

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



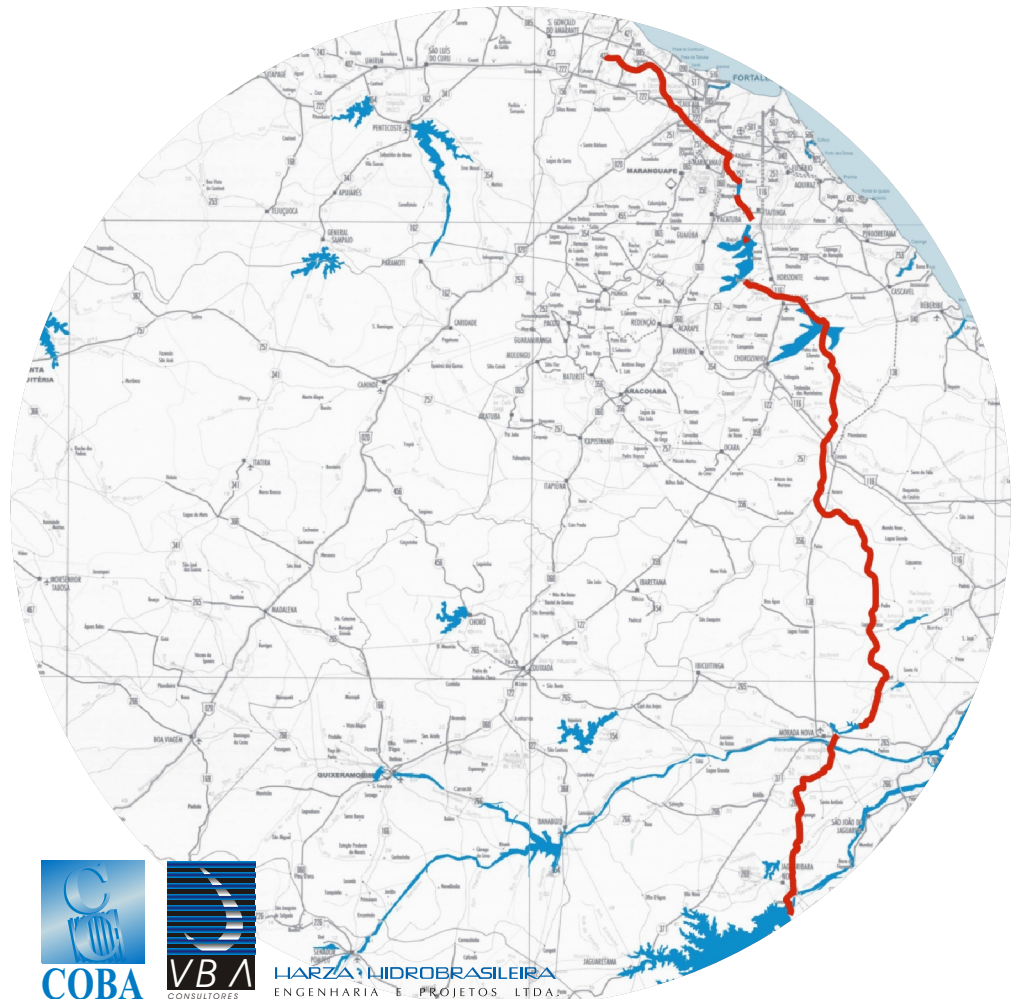
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

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

PARTE II - ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 1 - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

Volume 1 - Trecho Castanhão/Gavião - Texto



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

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

LISTA DE VOLUMES

TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

VOLUME 1 – TRECHO CASTANHÃO-GAVIÃO - TEXTO

VOLUME 2 – TRECHO CASTANHÃO-GAVIÃO - DESENHOS

VOLUME 3 – TRECHO GAVIÃO-PECÉM

TOMO 2 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

TOMO 3 – ESTUDO DE VIABILIDADE AMBIENTAL

APRESENTAÇÃO

FASE II – ESTUDO DE VIABILIDADE
TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA
VOLUME 1 – TRECHO CASTANHÃO-GAVIÃO - TEXTO

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no “RELATÓRIO TÉCNICO FINAL DO ESTUDO DE VIABILIDADE”, no “TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA; VOLUME 1 – TRECHO CASTANHÃO-GAVIÃO - TEXTO” relativo ao ESTUDO DE VIABILIDADE. O Tomo 2 do presente relatório diz respeito ao Sistema Adutor Gavião-Pecém.

Esta fase do estudo integra-se na “ETAPA B – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL” dos “Estudos Visando o Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza”, em desenvolvimento 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 elaborado compreende fundamentalmente a definição e caracterização da solução adotada para o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, considerando a macro-alternativa selecionada para a transposição e as conclusões da análise de variantes que resultaram das fases anteriores do Estudo.

A análise econômica e financeira do aproveitamento é apresentada no “RELATÓRIO FINAL DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA”, relativo à “FASE B4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA DO PROJECTO”, integrado na mesma Etapa B dos estudos.

ÍNDICES

FASE II – ESTUDO DE VIABILIDADE
TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA
VOLUME 1 – TRECHO CASTANHÃO-GAVIÃO - TEXTO

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO

1.	INTRODUÇÃO.....	1-1
1.1.	ÂMBITO DOS ESTUDOS	1-1
1.2.	OBJETIVOS DO PROJETO	1-1
1.3.	ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO	1-3
2.	DADOS E ESTUDOS DE BASE	2-1
2.1.	DADOS DE BASE	2-1
2.1.1.	Considerações Gerais.....	2-1
2.1.2.	Infra-estruturas Existentes	2-1
2.1.3.	Cartografia e Topografia	2-2
2.1.4.	Geologia e Geotecnia.....	2-3
2.2.	CONDICIONANTES FÍSICAS, SOCIAIS E AMBIENTAIS	2-4
2.3.	PRINCIPAIS ESTUDOS EXISTENTES.....	2-5
2.4.	ESTUDO DE DEMANDAS HÍDRICAS	2-10
2.4.1.	Objetivos.....	2-10
2.4.2.	Área de abrangência.....	2-10
2.4.3.	Crítérios e Metodologias Utilizadas	2-15

