fornecimento d'água não só para consumo humano, como também, para a prática de cultivos irrigados e para o desenvolvimento da piscicultura intensiva. Desta forma, faz-se necessário esclarecer a população sobre os usos para os quais se destinam a água aduzida. Além disso, é imprescindível a implantação de um gerenciamento e controle do uso da água, conforme comentado anteriormente através do estabelecimento de cotas de consumo d'água para cada usuário e a cobrança de uma tarifa, garantindo assim, não só a integridade do sistema adutor implantado, como o suprimento hídrico dos projetos de irrigação previstos e dos núcleos urbanos beneficiados.

Com a adoção das medidas de proteção ambiental sugeridas, o projeto se torna bastante viável, com boa parcela dos impactos adversos incidentes sobre o meio natural sendo mitigados, beneficiando não apenas o meio ambiente em si, como também a própria integridade do empreendimento. O meio antrópico da área de influência funcional já é contemplado com uma forte carga de benefícios, que serão potencializados com a implementação das medidas mitigadoras preconizadas, enquanto que o meio antrópico da área de influência física terá os impactos adversos incidentes sobre este relativamente minorados.

Em suma, a implantação e operação do empreendimento é exeqüível, desde que sejam adotadas as medidas de proteção ambiental recomendadas no presente estudo. Com a incorporação de tais medidas, no entanto, o projeto torna-se viável, resultando em elevados benefícios para o meio antrópico e num nível de adversidades perfeitamente suportável pelos fatores biogeofísicos.

SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO/RMF

ABREVIATURAS E SIGLAS USADAS NA ELABORAÇÃO DO QUADRO 4.1

BUTANTÃ	–	Instituto Butantã;
CAGECE	–	Companhia de Água e Esgoto do Ceará;
COGERH	–	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos;
DERT	–	Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes;
DETRAN	–	Departamento Estadual de Trânsito;
DNER	–	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem;
DNPM	–	Departamento Nacional de Produção Mineral;
FUNAI	–	Fundação Nacional do Índio;
FUNASA	–	Fundação Nacional de Saúde;
IBAMA	–	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis;
IPHAN	–	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional;
LAROF	–	Laboratório de Ofiologia de Fortaleza;
PMAS	–	Prefeitura Municipal de Alto Santo;
PMCA	–	Prefeitura Municipal de Cascavel;
PMCH	–	Prefeitura Municipal de Chorozinho;
PMH	–	Prefeitura Municipal de Horizonte;
PMMN	–	Prefeitura Municipal de Morada Nova;
PMO	–	Prefeitura Municipal de Ocara;
PMP	–	Prefeitura Municipal de Pacajus;
PMR	–	Prefeitura Municipal de Russas;
SAS	–	Secretaria de Ação Social;
SEMACE	–	Superintendência Estadual do Meio Ambiente;
SESAC	–	Secretaria de Saúde do Estado do Ceará;
SRH	–	Secretaria dos Recursos Hídricos.

Quadro 4.1 - Descrição dos Impactos Ambientais

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
ÁREA DE INFLUÊNCIA FÍSICA				
MEIO ABIÓTICO				
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₅ X ₁ X ₂	. Durante estas atividades serão produzidas pequenas quantidades de poeira e médios níveis de ruído, devido aos desmatamentos e terraplenos necessários, que comparados com a qualidade do ar existente, representam uma relativa poluição, mesmo que a nível reduzido e em áreas pontuais dispersas.	. Redução dos desmatamentos e terraplenos ao mínimo necessário e umidificação do trajeto das máquinas e veículos.	. Empreiteira . SRH . SEMACE
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas.	Y ₅ X ₄ X ₅	. Os desmatamentos implicarão na erradicação da vegetação com prejuízos para os solos e diminuição da capacidade de retenção da água, logo, gerando perdas por escoamento superficial, com conseqüente redução do nível freático e turbidez das águas superficiais.	. Redução dos desmatamentos e movimentos de terra ao mínimo necessário.	. Empreiteira . SRH . SEMACE
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₅ X ₈ X ₉ X ₁₀	. Os desmatamentos e os movimentos de terra, embora locais e reduzidos, provocarão danos, tanto pela retirada como pela degradação pontual dos solos, favorecendo a ocorrência de processos erosivos e conseqüente assoreamento dos cursos d'água.	. Redução dos desmatamentos e terraplenagens ao mínimo necessário. . Drenagem correta da área dos canteiros de obras e aplicação de medidas de contenção de erosão.	. Empreiteira . SRH . SEMACE
. Salvamento do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. patrimônio paleontológico.	Y ₆ X ₁₃	. A ocorrência de fósseis, segundo a experiência, são mais comuns nas planícies de inundação, terraços fluviais e calhas dos rios, 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.	. Efetuar estudos científicos na área de implantação das obras e nas áreas de empréstimos, 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. . Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra, como escavações e terraplenagens. 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.	. SRH . DNPM . IPHAN
. Desmatamento da área das obras vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₇ X ₁ X ₂	. Haverá poeira e ruídos numa escala relativamente alta, principalmente nas áreas onde a vegetação apresenta-se mais densa e constituída por espécies de maior porte.	. Na escolha dos locais e horários para queima de ramos e folhas deve-se levar em conta a direção dos ventos dominantes. . Comercialização da lenha produzida com as cerâmicas e padarias existentes na região.	. Empreiteira . SRH . IBAMA . SEMACE

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Desmatamento da área das obras vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₇ X ₄ X ₅ X ₈ X ₉ X ₁₀	. O solo sem proteção vegetal será facilmente erodido, favorecendo o carreamento de sedimentos para os cursos d'água, além da geração de turbidez. . Haverá, ainda, redução das taxas de infiltração e da recarga dos aquíferos.	. Elaboração e implementação de um plano de desmatamento racional.	. SRH . SEMACE . IBAMA
. Desmatamento da área das obras vs. clima.	Y ₇ X ₁₄	. A erradicação da cobertura vegetal, principalmente nas áreas onde esta encontra-se relativamente preservada, provocará elevação da temperatura do ar.	. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.	. Empreiteira . SRH . SEMACE
. Remoção da infra-estrutura existente na área das obras vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₉ X ₁ X ₂	. Geração de poeira e ruídos numa escala bastante reduzida e restrita a áreas pontuais, já que as demolições a serem realizadas se restringem apenas a edificações, aterros de estradas, canais de irrigação e cercas.	. Incentivar os proprietários a demolirem seus imóveis para reaproveitamento do material de construção resultante, visando evitar a invasão destes por outras pessoas que possam vir a reivindicar indenizações.	. SRH
. Remoção da infra-estrutura existente na área das obras vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₉ X ₈ X ₉ X ₁₀	. A erosão dos solos e o assoreamento dos cursos d'água provocado por esta atividade será irrelevante, tendo em vista a breve implantação do sistema adutor e ao fato desta atividade se restringir apenas a algumas áreas pontuais.	-	-
. Extração transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₀ X ₁ X ₂	. A abertura das vias de acesso às áreas das jazidas e à exploração destas provocará poeira e ruídos devido aos movimentos de terra, ao intenso tráfego de máquinas e veículos e a operação da central de britagem e da usina de concreto. Ressalta-se que a pedreira se localiza dentro da faixa de domínio do canal, visto que serão utilizados os materiais oriundos dos cortes a serem efetuados nas áreas onde o canal se desenvolve em terreno rochoso. Assim sendo, os impactos concernentes a extração de rochas serão computados durante as escavações do canal adutor.	. Umidificação das áreas das jazidas e emprego de explosivos em horários adequados e com notificação da população. . Na alocação da central de britagem e da usina de concreto deverá ser considerada a direção dos ventos dominantes.	. Empreiteira . SRH . Exército . SEMACE
. 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, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₀ X ₄ X ₅ X ₇ X ₈ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. A exploração de jazidas remove a cobertura vegetal, retira o solo fértil, dificulta a brota de nova vegetação e expõe a área a ação de agentes erosivos, provocando o assoreamento dos cursos d'água e o aumento da turbidez. Nas jazidas de materiais terrosos haverá o risco de desestabilização das encostas laterais das cavas de lavra. . Haverá redução na capacidade de retenção e infiltração das águas pluviais, o que acarretará a diminuição da recarga do aquífero.	. Tratamento paisagístico das áreas de empréstimos após o abandono da lavra, através da regularização da superfície topográfica do terreno, espalhamento do solo fértil armazenado e posterior reflorestamento. . Cercar as áreas de empréstimos, especialmente eventuais buracos, a fim de evitar acidentes envolvendo animais ou pessoas. . Implementar um controle de estabilidade de encostas a ser exercido diariamente durante o período de lavra. . Evitar, ao máximo, a estocagem de materiais de	. Empreiteira . SRH . SEMACE . DNPM

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
			empréstimo, coordenando a sua utilização nas obras concomitantemente com a sua exploração	
. Implantação do sistema de captação e recalque vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₁ X ₁ X ₂	. Durante a implantação das adutoras de sucção e recalque e do tanque de dissipação, os movimentos de terra decorrentes da execução de cortes e do lançamento e compactação de aterros aliados ao tráfego intenso de máquinas e veículos pesados provocarão poeira e ruídos.	. Umidificação do trajeto de máquinas e veículos, e do material a ser compactado.	. Empreiteira . SRH
. Implantação do sistema de captação e recalque vs. qualidade das águas superficiais, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₁ X ₄ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. Durante a implantação das adutoras e do tanque de dissipação haverá desencadeamento de processos erosivos e riscos de solapamento de taludes, devido à consistência pouco coesa do terreno, com conseqüente turbidez e assoreamento do leito do rio Jaguaribe.	. Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes a serem exercidas diariamente durante a implantação das obras. . Deposição adequada de rejeitos em áreas de bota-foras.	. Empreiteira . SRH
. Construção do canal adutor vs. material particulado, vs. poluição sonora vs. sismicidade.	Y ₁₂ X ₁ X ₂ X ₁₂	. Os movimentos de terra decorrentes da execução de cortes e do lançamento e compactação de aterros, aliado ao tráfego intenso de máquinas e veículos pesados provocarão poeira e ruídos. Nos trechos onde o canal se desenvolve sobre terreno rochoso será necessário o uso de explosivos, elevando os níveis de ruídos e provocando pequenas vibrações sísmicas. Ressalta-se, no entanto, que nestes trechos o canal será construído predominantemente em aterro, o que reduz, em termos comparativos, os níveis de ruídos.	. Umidificação do trajeto de máquinas e veículos e do material a ser compactado. . Adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização. . Respeito aos horários de silêncio nos trechos onde as obras situam-se próximas a residências. . Notificar a população sobre o horário do uso de explosivos.	. Empreiteira . SRH . Exército
. Construção do canal adutor vs. qualidade das águas superficiais, vs. nível freático, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₂ X ₄ X ₆ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. A escavação de valas provocará geração de erosão, riscos de instabilidades de taludes, principalmente nas áreas onde o terreno apresentar consistência pouco coesa e carreamento de sólidos e com reflexos negativos sobre a qualidade das águas superficiais. . A regularização da superfície do terreno elevará a cota topográfica das áreas deprimidas, evitando, assim, a formação de charcos decorrentes da elevação do lençol freático durante o período chuvoso.	. Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes a serem exercidas diariamente durante a implantação das obras. . Disposição adequada de rejeitos em áreas de bota-foras. . Manutenção e limpeza periódica da infra-estrutura do canal adutor.	. Empreiteira . SRH
. Proteção dos taludes do canal vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₃ X ₃ X ₄ X ₈ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. O projeto prevê a implementação de uma proteção dos taludes em aterro do canal com cascalho e com o plantio de grama. Para os taludes em corte será adotado o uso de tela de polietileno para hidro-semeadura e plantio de grama tipo arruada. Os taludes internos do canal serão revestidos com concreto e com manta de polietileno. Tais medidas garantirão a estabilidade dos taludes após a construção do canal, evitando o desencadeamento de processos erosivos e o assoreamento do próprio canal, bem como dos cursos d'água periféricos, caso haja rompimento dos taludes do canal, beneficiando conseqüentemente a disponibilidade e a qualidade das águas	. Manutenção periódica da infra-estrutura do canal.	. SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		superficiais.		
. Implantação das obras de drenagem do canal vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₄ X ₁ X ₂	. A abertura de valas provocará poeira e ruídos em escala relativamente elevada.	-	-
. Implantação das obras de drenagem vs. nível freático.	Y ₁₄ X ₆	. A execução da drenagem das águas pluviais evitará a elevação excessiva do lençol freático nas áreas mais deprimidas do terreno, durante o período chuvoso. O projeto do canal prevê a instalação de bueiros tubulares e celulares, além de sarjetas, escavação de valetas não revestidas para proteção de crista de corte, caixas coletoras com grelha, entradas d'água, descidas d'água em calha pré-moldada e saídas d'água com dissipador de energia. Não são esperados efeitos de sub-pressão provocados pela elevação no nível freático, visto que nos trechos onde estes riscos são previsíveis o canal teve sua cota elevada.	. Manutenção periódica do sistema de drenagem implantado.	. SRH
. Implantação das obras de drenagem vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₄ X ₈ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. Durante a construção das obras de drenagem haverá desencadeamento de processos erosivos em pequena escala. Além disso, há sempre riscos de desmoronamentos de taludes das valas escavadas, devido à textura arenosa do terreno em alguns trechos. Entretanto, após a implantação do sistema será evitada a geração de erosão provocada pelo escoamento superficial das águas pluviais, o que terá reflexos positivos sobre a integridade do próprio canal, bem como das áreas circunvizinhas.	. Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes e manutenção periódica do sistema de drenagem implantado.	. Empreiteira . SRH
. Implantação de cercas, descargas de segurança, e obras de controle de nível e vazão no canal vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. nível freático, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₅ X ₃ X ₆ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. A implantação de obras visando o controle do nível d'água e da vazão no canal, além da instalação de descargas de segurança evitará não só o desperdício dos recursos hídricos, como também a elevação do lençol freático a níveis indesejáveis, e o desencadeamento de processos erosivos e conseqüente assoreamento dos cursos d'água periféricos. Com isso será garantida a integridade do próprio empreendimento e o fornecimento d'água regularizado à Região Metropolitana de Fortaleza e a população periférica ao sistema adutor, bem como aos perímetros de irrigação, as indústrias, aos empreendimentos turísticos, e a dessedentação animal, entre outros usos.	. Manutenção periódica das obras de controle de nível e vazão e das descargas de segurança.	. SRH
. Implantação de cercas, descargas de segurança e obras de controle de nível e vazão no canal vs. qualidade das águas superficiais.	Y ₁₅ X ₄	. A delimitação da faixa de domínio do canal com cercas evitará a ocorrência de acidentes fatais envolvendo animais de médio e grande porte e a conseqüente poluição da água aduzida.	. Manutenção periódica da cerca implantada.	. SRH
. Construção do túnel vs. material particulado, vs. Poluição sonora, vs.	Y ₁₆ X ₁ X ₂	. O projeto prevê a implantação de um túnel para a ultrapassagem do canal pela área da Serra do Félix, o qual terá	. Notificar a população o horário do uso de explosivos e respeito aos horários de silêncio.	. Empreiteira

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
sismicidade.	X ₁₂	extensão de 1,4 km. Durante a construção do referido túnel serão produzidos níveis elevados de poeira e ruídos devido o uso de explosivos para fragmentação do maciço rochoso.		. SRH . Exército
. Construção do túnel vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₆ X ₁₁	. Muito embora os riscos de solapamento de taludes seja bastante reduzido devido às características geotécnicas apresentadas pelo maciço rochoso, as vibrações sísmicas provocadas pelo uso de explosivos poderão vir a criar situações de instabilidade.	. Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes a serem exercidas diariamente durante a construção do túnel.	. Empreiteira
. Implantação dos sifões vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₇ X ₁ X ₂	. Foi prevista a implantação de 15 sifões de aço carbono com alternativa em plástico reforçado com fibra de vidro, com diâmetros variando de 1.900 a 2.500 mm, para a travessia de cursos d'água, rodovias e do Perímetro Irrigado de Morada Nova. A abertura de valas durante a implantação destas obras d'arte provocará poeira e ruídos em pequena escala.	-	-
. Implantação dos sifões vs. qualidade das águas superficiais, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₇ X ₄ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. As escavações das valas para instalação dos sifões resultarão na geração de erosão e carreamento de sólidos para o leito dos cursos d'água, causando a sua turbidez. Haverá, ainda, riscos de ruptura dos taludes das valas escavadas, principalmente nos trechos onde os terrenos apresentam constituição arenosa.	. Implementação de medidas de prevenção de acidentes e disposição adequada de rejeitos em áreas de bota-foras.	. Empreiteira
. Implantação de pontilhões e passarelas vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₈ X ₁ X ₂	. O projeto propõe a implantação de pontilhões em lajes de concreto reforçado nos pontos de intersecção do canal com estradas vicinais, e de passarelas de concreto simples distribuídas aleatoriamente nos cruzamentos do canal com áreas de movimentação considerável. Durante a construção destas obras, haverá geração de poeira e ruídos, em escala relativamente reduzida, estando restritos a áreas pontuais.	-	-
. Implantação de pontilhões e passarelas vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₈ X ₁₁	. Riscos de solapamento dos taludes das valas escavadas para implantação das fundações dos pontilhões.	. Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes.	. Empreiteira
. Implantação das estações de bombeamento vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₉ X ₁ X ₂	. Produção de poeira e ruídos (teste de bombas) em pequena escala, restritos a duas áreas pontuais.	-	-
. Implantação das estações de bombeamento vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₁₉ X ₁₀ X ₁₁	. Durante a implantação das fundações da estação de bombeamento principal e das elevatórias dos trechos 5 e 7 haverá riscos de solapamento de taludes, dado a consistência arenosa do terreno, com conseqüente desencadeamento de processos erosivos.	. Implementação de medidas de controle de estabilidade de taludes e deposição adequada de rejeitos em áreas de bota-foras.	. Empreiteira . SRH
. Fornecimento de vazão regularizada vs. qualidade das águas superficiais.	Y ₂₀ X ₄	. O fornecimento de vazão regularizada permitirá, periodicamente, a renovação do volume d'água represado no açude Castanhão, reduzindo, conseqüentemente, a	. Efetuar a operação do açude Castanhão de acordo com as vazões afluentes.	. SRH . COGERH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		possibilidade de eutrofização do referido reservatório.		
. Fornecimento de vazão regularizada vs. nível freático, vs. qualidade dos solos.	Y ₂₀ X ₆ X ₈	. Caso haja vazamentos no sistema adutor, poderá ocorrer a elevação do nível freático até alturas indesejáveis, alcançando a superfície do terreno, criando zonas de alagamentos temporários ou permanentes, com prejuízos para a saúde da população e riscos de salinização dos solos.	. Manutenção periódica das infra-estruturas do sistema adutor.	. SRH
. Construção de desvios temporários de tráfego vs. material particulado, vs. poluição sonora, vs. erosão.	Y ₂₉ X ₁ X ₂ X ₉	. A abertura de desvios temporários de tráfego nos trechos das rodovias que serão interceptadas pelo sistema adutor (CE-269, CE-266, CE-265, CE-138 e BR-116, além de rodovias vicinais que permitem o acesso a povoados e propriedades rurais) gerará poeira, ruídos e pequenos níveis de erosão decorrentes dos movimentos de terra.	-	-
. Recuperação das áreas dos canteiros de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. nível freático, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₃₀ X ₄ X ₅ X ₆ X ₈ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. A reconstituição paisagística das áreas degradadas, através de seu reflorestamento, protegerá os solos contra os agentes erosivos, reduzindo o carreamento de sedimentos para os cursos d'água periféricos, bem como os riscos de instabilidade de taludes. Haverá, ainda, aumento da taxa de infiltração das águas pluviais, beneficiando a recarga dos aquíferos. . Deve ser analisada a possibilidade de aproveitamento das cavas de jazidas posicionadas próximo ao canal para o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros), bem como das instalações de alguns dos canteiros de obras como infra-estruturas de apoio ao gerenciamento do empreendimento, evitando assim a necessidade de suas remoções. . Quanto aos bota-foras, as pilhas de rejeitos constituídos por materiais não-coesivos (blocos de rocha e cascalho) devem ser basculados diretamente no terreno, sem compactação, apresentando um ângulo de face de 37°, que é o próprio ângulo de repouso do material, já os detritos constituídos por material terroso devem ser alvo de compactação, após a deposição de uma camada de material drenante na base da pilha, e submetidos a posterior reflorestamento, caso não sejam aproveitados para a regularização do terreno nas cavas de jazidas.	. Recomposição e tratamento paisagístico das áreas degradadas.	. Empreiteira . SRH
. Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₁₀ X ₁₅ X ₁₆ X ₁₈ X ₁₉	. 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 circunvizinhas. . O tráfego intenso de pessoas, máquinas e veículos pesados, também contribuirá para afugentar a fauna.	. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.	. Empreiteira . SRH . SEMACE . IBAMA

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Monitoramento da qualidade da água aduzida vs. qualidade das águas superficiais.	Y ₃₅ X ₄	. Esta atividade permitirá a manutenção da qualidade da água aduzida pelo canal, garantindo o suprimento dos núcleos urbanos beneficiados, da população periférica e das áreas de irrigação com água de boa qualidade.	-	-
. Manutenção da infra-estrutura implantada vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. nível freático, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento, vs. instabilidade de taludes.	Y ₃₆ X ₃ X ₆ X ₈ X ₉ X ₁₀ X ₁₁	. A limpeza e manutenção periódica de todas as infra-estruturas que compõem o Sistema Adutor Castanhão/RMF, evitará que o desgaste destas obras e a ocorrência de possíveis vazamentos e obstruções venham a causar o desencadeamento de processos erosivos e de carreamento acelerado de sólidos para os cursos d'água, preservando a estabilidade da morfologia da área e a integridade do próprio empreendimento. . Será evitado, também, que o lençol freático se eleve a níveis indesejáveis com riscos de salinização dos solos da região, que em alguns trechos já contam com teores elevados de sais nos horizontes subsuperficiais.	. Manutenção periódica das obras que compõem o sistema adutor.	. SRH
MEIO BIÓTICO				
. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. matas ciliar.	Y ₄ X ₁₅ X ₁₆ X ₁₇	. Com a desapropriação, haverá incentivo ao aumento da exploração extrativa vegetal, com o intuito de obtenção de benefícios em termos de renda. Tal procedimento impactará negativamente a flora. No entanto, como está previsto o desmatamento da faixa de domínio do sistema adutor, esta ação passará a ser positiva, pois já estará contribuindo para a diminuição da densidade vegetal.	. Conscientizar a população para que não sejam degradadas áreas fora do limite da faixa de domínio do sistema adutor e para que sejam seguidas determinadas regras visando minorar os impactos incidentes sobre o bioma.	. SRH . SEMACE . IBAMA
. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₄ X ₁₈ X ₁₉	. Pequena evasão da fauna terrestre e da ornitofauna para as áreas circunvizinhas decorrentes do aumento do extrativismo vegetal.	-	-
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₅ X ₁₅ X ₁₆ X ₁₈ X ₁₉	. Os desmatamentos necessários atingem pequena monta, estando restrito a áreas pontuais entretanto haverá danos ao patrimônio florístico e as faunas terrestre e alada que terão os seus habitats degradados.	. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário e repressão rigorosa à caça. Na instalação dos canteiros de obras deverá ser dada preferência a locais com cobertura vegetal já degradada.	. Empreiteira . SRH . SEMACE . IBAMA
. Desmatamento da área das obras vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. mata ciliar, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₇ X ₁₅ X ₁₆ X ₁₇ X ₁₈ X ₁₉	. Ao longo do traçado do sistema adutor a fisionomia da vegetação apresenta-se variável, observando-se um predomínio da caatinga arbustiva densa, seguida pela vegetação de tabuleiros alternando-se com capoeiras e campos de vegetação gramíneo-herbácea (macegas), sendo constatada a presença de cultivos agrícolas em pequenas áreas dispersas ao longo do canal. As matas ciliares encontram-se bastante degradadas ao longo dos rios Jacuibe e Bonhuí, e na região do Sará da	. Implementação de um plano de desmatamento racional. . Captura e encaminhamento de animais peçonhentos ou debilitados para instituições de pesquisa. . Alertar a população e as autoridades sanitárias sobre o êxodo de animais peçonhentos e checar as necessidades de aparelhamento dos postos de saúde da região,	. Empreiteira . SRH . IBAMA . SEMACE

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<p>longo dos rios Jaguaribe e Banabuiú, e na região da Serra do Félix, na Chapada Jaguaribe/Castanhão e nas imediações do riacho Baixio do Feijão a caatinga apresenta-se relativamente preservada, sendo comum a presença de espécies arbóreas. A erradicação total da cobertura vegetal da área interceptada pelo canal e obras complementares, que abrange uma área de aproximadamente 5.350 ha, resultará portanto em perdas do patrimônio florístico. Haverá destruição do habitat da fauna, podendo vir a provocar extinção de espécies, alterando a composição da fauna que apresenta-se composta basicamente por pequenos mamíferos, aves e répteis.</p> <p>. A migração de animais peçonhentos para as áreas periféricas aumentará os riscos de acidentes com a população.</p> <p>. Com o êxodo das aves insetívoras, haverá aumento das populações de insetos, inclusive vetores de doenças.</p>	<p>principalmente a estocagem de soros antiofídicos.</p> <p>. Os trabalhadores envolvidos na atividade de desmatamento deverão receber treinamento sob forma de captura, acondicionamento e transporte de animais, além da identificação de animais peçonhentos e prestação de primeiros socorros. Devem, também, trajar roupas adequadas, com botas e luvas de cano longo.</p>	<p>. BUTANTÃ</p> <p>. SESAC</p> <p>. FUNASA</p> <p>. LAROF</p>
<p>. Manejo da fauna vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).</p>	<p>X₈ X₁₈ X₁₉</p>	<p>. A implementação de uma operação de manejo dos animais que tiverem dificuldades de locomoção, para áreas de reservas ecológicas, executada concomitantemente as atividades de desmatamento, beneficiará a fauna terrestre.</p> <p>. A migração de animais peçonhentos e de algumas espécies de mamíferos para as áreas periféricas, aumentará os riscos de acidentes com a população.</p> <p>. Com o êxodo das aves insetívoras, haverá aumento das populações de insetos, inclusive os vetores de doenças e pragas que atacam a agricultura.</p>	<p>. Captura e encaminhamento de animais peçonhentos ou debilitados para instituições de pesquisa.</p> <p>. Alerta 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.</p> <p>. 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.</p>	<p>. Empreiteira</p> <p>. SRH</p> <p>. IBAMA</p> <p>. SEMACE</p> <p>. LAROF</p> <p>. BUTANTÃ</p> <p>. FUNASA</p> <p>. SESAC</p>
<p>. Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).</p>	<p>Y₁₀ X₁₅ X₁₆ X₁₈ X₁₉</p>	<p>. Os desmatamentos e os decapamentos dos solos trarão danos ao patrimônio florístico. A fauna terrestre e a avifauna perderão os seus habitats e migrarão para as áreas circunvizinhas.</p> <p>. O tráfego intenso de pessoas, máquinas e veículos pesados, também contribuirá para afugentar a fauna.</p>	<p>. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.</p>	<p>. Empreiteira</p> <p>. SRH</p> <p>. SEMACE</p> <p>. IBAMA</p>
<p>. Implantação do sistema de captação e recalque vs. vegetação de caatinga, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).</p>	<p>Y₁₁ X₁₅ X₁₈ X₁₉</p>	<p>. Durante a implementação das obras de adaptação da tomada d'água, das adutoras de sucção e recalque e do tanque de dissipação haverá desmatamentos, causando danos aos habitats das faunas terrestre e alada. Além disso, a fauna terá seus hábitos alterados devido ao intenso tráfego de veículos pesados.</p>	<p>. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.</p>	<p>. Empreiteira</p> <p>. SRH</p> <p>. SEMACE</p> <p>. IBAMA</p>

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Construção do canal adutor vs. fauna aquática.	Y ₁₂ X ₂₀	. A fauna aquática sofrerá com a turbidez das águas nas áreas onde o canal intercepta os rios e riachos da região, devido ao carreamento do material sólido desagregado.	-	-
. Implantação das obras de drenagem vs. fauna aquática.	Y ₁₄ X ₂₀	. A implantação da rede de drenagem reduzirá a ação dos agentes erosivos, minorando o aporte de sedimentos aos cursos d'água, beneficiando a fauna aquática.	. Manutenção periódica do sistema de drenagem.	. SRH
. Construção do túnel, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₁₆ X ₁₈ X ₁₉	. O uso de explosivos para perfuração do túnel, aliado ao grande movimento de máquinas e veículos pesados causará transtornos aos hábitos da fauna, afugentando-a para as áreas periféricas.	-	-
. Implantação de sifões vs. fauna aquática.	Y ₁₇ X ₂₀	. As escavações de valas para locação das tubulações dos sifões provocará a desagregação de material sólido e seu carreamento para os cursos d'água, causando turbidez e prejudicando a fauna aquática.	. Deposição do material desagregado que não for usado como empréstimo em áreas de bota-foras.	. Empreiteira . SRH
. Fornecimento de vazão regularizada vs. fauna aquática.	Y ₂₀ X ₂₀	. Esta atividade permitirá a constante renovação das águas represadas no futuro açude Castanhão preservando a sua qualidade e beneficiando de forma indireta a fauna aquática.	-	-
. Construção de desvios temporários de tráfego vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₂₉ X ₁₅ X ₁₆ X ₁₈ X ₁₉	. Os desmatamentos e movimentos de terra requeridos durante a construção dos desvios de tráfego terão reflexos negativos sobre os componentes citados, devido a erradicação da vegetação e degradação dos habitats da fauna.	. Redução dos desmatamentos e terraplenos ao mínimo necessário.	. Empreiteira . SRH
. Recuperação das áreas dos canteiros de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimos vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₃₀ X ₁₅ X ₁₆ X ₁₈ X ₁₉	. O reflorestamento das áreas degradadas reconstituirá os habitats da fauna terrestre e da avifauna.	. Implementar um projeto de tratamento paisagístico das áreas degradadas.	. Empreiteira . SRH
MEIO ANTRÓPICO				
. Estudos básicos vs. opinião pública.	Y ₁ X ₂₄	. A difusão da notícia de que seria construído na área um canal para adução de água proveniente do açude Castanhão impactou de forma benéfica a população da área, que há muito anseia por contar com uma fonte hídrica permanente suprimindo a carência d'água da região, que encontra-se sujeita aos rigores das secas, além de apresentar elevados níveis de salinidade dos recursos hídricos subterrâneos, cuja potabilidade varia de passável a medíocre.	-	-
. Levantamento cadastral vs. opinião pública.	Y ₂ X ₂₄	. A desapropriação dos imóveis confirmará a efetiva implementação do empreendimento. Entretanto o receio de não	. Esclarecimento junto à população sobre o processo indenizatório.	. SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		receber indenizações justas e em tempo hábil gerará uma certa tensão social na população.		
. Levantamento cadastral vs. habitações, vs. rede viária (inclusive infra-estruturas posicionadas na faixa de domínio das vias), vs. rede elétrica, vs. perímetro de irrigação, vs. estrutura fundiária, vs. setor primário, vs. setor secundário.	Y ₂ X ₂₈ X ₂₉ X ₃₀ X ₃₁ X ₃₂ X ₃₃ X ₃₄	. O cadastro de toda a infra-estrutura sócio-econômica da área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor permitiu o conhecimento das reais condições dos fatores citados, visando subsidiar o processo indenizatório e auxiliar na identificação das infra-estruturas que terão seus usos temporariamente interrompidos e das atividades econômicas que serão paralisadas.	-	-
. Pesquisa sócio-econômica vs. opinião pública.	Y ₃ X ₂₄	. A pesquisa sócio-econômica realizada permitiu visualizar as expectativas da população quanto à implementação do empreendimento. Constatou-se que a maioria dos entrevistados são favoráveis a construção do sistema adutor, tendo como certo o fornecimento d'água tanto para consumo humano e do rebanho, como para a prática de cultivos irrigados e da piscicultura intensiva (viveiros). Tal anseio é bastante justificável, visto que a região encontra-se sujeita aos rigores da seca, não contando com grandes reservatórios que permitam a perenização dos seus cursos d'água, além de apresentar recursos hídricos subterrâneos (aquífero cristalino) com potabilidade variando de passável a medíocre, dado os elevados teores de sais. Em contrapartida, alguns entrevistados apresentaram-se reticentes, afirmando que o projeto só será benéfico para a região caso seja permitido o acesso a água aduzida pela população periférica, caso contrário a população sairá prejudicada não recebendo nenhuma compensação pela desapropriação de suas terras, já que os valores das indenizações a serem pagas, geralmente, são baixos. Pode-se deduzir pelo exposto a clara intenção da população de utilizar a água aduzida para o atendimento de suas necessidades, dependendo disso a aceitação social do empreendimento.	. Esclarecer a população sobre os usos para os quais se destinam a água aduzida.	. SRH
. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. mobilidade, vs. relações familiares e sociais.	Y ₄ X ₂₁ X ₂₂	. As possibilidades de que a desapropriação estimule a população a migrar causando ruptura de laços familiares ou de amizade são relativamente reduzidas já que todas as propriedades contam com áreas remanescentes.	. Esclarecimento da população sobre o processo de reassentamento.	. SRH
. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário.	Y ₄ X ₂₅ X ₂₆ X ₃₃ X ₃₄	. Interrupção parcial da produção agropecuária e de pequenos estabelecimentos industriais (casas de farinha e engenhos, e uma parboilizador de arroz) existente na área, com reflexos negativos sobre os níveis de emprego e renda, só que numa escala relativamente reduzida, já que a agricultura de subsistência desenvolvida na área apresenta-se incipiente e que a população pode continuar explorando o restante de suas	. Procurar compatibilizar a população sem emprego com as ocupações que surgirão com o empreendimento.	. SRH . PMAS . MMN . PMR

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<p>terras, uma vez que a maioria das propriedades contará com áreas remanescentes.</p> <p>. Na área do Perímetro Irrigado de Morada Nova haverá a interrupção da atividade hidroagrícola em oito lotes, cujas produções estão centradas nos plantios de arroz, feijão, milho e capineiras, os quais não apresentam rendimentos econômicos compatíveis com o esperado para áreas irrigadas.</p> <p>. Quanto as atividades industriais, as casas de farinha e os engenhos, localizados na zona rural, em geral, tem sua produção voltada para o autoconsumo ou para atendimento do mercado local, sendo a parboilizadora de arroz, posicionada nas imediações de Morada Nova, a única indústria que tem sua produção exclusivamente voltada para a comercialização.</p>		<ul style="list-style-type: none"> . PMO . PMCA . PMCH . PMP . PMH
<p>. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. habitações.</p>	<p>Y₄ X₂₁</p>	<p>. Estima-se que a desapropriação atingirá cerca de 109 habitações, perfazendo um total de 349 pessoas desalojadas. O projeto de reassentamento deste contingente populacional, ainda encontra-se em fase de elaboração. Entretanto, os resultados preliminares da pesquisa sócio-econômica indicam que a maior parte das famílias desalojadas podem ser reassentadas nas áreas remanescentes das propriedades. A SRH ainda não se posicionou sobre a solução a ser adotada para este caso. Entretanto, tendo em vista que a maior parte das propriedades contam com áreas remanescentes, a política de reassentamento atualmente adotada pela SRH, sugere que seja posto em prática o sistema de permuta, ou seja, casa por casa. Tal procedimento leva em conta, ainda, a preferência do indivíduo atingido, 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. 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.</p>	<p>. Informar às famílias que serão desalojadas sobre os procedimentos pertinentes aos processos de desapropriação e de reassentamento, bem como sobre a possibilidade de permanecerem nas terras, até a implementação do reassentamento.</p> <p>. Elaboração do projeto de reassentamento da população desalojada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> . SRH . SEMACE
<p>. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. rede elétrica, vs. perímetro de irrigação, vs. estrutura fundiária.</p>	<p>Y₄ X₃₀ X₃₁ X₃₂</p>	<p>. Será necessário a relocação ou reconstrução de trechos de rede elétrica que interceptam a área das obras, bem como das infra-estruturas do Perímetro Irrigado de Morada Nova que serão atingidas (canal principal, canais secundários, drenos de proteção, estradas, cercas, etc.)</p> <p>. Transformação da estrutura fundiária da região, uma vez que diversas propriedades terão partes de suas terras desapropriadas.</p>	<p>. Comunicar à COELCE e ao DNOCS os problemas criados com a provável desativação destas infra-estruturas, para que sejam adotadas as medidas cabíveis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> . COELCE . DNOCS

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. arrecadação tributária.	Y ₄ X ₃₆ .	. Para que as indenizações sejam pagas, o proprietário tem que descontar o imposto devido, com isso a arrecadação tributária irá aumentar. No entanto a interrupção das atividades agrícolas e industriais na área terá reflexos negativos sobre o nível de arrecadação só que numa escala relativamente reduzida.	-	-
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. valores paisagísticos.	Y ₅ X ₃₇	. A instalação dos canteiros de obras causará degradação ao meio ambiente dado à erradicação da cobertura vegetal, o que aliado a deposição inadequada de bota-foras impactará adversamente os valores paisagísticos.	. Procurar instalar os canteiros de obras em locais com cobertura vegetal já degradada. . Implementar um projeto de reconstituição paisagística das áreas dos canteiros de obras e dos bota-foras.	. Empreiteira . SRH . SEMACE
. Salvamento do patrimônio arqueológico e paleontológico vs. elementos culturais, vs. patrimônio arqueológico.	Y ₆ X ₂₃ X ₃₈	. De um modo geral, qualquer área escolhida 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 humanos face à oferta de água, alimentos e matéria-prima para a fabricação de instrumentos líticos. Assim sendo, a implementação de um plano de identificação e resgate do patrimônio arqueológico, evitará a destruição de evidências da passagem do homem no território do Estado do Ceará, caso estas ocorram na área do estudo.	. Efetuar estudos na área de implantação das obras e nas áreas de empréstimos 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. . Há ainda a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante a execução de atividades que envolvem movimentos de terra, como escavações e terraplenagens. 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.	. SRH . IPHAN
. Desmatamento da área das obras vs. saúde.	Y ₇ X ₂₇	. Haverá riscos de acidentes com os trabalhadores engajados nesta atividade, envolvendo animais peçonhentos e aracnídeos.	. Treinamento dos trabalhadores sobre identificação de animais peçonhentos, técnicas de primeiros socorros e formas de captura, acondicionamento e transporte de animais. . A equipe envolvida nos trabalhos de desmatamento deverá estar adequadamente trajada com botas e luvas de cano longo, confeccionadas em material resistente. . Dotar os postos de saúde da região de estoque de soros antiofídicos.	. Empreiteira . SRH . IBAMA . BUTANTÃ . SESAC

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Manejo da fauna vs. saúde.	Y ₇ X ₂₇	. Haverá riscos de acidentes com os trabalhadores engajados nesta atividade, envolvendo animais peçonhentos e aracnídeos.	. Treinamento dos trabalhadores sobre identificação de animais peçonhentos, técnicas de primeiros socorros e formas de captura, acondicionamento e transporte de animais. . A equipe envolvida nos trabalhos de desmatamento deverá estar adequadamente trajada com botas e luvas de cano longo, confeccionadas em material resistente. . Dotar os postos de saúde da região de estoque de soros antiofídicos.	. Empreiteira . SRH . IBAMA . BUTANTÃ . SESAC
. Extração, transporte e retransporte de materiais de empréstimo vs. opinião pública.	Y ₁₀ X ₂₄	. A opinião pública 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.	. Notificação da população sobre os horários do uso de explosivos. . Adoção das normas estabelecidas pelo Exército para o uso e armazenamento de explosivos, e requerimento de licença para a sua utilização.	. Empreiteira . SRH . EXÉRCITO
. Extração, transporte e retransporte de materiais de empréstimo vs. saúde.	Y ₁₀ X ₂₇	. A geração de poeira e ruídos em larga escala afeta negativamente a saúde dos operários, principalmente dos que estão engajados no manuseio da central de britagem. Além disso, há o risco de acidentes decorrentes da pouca consistência dos solos das jazidas de materiais terrosos que predis põem a ocorrência de desmoronamentos de taludes.	. Monitoramento diário das cavas de jazidas para detecção e resolução de problemas ligados a instabilidade de taludes. . Os operários devem ser estimulados a obedecerem as regras de segurança e a adotarem o uso de equipamentos de proteção (capacetes, máscaras, abafadores de ruídos, etc.).	. Empreiteira
. Extração, transporte e retransporte de materiais de empréstimo vs. rede viária.	Y ₁₀ X ₂₉	. A construção de estradas de acesso às jazidas de empréstimo e a manutenção das já existentes beneficiará a malha viária municipal.	-	-
. Extração, transporte e retransporte de materiais de empréstimo vs. valores paisagísticos.	Y ₁₀ X ₃₇	. A exploração das áreas de empréstimos causará degradação do meio ambiente dado à erradicação da cobertura vegetal e a formação de crateras oriundas da retirada dos materiais impactando adversamente os valores paisagísticos.	. Implementação de um projeto de reconstituição paisagística das cavas de jazidas.	. Empreiteira . SRH . IBAMA . SEMACE
. Implantação do sistema de captação e recalque vs. saúde.	Y ₁₁ X ₂₇	. Riscos de acidentes com possíveis desmoronamentos de taludes.	. Monitoramento diário dos taludes das valas escavadas para detecção e resolução de possíveis problemas de instabilidade de taludes.	. Empreiteira
. Construção do canal adutor vs. saúde.	Y ₁₂ X ₂₇	. Durante a escavação do canal poderá ocorrer solapamento dos taludes das valas, principalmente nas áreas onde o terreno apresentar menor consistência (solos arenosos). Além disso, nos trechos onde o canal se desenvolve sobre terreno rochoso,	. Adoção de regras rigorosas de segurança do trabalho e uso de equipamentos de proteção (capacetes, máscaras, abafadores de ruídos, etc.) pelos operários. Estes devem receber, também, treinamento sobre o uso de explosivos.	. Empreiteira . Exército