2.4.3.1. Considerações gerais	2-15
2.4.3.2. Demanda Humana Urbana (DHUR)	2-15
2.4.3.3. Demanda Industrial (DI).....	2-23
2.4.3.4. Demanda de Turismo (DTUR)	2-26
2.4.3.5. Demanda de Irrigação (DIR).....	2-26
2.4.3.6. Demandas Difusas	2-33
2.4.4. Resultados por Tipo de Demanda.....	2-34
2.4.5. Consolidação por Macro-Alternativa.....	2-34
2.5. ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS	2-57
2.5.1. Breve Caracterização da Região.....	2-57
2.5.2. As Disponibilidades Hídricas Atuais e Máximas Futuras	2-59
2.5.2.1. Das Bacias Metropolitanas	2-59
2.5.2.2. Da Bacia do Jaguaribe	2-64
2.6. ESTUDO DE BALANÇO HÍDRICO	2-67
2.6.1. Critérios Básicos e Metodologia	2-67
2.6.1.1. Definição do Nível de Garantia para a Oferta D'água	2-67
2.6.1.2. Regras de Operação e Metodologia	2-68
2.6.2. Resultados Alcançados.....	2-71
2.7. PRINCIPAIS RESULTADOS DAS FASES ANTERIORES DO ESTUDO	2-88
3. ESTUDOS SETORIAIS	3-1
3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3-1
3.2. ESTUDOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS.....	3-3
3.2.1. Escopo dos Serviços	3-3
3.2.2. Estudos Cartográficos	3-3
3.2.3. Estudos Topográficos	3-7
3.3. ESTUDOS AMBIENTAIS.....	3-11
3.3.1. Apresentação	3-11
3.3.2. Aspectos legais e institucionais	3-11
3.3.3. O Projeto	3-12

3.3.4. Diagnóstico ambiental.....	3-16
3.3.5. Descrição e avaliação dos impactos ambientais.....	3-22
3.3.6. Planos de medidas mitigadoras.....	3-25
3.3.7. Gerenciamento dos recursos hídricos e monitoramentos.....	3-28
3.3.8. Conclusões e recomendações.....	3-30
3.4. ESTUDOS SOCIO-ECONÔMICOS.....	3-32
3.4.1. Formulação e apresentação das Macro-alternativas.....	3-32
3.4.2. Estudos setoriais de campo/pesquisa sócioeconômica.....	3-39
3.4.3. Relatório da Pesquisa de Campo com a comparação dos Dados Sócio-Econômicos Referentes às Alternativas estudadas, escolha da melhor alternativa e avaliação Final.....	3-40
3.4.4. Estudos setoriais de escritório/escolha da melhor alternativa a ser detalhada.....	3-47
3.4.5. Estudos Sócioeconômicos – Escolha da melhor alternativa a ser detalhada/impactos sociais.....	3-54
3.5. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS.....	3-60
3.5.1. Generalidades.....	3-60
3.5.2. Descrição sucinta das alternativas.....	3-60
3.5.2.1. Macro-alternativa AG2.....	3-60
3.5.2.2. Macro-alternativa AG3.....	3-64
3.5.2.3. Macro-alternativa AG4.....	3-64
3.5.3. Descrição dos estudos geológicos.....	3-65
3.5.3.1. Introdução.....	3-65
3.5.3.2. Geologia Regional.....	3-66
3.5.3.3. Macro-alternativa AG2.....	3-68
3.5.3.4. Macro-alternativa AG3.....	3-84
3.5.3.5. Macro-alternativa AG4.....	3-86
3.5.3.6. Apresentação dos Resultados.....	3-90
3.5.4. Descrição dos estudos geotécnicos.....	3-90
3.5.4.1. Introdução.....	3-90
3.5.4.2. Descrição dos Processos de Investigação.....	3-91

3.5.4.3. Sondagens no Chapadão	3-92
3.5.4.4. Sondagens Mista no Local da Captação	3-93
3.5.4.5. Sondagens a Percussão a Jusante do Dique Fusível.....	3-93
3.5.4.6. Sondagens a Percussão entre os Km 8+800 e 11+600.....	3-94
3.5.4.7. Sondagens a Pá e Picareta no Eixo das Alternativas AG2, AG3 e AG4 .	3-103
3.5.4.8. Estudos de jazidas	3-109
3.5.4.9. Ensaios de laboratório.....	3-110
3.5.4.10. Conclusões e recomendações.....	3-110
3.6. ESTUDOS PEDOLÓGICOS	3-115
3.6.1. Escopo dos Estudos	3-115
3.6.2. Métodos de Trabalho.....	3-115
3.6.3. Solos	3-117
3.6.4. Situação, Extensão e Distribuição das Unidades de Mapeamento	3-126
3.6.5. Mapa de Solos.....	3-126
3.6.6. Classes de Terra para Fins de Irrigação	3-128
4. MACRO-ALTERNATIVAS PARA A TRANSPOSIÇÃO	4-1
4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	4-1
4.2. MACRO-ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA ADUTOR LESTE: SUB - EIXO SERTÃO CENTRAL	4-1
4.2.1. Antecedentes e Diretrizes Básicas.....	4-1
4.2.2. Metodologia e Parâmetros Otimizados nos Traçados das Macro-Alternativas	4-2
4.2.3. Descrição das Macro-Alternativas Estudadas	4-5
4.2.3.1. Generalidades	4-5
4.2.3.2. Macro-Alternativa Global AG1 - Sertão Central Superior (Castanhão / Banabuiú / Pedras Brancas/Choró/Pacoti)	4-5
4.2.3.3. Macro-Alternativa Global AG2 – Sertão Central Intermediário (Castanhão / Curral Velho/Serra Félix/ac. Pacoti).....	4-9

4.2.3.4. Macro-Alternativa Global AG3 - Eixo Central Inferior São Brás (Rio Jaguaribe em São Brás/Curral Velho/Serra do Félix/ac. Pacajus - ou rio Pirangi/Canal do Trabalhador/ac. Pacajus - /açude Pacoti).	4-15
4.2.3.5. Macro-Alternativa Global AG4 – Eixo Inferior Flores (Rio Jaguaribe em Flores/ Projeto Tabuleiro de Russas/Serra do Félix/aç. Pacajus - ou Rio Pirangi/Canal do Trabalhador/ac Pacajus -/açude Pacoti).....	4-18
4.2.3.6. Macro-Alternativa AG5: Eixo Canal do Trabalhador	4-21
4.3. ANÁLISE SÓCIO-ECONÔMICA-AMBIENTAL DAS MACRO-ALTERNATIVAS.....	4-24
4.3.1. Critérios da análise	4-24
4.3.2. A matriz de comparação	4-24
4.3.2.1. Relativos a Captação	4-25
4.3.2.2. Relativos ao Sistema de Adução	4-29
4.3.2.3. Relativos à Operação e Manutenção.....	4-30
4.3.2.4. Relativos aos Benefícios Agregados com Irrigação.....	4-30
4.3.2.5. Relativo aos Impactos Socio-Econômicos	4-32
4.3.2.6. Relativo aos Impactos Ambientais.....	4-38
4.3.2.7. Relativos às Dificuldades de Gestão	4-55
4.3.2.8. Relativos aos Custos.....	4-57
4.3.3. Seleção da melhor alternativa	4-59
5. DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO ADOTADA.....	5-1
5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	5-1
5.2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA ...	5-3
5.2.1. Descrição da solução adotada	5-3
5.2.2. Descrição dos trechos do Sistema Adutor.....	5-4
5.2.3. Funcionamento hidráulico	5-5
5.2.4. Estação de bombeamento	5-14
5.3. CONCEPÇÃO DE CANAIS, SIFÕES E OBRAS CORRENTES.....	5-23
5.3.1. Considerações gerais.....	5-23

5.3.2. Considerações sobre otimização das seções de vazão	5-23
5.3.3. Trechos em canal.....	5-24
5.3.4. Trechos em Tubulações Gravitárias (Sifões Invertidos)	5-29
5.3.5. Obras de Drenagem (longitudinal e transversal)	5-31
5.3.6. Estruturas de transição canal-tubulações.....	5-34
5.3.7. Comportas de Controle Operacional (Nível e Vazão)	5-35
5.3.8. Estruturas Vertedouras de Segurança Associada a Comportas de Esvaziamento do Canal.....	5-36
5.3.9. Sistema Viário de OPM	5-36
5.3.10. Interferências com infra-estruturas públicas	5-38
5.4. CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO	5-39
5.4.1. Introdução	5-39
5.4.2. Variantes analisadas.....	5-39
5.4.3. Descrição da captação.....	5-44
5.5. TRECHO 1 : AÇUDE CASTANHÃO - AÇUDE CURRAL VELHO	5-51
5.5.1. Descrição geral do Trecho 1	5-51
5.5.2. Descrição do traçado do Trecho 1.....	5-54
5.5.3. Travessia de Nova Jaguaribara.....	5-57
5.5.4. Reservatório de compensação.....	5-62
5.5.5. Estrutura de queda e dissipação de energia	5-63
5.5.6. Travessia do rio Banabuiú.....	5-63
5.5.7. Canal de ligação ao açude Curral Velho	5-66
5.6. TRECHO 2 : AÇUDE CURRAL VELHO - RIO PIRANGÍ.....	5-67
5.6.1. Descrição geral do Trecho 2	5-67
5.6.2. Descrição do traçado do Trecho 2.....	5-70
5.6.3. Traçado do trecho inicial entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix	5-72
5.6.4. Travessia da Serra do Félix.....	5-77

5.6.5. Captação d'água no açude Curral Velho	5-82
5.6.6. Travessia do rio Pirangí	5-82
5.6.7. Descarga no rio Pirangí.....	5-83
5.7. TRECHO 3 : RIO PIRANGÍ - AÇUDE PACAJÚS	5-84
5.7.1. Descrição geral do Trecho 3	5-84
5.7.2. Descrição do traçado do Trecho 3.....	5-86
5.7.3. Variante de traçado pelo Canal do Trabalhador	5-89
5.7.4. Obra de descarga no açude Pacajús	5-94
5.8. TRECHO 4 : AÇUDE PACAJÚS - AÇUDE GAVIÃO	5-96
5.8.1. Descrição geral do Trecho 4	5-96
5.8.2. Descrição do traçado do Trecho 4.....	5-99
5.8.3. Travessia do Rio Choró/Açude Pacajús	5-102
5.8.4. Ligação Pacajús-Pacoti.....	5-103
5.8.5. Ligação Pacoti-Riachão	5-104
5.8.6. Ligação Pacoti-Riachão-Gavião	5-105
5.9. ESTIMATIVA DE CUSTOS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	5-112
5.9.1. Estimativa de custos	5-112
5.9.2. Cronograma de execução do Sistema Adutor	5-116
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	6-1
6.1. OBJETIVOS DO ESTUDO	6-1
6.2. ESTUDOS BÁSICOS REALIZADOS.....	6-1
6.3. MACRO-ALTERNATIVAS PARA A TRANSPOSIÇÃO	6-4
6.4. SOLUÇÃO ADOTADA PARA O SISTEMA ADUTOR.....	6-6
6.5. CUSTOS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	6-7

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 – LINHA PIEZOMÉTRICA E ESTIMATIVA DE CUSTOS DO SISTEMA ADUTOR

ANEXO 2 – RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

LISTA DE DESENHOS

777-B5-RF-01 - SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA. SITUAÇÃO GERAL

777-B5-RF-02 - SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA. PLANTA E PERFIL GEOTÉCNICO (1:50 000; 9 FOLHAS)

777-B5-RF-03 - SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA. PLANTA E PERFIL LONGITUDINAL (1:25 000; 16 FOLHAS)