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<p>haverá, em alguns pontos, necessidade do uso de explosivos. Tudo isso aumentar os riscos de acidentes envolvendo os trabalhadores.</p> <p>. Ressalta-se que os materiais pétreos e parte do material terroso necessários ao desenvolvimento das obras serão obtidos dentro da faixa de domínio do canal, sendo os primeiros oriundos das áreas de escavação em terreno rochoso, e os segundos das áreas de corte em material de 1ª e 2ª categoria. Como as áreas de jazidas a serem exploradas durante a construção de cada trecho do sistema adutor ainda estão sendo estudadas o empreendedor deverá apresentar à SEMACE um projeto de recuperação paisagística das referidas áreas de empréstimos, antes de iniciar suas explorações, sob pena de paralisação das obras por estar infringindo a legislação ambiental vigente.</p>	<p>. Estabelecimento prévio de um perímetro de segurança nas áreas onde o canal será escavado em solo rochoso e solicitação de licença ao Exército para o uso de explosivos.</p> <p>. Evitar que ocorram ultralanchamentos de fragmentos de rochas fora dos limites de segurança das áreas onde o canal será escavado em solo rochoso, adotando-se medidas de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavras e na escolha dos locais para o fogacho.</p> <p>. Localizar os paióis de armazenamento de explosivos em terrenos firmes, secos, salvo de inundações ou de fortes ventos, e deixar uma faixa de terreno limpo com largura de 30 m em torno do depósito.</p> <p>. O armazenamento de pólvora, dinamites e estopins deve ser feito em depósitos separados, desprovidos de instalação elétrica e submetidos à vigilância constante para evitar roubos.</p> <p>. No caso de acidentes que resultem em danos materiais e/ou pessoais, o fato deve ser comunicado imediatamente a Polícia Local e ao Exército.</p>	
. Implantação das obras de drenagem vs. saúde.	Y ₁₄ X ₂₇	. Riscos de solapamento de taludes durante a escavação das valas podendo chegar a ocorrer perdas de vidas humanas, bem como de acidentes envolvendo ferramentas e tábuas com pregos depositados em locais inadequados.	<p>. Adoção de regras de segurança de trabalho e uso de roupas e equipamentos adequados (capacetes, luvas, botas, etc.).</p> <p>. Vacinar os operários contra o tétano e a febre tifóide.</p>	. Empreiteira . SESAC
. Construção do túnel vs. saúde.	Y ₁₆ X ₂₇	. Durante a abertura do túnel os riscos de acidentes decorrentes do uso de explosivos e do desmoronamento de taludes rochosos será relativamente elevado.	<p>. Implementar um rigoroso controle de estabilidade a ser exercido diariamente durante o período de escavação.</p> <p>. Cumprimento rigoroso das regras de segurança do trabalho por parte dos funcionários.</p>	. Empreiteira
. Implantação dos sifões vs. mobilidade, vs. opinião pública, vs. rede viária (inclusive infra-estruturas posicionadas na faixa de domínio das vias).	Y ₁₇ X ₂₁ X ₂₄ X ₂₉	. Durante a implantação dos sifões será interrompido temporariamente o tráfego de veículos nas rodovias CE-269, CE-265, CE-138 e BR-116. Especial atenção deverá ser dispensada as infra-estruturas subterrâneas existentes na faixa de domínio destas rodovias, como cabo óptico, gasoduto e a adutora de Pacajus.	<p>. Construção de desvios temporários de tráfego e implementação de sinalização adequada.</p> <p>. Comunicar aos órgãos envolvidos (DNER, DERT, DETRAN, EMBRATEL, PETROBRAS e CAGECE) para que sejam adotadas as medidas cabíveis.</p>	. Empreiteira . SRH . DNER . DERT . DETRAN . EMBRATEL

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
				<ul style="list-style-type: none"> . PETROBRAS . CAGECE
<ul style="list-style-type: none"> . Implantação dos sifões vs. saúde. 	Y ₁₇ X ₂₇	<ul style="list-style-type: none"> . Durante a abertura das valas pode advir o fechamento do escoramento, tendo o acidente possíveis conseqüências que vão desde danos materiais até o soterramento com perdas de vidas humanas. Os riscos são mais elevados nos trechos onde o canal se desenvolve em solos com textura arenosa. . A deposição de ferramentas em locais inadequados, bem como o abandono de tábuas com pregos, são fatores de riscos para a saúde dos trabalhadores. 	<ul style="list-style-type: none"> . Informar aos operários os riscos a que estão expostos e as regras de segurança necessárias para evitar acidentes de trabalho. . Uso de roupas e equipamentos adequados aos serviços (capacetes, luvas, botas, etc.) . Vacinar os operários contra as doenças infecciosas mais comuns, ou seja, tétano e febre tifóide. 	<ul style="list-style-type: none"> . Empreiteira . SESAC
<ul style="list-style-type: none"> . Implantação dos pontilhões e passarelas vs. rede viária. 	Y ₁₈ X ₂₉	<ul style="list-style-type: none"> . Interrupção temporária do tráfego nas rodovias vicinais que serão interceptadas pelas obras do canal. 	<ul style="list-style-type: none"> . Construção de desvios temporários de tráfego e dotação de sinalização adequada. . Comunicar aos órgãos competentes para que sejam adotadas as medidas necessárias. 	<ul style="list-style-type: none"> . Empreiteira . DERT . PMAS . PMMN . PMR . PMO . PMCA . PMCH . PMP . PMH
<ul style="list-style-type: none"> . Implantação da estações de bombeamento vs. saúde. 	Y ₁₉ X ₂₇	<ul style="list-style-type: none"> . Possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalhos decorrentes do desmoronamento de valas durante a escavação da fundação da estação elevatória. Aliado a isso, há, ainda, os riscos de acidentes durante a instalação da subestação rebaixadora de energia e a execução dos testes de bombas, muito embora estes sejam relativamente reduzidos devido a equipe engajada nestes trabalhos ser composta geralmente por especialistas. 	<ul style="list-style-type: none"> . Adoção rigorosa de regras de segurança no trabalho. . Efetuar um levantamento prévio da infra-estrutura do setor saúde da região. 	<ul style="list-style-type: none"> . Empreiteira . SESAC
<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 ₂₆ X ₂₁ X ₂₂ X ₂₃ X ₂₄ X ₂₇	<ul style="list-style-type: none"> . Tal atividade além de permitir o livre exercício da cidadania através do engajamento da sociedade nas consultas e deliberações 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 	<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 . Comitês de bacias

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		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.		
. Adoção de normas de segurança no trabalho vs. saúde.	Y ₂₇ X ₂₇	. 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.	-	-
. Reassentamento da população desalojada vs. relações familiares e sociais.	Y ₂₈ X ₂₂	. De acordo com os resultados preliminares da pesquisa sócio-econômica, o reassentamento da quase totalidade das famílias a serem desalojadas poderá ser efetuado nas áreas remanescentes das propriedades, ou em suas imediações, no caso específico dos moradores de propriedades rurais situadas na periferia de núcleos urbanos, portanto os riscos de ruptura de laços familiares e de amizade são pouco significativos.	-	-
. Construção de desvios temporários de tráfego vs. mobilidade, vs. opinião pública.	Y ₂₉ X ₂₁ X ₂₄	. A abertura de desvios temporários do tráfego afluente as rodovias que serão interceptadas pelas obras do sistema adutor, facilitará o deslocamento de veículos e pessoas, com reflexos positivos sobre a opinião pública.	. Comunicar aos órgãos competentes, para que estes possam adotar as medidas cabíveis no que se refere a sinalização.	. Empreiteira . SRH . DNER . DERT . PMAS . PMMN . PMR . PMO . PMCA . PMCH . PMP . PMH
. Recuperação das áreas do canteiro de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. valores paisagísticos.	Y ₃₀ X ₃₇	. A recuperação adequada das áreas dos canteiros de obras, dos bota-foras e das cavas de jazidas, permitirá a reintegração à paisagem, o que terá reflexos positivos sobre os valores paisagísticos.	-	-

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL				
MEIO ABIÓTICO				
. Desmatamento da área das obras vs. material particulado, vs. poluição sonora, vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento.	Y ₇ X ₃₉ X ₄₀ X ₄₂ X ₄₈	. Aporte de ruídos e de pequenas quantidades de poeira e fumaça provenientes do desmatamento da área das obras. Já o carreamento de sólidos decorrente do desencadeamento de processos erosivos nos solos desprotegidos provocará turbidez nos recursos hídricos das áreas imediatamente a jusante.	. Elaboração e implementação de um plano de desmatamento racional.	. SRH . IBAMA . SEMACE
. Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento.	Y ₁₀ X ₄₂ X ₄₈	. O material desagregado nas áreas da jazidas de materiais terrosos provocará o carreamento de sólidos para os cursos d'água das áreas periféricas provocando conseqüentemente o assoreamento e turbidez destes.	. Preservar a mata ciliar dos cursos d'água, com o intuito de reduzir o aporte de sedimentos.	. Empreiteira . SEMACE . DNPM
. Implantação do sistema de captação e recalque vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y ₁₁ X ₄₁	. Durante a implantação das obras de adaptação da tomada d'água será interrompido, temporariamente, o fornecimento d'água para a calha do rio Jaguaribe, caso o açude Castanhão esteja operando.	-	-
. Construção do canal adutor vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₁₂ X ₃₉ X ₄₀	. As áreas de entorno serão afetadas pela poeira e ruídos gerados na área das obras, principalmente nos trechos onde são requeridos cortes em rocha. Estes impactos, no entanto, só serão relevantes nas áreas onde o canal se desenvolve próximo a residências.	. Umidificação dos caminhos de serviços e do material a ser compactado. . Respeito aos horários de silêncio e notificação da população dos horários em que serão usados explosivos.	. Empreiteira
. Proteção dos taludes do canal vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento	Y ₁₃ X ₄₂ X ₄₈	. O revestimento dos taludes do canal o resguardará contra os processos erosivos, reduzindo o aporte de sedimentos às áreas periféricas, e conseqüentemente a turbidez e o assoreamento dos cursos d'água aí existentes.	. Manutenção periódica dos revestimentos interno e externo dos taludes do canal.	. SRH
. Implantação das obras de drenagem vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₁₄ X ₄₁ X ₄₇ X ₄₈	. O sistema de drenagem implantado no canal evitará posteriormente o desenvolvimento de processos erosivos nos seus taludes e possíveis riscos de solapamento. Com isso, o suprimento d'água para a área de jusante, também, será garantido com a manutenção da integridade do empreendimento.	. Manutenção periódica do sistema de drenagem implantado.	. SRH
. Implantação de cercas, descargas de segurança e obras de controle de nível e vazão no canal vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. nível freático, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₁₅ X ₄₁ X ₄₅ X ₄₇ X ₄₈	. O controle da vazão aduzida e dos níveis do canal evitará o desperdício da água, garantindo o suprimento hídrico dos núcleos urbanos beneficiados, das áreas de irrigação intensiva/difusa e da dessedentação animal, bem como da população residente ao longo do trajeto do canal. Além disso, será evitada a elevação do lençol freático a níveis indesejáveis, bem como o desencadeamento de processos erosivos e de carreamento de sólidos para os cursos d'água da região.	-	-

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Implantação de cercas, descargas de segurança e obras de controle de nível e vazão no canal vs. qualidade das águas superficiais.	Y ₁₅ X ₄₂	. A implantação de cercas delimitando a faixa de domínio do canal evitará a ocorrência de acidentes com animais, e conseqüente poluição dos recursos hídricos aduzidos.	. Manutenção periódica da cerca implantada.	. SRH
. Construção do túnel vs. poluição sonora.	Y ₁₆ X ₄₀	. O uso de explosivos durante a construção do túnel provocará níveis de ruídos relativamente altos, os quais serão sentidos nas áreas periféricas à faixa de domínio do sistema adutor.	. Emprego de explosivos em horários preestabelecidos e com notificação da população. . Respeito aos horários de silêncio.	. Empreiteira
. Implantação das estações de bombeamento vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento.	Y ₁₉ X ₄₂ X ₄₈	. A turbidez e o assoreamento dos cursos d'água provocados pela escavação das fundações das estações elevatórias não atingirão grande monta.	. Redução dos movimentos de terra ao mínimo necessário.	. Empreiteira . SRH
. Fornecimento de vazão regularizada vs. poluição sonora.	Y ₂₀ X ₄₀	. O barulho gerado pelas bombas da estação elevatória durante a operação do empreendimento, certamente extrapolará a área do empreendimento.	. Respeito aos horários de silêncio.	. SRH
. Fornecimento de vazão regularizada vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y ₂₀ X ₄₁	. A captação de águas no açude Castanhão para atendimento das demandas do sistema integrado Jaguaribe/Metropolitanas garantirá o fornecimento de uma vazão regularizada da ordem de 22 m ³ /s. As garantias de atendimento das demandas adotadas prevê o suprimento hídrico de 100,0% das demandas humana e industrial em 95,0% do tempo caindo o nível de atendimento para 75,0% no restante do tempo (5,0%). O atendimento da demanda prevista para as áreas irrigadas será de 100,00% em 80,0% do tempo, caindo para 50,0% em 15,0% do tempo e para 25,0% em 5,0% do tempo. A utilização de níveis escalonados de atendimento advém do fato de que a diminuição do nível de garantia exigido conduz ao estabelecimento de vazões regularizadas superiores, permitindo o atendimento com irrigação de uma área superior, ainda que nem toda essa área possa ser totalmente irrigada nos anos de escassez, de forma que o benefício econômico, neste caso, seja superior ao de vazões regularizadas menores e com altas garantias.	. Controle e gerenciamento do uso dos recursos hídricos aduzidos.	. SRH . COGERH
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. material particulado, vs. poluição sonora.	Y ₂₁ X ₃₉ X ₄₀	. Durante o desmatamento das áreas agrícolas serão gerados poeiras e ruídos em larga escala.	-	-
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. disponibilidade das águas	Y ₂₁ X ₄₁ X ₄₃ X ₄₅	. A vazão aduzida garantirá a irrigação intensiva de 23.360 ha, no ano 2030, distribuídos pelos futuros projetos do Chapadão do Castanhão (5.000 ha), Zona de Transição Sul de Morada Nova	. Difundir junto aos produtores rurais as vantagens de adotar métodos de irrigação que requeiram pequeno volume d'água (gotejamento, microaspersão).	. SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
superficiais, vs. disponibilidade das águas subterrâneas, vs. nível freático.		<p>(2.500 ha), Projeto Piloto de Ibicuitinga (1.000 ha), Tabuleiro de Morada Nova (1.000 ha), Ocara (1.000 ha) e Projeto Piloto RMF (2.000 ha) além do reforço no suprimento hídrico do Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas (10.300 ha) e do Perímetro Irrigado Xique-Xique (560 ha). A irrigação edifusa será desenvolvida em 612 ha.</p> <p>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 difusa é praticada em áreas de várzeas.</p>		
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.	Y ₂₁ X ₄₂ X ₄₄	. O uso desregrado de 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.	. Divulgação de normas técnicas para o uso criterioso de fertilizantes e defensivos agrícolas. . Programa de educação ambiental dirigido aos proprietários rurais.	. SRH . SEMACE
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₂₁ X ₄₆ X ₄₇ X ₄₈	. Caso ocorram elevações excessivas do nível freático decorrentes da adoção 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 a não adoção de técnicas conservacionistas poderão causar o desencadeamento de processos erosivos, com conseqüente assoreamento dos cursos d'água periféricos.	. Divulgação de normas técnicas sobre manejo do solo e incentivo a adoção de práticas de conservação dos solos. . Incentivar o uso de métodos de irrigação que não incorram em consumo excessivo de água (microaspersão, gotejamento, etc)	. SRH
. Abastecimento d'água humano vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y ₂₃ X ₄₁	. A vazão aduzida garantirá o suprimento hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, abrangendo 15 sedes municipais e 52 povoados, além da área de influência do Complexo Industrial/Portuário do Pecém, beneficiando, no ano de 2030, uma população da ordem de 726.710 habitantes. Serão beneficiados, ainda, os núcleos urbanos de Beberibe e Morada Nova e os povoados de Aruaru, Bixopá, Roldão, Bonhu e Lagoa Grande, estes seis últimos posicionados na região Jaguaribana, além da população rural residente ao longo do traçado do sistema adutor, beneficiando, no ano de 2030, uma população total de 49.857 habitantes.	-	-
. Abastecimento d'água humano vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.	Y ₂₃ X ₄₂ X ₄₄	. 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.	. 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 retaguarda de reservatórios prioritários para o abastecimento da região, ou sobre o embasamento sedimentar.	. SRH . COGERH . CAGECE . SEMACE

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Desenvolvimento do setor industrial vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.	Y ₂₄ X ₄₁ X ₄₂ X ₄₄	. A vazão aduzida garantirá o suprimento hídrico dos distritos industriais da RMF, das indústrias difusas dos municípios situados na área de abrangência do empreendimento e num futuro próximo o reforço no abastecimento d'água do Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Tal garantia permitirá o desenvolvimento do setor secundário através da atração e instalação de novos estabelecimentos industriais, alguns dos quais apresentam potencial poluidor dos recursos hídricos relativamente elevado, como é o caso da siderúrgica, e do polo petroquímico previstos para a área do Pecém, entre outros.	. Exigir que as novas indústrias deem tratamento adequado aos efluentes industriais gerados, conforme reza a legislação ambiental vigente.	. SEMACE
. Desenvolvimento do turismo vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas subterrâneas.	Y ₂₅ X ₄₁ X ₄₂ X ₄₄	. A garantia de abastecimento d'água dos núcleos urbanos de Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba que contam com empreendimentos turísticos em operação ou com protocolo de intenção assinado para a implantação de novos empreendimentos, certamente favorecerá o desenvolvimento das atividades turísticas. Com isso, haverá um maior afluxo de turistas na região, aumentando conseqüentemente a geração de efluentes sanitários, com conseqüente poluição dos recursos hídricos.	. Exigir que os novos empreendimentos turísticos deem tratamento adequado aos efluentes sanitários gerados, conforme reza a legislação ambiental vigente.	. SEMACE
. Reassentamento da população desalojada vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₂₈ X ₄₆ X ₄₇ X ₄₈	. Os desmatamentos e movimentos de terra necessários para a construção das novas residências serão de pouca monta e em áreas pontuais dispersas, portanto os impactos incidentes sobre os componentes ambientais citados serão pouco significativos.	. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. Proibir a construção de residências dentro da faixa de mata ciliar dos cursos d'água.	. SRH . SEMACE
. Construção de desvios temporários de tráfego vs. assoreamento.	Y ₂₉ X ₄₈	. Os desmatamentos executados para a construção dos desvios de tráfego resultaram em erosão dos solos desnudos e conseqüente carreamento de sólidos para os cursos d'água periféricos.	. Redução dos movimentos de terra ao mínimo necessário.	. Empreiteira
. Recuperação das áreas dos canteiros de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimo vs. qualidade das águas superficiais, vs. assoreamento.	Y ₃₀ X ₄₂ X ₄₈	. Com o reflorestamento das áreas degradadas serão reduzidos os aportes de sedimentos aos cursos d'água nas imediações das referidas áreas e conseqüentemente a turbidez de suas águas e o assoreamento do seu leito.	. Reconstituição paisagística das áreas degradadas.	. Empreiteira
. Controle e gerenciamento do uso da água vs. disponibilidade das águas superficiais.	Y ₃₂ X ₄₁	. Tal atividade garantirá o suprimento da vazão regularizada necessária ao pleno desenvolvimento das atividades hidroagrícolas, industriais e turísticas previstas para a região, bem como do abastecimento d'água de 17 sedes municipais e 57 povoados distribuídos pelos territórios das Bacias Metropolitanas e do Jaguaribe, além da população periférica, evitando que a água um bem escasso na região, seja utilizada de forma desordenada.	. Estabelecimento de um modelo de gestão dos recursos hídricos e de desenvolvimento dos usos múltiplos associados ao sistema adutor	. SRH . COGERH Comitês de Bacias
. Estabelecimento de outorgas e	Y ₃₂ X ₄₁	. A implementação do sistema de outorgas e tarifação d'água	. Formação e cadastramento da associação de usuários da	. SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
tarifação da água vs. disponibilidade das águas superficiais.		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 as disponibilidades d'água existentes na região e os riscos a que se destinam.	água aduzida na SRH para ser parte integrante do conselho gestor dos recursos hídricos da região.	. Associação de Usuários da Água Aduzida
. Controle da proliferação de insetos e moluscos vs. qualidade das águas superficiais.	Y ₃₄ X ₄₂	. A execução desta atividade evitará que a água suprida pelo canal passe a ser vetor de doenças para a população que dela se utiliza.	. A SRH deve estabelecer convênios com a FUNASA para efetivação deste monitoramento.	. SRH . COGERH . FUNASA
. Monitoramento da qualidade da água vs. qualidade das águas superficiais.	Y ₃₅ X ₄₂	. O controle e manutenção da qualidade da água que será suprida pelo sistema adutor, terá reflexos positivos sobre o componente ambiental citado.	-	-
. Manutenção da infra-estrutura implantada vs. disponibilidade das águas superficiais, vs. qualidade das águas superficiais, vs. nível freático, vs. qualidade dos solos, vs. erosão, vs. assoreamento.	Y ₃₆ X ₄₁ X ₄₂ X ₄₅ X ₄₆ X ₄₇ X ₄₈	. Esta atividade evitará o desencadeamento de processos erosivos nos taludes do canal, bem como a ocorrência de vazamentos ao longo do seu percurso, preservando não só a própria integridade do empreendimento como a qualidade dos solos e das águas superficiais, uma vez que processos como turbidez e assoreamento dos cursos d'água e elevação do lençol freático a níveis indesejáveis serão evitados.	-	-
MEIO BIÓTICO				
. Desmatamento da área das obras vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. fauna aquática.	Y ₇ X ₅₂ X ₅₃ X ₅₄	. A fauna da área ocupada pela área das obras que migrará para as áreas periféricas, competirá em termos territoriais e alimentares com a fauna aí existente. . A turbidez gerada pelo carreamento de sólidos para o leito dos cursos d'água perturbará os hábitos da fauna aquática.	. Implementação de um plano de desmatamento racional	. Empreiteira
. Manejo da fauna vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₈ X ₅₂ X ₅₃	. A fauna remanejada da área de inundação irá competir com a fauna periférica em termos territoriais e alimentares.	-	-
. Extração, transporte e retrabalhamento de materiais de empréstimo vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₁₀ X ₅₂ X ₅₃	. 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 das áreas de empréstimo.	. Empreiteira . SRH . SEMACE . IBAMA
. Implantação do sistema de captação e recalque vs. fauna aquática.	Y ₁₁ X ₅₄	. A fauna aquática será prejudicada pela interrupção temporária do fluxo d'água na calha do rio Jaguaribe.	-	-