777-B5-RF-04 - CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO

777-B5-RF-05 - TRAVESSIA DE NOVA JAGUARIBARA

777-B5-RF-06 - TRAVESSIA DO RIO BANABUIÚ

777-B5-RF-07 - TRAVESSIA DO RIO PIRANGÍ

777-B5-RF-08 - TRAVESSIA DO AÇUDE PACAJÚS/RIO CHORÓ

777-B5-RF-09 - LIGAÇÃO ENTRE OS AÇUDES RIACHÃO E GAVIÃO

LISTA DE FIGURAS

1.2.1 - Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza. Traçado da adução e localização da captação	1-4
2.3.1 – Eixo de Transferência como Originalmente Imaginado pelo PROGERIRH	2-7
2.3.2 – Eixo das Metropolitanas: Integração do açude Gavião ao Canal Sítios Novos/Pecém	2-8
2.3.3 – Eixo Castanhão-Metropolitanas como apresentado no PGAM.....	2-9
2.5.1 – Esquema das Macro-Alternativas de Reuso na Região Metropolitanas de Fortaleza	2-63
2.6.1 – Representação esquemática da operação dos reservatórios	2-72
2.6.2 – Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG1.....	2-83
2.6.3 – Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG2.....	2-84
2.6.4 – Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG3.....	2-85
2.6.5 – Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG4.....	2-86
2.6.6 – Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG5.....	2-87
3.2.1 - Traçado sobre Cobertura Aerofotográfica.....	3-6
3.3.1 - Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza. Localização e Acessos	3-14
3.3.2 - Matriz de avaliação de impacto ambiental	3-23
4.1 – Diretrizes Gerais do Eixo de Integração das bacias Jaguaribe e Metropolitanas	4-3
4.2 – Delineamento preliminar das diretrizes dos traçados básicos e variantes dos trechos componentes das Macro-alterenativas	4-4
4.3 – Diagrama esquemático da Alternativa AG1	4-7
4.4 – Planta e perfil da composição da Macro-alternativa AG1	4-8

4.5 – Diagrama esquemático da Alternativa AG2	4-11
4.6 – Planta e perfil da composição da Macro-alternativa AG2.....	4-12
4.7 – Diagrama esquemático da Alternativa AG3	4-16
4.8 – Planta e perfil da composição da Macro-alternativa AG3.....	4-17
4.9 – Diagrama esquemático da Alternativa AG4	4-19
4.10 – Planta e perfil da composição da Macro-alternativa AG4.....	4-20
4.11 – Diagrama esquemático da Alternativa AG5	4-22
4.12 – Planta e perfil da composição da Macro-alternativa AG5.....	4-23
4.13 – Comparação do Custo Global das Macro-Alternativas.....	4-59
5.2.1 - Curvas de capacidade de vazão do canal de ligação entre os açudes Pacoti e Riachão	5-10
5.2.2 - Curvas de capacidade de vazão do canal-túnel-canal de ligação entre os açudes Riachão e Gavião	5-12
5.2.3 - Linha piezométrica ao longo do Sistema Adutor Castanhão-FortalezaQuadro	5-16
5.2.4 - Evolução anual das vazões na estação de bombeamento do Castanhão	5-22
5.3.1 - Seções de escoamento dos trechos em canal.....	5-26
5.3.2 - Seção transversal padrão do canal adutor.....	5-27
5.3.3 - Curvas de capacidade de vazão das seções em canal.....	5-28
5.4.1 - Variantes para a Captação d'Água no Açude Castanhão	5-40
5.5.1 - Variantes da travessia da área de influência da cidade de Nova Jaguaribara e Chapadão do Castanhão.....	5-59
5.6.1 - Variantes para o trecho Açude Curral Velho – Serra do Félix.....	5-74
5.6.2 - Variantes para o trecho da travessia da Serra do Félix.....	5-80
5.7.1 - Variantes para o trecho rio Pirangí – açude Pacajús	5-92
5.8.1 - Variantes para a ligação Pacoti-Riachão-Gavião.....	5-109
5.9.1 - Curvas paramétricas de custo de construção de canais.....	5-114
5.9.2 - Cronograma de execução do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza.....	5-120

LISTA DE MAPAS

Mapa 2.1 - Área de abrangência. Projetos de Irrigação e áreas irrigáveis	2-12
Mapa 3.6.1 - Distribuição espacial das manchas de solos	3-126

LISTA DE QUADROS

2.4.1 – Consolidação da Projeção Populacional Urbana dos Municípios de Fortaleza, Caucaia, Eusébio e Maracanaú	2-17
2.4.2 - Consolidação da Projeção Populacional Urbana dos Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante	2-17
2.4.3 - Projeções Populacionais Urbanas dos Municípios de Barreira, Cascavel, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Pacajus e Pacatuba	2-19
2.4.4 - Consolidação da Projeção Populacional Urbana dos Demais Municípios.....	2-20
2.4.5 - Alocação das Populações dos Municípios pertencentes às Bacias Metropolitanas dentro das Faixas de Influência do Projeto.	2-21
2.4.6 - Alocação das Populações dos Municípios pertencentes à Bacia do Jaguaribe dentro das Faixas de Influência do Projeto.....	2-22
2.4.7 - Plano de Redução do Consumo Per Capita Bruto	2-23
2.4.8 – Coeficientes de Demanda Industrial Difusa	2-25
2.4.9 - Sumarização do Cadastro de Irrigantes da COGERH para os Vales Perenizados do Jaguaribe e Banabuiú: Consolidação das Áreas.....	2-27
2.4.10 - Projetos Públicos de Irrigação: Evolução Temporal da Irrigação Intensiva na Bacia do Jaguaribe.....	2-28
2.4.11 - Distribuição Espacial e Temporal da Irrigação Difusa na Área de Abrangência do Projeto dentro da Bacia do Jaguaribe.....	2-29
2.4.12 - Consolidação Áreas Irrigadas na área de interesse do Projeto dentro da Bacia do Jaguaribe	2-30
2.4.13 - Irrigação Difusa Potencial ao Longo das Alternativas de Traçado do Canal (Bacia do Jaguaribe)	2-30

2.4.14 - Áreas Irrigadas nas Bacias Metropolitanas.....	2-32
2.4.15 - Irrigação Difusa Potencial ao Longo das Alternativas de Traçado do Canal (Bacias Metropolitanas).....	2-32
2.4.16 - Demanda Hídrica Anual Bruta e Demanda Hídrica Média Anual (Irrigação Intensiva - Modelo A)	2-35
2.4.17 - População Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacias Metropolitanas).....	2-36
2.4.18 - População Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacia do Jaguaribe)	2-37
2.4.19 - Alocação por Alternativas das Demandas Humanas Urbanas (Bacias Metropolitanas).....	2-38
2.4.20 - Alocação por Alternativas das Demandas Humanas Urbanas (Bacia do Jaguaribe)	2-39
2.4.21 - Demandas Industriais nos Municípios providos de Distritos Industriais	2-40
2.4.22 - Demandas Industriais dos Município envolvidos no Projeto, desprovidos de Distritos Industriais	2-41
2.4.23 - Alocação por Alternativas das Demandas Industrias das Bacias Metropolitanas.	2-42
2.4.24 - Alocação por Alternativa das Demandas Industriais da Bacia do Jaguaribe	2-43
2.4.25 - Demanda Industrial de Turismo.....	2-44
2.4.26 - Alocação das Demandas de Irrigação Intensiva das Áreas pertencentes à Bacia do Jaguaribe	2-45
2.4.27- Alocação das Demandas de Irrigação Difusa das Áreas pertencentes à Bacia do Jaguaribe	2-46
2.4.28 - Alocação das Demandas de Irrigação das áreas pertencentes às Bacias Metropolitanas.....	2-47
2.4.29 - Demandas Humanas Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacias Metropolitanas).....	2-48
2.4.30 - Demandas Humanas Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacia do Jaguaribe)	2-49
2.4.31 - Demandas Animais Rurais Envolvidas no Projeto por FID (Bacias Metropolitanas).....	2-50

2.4.32 - Demandas Animais Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacias do Jaguaribe).....	2-51
2.4.33 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG1	2-52
2.4.34 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG2	2-53
2.4.35 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG3	2-54
2.4.36- Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG4	2-55
2.4.37 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG5 (Ampliação do Canal do Trabalhador).....	2-56
2.5.1 – Disponibilidade Local de Água Bruta associada à “RMF+entorno”.....	2-60
2.5.2 – Características Hidrológicas dos Principais Açudes de Interesse na Bacia do Jaguaribe	2-65
2.5.3 – Disponibilidades Hídricas Adicionais na Bacia do Jaguaribe.....	2-65
2.5.4 – Análise da Influência da Grande Açudagem de Montante Sobre os Açudes Orós e Castanhão	2-66
2.6.1 – Garantias de Atendimento das Demandas do Sistema Jaguaribe/Metropolitanas	2-68
2.6.2 – 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 – Alternativa AG1	2-78
2.6.3 – 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 – Alternativa AG2	2-79
2.6.4 – 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 – Alternativa AG3	2-80
2.6.5 – 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 – Alternativa AG4	2-81

2.6.6 – 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 – Alternativa AG5	2-82
3.2.1 – Relação das fotografias aéreas	3-5
3.3.1 – Matriz de comparação das macro-alternativas.....	3-15
3.4.1 – Matriz de comparação de Macro-Alternativas. Dimensões, Impactos E Alternativas - Áreas-Chaves De Análise.....	3-38
3.4.2 – Estimativa de Casas, Habitantes, Média de Moradores por Casa e Densidade Demográfica na área estudada – 2000	3-42
3.4.3 – Projeções Demográficas nas alternativas pesquisadas –2001/2010/2020/2030 ...	3-47
3.5.1 – Furos executados no trecho açude Castanhão / açude Curral Velho - Alternativa AG-2.....	3-104
3.5.2 – Furos executados no trecho açude Curral Velho / Açude Pacoti - Alternativa AG-2 – Subtrecho Km 0 ao Km 52+440.....	3-107
3.5.3 – Furos executados no trecho açude Curral Velho / açude Pacoti. Alternativa AG-2 – subtrecho km 52+440=0 ao km 82+400	3-108
3.5.4 – Furos executados no trecho açude Curral Velho / açude Pacoti. Alternativa AG-3 – subtrecho São Braz – alternativa AG-2	3-109
3.5.5 – Sistema adutor Castanhão-RMF. Furos executados no trecho aç. Curral Velho / aç. Pacoti. Alternativa ag-4 – subtrecho flores – alternativa AG-2	3-109
3.5.6 – Estimativa de extensões de solo e rocha ao longo do traçado do eixão	3-112
3.5.7 – Classificação dos materiais nas seções em corte	3-113
4.1 – Matriz Global de Comparação das Macro-alternativas.....	4-25
4.2 – Matriz de Comparação das Macro-alternativas da Captação.....	4-26
4.3 – Estimativa dos Empregos e População Agregados à cada Macro-alternativa.....	4-33
4.4 – Matriz de Impactos Socio-econômicos.....	4-34
4.5 – Áreas Irrigadas	4-42
4.6 – Matriz de Impactos Ambientais	4-45
4.7 – Aporte de Efluentes Sanitários (l/s).....	4-46

4.8 - Avaliação dos Níveis de Poluição por Efluentes Sanitários	4-49
4.9 – Agregação das Áreas Irrigadas de Acordo com o Nível dos Estudos.....	4-50
4.10 – Áreas efetivamente Irrigadas segundo as Macro-Alternativas.....	4-50
4.11 - Avaliação dos Riscos de Poluição por Agrotóxicos.....	4-51
4.12 - Consolidação dos Custos das Macro Alternativas	4-58
5.2.1 - Síntese Descritiva dos Trechos do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza	5-6
5.2.2 - Cotas dos níveis de água nos açudes existentes	5-7
5.2.3 - Perdas de carga e cotas piezométricas ao longo do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza.....	5-15
5.2.4 - Evolução anual dos volumes, vazões e energia consumida na estação de bombeamento do Castanhão	5-21
5.4.1 - Resumo das características principais das variantes da captação	5-43
5.5.1 - Síntese Descritiva dos Sub-trechos do Trecho 1 (Açude Castanhão – Açude Curral Velho)	5-52
5.5.2 - Resumos dos custos das variantes da travessia da cidade de Nova Jaguaribara.....	5-61
5.6.1 - Síntese Descritiva dos Sub-trechos do Trecho 2 (Açude Castanhão – Açude Curral Velho)	5-68
5.6.2 - Características principais das variantes para o trecho Açude Curral Velho – Serra do Félix	5-75
5.6.3 - Características principais das variantes para o trecho da travessia da Serra do Félix.....	5-81
5.7.1 - Síntese Descritiva dos Sub-trechos do Trecho 3 (Açude Castanhão – Açude Curral Velho)	5-85
5.7.2 - Características principais das variantes para o trecho rio Pirangi – açude Pacajús	5-93
5.8.1 - Síntese Descritiva dos Sub-trechos do Trecho 4 (Açude Castanhão – Açude Curral Velho)	5-97

5.8.2 - Características principais das variantes para a ligação	
Pacoti-Riachão-Gavião	5-110
5.9.1 - Resumo do orçamento do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza	5-115

TEXTOS

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

1.1. ÂMBITO DOS ESTUDOS

O presente documento se constitui no “RELATÓRIO TÉCNICO FINAL DO ESTUDO DE VIABILIDADE”, relativo à parte dos estudos designada por “FASE B5 – SELEÇÃO DA MELHOR ALTERNATIVA” (TOMO 1 – SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA).