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Construção do canal adutor vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₁₂ X ₅₂ X ₅₃	. O intenso barulho gerado, principalmente pelo uso de explosivos nas áreas onde o canal se desenvolve em terreno rochoso, aliado ao grande movimento de máquinas e veículos deixará a fauna das áreas de entorno estressada. Além disso há o estímulo à caça predatória.	. Proibição da caça de animais silvestres.	. Empreiteira . SRH . SEMACE . IBAMA
. Proteção dos taludes do canal vs. fauna aquática.	Y ₁₃ X ₅₄	. A implementação de enrocamento de cascalho, aliado ao uso de grama para proteção dos taludes externos do canal, evitará a ação dos agentes erosivos e conseqüente assoreamento e turbidez dos cursos d'água, beneficiando a fauna aquática.	-	-
. Implantação das obras de drenagem vs. fauna aquática.	Y ₁₄ X ₅₄	. Redução dos processos erosivos e conseqüentemente do assoreamento e turbidez dos cursos d'água das áreas de entorno, beneficiando indiretamente a fauna aquática.	. Manutenção periódica do sistema de drenagem.	. SRH
. Implantação de cercas, descargas de segurança e obras de controle de nível e vazão no canal vs. fauna terrestre, vs. fauna aquática.	Y ₁₅ X ₅₂ X ₅₄	. A presença de uma cerca delimitando a faixa de domínio do sistema adutor, evitará que animais caiam dentro do canal pondo em risco suas vidas. Além disso, as obras de descargas de segurança e de controle de nível e vazão no canal evitarão a ação dos agentes erosivos e conseqüente assoreamento e turbidez dos cursos d'água periféricos impactando de forma positiva a fauna aquática.	. Manutenção periódica da cerca, das descargas de segurança e das obras de controle de nível e vazão no canal.	. SRH
. Construção do túnel vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₁₆ X ₅₂ X ₅₃ X ₅₄	. O uso de explosivos durante as escavações perturbará a fauna terrestre e a ornitofauna das áreas periféricas, devido aos níveis elevados de ruídos. O carreamento de sedimentos para os cursos d'água prejudicará temporariamente o bioma aquático.	. Deposição adequada dos resíduos em áreas de bota-foras.	. Empreiteira . SRH
. Implantação de pontilhões e passarelas vs. fauna terrestre.	Y ₁₈ X ₅₂	. A presença física do canal interceptará os caminhos preferenciais da fauna, impedindo o acesso às zonas de refúgio e as fontes de alimentação. A implementação de pontos de travessia ao longo do percurso do canal reduzirá este efeito adverso, impactando de forma positiva a fauna terrestre.	-	-
. Implantação da estações de bombeamento vs. fauna aquática.	Y ₁₉ X ₅₄	. O carreamento de sedimentos para os cursos d'água periféricos prejudicará temporariamente o bioma aquático.	. Redução dos movimentos de terra ao mínimo necessário.	. Empreiteira . SRH
. Fornecimento de vazão regularizada vs. ornitofauna (aves).	Y ₂₀ X ₅₃	. Aumento da disponibilidade d'água na área do projeto, oferecendo bebida a avifauna periférica.	. Repressão rigorosa a caça.	. SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Desenvolvimento hidrogrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves), vs. ictiofauna.	Y ₂₁ X ₄₉ X ₅₀ X ₅₂ X ₅₃ X ₅₄	. O desmatamento dos lotes agrícolas resultará na erradicação da cobertura vegetal nas áreas dos futuros perímetros irrigados, com conseqüente degradação dos habitats da fauna terrestre e da ornitofauna. . A ictiofauna será prejudicada pela turbidez dos recursos hídricos, bem como pela poluição por agrotóxicos decorrente do seu uso desordenado.	. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário.	. SEMACE
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. unidades e conservação	Y ₂₁ X ₅₅	. O traçado do sistema adutor não intercepta áreas de unidades de conservação. Entretanto a APA do Balbino e a RPPN da Lagoa da Encantada estão posicionadas relativamente próximo da mancha irrigável prevista para o Projeto Piloto RMF podendo vir a ocorrer pressão antrópica sobre estas áreas associadas principalmente a poluição dos recursos hídricos por agrotóxicos.	. Controle do uso e manejo de agrotóxicos. . Monitoramento da qualidade da água dos cursos d'água periféricos ao projeto de irrigação.	. SEMACE
. Abastecimento d'água humano vs. ictiofauna.	Y ₂₃ X ₅₄	. 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.	. 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.	. CAGECE
. Desenvolvimento do setor industrial vs. ictiofauna.	Y ₂₄ X ₅₄	. 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 implantação de sistemas de tratamento de efluentes industriais no licenciamento de novas indústrias.	. SEMACE
. Desenvolvimento do turismo vs. ictiofauna.	Y ₂₅ X ₅₄	. Nos períodos de alta estação turística a população de alguns núcleos urbanos praticamente duplicam, havendo um sensível incremento do aporte de efluentes sanitários aos cursos d'água nesta época. Com o desenvolvimento do setor turismo haverá, portanto, um maior nível de poluição dos recursos hídricos superficiais prejudicando a ictiofauna.	. Exigência de implantação de sistemas de tratamento de efluentes sanitários no licenciamento de novos empreendimentos turísticos.	. SEMACE
. Reassentamento da população desalojada vs. vegetação de caatinga, vs. vegetação de tabuleiros, vs. fauna terrestre, vs. ornitofauna (aves).	Y ₂₈ X ₄₉ X ₅₀ X ₅₂ X ₅₃	. O reassentamento das famílias desalojadas resultará em desmatamentos, com perdas do patrimônio florístico e degradação do habitat da fauna. Ressalta-se, no entanto, que estes impactos apresentam reduzida magnitude, devido ocorrerem em áreas pontuais dispersas.	. Redução dos desmatamentos ao mínimo necessário. . Procurar localizar as novas residências em áreas que já apresentem a sua cobertura vegetal degradada.	. SRH . SEMACE . IBAMA
. Recuperação das áreas dos canteiros de obras, dos bota-foras e das jazidas de empréstimos, vs. fauna aquática.	Y ₃₀ X ₅₄	. O reflorestamento das áreas degradadas reduzirá os níveis de erosão e conseqüentemente o assoreamento e turbidez dos cursos d'água periféricos, beneficiando a fauna aquática.	. Implementar um projeto de recuperação paisagística das áreas de bota-foras, jazidas de empréstimos e canteiros de obras.	. Empreiteira . SRH . IBAMA
. Controle da disseminação de espécies piscícolas daninhas vs. fauna aquática.	Y ₃₁ X ₅₄	. No território das Bacias Metropolitanas, as bacias receptoras da água aduzida pelo sistema adutor proposto (Bacias do Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó) já enfrentam atualmente problemas de	-	-

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		infestação de espécies piscícolas predadoras provenientes da Bacia do Jaguaribe, tendo o Canal do Trabalhador como meio de disseminação, seja de forma direta através dos açudes integrados ao referido canal (açudes Pacajus/Ererê, na Bacia do Choró, Pacoti/Riachão, na Bacia do Pacoti e Gavião, na Bacia do Cocó), todos integrantes do sistema hídrico da RMF, seja através da alimentação artificial de lagoas e pequenos açudes marginais ao canal, efetuada pelos proprietários dos imóveis periféricos, fato constatado na Bacia do Pirangi. Assim sendo, o estabelecimento de um controle de disseminação destas espécies através da colocação de filtros no sistema adutor, nos locais de lançamento da vazão nas bacias hidráulicas dos açudes Curral Velho e Pacoti e na calha do rio Pirangi certamente terá reflexos positivos sobre o estoque de peixes das bacias receptoras.		
. Controle e gerenciamento do uso da água vs. fauna aquática.	Y ₃₂ X ₅₄	. Tal atividade evitará que o açude Castanhão sofra rebaixamento excessivo do seu nível, beneficiando indiretamente a fauna aquática.	-	-
. Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. fauna aquática.	Y ₃₃ X ₅₄	. O estabelecimento de outorgas e tarifação da água captada no açude Castanhão evitará o seu uso desordenado garantindo assim que o manancial hídrico não atinja níveis críticos, o que terá reflexos positivos sobre o bioma aquático.	-	-
. Manutenção da infra-estrutura implantada vs. fauna aquática.	Y ₃₆ X ₅₄	. A manutenção periódica do sistema de drenagem, das obras d'artes e dos revestimentos interno e externo do canal adutor evitará o desencadeamento de processos erosivos, bem como o assoreamento e turbidez dos cursos d'água interceptados pelo canal, com reflexos positivos sobre a fauna aquática.	-	-
MEIO ANTRÓPICO				
. Pesquisa sócio-econômica vs. opinião pública.	Y ₃ X ₅₈	. Divulgação dos objetivos e usos múltiplos do sistema adutor (abastecimento d'água para projetos de irrigação, indústrias e empreendimentos turísticos, de 17 sedes municipais e 57 povoados, bem como da população residente ao longo do canal), o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública.	-	-
. Desapropriação dos imóveis existentes na faixa de domínio do sistema adutor vs. setor primário.	Y ₄ X ₆₇	. 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 na área do sistema adutor.	-	-
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. relações familiares e sociais, vs. elementos culturais.	Y ₅ X ₅₆ X ₅₇	. 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	. Assistência social tanto para a população nativa quanto para os trabalhadores engajados na obra.	. SRH . SAS

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		entre os costumes nativos e os dos recém-chegados, com reflexos sobre as relações familiares e sociais.		
. Instalação dos canteiros de obras e construção de estradas de serviços vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₅ X ₅₈ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. O aumento da oferta de empregos, bem como a demonstração de que o empreendimento tomará curso, terá reflexos positivos sobre a opinião pública. . O setor terciário sofrerá pequenos incrementos na sua demanda, o que aliado aos salários pagos aos operários da obra, impactará positivamente o nível de renda e a arrecadação tributária.	. Divulgação das atividades e organização da oferta de empregos. . Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos.	. Empreiteira
. Instalação do canteiro de obras e construção de estradas de serviços vs. saúde.	Y ₅ X ₆₁	. Provável ocorrência de proliferação de doenças trazidas pelo contingente obreiro engajado nas obras.	. Seleção médica pré-admissional dos trabalhadores. . Dotação de instalações sanitárias adequadas na área do canteiro de obras, de modo a evitar a poluição dos recursos hídricos subterrâneos com agentes patogênicos.	. Empreiteira . SESAC
. Instalação do canteiro de obras e construção de estradas de serviços vs. habitações.	Y ₅ X ₆₂	. Aumento da demanda por habitações pelos trabalhadores engajados nas obras, provocando elevação nos preços dos aluguéis na região.	-	-
. Instalação do canteiro de obras e construção de estradas de serviços vs. setor primário, vs. setor secundário.	Y ₅ X ₆₇ X ₆₈	. A oferta de empregos com salários superiores aos vigentes na região provocará evasões da mão-de-obra dos setores produtivos. Entretanto estes impactos não serão tão relevantes já que a região conta com um grande contingente de mão-de-obra desempregada.	. Divulgar junto a população o caráter temporário dos empregos ofertados.	. Empreiteira
. Desmatamento da área das obras vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₆ X ₅₈ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. Pequeno incremento na oferta de empregos. Os subprodutos do desmatamento (madeira, lenha, carvão) serão comercializados na área de influência funcional, o que aliado aos salários pagos aos trabalhadores terá reflexos positivos sobre o nível de renda, o setor terciário e a arrecadação tributária.	. Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos.	. Empreiteira
. Desmatamento da área das obras vs. saúde.	Y ₆ X ₆₁	. Riscos de acidentes envolvendo animais peçonhentos, que migrarão da área onde está sendo realizado o desmatamento para as áreas periféricas.	. A população periférica e autoridades sanitárias devem ser alertados para o êxodo de animais peçonhentos e devem ser estocados soros antiofídicos . Captura e encaminhamento dos animais peçonhentos para instituições de pesquisa.	. Empreiteira . SRH . IBAMA . SESAC . LAROF . BUTANTÃ
. Manejo da fauna vs. elementos culturais, vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de	Y ₈ X ₇₆ X ₇₇ X ₇₈	. Visando reduzir os impactos sobre os animais decorrentes das atividades do desmatamento, o manejo da fauna incutirá na população conceitos relativos as necessidades de preservação	. Divulgar os objetivos do manejo da fauna e o caráter temporário dos empregos ofertados.	. Empreiteira . SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
renda.	X ₇₉	das espécies nativas, o que aliado a criação de empregos impactará positivamente a opinião pública e o nível de renda.		. SEMACE
. Remoção da infra-estrutura existente na área das obras vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y ₉ X ₅₉ X ₆₀	. A retirada de edificações, cercas, currais, redes elétricas, etc. da área das obras resultará num pequeno incremento na oferta de empregos, com reflexos positivos sobre a renda.	-	-
. Extração, transporte e reatrabalhamento de materiais de empréstimo vs. elementos culturais, vs. opinião pública.	Y ₁₀ X ₅₇ X ₅₈	. Com o afluxo de trabalhadores provenientes de outras regiões, haverá introdução de novos costumes, podendo ocorrer choques culturais, impactando adversamente a opinião pública.	. Assistência social junto a população nativa e ao contingente obreiro.	. SRH . SAS
. Extração, transporte e reatrabalhamento de materiais de empréstimo vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. saúde, vs. setor saúde.	Y ₁₀ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉ X ₇₀	. Com o aumento da oferta de empregos para mão-de-obra não especializada poderá ocorrer, além dos riscos de acidentes com os operários, 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.	. 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.	. SRH . Empreiteira . SESAC
. Extração, transporte e reatrabalhamento de materiais de empréstimo vs. habitações.	Y ₁₀ X ₆₂	. Aumento da demanda por habitações provocando elevação nos preços de aluguéis.	. Esclarecimento da população sobre a transitoriedade da situação.	. SRH
. Extração, transporte e reatrabalhamento de materiais de empréstimo vs. rede viária.	Y ₁₀ X ₆₃	. Serão construídas estradas de acesso as jazidas e feita a manutenção das vias existentes, com uma parcela destas sendo incorporada a malha viária municipal (estradas que não forem submersas).	. Incorporação das estradas construídas a rede viária municipal.	. SRH
. Extração, transporte e reatrabalhamento de materiais de empréstimo vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₁₀ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉ X ₇₀	. 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 taxa do ICMS.	. Divulgar o caráter temporário dos empregos ofertados.	. SRH . Empreiteira
. Implantação do sistema de captação e recalque vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y ₁₁ X ₅₉ X ₆₀	. Leve incremento da oferta de empregos, com reflexos positivos sobre a renda.	. Alertar a população com relação ao caráter temporário dos empregos.	. Empreiteira
. Construção do canal adutor vs. elementos culturais.	Y ₁₂ X ₅₇	. 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.	. Assistência social para a população nativa e o grupo de trabalhadores.	. SRH

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Construção do canal adutor vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₁₂ X ₅₈ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. Aumento considerável da oferta de empregos diretos. Haverá, também, incremento das atividades comerciais do ramo de material de construção, bem como da venda de madeiras para confecção de escoramentos e de explosivos, com reflexos positivos sobre a geração de renda, a tributação e a opinião pública.	. Informar aos operários sobre o caráter temporário dos empregos oferecidos.	. Empreiteira
. Construção do canal adutor vs. saúde, vs. setor saúde.	Y ₁₂ X ₆₁ X ₆₅	. Com o aumento do número de trabalhadores eleva-se os riscos de proliferação de moléstias importadas, o que aliado às possibilidades de ocorrência de acidentes de trabalho, impactará adversamente o setor saúde. Além disso, dado a intensificação do tráfego de caminhões, aumentam os riscos de acidentes de trânsito.	. Controle médico na contratação dos trabalhadores. . Implementação de regras de segurança rigorosas, além de dotar os operários de equipamentos adequados ao trabalho (capacetes, botas, luvas, abafadores de ruídos, etc.). . Sinalização adequada e controle da velocidade dos caminhões. . Checar as condições da infra-estrutura do setor saúde existente e dotar o canteiro de obras com materiais de primeiros-socorros.	. Empreiteira . SESAC
. Construção do canal adutor vs. habitação.	Y ₁₂ X ₆₂	. Elevação da demanda por habitações, aumentando os preços dos aluguéis.	–	–
. Construção do canal adutor vs. rede viária.	Y ₁₂ X ₆₃	. A manutenção das vias de acessos e de serviços beneficiará a malha viária municipal.	–	–
. Construção do canal adutor vs. setor primário, vs. setor secundário.	Y ₁₂ X ₆₇ X ₆₈	. 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.	. Esclarecer a população sobre o caráter temporário dos empregos.	. Empreiteira
. Proteção dos taludes do canal vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y ₁₃ X ₅₉ X ₆₀	. Geração de emprego para mão-de-obra não especializada, com reflexos sobre a geração de renda.	. Esclarecer os operários sobre o caráter temporário dos empregos.	. Empreiteira
. Proteção dos taludes do canal vs. saúde, vs. setor saúde, vs. valores paisagísticos.	Y ₁₃ X ₆₁ X ₆₅ X ₇₁	. O revestimento dos taludes internos do canal com concreto simples e manta de polietileno evitará a ocorrência de vazamento e conseqüente formação de charcos decorrentes da elevação do lençol freático. Com isso, haverá um certo controle da proliferação de insetos nocivos a saúde, como é o caso do mosquito da dengue.	. Manutenção periódica de toda a infra-estrutura implantada.	. SRH
. Implantação das obras de drenagem vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário,	Y ₁₄ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉	. Além da geração de renda, haverá aumento da demanda por madeira para confecção de escoramentos, pré-moldados e material de construção, entre outros, com reflexos positivos	. Esclarecimento sobre o caráter temporário dos empregos oferecidos.	. Empreiteira

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
vs. arrecadação tributária.	X ₇₀	sobre a geração de renda e a tributação.		
. Implantação das obras de drenagem vs. setor saúde.	Y ₁₄ X ₆₅	. Caso ocorram acidentes decorrentes de solapamento dos taludes das valas escavadas, poderá vir a provocar sobrecarregamento da infra-estrutura do setor saúde.	. Incentivar a adoção de regras rígidas de segurança do trabalho e vacinar os operários contra o tétano e a febre tifóide. . Efetuar um levantamento prévio da infra-estrutura do setor saúde e dotar o canteiro de obras com materiais de primeiros-socorros.	. Empreiteira . SESAC
. Implantação de cercas, descargas de segurança e obras de controle de nível e vazão no canal vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₁₅ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. Incremento na oferta de empregos e na demanda por material de construção e equipamentos beneficiando indiretamente o nível de renda e a arrecadação tributária.	. Alertar os trabalhadores sobre a temporariedade dos empregos ofertados.	. Empreiteira
. Implantação de cercas, descargas de segurança e obras de controle de nível e vazão no canal vs. saúde, vs. setor saúde.	Y ₁₅ X ₆₁ X ₆₅	. Tais obras evitarão a formação de charcos decorrentes de transbordamentos d'água no canal, e conseqüentemente a proliferação de insetos nocivos a saúde, beneficiando os componentes citados.	. Manutenção periódica das obras implantadas.	. SRH
. Construção do túnel vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₁₆ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. Aumento da oferta de empregos e incremento na demanda do setor terciário, beneficiando a geração de renda e a tributação.	-	.
. Construção do túnel vs. setor saúde, vs. setor saúde.	Y ₁₆ X ₆₁ X ₆₅	. Intensificação do tráfego de caminhões com riscos de atropelamentos da população periférica, o que aliado aos riscos de desmoronamento do túnel durante as escavações poderá impactar de forma adversa o setor saúde.	. Comunicar aos operários o caráter temporário dos empregos ofertados.	. Empreiteira
. Implantação de sifões vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₁₇ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. Pequeno incremento da oferta de emprego e da demanda por materiais e equipamentos comercializados pelo setor terciário com reflexos positivos sobre o nível de renda e a arrecadação tributária.	. Comunicar aos operários o caráter temporário dos empregos ofertados.	. Empreiteira
. Implantação de sifões vs. setor saúde.	Y ₁₇ X ₆₅	. Caso ocorram acidentes durante a escavação das valas, o setor saúde poderá vir a ser impactado negativamente.	. Levantamento prévio da infra-estrutura do setor saúde da região. . Adoção de normas rígidas de segurança no trabalho.	. Empreiteira . SESAC
. Implantação de pontilhões e passarelas vs. opinião pública, vs. setor primário.	Y ₁₈ X ₅₈ X ₆₇	. A implantação de passarelas para a travessia do canal ao longo de seu percurso, evitará o isolamento de áreas de uma mesma propriedade, permitindo o bom andamento das atividades agropecuárias das propriedades interceptadas pelo canal, o que terá reflexos positivos sobre a opinião pública.	-	-
. Implantação de pontilhões e	Y ₁₈ X ₅₉	. O aumento da oferta de empregos, aliado a elevação da	. Alertar os operários sobre o caráter temporário dos	. Empreiteira

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
passarelas vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	X ₆₁ X ₆₉ X ₇₀	procura por material de construção impactará beneficemente os componentes citados.	empregos.	
. Implantação das estações de bombeamento vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₁₉ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. Pequeno incremento da oferta de emprego e da demanda por materiais e equipamentos (eletrobombas, conexões, quadros de comando, controle de automação, equipamentos hidráulicos, etc.) comercializados pelo setor terciário, com reflexos positivos sobre o nível de renda e a arrecadação tributária.	. Comunicar aos operários o caráter temporário dos empregos ofertados.	. Empreiteira
. Implantação das estações de bombeamento vs. setor saúde.	Y ₁₉ X ₆₅	. Caso ocorram acidentes decorrentes de solapamento de taludes das fundações escavadas, e de choques elétricos durante a instalação da subestação rebaixadora e a execução dos testes de bombas, poderá vir a ocorrer sobrecarregamento da infra-estrutura do setor saúde.	. Incentivar a adoção de regras rígidas de segurança do trabalho e efetuar um levantamento prévio da infra-estrutura do setor saúde da região.	. Empreiteira . SESAC
• Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. opinião pública, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₂₁ X ₅₈ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉ X ₇₀	• A produção de duas safras por ano aliado ao cultivo de frutíferas, 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.	• Difundir junto aos proprietários rurais noções sobre políticas agrícolas, comercialização, armazenamento e cooperativismo.	• SRH
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. nível de emprego, vs. nível de renda.	Y ₂₁ X ₅₉ X ₆₀	. Haverá aumento da oferta de empregos. Com o aumento da produção agrícola, haverá conseqüentemente um incremento da renda e a sua desconcentração, uma vez que o processo produtivo se encontrará nas mãos de um grupo relativamente grande.	-	-
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. saúde, vs. setor saúde.	Y ₂₁ X ₆₁ X ₆₅	. 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.	. Difundir junto aos proprietários rurais normas técnicas sobre o uso e manejo de fertilizantes e defensivos.	. SRH
. Desenvolvimento hidroagrícola (irrigação intensiva e difusa) vs. terras indígenas.	Y ₂₁ X ₇₂	. Não existem reservas indígenas no território das bacias interceptadas pelo traçado do Sistema Adutor Castanhão/RMF. Constitui exceção os Canindés, instalados no município de Aratuba, na Serra de Baturité, Bacia do Choró, os quais encontram-se em fase de estudos antropológicos, não contando com dados oficiais. Ressalta-se, no entanto, que suas terras distam mais de 70 km do traçado do sistema adutor, não havendo riscos de pressão antrópica sobre a área da reserva.	. Por ocasião do planejamento e elaboração do projeto básico do Projeto Piloto RMF deve ser levado em consideração a influência do referido empreendimento sobre esta área do referido empreendimento sobre esta área indígena, de modo a evitar a ocorrência de pressão antrópica sobre a área da reserva.	. SRH . SEMACE . FUNAI