Esta fase do estudo integra-se na Etapa B – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL dos estudos que visam o “ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA”. Este estudo foi contratado pela Secretaria dos Recursos Hídricos do Governo do Estado do Ceará (SRH-CE) ao consórcio COBA/VBA/HARZA, sendo financiado pelo Banco Mundial no âmbito do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH), constituindo um dos Projetos Piloto desse programa.

O relatório elaborado compreende fundamentalmente a definição e caracterização da solução adotada para o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, considerando a macro-alternativa selecionada para a transposição e as conclusões da análise de variantes que resultaram das fases anteriores do Estudo.

A análise econômica e financeira do aproveitamento é apresentada no “RELATÓRIO FINAL DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA”, relativo à “FASE B4- AVALIAÇÃO ECONÔMICA E FINANCEIRA DO PROJECTO”, integrado na mesma Etapa B dos estudos.

1.2. OBJETIVOS DO PROJETO

O aproveitamento em estudo visa fundamentalmente o reforço do abastecimento de água à Região Metropolitana de Fortaleza, atualmente deficitária em água, através da derivação do rio Jaguaribe, perenizado pelo açude Castanhão.

O aproveitamento a executar, designado por “*Eixo de Integração Castanhão-Fortaleza*” ou “*Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza*”, possibilitará a plena satisfação das demandas hídricas previstas num horizonte de pelo menos 30 anos, através da integração hídrica das bacias hidrográficas do rio Jaguaribe com as bacias dos rios da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). Essa integração será concretizada através da construção de uma captação no açude Castanhão e de uma adução que efetuará a transposição das águas do rio Jaguaribe para a

RMF, terminando no sistema de açudes das Bacias Metropolitanas (açudes Pacajús-Pacoti-Riachão-Gavião).

Para além do atendimento das demandas hídricas humanas e industriais da RMF, a transposição irá também permitir o reforço da alimentação de diversos projetos de irrigação existentes ou a implementar ao longo do traçado da adução.

A vazão máxima de dimensionamento é igual a 22,0 m³/s, dos quais 14,3 m³/s, em média, destinam-se ao abastecimento da RMF, podendo atingir o máximo de 19,0 m³/s transferidos para a RMF.

O Sistema Adutor Castanhão-RMF tem seu início imediatamente a jusante da barragem do Açude Castanhão, derivando sua vazão diretamente da tubulação da tomada d'água do respectivo reservatório. A transposição é então realizada até o Açude Pacoti, reservatório integrante do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Fortaleza (SARMF). O percurso estende-se ao longo de aproximadamente 200 km. O projeto inclui ainda a ampliação da capacidade do sistema hidráulico de ligação entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião.

O presente relatório considera as características gerais do Sistema Adutor definidas nas fases anteriores do estudo, designadamente no que diz respeito à alternativa global de eixo de adução selecionada (macro-alternativa AG2), localização da captação, vazões de dimensionamento e os resultados da simulação da operação do açude Castanhão. Na Figura 1.2.1 e no Desenho 777-B5-RF-01 representa-se o traçado geral do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza e a região atravessada.

Para uma compreensão completa dos estudos que antecederam e suportam o presente relatório são mencionados os seguintes principais relatórios anteriores:

- Relatório Final da Etapa A - Diagnóstico (3 Tomos); contém a descrição das infra-estruturas existentes e os estudos de base realizados.
- Relatório Final da Fase B1 – ; contém a definição e análise técnico-econômica-ambiental das macro-alternativas para o Sistema Adutor, conduzindo à seleção da solução adotada. Integra também a definição das curvas de custo de execução dos diferentes tipos de obra.

- Relatório Final da Fase B2/B3 – ; contém a compilação dos estudos setoriais realizados, designadamente topográficos e cartográficos, ambientais, socio-econômicos, geológicos e geotécnicos e pedológicos;
- Relatório Parcial da Fase B5 – ; contém a definição e análise técnica e econômica das principais variantes relativas à macro-alternativa selecionada para o Sistema Adutor.

Estes relatórios poderão ser consultados para um maior detalhamento dos temas mencionados, sendo no contexto do presente apresentado um resumo, embora razoavelmente detalhado, dos estudos realizados e conclusões obtidas.

1.3. ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

O presente relatório é composto por dois volumes, sendo o primeiro volume relativo aos textos e o segundo volume aos desenhos. O volume relativo aos textos encontra-se organizado em 6 capítulos e dois anexos.

O presente capítulo 1 apresenta o enquadramento dos estudos e o objetivo do relatório. No capítulo 2 são apresentados os dados de base que condicionam a implantação e o dimensionamento do Sistema Adutor e os principais resultados dos estudos de base realizados nas fases anteriores do Projeto.

No capítulo 3 são apresentadas as conclusões dos diferentes estudos setoriais realizados (topográficos e cartográficos, estudos ambientais, estudos socio-econômicos, estudos geológicos e geotécnicos e estudos pedológicos e estudos hidrológicos de drenagem).

O capítulo 4 consta da apresentação das diferentes alternativas consideradas nas fases anteriores do estudo para a transposição Castanhão-Fortaleza, sendo definida e justificada a alternativa selecionada.