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
		<p>. Ressalta-se, no entanto, que a mancha irrigável do Projeto Piloto RMF, que ocupa áreas das bacias dos rios Malcozinhado, Caponga Funda, Caponga Roseira, Catu e FLED, encontra-se posicionada relativamente próximo da reserva dos Genipapo-Canindés, havendo riscos de geração de pressão antrópica sobre a área desta reserva. O referido grupo indígena encontra-se instalado no município de Aquiraz, Região Metropolitana de Fortaleza, concentrado às margens da Lagoa da Encantada e adjacências e na localidade de Marisco. Já foram reconhecidos como indígenas pela FUNAI, encontrando-se em tramitação o processo de demarcação de suas terras. A referida comunidade indígena é pequena, contando com cerca de 170 silvícolas.</p>		
<p>• Desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros) vs. opinião pública, vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</p>	<p>Y₂₂ X₅₈ X₅₉ X₆₀ X₆₇ X₆₈ X₆₉ X₇₀</p>	<p>• 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, ração, entre outros).</p>	-	-
<p>. Abastecimento d'água humano vs. opinião pública, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. saúde, vs. setor saúde.</p>	<p>Y₂₃ X₅₈ X₆₁ X₆₄ X₆₅</p>	<p>. A SRH pretende usar a vazão regularizada suprida pelo canal para o abastecimento d'água de 17 sedes municipais e 57 povoados dos territórios das bacias Metropolitanas e do Jaguaribe, além da população residente ao longo do percurso do canal.</p> <p>. 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 consequentemente o próprio setor de saúde e a opinião pública.</p>	<p>. Monitoramento da qualidade da água aduzida e tratamento adequado da água destinada ao uso humano.</p> <p>. Controle de gerenciamento do uso da água aduzida.</p>	<p>. SRH . CAGECE</p>
<p>. Desenvolvimento do setor industrial vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</p>	<p>Y₁₈ X₅₉ X₆₀ X₆₇ X₆₈ X₆₉ X₇₀</p>	<p>. 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.</p>	-	-
<p>. Desenvolvimento do turismo vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.</p>	<p>Y₂₅ X₅₉ X₆₀ X₆₇ X₆₈ X₆₉ X₇₀</p>	<p>. Com o desenvolvimento das atividades turísticas serão gerados empregos em larga escala para mão-de-obra não qualificada, além dos efeitos indiretos sobre outros setores da economia, através do aumento da demanda por produtos e matérias-primas. Todos os fatores citados serão impactados favoravelmente.</p>	-	-

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
. Adoção de normas de segurança no trabalho vs. elementos culturais, vs. setor saúde.	Y ₂₇ X ₆₁ X ₆₅	. A conscientização dos operários para os riscos a que estão expostos e o estabelecimento de regras de segurança no trabalho rigorosas, além de contribuir para melhorar o conhecimento dos trabalhadores, reduz o número de acidentes evitando o sobrecarregamento do setor saúde.	-	-
. Reassentamento da população desalojada vs. nível de emprego, vs. nível de renda, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₂₈ X ₅₉ X ₆₀ X ₆₉ X ₇₀	. A construção das habitações que serão permutadas provocará um leve aumento da oferta de emprego para mestre-de-obras e pedreiros, bem como da demanda por material de construção, impactando beneficentemente a geração de renda e a tributação.	. Alertar os trabalhadores sobre o caráter temporário dos empregos.	. Empreiteira . SRH
. Construção de desvios temporários de tráfego vs. rede viária, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário, vs. arrecadação tributária.	Y ₂₉ X ₆₃ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉ X ₇₀	. A construção de desvios temporários do tráfego afluyente as rodovias que serão interceptadas pelas obras do sistema adutor, além de facilitar o deslocamento de veículos e pessoas, evitará a interrupção do escoamento da produção do setor agropecuário, bem como do fornecimento de matérias-primas e produtos para os setores secundário e terciário. Todos os fatores citados serão impactados de forma positiva.	. Comunicar aos órgãos competentes, para que estes possam adotar as medidas cabíveis no que se refere a sinalização.	. Empreiteira . SRH . DNER . DERT
. Controle da disseminação de espécies piscícolas daninhas vs. opinião pública, vs. setor primário.	Y ₃₁ X ₅₈ X ₆₇	. Tal atividade evitará a depleção dos estoques de peixes de valor econômico pela ação predadora de piranhas e pirambebas, beneficiando o setor pesqueiro das bacias da região.	-	-
. Controle e gerenciamento do uso da água vs. opinião pública, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário.	Y ₃₂ X ₅₈ X ₆₄ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉	. O gerenciamento e controle do uso da água represada no açude Castanhão evitará que o rebaixamento deste manancial d'água atinja níveis críticos, garantindo o suprimento d'água para os perímetros de irrigação, indústrias, empreendimentos turísticos e para 17 sedes municipais e 57 povoados, bem como para a população periférica ao sistema adutor ora em análise. A opinião pública será impactada de forma favorável.	-	-
. Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. opinião pública.	Y ₃₃ X ₅₈	. O estabelecimento de cotas de consumo d'água para cada usuário que captar água do sistema adutor, e a sua tarifação, certamente irá gerar uma certa insatisfação da população, dado a aumento das suas despesas.	. Esclarecimento sobre o sistema de estabelecimento de outorgas e tarifação da água a ser posto em prática.	. SRH
. Estabelecimento de outorgas e tarifação da água vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário.	Y ₃₃ X ₆₄ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉	. O estabelecimento de cotas d'água para os usuários e a cobrança de uma tarifa, evitará o uso desordenado deste recurso garantindo assim o suprimento efetivo dos perímetros de irrigação, indústrias e empreendimentos turísticos, bem como o abastecimento dos núcleos urbanos beneficiados e da população periférica.	-	-
. Controle da proliferação de insetos e moluscos vs. saúde, vs. setor	Y ₃₄ X ₆₁ X ₆₅	. Tal medida evitará a disseminação de doenças de veiculação hídrica junto a população residente ao longo do percurso do	-	-

Ação Impactante vs. Componente Ambiental Impactado	Célula Matricial	Impactos Potenciais	Medidas Mitigadoras	Órgãos a serem Envolvidos
saúde.		canal, beneficiando indiretamente o setor saúde que não terá sua infra-estrutura sobrecarregada.		
. Monitoramento da qualidade da água aduzida vs. opinião pública, vs. saúde, vs. sistema de abastecimento d'água, vs. setor saúde vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário.	Y ₃₅ X ₅₈ X ₆₁ X ₆₄ X ₆₅ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉	. O controle da qualidade da água aduzida permitirá a adoção de medidas corretivas, caso ocorram aportes de materiais poluentes ao canal. Assim sendo, o monitoramento permitirá o fornecimento de água de boa qualidade a população periférica evitando a disseminação de doenças e beneficiando indiretamente todos os componentes citados. . O sistema de abastecimento d'água terá os seus custos com tratamento d'água reduzidos, enquanto que os setores econômicos serão beneficiados com a manutenção da qualidade de seus produtos.	-	-
. Manutenção da infra-estrutura implantada vs. sistemas de abastecimento d'água, vs. setor primário, vs. setor secundário, vs. setor terciário vs. valores paisagísticos.	Y ₃₆ X ₆₄ X ₆₇ X ₆₈ X ₆₉ X ₇₁	. A manutenção periódica do sistema de drenagem, dos revestimentos dos taludes do canal e das demais infra-estruturas que compõem o empreendimento, evitará o desencadeamento de processos erosivos, resguardando a integridade do próprio empreendimento, além de evitar desperdícios d'água decorrentes de vazamentos, beneficiando indiretamente os componentes citados.	-	-

5. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS

5. PLANOS DE MEDIDAS MITIGADORAS

5.1. GENERALIDADES

A adoção de medidas visando a mitigação dos impactos adversos advindos da implementação e operação do Sistema Adutor Castanhão/RMF é de suma importância, tendo em vista que a não incorporação das medidas de proteção ambiental poderá resultar em danos aos meios natural e antrópico, tanto na área de influência física do projeto, quanto na sua área de influência funcional.

As diretrizes gerais das principais medidas necessárias são apresentadas a seguir, devendo, posteriormente, serem convertidas em projetos específicos, adequados à realidade local, porém de eficiência inequívoca.

Com base nessa premissa, ficará a cargo da SRH a elaboração e implementação dos projetos aqui sugeridos, cabendo ao órgão ambiental competente, no caso a SEMACE, supervisionar todas as etapas de implantação dos projetos, assim como auxiliar na orientação dos serviços a serem executados.

No início da implementação de cada projeto, recomenda-se a divulgação destas atividades de modo que a população nativa seja notificada de seus objetivos, alertada quanto às prováveis repercussões sobre a vida da comunidade e estimulada a exercer uma fiscalização ambiental informal.

Além das medidas mitigadoras aqui apresentadas, constitui parte integrante das medidas de proteção ambiental, o gerenciamento dos recursos hídricos e os monitoramentos necessários, os quais são contemplados em capítulo específico deste relatório. O Quadro 5.1 traz o resumo da classificação das medidas de proteção ambiental preconizadas.

5.2. PLANO DE DESMATAMENTO RACIONAL

5.2.1. Generalidades

O Sistema Adutor Castanhão/RMF irá se desenvolver ao longo de 221,8 km de extensão, numa área onde a cobertura vegetal predominante é a caatinga hiperxerófila composta por espécies de porte arbustivo denso, sendo comum a presença de capoeiras de caatinga e campos de macegas. As áreas com vegetação preservada estão representadas pela região da Serra do Félix. Estima-se que a área total a ser desmatada corresponda a 5.350 ha.

Quadro 5.1
Classificação das Medidas de Proteção Ambiental

Medidas de Proteção Ambiental	Natureza		Fase do Empreendimento a ser Adotada		Fator Ambiental a que se Destina			Prazo de Permanência da Aplicação	
	Preventiva	Corretiva	Implant.	Oper.	Físico	Biol.	Sócio	Curto	Longo
. Plano de Desmatamento Racional	X		X		X	X		X	
. Plano de Proteção da Fauna	X		X			X		X	
. Plano de Recuperação das Áreas de Jazidas de Empréstimo, Bota-Foras e Canteiro de Obras		X	X		X			X	
. Plano de Reassentamento da População Desalojada		X	X				X	X	
. Desvios Temporários de Tráfego		X	X				X	X	
. Manutenção da Infra-estrutura Implantada	X			X			X		X
. Adoção de Medidas de Segurança no Trabalho	X		X				X	X	
. Gerenciamento e Controle do Uso da Água	X			X	X		X		X
. Estabelecimento de Outorga e Tarifação da Água	X			X	X		X		X
. Monitoramento da Qualidade da Água Aduzida	X			X	X				X
. Controle da Proliferação de Insetos e Moluscos	X			X			X		X
. Salvamento do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	X		X				X	X	
. Controle da Disseminação de Espécies Piscícolas Daninhas	X			X		X	X		X
. Programa de Gerenciamento Ambiental das Obras	X		X		X	X	X	X	

O plano de desmatamento racional da faixa de domínio do sistema adutor constitui-se de um conjunto harmônico e seqüenciado de ações que visam atingir, entre outros, os seguintes objetivos: limpeza da área onde serão implantadas as obras do canal, propriamente dito, e obras afins; preservação do patrimônio genético representado pela vegetação nativa; promover o salvamento da fauna e sua condução para locais de refúgio; promover o aproveitamento racional dos recursos florestais a serem liberados pelo desmatamento; e promover a proteção de trabalhadores e da população periférica contra o ataque de animais, principalmente os peçonhentos.

5.2.2. Diagnóstico Florístico e Faunístico

A vegetação se constitui em um dos principais recursos naturais renováveis. Fornece madeira, refúgio e alimento para o homem e a fauna, além de afetar o rendimento pluvial, e se constituir no protetor natural dos solos contra a erosão. Esta multiplicidade de funções da vegetação gera uma complexidade de técnicas de aproveitamento que têm sua base na precisa descrição da sua fisionomia e composição florística e no estudo das relações ecológicas entre as plantas e o seu ambiente.

Para a concepção de um projeto de desmatamento racional da faixa de domínio do sistema adutor, recomenda-se a elaboração de 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 incidentes sobre estes, devendo ser executadas as seguintes tarefas: elaboração de perfis representativos de cada fície vegetal identificada na área; elaboração de um mapa de composição florística da área e cercanias; identificação das espécies da fauna; e identificação de locais de pouso e reprodução de aves, bem como de desova de répteis, refúgios e caminhos preferenciais da fauna.

5.2.3. Técnicas de Desmatamento

Em etapa anterior aos trabalhos de desmatamento da área das obras, é de suma importância a delimitação da referida área, com vistas à máxima redução dos impactos ambientais gerados.

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, solos, clima, afloramentos rochosos, etc.) e a tipologia vegetal (densidade da vegetação, diâmetro dos troncos das árvores, etc.).

A área onde será implantado o Sistema Adutor Castanhão/RMF, desenvolve-se predominantemente em relevo plano a suave ondulado, apresentando uma vegetação do tipo caatinga hiperxerófila arbustiva densa relativamente degradada em 85,0% da extensão do sistema adutor e fisionomia de caatinga arbustiva/arbórea densa em 9,0% do seu percurso. O percentual restante, ou seja, 4,0% compreende trechos de vegetação de tabuleiro relativamente degradada. De acordo com essa descrição, é possível prever, para a área do empreendimento, a utilização dos métodos de desmatamento mecânico e manual.

É recomendável que o desmatamento seja executado durante a época de estiagem, quando haverá maior disponibilidade de mão-de-obra para a sua execução, resultando no aumento de empregos temporários, beneficiando, assim, o setor de serviços e melhorando o grau de aceitação social do projeto, principalmente no caso da utilização do processo manual.

5.2.4. Recursos Florestais Aproveitáveis

Os recursos florestais da área contam com várias espécies de valor econômico e/ou medicinal, além de espécies fornecedoras de madeira. Apesar destas espécies se encontrarem esparsamente distribuídas na área contemplada, haja vista, a exploração extrativa de madeira para lenha, destinada a abastecer os fornos de várias cerâmicas existentes na região, bem como a transformação da mata primitiva em áreas de culturas ou dedicadas à pecuária extensiva, seu aproveitamento deverá ser efetivado sob as seguintes recomendações:

- concessão de franquia à população para a exploração da lenha e de tipos vegetais úteis à medicina caseira, proporcionando, assim, o estímulo ao replantio;
- ação direta dos órgãos envolvidos, no sentido de orientar a população quanto às formas de acondicionamento e os melhores usos, segundo os vários tipos de vegetais;
- espécies medicinais identificadas como raras, devem ser acondicionadas em herbários e, na medida do possível, replantadas em locais apropriados.

Em termos quantitativos, face ao caráter abrangente do presente estudo, recomenda-se que a quantificação do estoque seja efetivada através de amostragem em blocos, ao acaso, com dimensões de 10 × 10 m, quando serão avaliados os seguintes parâmetros: diâmetro da altura do peito (DAP) de cada espécie; DAP média de cada bloco; altura média (H) de cada espécie e dos blocos; volume médio (V) das árvores de cada bloco e fator de empilhamento (F_e) de cada bloco.

Os resultados da quantificação dos produtos florestais assim obtidos, são bastante importantes, tanto para a análise do crescimento florestal, como para a compra e venda do estoque de madeira existente. A disposição dos restos será determinada durante a operação de enleiramento. Por ocasião desta operação, as leiras deverão ser formadas e removidas.

O Projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF prevê, no seu orçamento, um custo de R\$ 1.130,48/ha, perfazendo R\$ 5.084.899,00 (a preços de maio de 2001 com o dólar equivalendo R\$ 2,42), para efetuação dos desmatamentos e limpezas requeridos para implantação das obras.

5.3. PLANO DE PROTEÇÃO DA FAUNA

5.3.1. Generalidades

Os impactos incidentes sobre a fauna, dado a erradicação do seu habitat natural durante os trabalhos de desmatamento, podem ser minimizados através de sua transferência para áreas de reservas ecológicas. O resgate da fauna deve ser iniciado antes da operação de desmatamento, passando, em seguida, os dois processos a serem executados de forma concomitante.

O manejo da fauna deverá ser executado por equipe especializada, contratada pelo órgão empreendedor do projeto, devidamente treinada em prestação de primeiros socorros, identificação e técnica de captura de animais, especialmente dos peçonhentos, podendo ser engajado nesta atividade as seguintes instituições de pesquisa: Núcleo de Ensino e Pesquisa em Ciências (NEPC), Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), ambos vinculados à Universidade Estadual do Ceará (UECE), Departamento de Biologia e Laboratório de Ofiologia de Fortaleza (LAROF), pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC).

Por ocasião dos trabalhos de captura, os integrantes da equipe deverão estar adequadamente trajados com botas e luvas de cano longo, confeccionadas de couro ou de outro material resistente. Deverão compor a equipe, indivíduos treinados na prestação de primeiros socorros.

Considerando-se que a principal época de procriação da maioria dos pássaros coincide com a estação das chuvas, recomenda-se que o desmatamento seja executado na estação seca, evitando-se, assim, a destruição de ninhos e ovos. Os métodos de captura mais aconselhados para pássaros são alçapão com chamariz e rede de neblina com quatro bolsas, sendo o transporte feito em sacos de algodão.

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 porte, com várias espécies arredias, devem ser desentocados com o uso de varas compridas e/ou de fumaça, e aprisionados através de redes para posterior acondicionamento em caixas apropriadas.

Parte da entomofauna, constituída por vespas e abelhas devem ter seus ninhos transferidos para árvores localizadas em áreas circunvizinhas que não serão atingidas. Já as aranhas e outros invertebrados deverão ser capturados com pinças e colocados em vidros de boca larga e com tampa rosqueada.

Quanto aos répteis, as serpentes deverão ser capturadas com o uso de laço ou de ganchos apropriados e acondicionadas em caixas especiais. As serpentes peçonhentas 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 fugas e traumatismos, ventilação adequada e facilidade de transporte. Deve-se evitar a ocorrência de superlotações, sob pena de acelerar o processo de “*stress*” dos animais, bem como a colocação de animais com incompatibilidade inter/intra-específica (predador × presa) numa mesma caixa.

Os animais seriamente debilitados ou com ferimentos que comprometam a sua sobrevivência e os que, por ventura, morrerem durante as operações 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.

Os responsáveis pelas operações de desmatamento e de manejo da fauna deverão, antes do início desta 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 antiofídicos. Deverá, ainda, ser divulgado junto à população local, as principais medidas de prevenção de acidentes com animais peçonhentos através da distribuição de cartilhas.

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

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

O resgate da fauna deve ser iniciado antes da operação de desmatamento, passando em seguida, os dois processos a serem executados de forma concomitante. O manejo da fauna poderá ser realizado em cerca de 180 dias. O custo total estimado para esta atividade é de R\$ 75.500,00, estando esses valores expressos em reais de maio de 2001, com o dólar equivalendo a R\$ 2,42.

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.

São apresentadas a seguir as diretrizes necessárias à concepção e efetivação das medidas de controle das explorações minerais e reabilitação das áreas exploradas, das áreas de expurgo e do canteiro de obras.

5.4.2. Reabilitação das Áreas de Jazidas de Empréstimos

5.4.2.1. Medidas a serem Adotadas na Fase de Implantação

Os recursos minerais a serem explorados para utilização nas obras do Sistema Adutor Castanhão/RMF são enquadrados na Classe II do Código de Mineração, sendo compostos basicamente por materiais terrosos e rochosos. Para obtenção do material terroso foram localizadas 30 jazidas, estando 16 destas localizadas no Trecho 1 e as outras 14 ao longo do restante do traçado do sistema adutor, além de seis jazidas de material primário. Ressalta-se, no entanto, que ainda não foi definido quais destas jazidas serão efetivamente exploradas. Assim sendo, por ocasião da conclusão dos estudos geotécnicos, o empreendedor deverá apresentar a SEMACE um plano de recuperação das áreas de jazidas que serão exploradas, ficando o licenciamento de instalação das obras vinculado a apresentação do referido plano, podendo este ser faseado segundo os trechos do sistema adutor. Os materiais pétreos a serem utilizados nas obras do sistema adutor serão oriundos da área onde o mesmo será implantado, devendo serem reaproveitados dos cortes efetuados.

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”.

5.4.2.2. Medidas a Serem Adotadas na Fase de Lavra

Na operação da lavra devem ser obedecidas algumas regras relativas ao uso de explosivos, transporte, sinalização, estocagem e tratamento das áreas mineradas. Durante a exploração dos materiais pétreos, dado a sua proximidade a pequenos núcleos habitacionais, 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; evitar o ultralancamento de fragmentos fora do perímetro de segurança da pedreira, adotando-se medidas de segurança na execução das detonações, no planejamento das frentes de lavra e na escolha dos locais para o fogacho, entre outras.

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

Visando reduzir ao mínimo o aporte de sedimentos às áreas circunvizinhas às jazidas, deverão ser implantados sistemas de drenagem antes do início da lavra. Toda a área minerada, também, deverá ser cercada por canaletas, evitando que as águas pluviais provenientes das áreas periféricas venham a atingir as jazidas.

O avanço das frentes de lavra poderá provocar, em alguns setores das jazidas de material terroso, 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.

5.4.2.3. Controle de Deposição de Rejeitos (bota-foras)

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

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

Com relação à localização, o rejeito deverá ser depositado próximo à área de lavra, em cotas inferiores à da mineração, reduzindo assim os custos com transportes. Nunca devem ser colocadas pilhas próximas ao limite do “pit”, pois haverá uma sobrecarga nos taludes finais da cava, podendo ocorrer desmoronamentos e o material rompido atingir a área da lavra.

As pilhas de rejeitos constituídos por materiais não-coesivos (blocos de rocha, cascalhos, e material com granulometria de areia) 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.

Quanto aos materiais coesivos, a inclinação dos taludes e as alturas permitidas são determinadas por testes de estabilidade. O material deve ser depositado em camadas com compactação pelos próprios equipamentos de transporte, ou então convencionais de compactação. Antes desta operação deve ser colocada uma camada de material drenante entre o terreno da fundação e a pilha. Deve ser implementada, também, a drenagem superficial das bermas e plataformas bem como a abertura de canais periféricos para evitar que as águas de superfície drenem para o depósito. Com relação aos terrenos de fundação, estes devem apresentar resistência superior à da pilha de rejeito e inclinação inferior a 10°.

Para a estabilização dos rejeitos no caso específico do Sistema Adutor Castanhão/RMF, 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.

5.4.2.4. Recuperação de Áreas Mineradas

Após o abandono das áreas de lavra, deverão ser iniciados os trabalhos de reconstituição paisagística através da regularização da superfície topográfica, espalhamento do solo vegetal e posterior reflorestamento com vegetação nativa.

No caso específico do Sistema Adutor Castanhão/RMF, será necessário a recuperação das áreas das jazidas de material terroso e de material primário, que irão requerer tratamento paisagístico e regularização da topografia, sendo, quando necessário, utilizados materiais dos bota-foras para a reconstituição das superfícies topográficas, desde que não contenham material poluente. Também deve ser cogitado o aproveitamento dessas cavas, quando estiverem situadas nas imediações do sistema adutor, para servirem como tanques para o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros).

O solo vegetal deve ser depositado em camadas finas, de modo a evitar a necessidade de futuras importações de solos de outras regiões, utilizando tratores de esteira, caminhões basculantes e pás carregadeiras. Em seguida devem ser efetuadas adubações e correções do solo, de acordo com os resultados de análises químicas. O reflorestamento deve ser efetuado, logo após a recomposição do solo, sendo o plantio executado preferencialmente por hidro-semeadura (aspersão de pasta formada pela mistura de sementes, fibras de madeira, adesivo resinoso, fertilizantes e água) ou pelo plantio de mudas.

Tendo em vista que ainda não foram definidas quais jazidas serão efetivamente exploradas, não se dispõe portanto, dos quantitativos das áreas que serão alvo de recuperação paisagística. Assim sendo, optamos por apresentar os custos para recuperação de 1 hectare de área degradada. Os custos a serem incorridos com a recuperação paisagística de 1 hectare foram estimados em R\$ 525,00 (valor expresso em reais de maio de 2001, com o dólar equivalendo a R\$ 2,42), não estando aqui considerado os custos com importação de solos de outras áreas caso se faça necessário. Posteriormente após a conclusão dos estudos geotécnicos será apresentado à SEMACE um plano de recuperação das jazidas que serão realmente exploradas.

5.4.3. Disposição Adequada da Infra-estrutura e Recomposição das Áreas dos Canteiros de Obras.

As degradações impostas ao meio ambiente pela implantação e operação dos canteiros 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 a adoção das seguintes medidas:

- Reduzir os desmatamentos ao mínimo necessário;
- Na instalação da usina de concreto e da central de britagem, levar em conta a direção dos ventos dominantes, no caso do canteiro de obras se situar próximo a 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 dos canteiros de obras não sejam aproveitadas para o monitoramento do sistema adutor, as áreas por estes ocupadas devem 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. Implantação das Medidas Concernentes à Recuperação das Áreas Degradadas

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 primários. A implantação do sistema de drenagem deve se dar a medida que as frentes de lavra forem avançando. A recuperação das áreas degradadas pela atividade mineral, deverá ser posta em prática logo após o abandono da lavra. Estas atividades são de competência direta da Empreiteira, devendo a mesma ser fiscalizada pela SRH e pelo IBAMA.

5.5. ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA NO 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, esclarecendo-os sobre os riscos a que 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 de ferramentas e equipamentos apropriados a cada tipo de serviço;

- dotar os operários de proteção apropriada: capacetes, cintos de segurança, 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 pôr atropelamentos ou batidas;
- atentar para a segurança com os pedestres nas áreas em que a obra se desenvolver próximo à residências;
- alertar sobre o risco de desmoronamento das valas escavadas na área, dado a pouca consistência do solo nas áreas do embasamento sedimetar, podendo ocorrer soterramento, com perdas de vidas humanas;
- advertir quanto ao possível solapamento dos taludes em valas cheias d’água, podendo ocorrer danos à pessoa humana por afogamento;
- colocar placas e cavaletes de aviso com o fim de evitar acidentes com veículos;
- estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de serviços, na estrada de acesso à área do empreendimento e nos pontos de intersecção do canal com a rede rodoviária, de modo a evitar acidentes com veículos.

A Empreiteira, responsável pela implementação da presente medida, 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. Devem, também, efetuar um levantamento prévio das condições da infra-estrutura do setor saúde, de modo a agilizar o atendimento médico dos operários, no caso da ocorrência de acidentes. Deve, ainda, executar um controle médico na admissão dos trabalhadores como forma de controlar a importação de doenças infecto-contagiosas de outras regiões e promover treinamentos sobre o uso e manuseio de explosivos.

5.6. PLANO DE REASSENTAMENTO DA POPULAÇÃO DESALOJADA

5.6.1. Generalidades

Tendo por objetivo a relocação das famílias a serem desalojadas da área objeto de desapropriação, é imprescindível a apresentação de um projeto de reassentamento rural pautado nas especificações técnicas do Banco Mundial e na estratégia de reassentamento rural desenvolvida pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), órgão responsável pela efetivação do mesmo.

O presente plano dispõe apenas sobre as diretrizes a serem adotadas no projeto de reassentamento da população. O empreendimento não conta, ainda, com um levantamento cadastral das propriedades a serem desapropriadas, razão pela qual o projeto de reassentamento da população atingida por sua implantação não foi desenvolvido até o presente momento. De acordo com os dados da pesquisa de campo, estima-se um número total de 109 habitações englobadas na faixa de domínio do sistema adutor. Objetivando estimar a população a ser atingida, considerou-se que cada habitação correspondia a uma família, sendo obtido o contingente populacional através da multiplicação pelo tamanho médio das famílias da região (3,2 pessoas). Desta forma a população a ser remanejada da área do projeto como um todo foi estimada em 349 pessoas distribuídas em 109 famílias. Ressalta-se, no entanto, que este número agrega todas as habitações posicionadas na área englobada pela faixa de domínio do sistema adutor, incluindo inclusive as habitações situadas nos trechos onde este se desenvolve em tubulações, não requerendo a desapropriação das habitações aí posicionadas.

Ao longo do Trecho 1 do sistema adutor, que está sendo alvo de licitação para construção das obras, o contingente populacional a ser remanejado, levantado através de pesquisa censitária, perfaz 12 famílias, sendo três de proprietários e nove famílias de moradores. Destas apenas sete famílias de moradores serão contempladas pelo projeto de reassentamento, tendo sido acordado com os gestores do Projeto Castanhão a incorporação das mesmas no Projeto de Irrigação Mandacaru, ora em implantação, que tem como finalidade o reassentamento das famílias desalojadas da bacia hidráulica do referido reservatório. As outras duas famílias de moradores, constituídas por familiares de proprietários, bem como as três famílias de proprietários serão relocadas para as áreas remanescentes das propriedades, visto que nenhum imóvel deste trecho terá mais de 2/3 de sua extensão territorial desapropriada.

Quanto as 22 habitações posicionadas logo no início do traçado do Trecho 1, nas imediações da CE-269, estrada de acesso a Nova Jaguaribara, estas não estão englobadas pela faixa de domínio do canal, constituindo na realidade uma ocupação ilegal da faixa de proteção do açude Castanhão, já estando sendo estudado pelo Comitê Gestor do referido empreendimento a relocação da população que reside nestas habitações.

As novas residências a serem construídas deverão apresentar padrão similar ou superior ao imóvel desapropriado e serem munidas de instalações sanitárias adequadas, de modo a proporcionar conforto e comodidade aos futuros moradores. Durante a elaboração do projeto é imprescindível a participação do público-meta ou de suas lideranças, reduzindo assim, os riscos de rejeição às medidas adotadas.

Ficará a cargo da SRH a indenização de terras e benfeitorias, bem como a relocação da população para as áreas remanescentes das propriedades, reassentamento urbano, reassentamento em agrovilas ou compensação monetária, conforme opção apontada pelas famílias afetadas.

Merece ressalva, o fato da maior parte da população afetada poder continuar residindo nas áreas remanescentes das propriedades ou em suas imediações, não estando previsto, portanto, alterações significativas nas relações familiares e sociais. As atividades econômicas não sofrerão, também, impactos significativos, já que boa parte da população poderá continuar explorando o restante de suas terras. Além disso, a economia da região encontra-se centrada na pecuária extensiva, atividade que não será afetada pelas obras do sistema adutor. Mesmo assim, a contratação de mão-de-obra local para a construção das obras do sistema adutor deve constituir uma cláusula do contrato da SRH com a Empreiteira.

5.6.2. Diretrizes Adotadas no Projeto de Reassentamento

5.6.2.1. Compilação e Análise dos Dados Existentes

Antes da execução da pesquisa sócio-econômica propriamente dita, deverá ser efetuado um levantamento e análise dos dados secundários existentes, visando o fornecimento de subsídios para a definição da estratégia de execução dos trabalhos de campo, bem como o delineamento preliminar da realidade a ser estudada. Tais informações versarão basicamente sobre os seguintes documentos técnicos: Política de Reassentamento do Estado do Ceará; Diretrizes de Reassentamento do World Bank (OD 4:30); Manual Operativo de Reassentamento da SRH-CE; tabela de Preços da SRH-CE; legislação e regulamentos pertinentes à expropriação, processos de reassentamento e as instituições responsáveis pelo processo; projeto proposto para o

sistema adutor e respectivas infra-estruturas; mapas e localização das propriedades rurais do polígono de desapropriação; resultado do cadastro, inclusive planilha e cadastros individuais; entre outros.

5.6.2.2. 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. No decorrer destas medidas deverá ser dispensada especial atenção, nas representações dos grupos mais vulneráveis, tais como os sem terras e as mulheres. Propõe-se a realização de 5 (cinco) reuniões comunitárias, estrategicamente distribuídas ao longo do processo de elaboração.

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

5.6.2.3. Execução da Pesquisa Sócio-Econômica

Tal estudo tem por objetivo traçar o perfil da população rural impactada pela implantação sistema adutor 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 face a construção do reservatório, e suas pretensões quanto ao local de residência futura, entre outras. A pesquisa sócio-econômica com registro dos nomes das famílias afetadas deverá ser realizada o mais cedo possível, a fim de evitar o influxo de populações não merecedoras de indenizações. Serão aplicados

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

O Plano de Reassentamento identificará a população atingida de acordo com o discriminado a seguir:

- todos os ocupantes da área da faixa de domínio do sistema adutor;
- todas as pessoas temporariamente deslocadas pelas obras civis.

Além da pesquisa, deverão ser visitadas as localidades identificadas na área em questão, com o objetivo de melhor perceber o seu padrão de ocupação (número de casas, tipologia, comércio, localização espacial, existência de escolas, postos de saúde, igrejas, serviços de transporte, serviços utilitários como eletricidade, abastecimento d'água, etc. e associações comunitárias).

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.

5.6.2.4. Avaliação Sócio-Econômica

A avaliação sócio-econômica tem por objetivo avaliar os efeitos do sistema adutor sobre as pessoas da região; detectar as possibilidades do desenvolvimento social proporcionado pelo canal; 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.

A avaliação sócio-econômica deverá, também, estimar os efeitos do sistema adutor, incluindo: a perda da terra usada para agricultura, pastagens, atividades não agrícolas formais e informais, e habitação; acesso a água e capacidade do solo nas porções de terras remanescentes, incluindo os usos da terra e a classificação dos solos; a necessidade ou oportunidade de se introduzir novas culturas ou outras atividades geradoras de renda; tempo necessário para que as atividades econômicas restauradas produzam benefícios como, por exemplo, o tempo necessário para a primeira colheita; e efeito do sistema adutor sobre o acesso aos serviços.

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.

5.6.2.5. Identificação e Seleção de Áreas para Reassentamento

Na escolha das áreas potenciais para implantação do reassentamento da população deverão ser analisados parâmetros pertinentes às potencialidades de terras aráveis aptas para a agricultura ou não; posicionamento da área em relação a fontes hídricas; a infra-estrutura de transporte existente e planejada; as atividades produtivas existentes e a proximidade aos núcleos urbanos. No caso de reassentamentos rurais, o potencial de produção e as vantagens de situação do novo local deverão ser, no mínimo, equivalentes às do antigo local. Assim sendo, o ideal é se adotar uma política de "terra por terra", que ofereça terras de qualidade equivalente àquelas desapropriadas, no mínimo. Devem ser considerados, também, que os esquemas de irrigação, recuperação de solos, exploração de recursos florestais, intensificação da produção e outras inovações, pedem, freqüentemente, um adequado potencial de produção em menores parcelas de terra, onde serão reassentados os agricultores.

A seleção da área se baseará, também, no levantamento da infra-estrutura fundiária e caracterização sócio-econômica das áreas potenciais, visando minimizar os conflitos com as populações hospedeiras.

A comparação entre alternativas para efeito da seleção e posterior indicação pelo órgão empreendedor, deverá ser demonstrada em uma ou mais matrizes, conforme a diversidade dos grupos homogêneos, nos quais estarão dispostos os principais atributos qualitativos e quantitativos de cada alternativa estudada.

5.6.2.6. Alternativas de Reassentamento

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

Dentre as opções que podem ser adotadas e que deverão ser discutidas com as famílias afetadas pode-se citar: o reassentamento nas áreas remanescentes; o reassentamento em agrovilas; 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.

Ressalta-se, no entanto, que os dados da pesquisa de campo efetuada para o presente estudo, revelam que a quase totalidade das famílias a serem deslocadas podem ser reassentadas em áreas remanescentes das propriedades. Assim sendo, o plano de reassentamento deverá examinar os lotes caso a caso, levando em consideração a preferência do atingido, os solos, a declividade do terreno e outros fatores que influenciem a produtividade, para assegurar que cada família consiga o mesmo nível de produção que possuía anteriormente.

5.6.2.7. 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.

5.6.2.8. 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.

5.6.2.9. Elaboração de Programas Sócio-Econômicos

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

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

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

Na concepção dos planos de produção deverá ser levado em conta as limitações e potencialidades físicas da área, bem como fatores sócio-econômicos e culturais. Outra preocupação, que será considerada, refere-se ao caráter conservador quanto às inovações a serem introduzidas, buscando-se não ferir demasiadamente os costumes e hábitos de manejo dos futuros reassentados. Deverão ser ministrados, ainda, treinamentos nas práticas da agricultura irrigada e da piscicultura intensiva; e fornecidas informações sobre políticas governamentais, comercialização, armazenamento e cooperativismo.

Deverão, também, ser contemplados planos visando sanar os impactos sobre a saúde e segurança da população durante a implantação das obras civis, bem como que estabeleçam medidas que impeçam a invasão dos imóveis desapropriados por pessoas alheias a área.

5.6.2.10. 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.

5.7. DESVIOS TEMPORÁRIOS DE TRÁFEGO

O projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF, ao longo do seu percurso, interceptará estradas que compõem a rede rodoviária estadual e federal, além de estradas vicinais, leitos de rios, áreas de perímetros de irrigação e zonas urbanas. A implantação das obras deverá interromper temporariamente o andamento normal do tráfego de veículos, requerendo, por isso, a construção de desvios de tráfego. A presente medida tem, portanto, como finalidade garantir a segurança e a circulação normal de veículos, assim como a acessibilidade às propriedades rurais existentes nas imediações do caminhamento do sistema adutor. Dentre as rodovias que irão requerer desvios temporários de tráfegos quando da execução das obras do sistema adutor, citam-se:

- Rodovia Estadual CE-269, rodovia pavimentada que permite o acesso à cidade de Nova Jaguaribara e rodovia de contorno do citado núcleo urbano;
- Estrada de acesso ao núcleo habitacional do setor 1 do perímetro irrigado de Morada Nova;
- Rodovia Estadual CE-266, estrada em leito natural que interliga a cidade de Banabuiú a BR-116;
- Rodovia Estadual CE-265, que interliga Morada Nova a BR-116, apresentando-se asfaltada em toda a sua extensão;
- Rodovia Estadual asfaltada CE-138, que interliga a cidade de Morada Nova à BR-116, interceptada na altura da localidade de Cristais;
- Rodovia Federal asfaltada BR-116, interceptada em dois pontos, logo depois da localidade de Cristais e na periferia da zona urbana de Pacajus, na altura da intersecção desta rodovia com o canal Pacajus/Pacoti.

A implantação das obras para transpor as rodovias CE-138, CE-265 e BR-116 irá requerer a construção de desvios temporários de tráfego, visto a grande movimentação de veículos nestas rodovias pavimentadas. Com relação à CE-269, apesar das obras demandarem curto espaço de tempo, recomenda-se a construção de desvios, visto que esta rodovia, apresenta

atualmente um fluxo de tráfego relativamente intenso, dado o grande movimento de veículos pesados associados à implantação das obras do açude Castanhão e da Nova Jaguaribara.

A CE-266, a estrada de acesso ao perímetro irrigado de Morada Nova e as estradas municipais, em leito natural, apesar de serem pouco movimentadas, constituem vias de acesso a lugarejos e sedes de propriedades rurais e de escoamento de produtos agrícolas, requerendo, também, a implantação de desvios temporários de tráfego, sendo a travessia sobre o canal no caso destas últimas realizada posteriormente através de pontilhões.

Na fase que antecede a implantação desta medida, deverão ser criados dispositivos de informação e divulgação dos procedimentos que serão adotados junto aos usuários das referidas rodovias, minimizando com isso, os impactos negativos sobre a opinião pública. É importante que por ocasião da alocação dos desvios temporários de tráfego sejam utilizados procedimentos que provoquem o mínimo possível de inconveniências ao andamento normal das atividades econômicas, escoamento da produção e deslocamento dos usuários das vias interceptadas. Os desvios de tráfego devem evitar áreas acidentadas, susceptíveis a inundações, ou que interfiram com áreas protegidas pela legislação ambiental vigente.

Deverá ser estabelecida uma adequação entre o cronograma de execução das obras e a permanência dos desvios, bem como o uso de sinalização adequada visando evitar acidentes. Quanto à sinalização, especialmente no que tange às rodovias estaduais e federais, deverão ser notificados os órgãos competentes, a fim de que possam ser adotadas as medidas cabíveis nesse sentido. Deverá ser dada prioridade ao controle do item velocidade nos trechos de desvios a serem construídos.

Além das rodovias, convém, durante a implantação dos desvios de tráfego, considerar as infra-estruturas subterrâneas presentes na faixa de domínio das rodovias interceptadas pelo sistema adutor, tais como o gasoduto, o cabo de fibra óptica e a adutora existente na periferia de Pacajus.

A presente medida recomenda que a construção de desvios temporários do tráfego das rodovias e estradas carroçáveis, fique a cargo da Empreiteira responsável pela implantação das obras, devendo esta manter contato com o DNER, o DERT e prefeituras municipais, no caso das rodovias, e PETROBRÁS, EMBRATEL e CAGECE, no caso das infra-estruturas subterrâneas interceptadas. Estes contatos visam definir em conjunto com estes órgãos a melhor forma de ação.

5.8. PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DO PATRIMÔNIO ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

5.8.1. Generalidades

Os sítios arqueológicos do Estado do Ceará constituem testemunhos da passagem do homem pré-histórico pelo seu território, 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. Na região onde será implantado o Sistema Adutor Castanhão/RMF foram registradas ocorrências arqueológicas nos municípios de Morada Nova, Russas, Aracati, Beberibe, Aquiraz, Pacatuba, Maracanaú, Maranguape, Fortaleza, Limoeiro do Norte, Cascavel, Chorozinho e Caucaia referentes a achados líticos polidos, artes rupestres, cerâmicas e esqueletos humanos.

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. Nos municípios de Morada Nova, Alto Santo, Limoeiro do Norte, Russas, Cascavel e Pacajus foram identificadas ocorrências paleontológicas em áreas que distam de 10 a 50 km das sedes municipais, merecendo destaque a ocorrência de um achado paleontológico durante a execução das obras do açude Castanhão, ora em implantação.

De um modo geral, qualquer área escolhida 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 à cursos d'água até 500 m de cada margem, além dos limites das planícies de inundação, apresentam alta incidência de artefatos pré-históricos por serem áreas preferenciais para assentamentos humanos, face à oferta de água, alimentos e matéria-prima para a fabricação de instrumentos líticos. Os fósseis, por sua vez, são mais comuns nas planícies de inundação, terraços fluviais e calhas dos rios, onde freqüentemente, são encontradas ossadas fossilizadas de grandes animais extintos, há cerca de 10 mil anos (mega-fauna quaternária).

Tendo em vista a detecção da existência de ocorrências arqueológicas e paleontológicas nos municípios interceptados pelo sistema adutor ora em análise, deverão ser efetuados estudos

científicos na área de implantação das obras visando identificar inicialmente as evidências ou não da presença de tais ocorrências, sendo posteriormente executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas.