No capítulo 5 é efetuado o detalhamento da solução adotada para o sistema adutor, nos seus aspectos de funcionamento hidráulico e de características físicas das suas obras componentes. É também feita uma descrição das variantes consideradas para os diferentes trechos do Sistema Adutor, analisadas em detalhes nas fase anteriores do estudo. É ainda efetuada a estimativa dos quantitativos e do orçamento de realização das obras.

Finalmente, no capítulo 6 são apresentadas as conclusões e recomendações do presente estudo.

No Anexo 1 apresenta-se o cálculo das perdas de carga ao longo do Sistema Adutor e a respectiva linha piezométrica e os quantitativos e orçamentos detalhados para as obras em linha das diferentes variantes analisadas. No Anexo 2 é apresentado o resumo dos quantitativos e orçamentos das diferentes obras que compõem o Sistema Adutor.

No volume de desenhos é apresentada a definição da solução adotada para o Sistema Adutor e as suas diferentes componentes.

Figura 1.2.1

Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza. Traçado da adução e localização da captação

CAPÍTULO 2

DADOS E ESTUDOS DE BASE

2. DADOS E ESTUDOS DE BASE

2.1. DADOS DE BASE

2.1.1. Considerações Gerais

Os dados de base necessários para a elaboração do Estudo de Viabilidade do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza dizem respeito essencialmente aos seguintes aspectos:

- Características das infra-estruturas existentes e que interferem com a adução;
- Cartografia e topografia;
- Geologia e geotecnia.

Nas seções seguintes são apresentados de forma sumária os dados de base utilizados para o presente relatório.

Os resultados das fases anteriores do estudos constituem também dados de base considerados para a elaboração do presente relatório, sendo resumidos nas seções seguintes do presente capítulo 2 (demandas hídricas, recursos hídricos e balanço hídrico) e nos capítulos 3 (estudos setoriais) e 4 (estudo das macro-alternativas para a transposição).

2.1.2. Infra-estruturas Existentes

A captação a realizar interfere necessariamente com as obras em execução ou já construídas do açude Castanhão, que condicionam quer a implantação da estruturas quer a concepção dos seus diferentes componentes. Foi assim necessário recolher informação detalhada relativa às obras já concluídas e ao projeto do açude, designadamente no que diz respeito à tomada de água construída e ao corpo em concreto rolado atualmente em construção.

O sistema elevatório do Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas no rio Banabuiú em Morada Nova constitui igualmente um ponto de interferência com o Sistema Adutor, dado que o primeiro trecho da adução irá terminar no reservatório do açude Curral Velho, sendo esse reservatório que recebe parte das vazões transportadas, destinadas ao referido projeto de irrigação. O segundo trecho do Sistema Adutor terá também início no açude Curral Velho, junto à ombreira esquerda do açude.

O Sistema Adutor irá atravessar e ligar-se ao sistema de açudes existentes nas Bacias Metropolitanas (açudes Pacajús-Pacoti-Riachão-Gavião), que atualmente abastecem Fortaleza, pelo que foi também necessário a recolha de elementos detalhados sobre esses açudes e sobre as estruturas hidráulicas que fazem a interligação entre os respetivos reservatórios.

No âmbito do presente estudo foi também necessário caracterizar o trecho final do Canal do Trabalhador, entre o rio Pirangí e o açude Pacajús, atendendo a que uma das variantes definidas para o Sistema Adutor considera a utilização, com ampliação de capacidade, desse trecho de canal existente.

A caracterização detalhada de cada uma destas estruturas foi apresentada no relatório final da Etapa A – Diagnóstico, elaborado no âmbito do presente estudo.

2.1.3. Cartografia e Topografia

A cartografia disponível na zona atravessada pelo sistema adutor consiste nas cartas à escala 1:100 000 da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste DRN-DC (SUDENE) e nas cartas à escala 1:25 000 e 1:20 000 do DNOS. Estas duas bases cartográficas foram digitalizadas e utilizadas nas fases de diagnóstico e viabilidade do projeto.

Existem também disponíveis na zona da captação levantamentos topográficos nas escalas 1:10 000, 1:5000 e 1:2000, realizados para o projeto do açude Castanhão e projetos de irrigação situados da margem esquerda do rio Jaguaribe (Chapadão do Castanhão).

O levantamento à escala 1:10000 abrange as diferentes componentes da captação, incluindo as tubulações de sucção e de recalque, enquanto que o levantamento à escala 1:5 000 inclui apenas a zona de transição entre as tubulações de recalque e o canal de adução. O levantamento disponível à escala 1:2000 abrange áreas da ombreira esquerda do açude, a montante do reservatório, que contudo foram sujeitas a profundas alterações durante a construção do açude, dado que os terrenos foram utilizados como zonas de empréstimo de materiais para o açude. É ainda provável que venham a sofrer novas alterações até ao fim da construção do açude.

Complementando estes elementos foi realizado para o presente estudo um levantamento aerofotogramétrico que consistiu na cobertura fotográfica na escala 1:15 000 ao longo da diretriz de todo o traçado do Sistema Adutor (segundo a alternativa selecionada definida na escala 1:25 000), e restituição aerofotogramétrica em escala 1:5.000, com curvas de nível espaçadas

de um metro, de uma faixa de 1km para cada lado do eixo do traçado. Esta base foi utilizada para ajuste final do traçado.

No âmbito do presente estudo foram ainda realizados os seguintes levantamentos topográficos na escala 1:5000 dos locais das travessias mais importantes ao longo do traçado da adução:

- Ombreira esquerda do açude Castanhão e do leito do rio Jaguaribe imediatamente a jusante da barragem, abrangendo as áreas de implantação das diferentes estruturas que integram a captação.
- Travessia do rio Banabuiú;
- Travessia do rio Pirangí;
- Rio Pirangí junto ao canal do Trabalhador;
- Travessia do rio Choró, junto ao açude Pacajús;
- Túnel e canal entre os açudes Riachão e Gavião).

Foi também realizado o levantamento à escala 1:2000 de uma faixa de largura média 30 m, ao longo do traçado das adutoras de sucção e de recalque e do traçado do Trecho 1, e o levantamento à escala 1:500 da área de implantação da estação de bombeamento.