5.8.2. 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, contendo dados de localização, proprietário do terreno, tamanho do sítio, vegetação e tipo de solo nos arredores, materiais arqueológicos associados, estado de conservação, possibilidades de destruição, pesquisa realizada, data do registro e equipe.

Deverá proceder-se, também, uma coleta total do material de superfície. O material deverá ser 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.

O processamento do material deverá envolver a lavagem das peças, que passarão a ser individualmente numeradas. Dá-se, então, início à análise propriamente dita, quando as coleções de cada sítio serão manuseadas, obtendo-se dados sobre seus principais atributos, de modo a permitir uma caracterização dos mesmos.

5.8.3. Salvamento do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Paleontológico

O objetivo do referido programa consiste no delineamento das ações de salvamento que necessitam ser desenvolvidas nos sítios eventualmente identificados nos estudos preliminares. Estes sítios podem apresentar diferentes níveis de conservação e complexidade, devendo receber, conseqüentemente, diferentes níveis de tratamento.

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 da obra, 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.

Levantamentos arqueológicos devem ser desenvolvidos também na área de influência funcional do empreendimento. Neste caso, entretanto, deverão ser feitas apenas prospecções extensivas, com cadastro dos sítios que vierem a ser identificados. Não deverão merecer, entretanto, maiores estudos em profundidade, como abertura de trincheiras, escavações, etc, já que não serão diretamente impactados pelo empreendimento.

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.

5.8.4. 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 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, por meio 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.

6. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTOS

6. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MONITORAMENTOS

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 aduzidos, as quais devem ser desenvolvidas a nível de projetos específicos: controle e gerenciamento do uso da água; estabelecimento de outorga e tarifação d'água; monitoramento da qualidade da água; controle da proliferação de insetos e moluscos; e manutenção da infra-estrutura implantada.

6.2. GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS/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 recurso hídrico, e aquelas do planejamento e coordenação geral de programas públicos. Desta forma, a gestão do recurso hídrico 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 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 empreendimento, 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.

É fundamental, portanto, estabelecer mecanismos que permitam o uso desse bem de forma ordenada, considerando todos os usos e atividades que possam resultar em conflitos ou degradação para o meio ambiente, daí surge a importância do gerenciamento integrado dos recursos hídricos implantado pelo governo. O gerenciamento de recursos hídricos consiste, portanto, em um conjunto de ações governamentais destinado a regular o uso, controle e preservação da água.

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

- planejamento: visa realizar estudos na busca de adequar, o uso, controle e preservação dos recursos hídricos às necessidades sociais e/ou governamentais identificadas na bacia hidrográfica;
- operação: objetiva definir a liberação de águas de forma a atender a demanda (os usos), levando em consideração a oferta disponível e as características da fonte hídrica;
- 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, a água disponível.

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.

Visando 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 os seguintes instrumentos legais: outorga, licença para obras hídricas e cobrança pelo uso da água.

A outorga 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.

No que se refere à licença para obras hídricas, esta se constitui numa autorização, também, concedida pela Secretaria dos Recursos Hídricos, para 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 de determinada região.

A cobrança pelo uso da água bruta, por sua vez, foi prevista como forma de diminuir o desperdício, aumentar a eficiência no uso da água e servir 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 as Associações dos Usuários e/ou Conselhos Gestores das bacias do Jaguaribe e Metropolitanas, com destaque para as bacias do Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó e para as sub-bacias do Médio Jaguaribe, Baixo Jaguaribe e do Banabuiú, tratará do gerenciamento da água aduzida.

6.3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA ADUZIDA

O controle sistemático da qualidade da água aduzida é de fundamental importância para a garantia do empreendimento e o controle de atividades poluidoras no canal, uma vez que esta servirá para o abastecimento humano, industrial e de perímetros de irrigação.

Desta forma, o monitoramento, que se dá mediante a coleta de amostras para exames laboratoriais, deverá ser feito em oito pontos distintos: uma no início e outra no final do sistema

adutor, e mais seis coletas intermediárias, a uma distância média de 30 km, mais especialmente após transpor áreas irrigáveis ou aglomerados urbanos.

Para um estudo básico de avaliação da qualidade das águas, em vista de seus usos preponderantes, deve ser estabelecida a seguinte programação de amostragem: seleção de estações de monitoramento ao longo do canal, e levantamento e caracterização das principais atividades poluidoras ao longo do trajeto do canal que podem influir na qualidade da água aduzida. A coleta de amostras vai requerer cuidados especiais, dependendo do tipo de exame a ser realizado.

A amostra de água para exames hidrobiológicos de rotina é coletada, em geral, na superfície. A tomada de amostras 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 para suprir de oxigênio os seres aeróbios.

As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam na Resolução CONAMA nº 020, de 18 de junho de 1986. Até que a SEMACE defina a classe em que será enquadrada a água da fonte hídrica, esta deverá ser considerada como pertencente à Classe 2. Nas análises a serem executadas deverá ser determinado as características químicas, físicas e organolépticas e o Número Mais Provável (NMP) 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.

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

À COGERH cumpre desempenhar as atividades de monitoramento da qualidade da água. Os custos anuais a serem incorridos com o monitoramento da qualidade da água foram estimados em R\$ 3.440,00 (valores expressos em reais de maio de 2001, com o dólar eqüivalendo a R\$ 2,42).

6.4. CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE INSETOS E MOLUSCOS

6.4.1. Generalidades

Segundo mostra a experiência, canais, valas e locais onde se acumulam água são particularmente favoráveis à proliferação de insetos e moluscos, que alcançam em geral, densidades populacionais mais elevadas que nas coleções d'água naturais.

Assim, toda vez que se modifica o regime natural das águas superficiais, como é o caso do empreendimento ora analisado, o equilíbrio ecológico dos ecossistemas da área se torna profundamente perturbado. Tal desequilíbrio tende a facilitar ou agravar a transmissão de doenças nas regiões tropicais. Os canais e locais onde se acumula água são particularmente favoráveis à proliferação de moluscos do gênero *Bulinus* e *Biomphalaria*, vetores da esquistossomose, que alcançam, em geral, densidades populacionais mais elevadas que nas coleções d'água naturais

No caso específico do sistema adutor ora analisado, especial importância deve ser atribuída ao controle da proliferação de insetos nocivos e moluscos. São apresentadas a seguir, as principais doenças transmissíveis que encontram ambiente propício para a proliferação.

6.4.2. Principais Doenças Transmissíveis

6.4.2.1. Esquistossomose

Os canais de adução, com forte correnteza e sem vegetação, ainda que, geralmente, não se preste à implantação dos moluscos, podem formar pequenos charcos por infiltração ao longo dos trajetos, quando não são revestidos adequadamente. Além disso, a água do curso dos riachos que interceptam a obra, que se caracterizam por conter relativamente pouca água a fluir lentamente, ou mesmo estagnar, e abundante vegetação, sempre que se descuidem as atividades de limpeza e manutenção, constituem habitat's adequados para os caracóis de água doce, ainda que os mesmos estejam sujeitos à dessecação periódica.

6.4.2.2. Dengue

As principais doenças transmissíveis por insetos são a dengue e a filariose bancroftiana cujos agentes são o *Aedes aegypti* e o *Culex fatigans*, respectivamente. Estas espécies de insetos se reproduzem facilmente em qualquer corpo de água limpa ou poluída, em rios, canais, lagos ou charcos, tanto à sombra como em lugares ensolarados.

O Sistema Adutor Castanhão/RMF constitui uma obra de adução composta, além do canal propriamente dito, por vários tipos de estruturas complementares, necessárias à transposição de obstáculos geográficos ou obras existentes, como é o caso dos túneis, bueiros e sifões. Tais estruturas, se não tiverem manutenção adequada podem vir a provocar focos de proliferação de vetores de doenças.

Obviamente o controle de insetos e moluscos converge com programas de saúde pública, devendo-se neles buscar orientação. Para tanto, sugere-se que a SRH celebre convênio com a FUNASA - Fundação Nacional de Saúde para a execução do controle aqui proposto.

6.5. MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA

As obras de engenharia constituem infra-estruturas projetadas para durar muito tempo. Entretanto, com demasiada freqüência, vê-se obras com pouco tempo de implantação já apresentando sinais visíveis de deterioração. Vazamentos, obstruções, deposição de lodo, infestação por ervas daninhas, mau funcionamento de estruturas e outras situações indesejáveis praticamente impossibilitam o desenvolvimento das atividades rotineiras do empreendimento. Como resultado, o sistema passa a não mais suprir a água necessária e distribuí-la eqüitativamente, causando transtornos aos usuários, além de danos materiais e prejuízos financeiros.

Desta forma, a atividade de manutenção periódica das infra-estruturas do empreendimento (canal adutor, sifões, túneis, passarelas, bueiros, travessias, tomada d'água, estação elevatória, reservatório de distribuição e estrada de serviço) é fundamental para garantir a integridade do mesmo e seu pleno funcionamento.

A atividade de manutenção deverá ficar a cargo da SRH-CE/COGERH, a qual 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.

O canal adutor, cujo revestimento será misto de concreto e lona de polietileno de alta densidade, precisa de pouca manutenção, isto é, desde que seja corretamente construído. As atividades rotineiras incluem o controle de vegetação na superfície do revestimento, controle e remoção de lodo e sedimentos, reparos de falhas no revestimento, etc. O controle da presença

de vegetais dentro de canais revestidos não constitui um grande problema, embora plantas aquáticas devam ser retiradas periodicamente visando evitar problemas tais como obstrução de sifões e proliferação de vetores (mosquitos, caramujos, etc.) de doenças debilitantes.

Sob condições normais, a formação de lodo nos canais revestidos não é relevante, pois a velocidade da água é alta. Já a deposição de materiais sólidos poderá existir em virtude da ocorrência de pesadas chuvas, se as margens do canal não forem adequadamente construídas, assim como por areia levada pelo vento em áreas onde o sistema é circundado por terra nua e sujeito a fortes ventos. A melhor solução para prevenir este tipo de formação de sedimentação é instalar quebra-ventos nas áreas onde a areia acumula, antes de chegar até o canal. A remoção de sedimento do canal é uma operação dispendiosa, pois é praticada manualmente. Assim, alguns sistemas adotam a técnica de jogar “água rápida” pelo canal, a fim de remover sedimento de um lugar e concentrá-lo noutra onde é mais fácil eliminá-lo. Para essa finalidade, o canal deve ser operado em sua capacidade máxima para alcançar a velocidade mais alta possível.

O principal problema em canais revestidos são, no entanto, as falhas e eventuais erupções do revestimento devido a subpressão. Além de reparos do revestimento, devem ser tomadas medidas corretivas que vão desde a instalação de válvulas de subpressão para aliviar a pressão, até a adoção de medidas alternativas como a construção de um sistema subsuperficial de drenagem. Ressalta-se, no entanto, que no caso específico do sistema adutor ora em análise, não são esperados problemas deste tipo, já que nos trechos onde foi detectado riscos de sub-pressão a projetista optou pela construção do canal em aterro, evitando assim a ocorrência deste problema.

A estrada que margeia o canal, constitui acesso à equipe de manutenção para a efetivação de possíveis reparos no mesmo. A referida via pode vir a ser danificada pela ação do tráfego ou durante a estação chuvosa. Os consertos previstos são: retirada do material solto, preenchimento de buracos com material sub-básico e básico e compactação das camadas. Controle da vegetação nas laterais da estrada e remodelagem do seu leito, devem ser efetuados anualmente, enquanto que a manutenção de suas margens e das estruturas podem ser efetivadas de quatro em quatro anos. A cerca de proteção e portões de acesso à faixa de domínio do canal devem ser vistoriados periodicamente, de modo a detectar possíveis sinais de violação.

O sistema de drenagem das águas dos cursos d'água sob o canal está sujeito a problemas decorrentes de obstrução devido a sedimentação, aporte de detritos e raízes de planta,

devendo a sua limpeza ser efetuada por meios mecânicos e lavagem, embora as vezes métodos químicos sejam necessários para remover depósitos minerais.

As obras como túneis, sifões, travessias, passarelas, tomada d'água e reservatório de compensação/distribuição, que constituem, no geral, obras construídas em concreto, têm sua manutenção restrita à remoção de areia fina e obstruções. Tais obras requerem inspeções periódicas com vistas à manutenção de suas estruturas.

As estações elevatórias principal e a prevista no Trecho 5 serão constituídas por conjuntos de eletrobombas, cujo funcionamento ocorrerá durante períodos constantes, sendo, normalmente, controladas manualmente. As tarefas de operação e manutenção de estações com bombas elétricas são relativamente simples. Os operadores devem receber claras instruções sobre medidas de segurança, sobre os métodos para ligarem as bombas e o meio de levá-las ao funcionamento total. Deverá, também, ser estabelecido um esquema de bombeamento, onde será definido o tempo de funcionamento e escalonamento dos conjuntos de motobombas. A revisão dos motores elétricos deverá ser realizada a cada ano e o seu recondicionamento a cada cinco anos, ou conforme indique o fabricante.

O intervalo de tempo decorrido entre as atividades de manutenção, varia, dependendo da infra-estrutura. Este intervalo de tempo deverá ser determinado por fatores locais, como por exemplo, clima, qualidade da água, qualidade da construção, etc., além de valores obtidos com base na experiência em obras hidráulicas similares.

Os custos de manutenção, já considerados no projeto contemplaram nos seus cálculos, percentuais de 2,0% sobre o custo das obras no caso dos sifões, adutoras e túneis, 1,0% sobre o custo do canal adutor e 4,0% sobre o custo das estações de bombeamento, totalizando um montante de R\$ 7.829.230,19, a preços de maio de 2001, com o dólar equivalendo R\$ 2,42.

6.6. CONTROLE DA DISSEMINAÇÃO DE ESPÉCIES PISCÍCOLAS DANINHAS

A implantação de obras hídricas, especialmente aquelas que envolvem canais de transposição e/ou interligação de bacias hidrográficas, como é o caso do Sistema Adutor Castanhão/RMF, podem favorecer a disseminação indesejada de espécies daninhas como a piranha e a pirambeba ou espécies indesejáveis como o tucunaré.

Muito embora as bacias receptoras e doadora já se encontrem comprovadamente infestadas por piranhas e pirambebas, convém implementar para o empreendimento em questão medidas

de controle que evitem a disseminação mais acelerada dessas espécies, as quais atacam outras espécies piscícolas de valor econômico, destroem artefatos de pesca e atacam o homem e os animais domésticos, mutilando-os ou até causando-lhes a morte. Tais medidas visam, antes de mais nada, evitar transtornos econômicos, uma vez que estudos efetuados em açudes e rios infestados por piranhas já mostraram que os custos operacionais de pesca são cerca de 30,0% mais elevados que em águas isentas das mesmas.

Atualmente, sabe-se que existem piranhas e pirambebas na Bacia do Jaguaribe, oriundas do açude Orós que foi reinfestado acidentalmente através do túnel que liga este reservatório ao açude Lima Campos, povoado por estas espécies. Antes disso, a Bacia do Jaguaribe, tinha passado por um programa de erradicação de piranhas e pirambebas promovido pelo DNOCS.

As bacias receptoras (Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó) também já enfrentam problemas de infestação por espécies daninhas, provenientes da Bacia do Jaguaribe, tendo o Canal do Trabalhador como meio de disseminação. Essa infestação pode ter se dado através dos açudes integrados ao referido canal (açudes Pacajus/Ererê, na Bacia do Choró, Pacoti/Riachão, na Bacia do Pacoti e Gavião, na Bacia do Cocó), todos integrantes do Sistema Hídrico da RMF, ou através da alimentação artificial de lagoas e pequenos açudes marginais ao canal, efetuada por proprietários dos imóveis periféricos, fato constatado sobretudo, na Bacia do Pirangi.

Também constitui empecilho à boa sanidade dos mananciais das bacias contempladas, os consideráveis estoques de tucunaré. Esse peixe, originário da região amazônica, foi importado para nossos reservatórios visando o controle das piranhas e pirambebas, porém, em virtude de sua alta prolificidade e ferocidade, vem se alastrando pelos mananciais, causando depleção nos estoques das demais espécies, prejudicando, assim, a atividade pesqueira da região.

Estão sendo estudadas, atualmente, pelo Consórcio COBA/VBA/HARZA medidas a serem tomadas visando o controle da disseminação de piranhas e pirambebas para as bacias receptoras e que não interfiram na operacionalização do sistema adutor, dentre as quais a dotação de filtros nas tomadas d'água ou nos pontos onde a vazão aduzida é lançada diretamente em leito natural (rio Pirangi) ou em bacias hidráulicas de reservatórios (açudes Curral Velho e Pacoti). Deve ser ressaltado, entretanto, que tais medidas só são eficazes se contarem com procedimentos adequados de manutenção e melhoramento, com o passar do tempo, sob o risco de tornar tal procedimento ineficaz, como aconteceu no túnel Lima Campos-Orós.

Outra medida que pode ser adotada, consiste na implementação de um programa de erradicação dessas espécies em todas as bacias, visando com isso, possibilitar maiores retornos econômicos às regiões beneficiadas, dentre os quais citam-se: melhoria no rendimento da atividade pesqueira com aumento dos cardumes de espécies de valor econômico; queda dos custos operacionais da pesca; incremento no turismo, permitindo maior segurança para o banho e lazer, etc. Tal medida, entretanto, extrapola a alçada do projeto ora em análise, devendo ser motivo de estudos pelos órgãos competentes.

A responsabilidade pelo controle da disseminação de espécies daninhas no sistema adutor e nos mananciais das bacias contempladas ficará a cargo da COGERH, sendo as medidas preconizadas no estudo ora em elaboração pelo Consórcio, submetidas à apreciação da SEMACE após a sua conclusão.

6.7. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS OBRAS

A experiência em projetos de obras hídricas tem indicado que a falta de um sistema adequado de organização social da população envolvida se constitui em um grave obstáculo ao sucesso das atividades previstas. Nesse contexto, a definição de uma política de participação comunitária, a qual permita reduzir a dispersão dos grupos sociais e fortalecer o envolvimento da população, se apresenta como uma das tarefas mais importantes em projetos de obras hidráulicas.

A participação é um processo dinâmico que deve envolver as pessoas na concretização de uma atividade. Se o problema é comum, atinge a todos, todos devem buscar as soluções juntos. Cada um com sua idéia, sua presença, engajando-se ativamente em todas as etapas do processo, que vai da tomada de decisão do que deve ser feito, ao como se fazer e quando se fazer, além de avaliações permanentes do que está ocorrendo, das falhas, acertos, correções e ajustes necessários.

A dinâmica comunitária exige muito mais do que uma simples aceitação de realizar tarefas ou um trabalho não remunerado. Deve-se procurar motivar a comunidade a se envolver, a se organizar, sempre no sentido de dinamizar as ações existentes e suscitar novas ações. As pessoas só permanecerão juntas, se descobrirem que suas idéias, gestos e presença são respeitados e levados em consideração.

Assim, como forma de facilitar o desenvolvimento das ações a serem desencadeadas com a implantação do projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF, 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, que começou a funcionar a partir de 1995, quando foi instituído através do Decreto nº 23.752, de 18 de julho de 1995, 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, encontra-se em processo de articulação a formação do Grupo de Trabalho Multiparticipativo para o Acompanhamento do Planejamento e Implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF, tendo sido realizadas três reuniões registradas em atas, e esboçado uma minuta de decreto.

O referido grupo tem como objetivo o acompanhamento das obras de engenharia e ações correlatas pertinentes a implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF, 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 preocupações.

O grupo de trabalho instituído preliminarmente na minuta do decreto será constituído por um representante cada dos Comitês das Bacias do Alto Jaguaribe; do Salgado; do Médio Jaguaribe; do Baixo Jaguaribe; Metropolitanas; do Curu; e do Banabuiú; além de um representante dos seguintes órgãos: FAE; FETRAECE; FIEC; FECECE; Pastoral da Terra; Secretaria de Governo; Secretaria de Planejamento e Coordenação; Secretaria de Recursos Hídricos; SEINFRA; SEAGRI; SDR; Assembléia Legislativa; APRECE e DNOCS. Os comitês de bacias hidrográficas, a medida que for sendo instalados serão incorporados ao grupo.

O grupo de trabalho funcionará na forma de colegiado e será presidido pelo representante da Secretaria de Recursos Hídricos, no âmbito da qual fica 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.

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.

Os representantes dos órgãos e instituições que compõe o grupo de trabalho serão indicados pela própria instituição e, no caso dos representantes dos comitês, a indicação será feita pelos seus prepostos, entre representantes de setores que o integram e que estejam mais relacionados com a obra.

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, conforme reza a minuta do decreto da criação do grupo e o regimento interno. Nestas reuniões serão abordadas pelo colegiado todas as questões envolvendo desde as obras de engenharia, até as desapropriações, e outras de interesse comum, devendo ser apresentado um relatório do andamento das mesmas. Poderão ser 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 sistema adutor deverá ser implantado pela COGERH e pelo Grupo Co-Gestor.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade ambiental do projeto do Sistema Adutor Castanhão/RMF. 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 antrópico e um nível de adversidades perfeitamente tolerável no que se refere ao meio natural.

Em termos econômicos, o custo de oportunidade da área a ser ocupada pelo empreendimento é baixo, visto que a área é pouco explorada agricolamente (2,0%), dado às limitações apresentadas pelos solos e a escassez de recursos hídricos. Além disso, apesar de incorrer em desapropriações de terras, estima-se que esta resultará na relocação de 109 famílias compostas por 349 pessoas, sendo que a quase totalidade destas continuarão residindo nas áreas remanescentes das propriedades. Não haverá desemprego da mão-de-obra já que a população poderá continuar explorando o restante de suas terras.

Quanto a infra-estrutura de uso público atingida esta encontra-se representada por quatro rodovias estaduais (CE-269, CE-266, CE-265 e CE- 138) e uma rodovia federal (BR-116), sendo esta última e a CE-269 interceptadas em dois pontos cada. As travessias destas rodovias serão efetuadas através de tubulações requerendo apenas a execução de desvios temporários de tráfego. Será interceptada ainda a infra-estrutura do Perímetro Irrigado de Morada Nova composta pelo canal principal, canais secundários, 8 lotes agrícolas, sistema de drenagem, rede viária, estação experimental, cercas e dique de proteção. Além das infra-estruturas acima mencionadas, serão também interceptados pelo sistema adutor um gasoduto, um cabo de fibra óptica e uma adutora existente na periferia de Pacajus.

Quanto à ocorrência de patrimônio paleontológico nas áreas das obras, os levantamentos de campo desenvolvidos em caráter preliminar não detectaram nenhuma evidência da presença de sítios paleontológicos, entretanto os órgãos competentes declararam ser a região do estudo rica neste tipo de patrimônio, razão pela qual faz-se necessário o desenvolvimento de estudos mais acurados antes do início das obras. A exemplo do que ocorre com o patrimônio paleontológico, os riscos de dilapidação do patrimônio arqueológico também devem ser considerados nos estudos a serem desenvolvidos, visto que os territórios dos municípios de

Morada Nova, Russas, Beberibe, Cascavel e Chorozinho contam com evidências arqueológicas registradas (líticos polidos e esqueletos humanos).

O traçado do sistema não interfere com áreas indígenas. Ressalta-se, no entanto, que a mancha irrigável do Projeto Piloto RMF encontra-se relativamente próxima da reserva indígena dos Genipapo-Canindés, no município de Aquiraz, podendo vir a ocorrer pressão antrópica sobre a área da referida reserva decorrente, principalmente da poluição por agrotóxicos. Tal fato deverá ser levado em conta por ocasião do planejamento do referido projeto para que sejam adotadas as medidas cabíveis.

Em termos dos danos impostos ao meio biótico, não foi constatada a ocorrência de endemismos na composição da flora ou da fauna, e as áreas previstas para as obras não interceptam o território de unidades de conservação. Entretanto, a APA do Balbino e a RPPN da Lagoa da Encantada estão posicionadas relativamente próximo da mancha irrigável prevista para o Projeto Piloto RMF, podendo vir a ocorrer pressão antrópica sobre estas áreas associadas, principalmente, à poluição dos recursos hídricos por agrotóxicos. Esta questão deverá ser analisada com cuidado por ocasião da implantação do referido projeto de irrigação, sendo adotadas as medidas cabíveis, no que se refere ao controle do uso de agrotóxicos e do monitoramento da qualidade da água dos cursos d'água periféricos ao referido projeto.

Quanto aos riscos de disseminação de espécies piscícolas predadoras através do sistema adutor, embora estes sejam elevados, os impactos sobre as bacias receptoras (Pirangi, Choro, Pacoti e Cocó) podem ser considerados nulos, uma vez que estas já enfrentam, atualmente, problemas de infestação de espécies piscícolas predadoras provenientes da Bacia do Jaguaribe, tendo o Canal do Trabalhador como meio de disseminação, seja de forma direta através dos açudes integrados ao referido canal (açudes Pacajus/Ererê, Pacoti/Riachão e Gavião), todos integrantes do Sistema Hídrico da RMF, seja através da alimentação artificial de lagoas e pequenos açudes marginais ao canal, efetuada pelos proprietários dos imóveis periféricos, fato constatado na Bacia do Pirangi. Assim sendo, o estabelecimento de um controle da disseminação destas espécies através da colocação de filtros no sistema adutor, nos locais de lançamento da vazão nas bacias hidráulicas dos açudes Curral Velho e Pacoti e na calha do rio Pirangi, certamente terá reflexos positivos sobre o estoque de peixes das bacias receptoras.

Em contrapartida, o sistema adutor ora em análise garantirá o abastecimento d'água de 17 sedes municipais e 57 povoados, estando aí incluso a Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, além da população residente ao longo do percurso do sistema adutor,

beneficiando no ano 2030, horizonte do projeto, uma população da ordem de 776.067 habitantes. Com a garantia de um fornecimento d'água regularizado serão beneficiados os distritos industriais existentes na RMF, indústrias difusas dos municípios situados na área de abrangência do empreendimento, e num futuro próximo, o Complexo Industrial/Portuário do Pecém. Além disso, os municípios da RMF que contam com empreendimentos turísticos em operação ou com protocolo de intenção assinado para implantação (Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba) serão beneficiados com o desenvolvimento da indústria do turismo.

Além disso, a liberação da vazão que seria suprida pelo açude Arrojado Lisboa para o abastecimento do Projeto Tabuleiro de Russas, e a sua destinação para o suprimento hídrico da região do Sertão Central, visando sanar o seu problema de carência hídrica, também terá reflexos positivos sobre o setor primário da regional e sobre o abastecimento humano.

A implantação do sistema adutor favorecerá ainda o desenvolvimento do setor primário da região, visto que esta compreende terras de boa qualidade e aptas para irrigação, as quais, na sua grande maioria não são exploradas atualmente por se tornarem antieconômicas na exploração para cada proprietário individualmente, dada a escassez de recursos hídricos. O desenvolvimento da agricultura tecnificada nas áreas dos projetos Chapadão do Castanhão (5.000 ha), Zona de Transição Sul de Morada Nova (Roldão- 2.500 ha), Projeto piloto Ibicuitinga (1.000 ha), Tabuleiro de Morada Nova (1.000 ha), Ocara (1.000 ha) e Projeto Piloto RMF (2.000 ha), centrada na produção de culturas nobres, permitirá ao homem rural auferir rendas muito superiores às obtidas na agricultura de sequeiro. Ressalta-se que os dois primeiros projetos já contam com estudos de viabilidade, enquanto que os demais foram identificados recentemente. Haverá ainda o reforço hídrico aos perímetros de irrigação Xique-xique (560 ha) e Tabuleiros de Russas (10.300 ha), este último recentemente implantado, bem como a exploração de cerca de 612 ha pela iniciativa privada ao longo do canal. Haverá ainda o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros) pela iniciativa privada, ocupando terras não aptas à exploração agrícola, podendo serem utilizadas as cavas de jazidas de empréstimos para este fim, e a dessedentação animal.

Merece menção, o fato do canal adutor desenvolver-se ao longo de uma região com carência hídrica elevada, cujos habitantes acham que serão beneficiados com fornecimento d'água, tanto para o consumo humano, como para o desenvolvimento da irrigação e da piscicultura intensiva. Assim sendo, torna-se de primordial importância o esclarecimento a população sobre os usos para os quais se destinam a água aduzida, bem como a implementação de um gerenciamento e controle do seu uso, através do estabelecimento de cotas de consumo d'água

para cada usuário e a cobrança de uma tarifa, garantindo assim, não só a integridade do sistema adutor implantado, como o suprimento hídrico dos projetos de irrigação previstos e dos núcleos urbanos beneficiados, e da demanda da bacia doadora.

Por fim, ressalta-se 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 perímetros irrigados. 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 sua canalização para os cursos d’água, o que pode ser contornado com a implementação de sistemas de esgotamento sanitário.

8. BIBLIOGRAFIA

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 et alli, **Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará - Projeto Fortaleza**. Brasília, DNPM/CPRM, 1981. 123p.
- 04 - BRAGA, R., **Plantas do Nordeste, Especialmente do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1976. 523p.
- 05 - BRAID, E.C.M., **Diagnóstico Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/ FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 78p.
- 06 - BRANCO, S.M., **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 07 - BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Carlos, CETESB, 1978. 620p.
- 08 - BRANDÃO, R. L., **Sistemas de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza - Projeto SINFOR. Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza, CPRM, 1995. 105p.
- 09 - _____, _____. **Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza - Texto Explicativo**. Fortaleza, CPRM, 1995. 34p.
- 10 - 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).
- 11 - _____, Departamento Nacional de Obras Contra às Secas (DNOCS), **Perenização de Rios no Nordeste por Ação do DNOCS**. Fortaleza, DNOCS, 1993. 11p.

- 12 - _____, 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).
- 13 - _____, DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (DNMET), **Normais Climatológicas (1961-1990).** Brasília, DNMET/EMBRAPA, 1992. 84p.
- 14 - _____, 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.
- 15 - _____, _____, **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Análise Prospectiva do Abastecimento d'Água.** Fortaleza, VBA, 2000. 364p.
- 16 - _____, _____, **Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Análise Prospectiva da Irrigação.** Fortaleza, VBA, 1998. 2v.
- 17 - _____, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **Censo Agropecuário 1995-1996 - Ceará.** Rio de Janeiro, IBGE, 1996. 214p.
- 18 - _____, _____, **Censo Demográfico 1991-Ceará.** Rio de Janeiro, IBGE, 1991. 523p.
- 19 - _____, _____, **Contagem da População 1996 - Ceará.** Rio de Janeiro, IBGE, 1997.
- 20 - _____, Ministério das Minas e Energia, **Projeto RADAMBRASIL. Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal.** Rio de Janeiro, MME, 1981. 740p. (Levantamento de Recursos Naturais 23).
- 21 - _____, _____, **Projeto RADAMBRASIL - Folha SA.24 Fortaleza.** Rio de Janeiro, MME, 1981. 483p. (Levantamento de Recursos Naturais 21)
- 22 - _____, 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 5 - Fortaleza - SO, Folha 6 - Fortaleza - SE, Folha 9 - Jaguaribe - NO e Folha 10 - Jaguaribe - NE).
- 21 - CEARÁ, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), **Avaliação do Potencial de Águas Subterrâneas e de Lagoas das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza, VBA, 1998.
- 22 - _____, _____, **Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe**. Fortaleza, ENGESOFT, 1999.
- 23 - _____, _____, **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Fortaleza, VBA, 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 - _____, Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária (SEARA), **Zoneamento Agrícola do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEARA, 1988. 67p.
- 28 - _____, Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), **Classificação dos Principais Rios do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1992.
- 29 - _____, _____, **Diagnóstico e Macrozoneamento Ambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1998. 4v. (no prelo).
- 30 - _____, _____, **Legislação Florestal do Estado do Ceará**. Fortaleza, SEMACE, 1997. 37p.
- 31 - _____, _____, **Meio Ambiente - Legislação Básica**. Fortaleza,

- SEMACE, 1990. 476p.
- 32 - _____, Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH), **Plano Estadual dos Recursos Hídricos**, Fortaleza, SRH, 1992. 4v.
- 33 - _____, _____, **PROGERIRH - Projeto Piloto. Projeto de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos. Relatório de Avaliação Ambiental Regional - RAA. Produto Final**. Fortaleza, TC/BR, 2000. 262p.
- 34 - _____, _____, **Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa A - Diagnóstico. Relatório Técnico Final**. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2000. 3v.
- 35 - _____, _____, **Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa B - Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental. Fase B.1 - Formulação de Alternativas. Relatório Técnico Final**. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2001.
- 36 - _____, _____, **Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará. Etapa C - Projeto Básico/Projeto Executivo. Projeto Básico do Trecho 1 (Açude Castanhão/ Açude Curral Velho). Relatório Técnico Final**. Lisboa/Fortaleza, COBA/VBA/HARZA, 2001.
- 36 - DUCKE, A., **Estudos Botânicos do Ceará**. Mossoró, ESAM, 1979. 130p.
- 37 - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO CEARÁ (FIEC), **Guia Industrial do Ceará 1999**. Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 38 - _____, **Relação de Empresas em Implantação no Estado do Ceará**. Fortaleza, FIEC/CINTER, 1999.
- 39 - FERNANDES, A., **Temas Fitogeográficos**. Fortaleza, Stylus Comunicações, 1990. 116p.
- 40 - FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros**. PNUD/IPEA/Fundação João Pinheiro, 1998.
- 41 - GARRIDO, J. et alli., **Balanco Anual Ceará, 1999**. Revista Gazeta Mercantil, junho/99. Ano V - nº 5. São Paulo, Gazeta Mercantil S.A., 1999.
- 42 - GONÇALVES, J.A., **Abelhas Indígenas do Ceará**. Boletim Cearense de Agronomia. Vol.

14 p. 1-13. Fortaleza, 1973.

- 43 - HARGREAVES, G.H., **Disponibilidades e Deficiências de Umidades para a Produção Agrícola do Ceará, Brasil**. Universidade de Utah, 1973. 88p..
- 44 - HENRRQUES, A.G., **Aspectos Metodológicos da Avaliação de Impactos Ambientais de Empreendimentos Hidráulicos**. Revista da Associação Portuguesa de Recursos Hídricos. V.6, nº 01. 22p.
- 45 - JACOMINE, P.K.T. et alli, **Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará**. Recife, SUDENE, 1973. 2v.
- 46 - MOTA,S., **Introdução à Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292p.
- 47 - _____, **Planejamento Urbano e Preservação Ambiental**. Fortaleza, Edições UFC, 1981. 241p.
- 48 - _____, **Preservação de Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro, ABES, 1988. 222p.
- 49 - NOMURA, H., **Dicionário de Peixes do Brasil**. São Paulo, Editerra, 1984.
- 50 - PAIVA, m.P., **Algumas Considerações sobre a Fauna da Região Semi-árida do Nordeste Brasileiro**. Coleção Mossoroense 404 Ser. B. Mossoró, ESAM, 1983. 31p.
- 51 - _____, **Distribuição e Abundância de Alguns Mamíferos Selvagens no Estado do Ceará**. Ciência e Cultura, Vol. 25, nº 05, p.442-450, 1973.
- 52 - REY, L., **Prevenção dos Riscos para a Saúde Decorrentes dos Empreendimentos Hidráulicos**. Revista Médica de Moçambique, Vol. 1, nº 2. Moçambique, 1982.
- 53 - RÜEGG, E.F. et al., **Impactos dos Agrotóxicos sobre o Ambiente, a Saúde e a Sociedade**. São Paulo, Ed. Ícone, 1986.
- 54 - SÃO PAULO, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), **Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água**. São Paulo. CETESB, 1987. 149p.
- 55 - SICK, H., **Ornitologia Brasileira - Uma Introdução**. Brasília, Ed. Da Universidade de Brasília, 1985.

- 56 - SILVA, A.B., **Prevenção da Poluição em Águas Subterrâneas**. Belo Horizonte, 1986. 44p.
- 57 - SILVA, F.B.R. et alli, **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: Diagnóstico do Quadro Natural e Agrosócioeconômico**. Petrolina, EMBRAPA/CPATSA, 1993. 2v.
- 58 - SOARES, A.M.L. et al., **Áreas Degradadas Susceptíveis aos Processos de Desertificação no Estado do Ceará**. Fortaleza, FUNCEME, 1992.
- 59 - TONIOLO, E.R. & DANTAS, J.B., **Mapeamento da Cobertura Florestal Nativa Lenhosa do Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 45p.
- 60 - ZAKIA, m.J.B. et alli, **Consumo de Produtos Florestais do Setor Domiciliar no Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 32p.
- 61 - _____, **Consumo de Produtos Florestais do Setor Industrial/Comercial no Estado do Ceará**. Fortaleza, PNUD/FAO/IBAMA/SDU/ SEMACE, 1994. 21p.
- 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

9. EQUIPE TÉCNICA

A organização responsável pela elaboração do presente Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) é o Consórcio COBA/VBA/HARZA integrado pelas empresas COBA-Consultores para Obras, Barragens e Planejamento S/A, VBA Consultores Ltda e HARZA-HIDROBRASILEIRA Engenharia e Projetos Ltda., prestadoras de serviços na área de recursos hídricos e meio ambiente, 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.

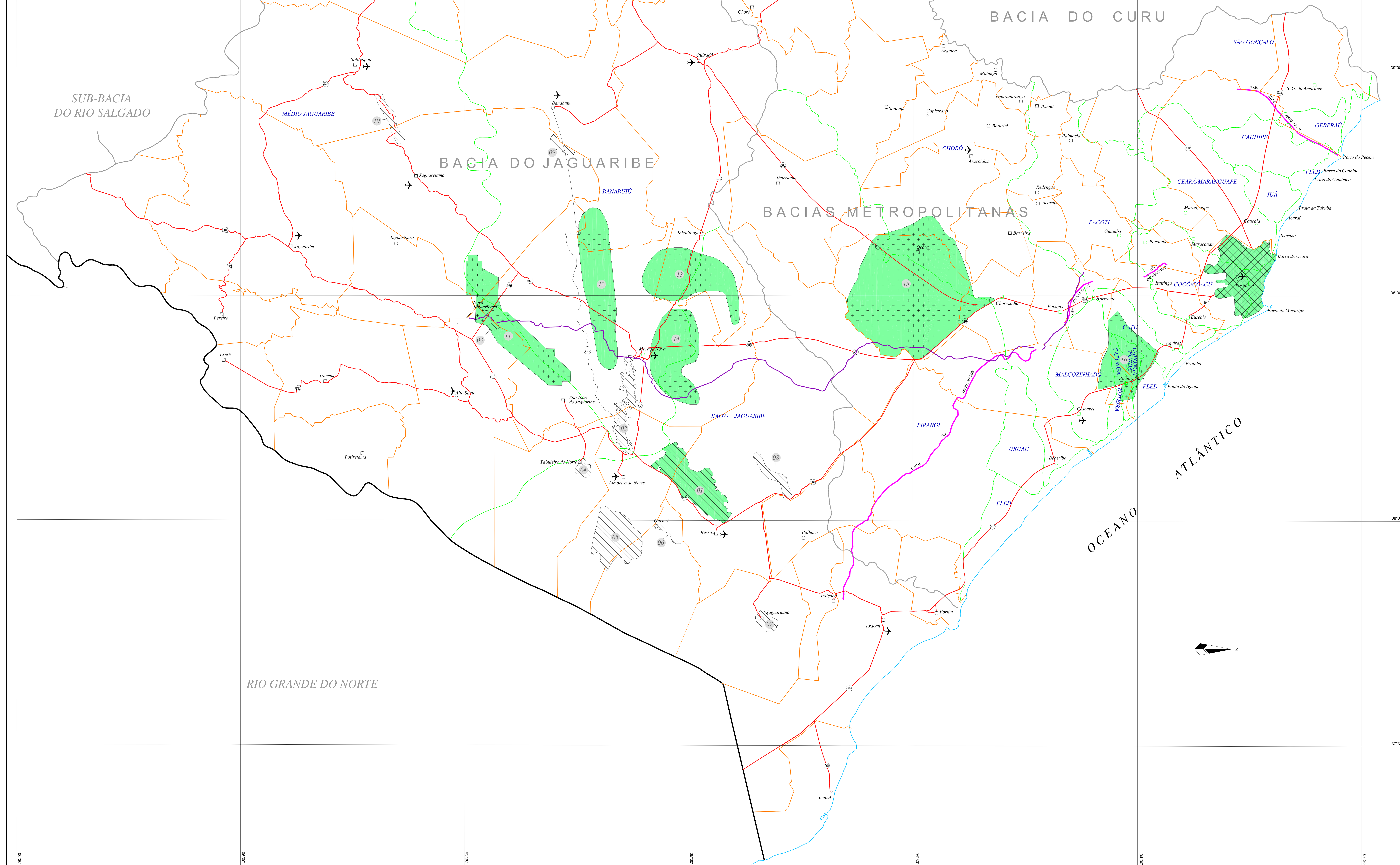
A equipe técnica engajada no Relatório de Impacto no Meio Ambiente do Sistema Adutor Castanhão/RMF é apresentada a seguir, sendo discriminado nome, formação, registro profissional e assinatura dos seus componentes.

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 nesse capítulo.

Nome	Formação profissional	Registro profissional	Assinatura
André Torres	Sociólogo/ Meio Ambiente	MTb 356	
Carlos Valério Pires Vieira	Geólogo/Hidrogeólogo	CREA 6.963/D-CE	
Ednardo Fernandes Cardoso	Engº Civil (Coord. Geral)	CREA 2.680/D-CE	
Elianeiva de Queiroz V. Odísio	Engª Agrônoma	CREA 7.070/D-CE	
Ghazi Moammar	Engº Civil	Estrangeiro	
Joaquim Francisco de Sousa Neto	Engº Civil	CREA 3.183/D-CE	
José de Ribamar Pinheiro Barbosa	Engº Civil/Geotecnia	CREA 2.918/D-CE	
Luís Gonzaga Sales Júnior	Biólogo	CRB 5.554/5 - CE	
Nadja Girlane Pinto Peixoto	Engª Agrônoma/Meio Ambiente	CREA 9.724/D-CE	
Naimar Gonçalves B. Severiano	Economia Rural/ Meio Ambiente	CORECON 1.996/8ª R-CE	

ANEXOS

DESENHO 1



PERÍMETROS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES	
01	Tabuleiros de Russas 1ª Etapa
02	Morada Nova
03	Xique-Xique 1ª Etapa
04	Almeida
05	Jaguaribe/Apodi
06	Quixerê
07	Jaguariama
08	Saeta Antônia de Russas
09	Banabuiú
10	Riacho do Sangue
NOVOS PROJETOS	
11	Chapadão da Canindé
12	Zona de Transição Sul de Morada Nova (Itaíba)
13	Projeto Piloto Itacatinga
14	Tabuleiro de Morada Nova
15	Ocara
16	Projeto Piloto EMP

CONVENÇÕES	
—	Limite das Bacias
—	Limite das Sub-Bacias e Bacias Independentes
—	Limite Estadual
—	Limite Municipal
□	Sede Municipal
⊠	Capital
⊕	Açudes
⊙	Lagoas
—	Cursos d'Água (Rios e Riachos)
—	Prefeço de Rodovia Federal
—	Prefeço de Rodovia Estadual
—	Rodovia Pavimentada
—	Rodovia em Lito Natural
✈	Aeroporto
▨	Perímetros de Irrigação Existentes
▨	Manchas Potenciais de Irrigação
LEGENDA	
—	Área de Influência Física (Sistema Adutor Costante/FM)
■	Área de Influência Funcional

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROCERH
ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
RELATÓRIO DE IMPACTO NO MEIO AMBIENTE - RIMA

Desenho 01/02
Mapa de Localização e Acessos

COBA VBA

DESENHO 2