2.1.4. Geologia e Geotecnia

Os elementos geológicos disponíveis consistem fundamentalmente na carta geológica do Ceará na escala 1:250 000 e respectivas memórias descritivas.

No que diz respeito à geotecnia encontram-se disponíveis resultados de sondagens e outros trabalhos de investigação realizados para a construção do açude Castanhão que, embora não tenham sido executados nos locais exatos de implantação das estruturas da captação, podem fornecer uma caracterização bastante detalhada das condições de fundação esperadas na zona.

No âmbito do presente projeto foram realizados um conjunto importante de investigações geotécnicas ao longo de todo o traçado do Sistema Adutor, com maior ênfase para a captação e para as principais travessias (ver capítulo 3 relativo aos estudos setoriais).

Foram assim realizadas sondagens mistas na zona de implantação da estação de bombeamento e de outras estruturas ao longo da adução e sondagens à percussão ao longo do traçado de adutoras e sifões. Foram também realizados poços de prospeção ao longo do traçado do canal e em locais de potenciais jazidas.

2.2. CONDICIONANTES FÍSICAS, SOCIAIS E AMBIENTAIS

Fatores fisiográficos naturais, obras existentes e definições preliminares dos Termos de Referência condicionaram a definição das diretrizes básicas de concepção das alternativas do sistema de transposição do Jaguaribepara a RMF.

A região atravessada pelo Sistema Adutor possui características morfológicas bastante favoráveis para a implantação de uma adução em superfície livre entre os pontos de origem na captação e de destino final na Região Metropolitana de Fortaleza, contudo apresenta também alguns outros aspectos morfológicos significativos que condicionam o traçado da adução, designadamente:

- Necessidade de uma elevação inicial das vazões derivadas a partir do açude Castanhão.
- A travessia da zona urbana da cidade de Nova Jaguaribara, no início do traçado da adução.
- A travessia do vale do rio Banabuiú, junto à cidade de Morada Nova e ligação ao açude Curral Velho.
- A travessia da Serra do Félix, que constitui um ponto alto do traçado do Sistema Adutor, definindo alternativas de locais de passagem com variantes de cotas e comprimentos de túneis e canais.
- O rio Pirangí como trecho natural de condução provisória em uma primeira fase do projeto, ou definitiva, ao longo de 30 km, das proximidades da cidade de Cristais até o cruzamento com o Canal do Trabalhador.
- O Canal do Trabalhador: como adutor até o açude Pacajus em seu trecho final de aproximadamente 30 km, após a travessia do Pirangi e a possibilidade de interligação com trecho de montante como uma opção à captação de Itaiçaba para a irrigação das áreas laterais ao referido trecho, que operaria com fluxo invertido.
- A travessia do rio Choró e eventual ligação ao açude Pacajús, com o seu sistema adutor Pacajus-Ererê-Pacoti atualmente em condições precárias de operação, com capacidade de projeto limitada a 7,0 m³/s, mas com condições de ser inicialmente integrado ao novo sistema adutor.
- Interligação com o sistema de açudes das bacias metropolitanas, Pacoti-Riachão-Gavião. O açude Pacoti como ponto intermediário de recepção e a limitação de capacidade do sistema existente composto de canal-túnel Pacoti-Riachão-Gavião, a uma vazão de cerca de 7,0 m³/s.

- O açude Gavião como ponto final do Sistema Leste alimentando a ETA existente e o início do Sistema Oeste.

Outro fator que condiciona o traçado do Sistema Adutor consiste na necessidade de prever a alimentação de projetos de irrigação existentes ou previstos na sua região de influência.

O açude Castanhão, atualmente em construção, condiciona também a concepção do Sistema Adutor e a sua execução, designadamente no que diz respeito às estruturas da captação d'água que terão de se integrar com as estruturas existentes.

O Canal do Trabalhador constitui uma transposição da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza, que se encontra atualmente em operação. Para além da sua utilização em complementaridade do novo Sistema Adutor, poderá prevêr-se a utilização do trecho final do Canal do Trabalhador, numa primeira etapa de funcionamento do Sistema Adutor, para o transporte das vazões derivadas no açude Castanhão em substituição do trecho entre o rio Pirangí e o açude Pacajús. A utilização futura do Canal do Trabalhador ficará contudo reservada essencialmente para a alimentação de projetos de irrigação a desenvolver ao longo do seu traçado.

A caracterização mais detalhada dos sistemas existentes, a integrar com o novo sistema adutor é realizada no capítulo 5, relativo ao detalhamento da solução adotada para o Sistema Adutor.

2.3. PRINCIPAIS ESTUDOS EXISTENTES

A idéia de reforçar o sistema de abastecimento d'água de Fortaleza com águas da bacia do Jaguaribe teve origem na grande crise do início dos anos oitenta, quando se aventou a possibilidade de implementar um sistema de adução a partir do açude Orós; naquela visão, a diretriz tenderia claramente a passar pelo açude Banabuiú, provavelmente integrando-se à sua bacia hidráulica, e em seguida ao açude Pedras Brancas.

Posteriormente, quando se elaborou o projeto do açude Castanhão, então associado à primeira versão do Projeto de Transposição do Rio São Francisco (DNOCS,1983), manteve-se a mesma idéia, só que agora originando-se a adução para a RMF no ac. Castanhão, sem maiores definições sobre o tipo de obra, mas mantendo-se a integração com os mesmos açudes Banabuiú e Pedras Brancas.

Na realidade, foi com o surgimento do PROGERIHR, em 1995, que o projeto começou a tomar forma, sendo considerado desde o início como um dos pilares do Programa.

Àquela época, o eixo de transferência foi preliminarmente imaginado, conforme apresentado simplificada na [Figura 2.3.1](#), também integrando os açudes Castanhão, Banabuiú, Pedras Brancas ao Sistema Pacoti/Riachão/Gavião, com utilização das calhas naturais dos rios Pirangi ou Choró; para o lado oeste da RMF, o sistema seria complementado através da interligação entre os açudes Gavião, Ceará, Anil, Cauhípe e Sítios Novos. Observa-se, claramente, a filosofia predominante de integração das bacias hidráulicas dos açudes a partir de um conjunto de canais, obras de elevação e de transposição, desenvolvendo-se pelos terrenos acidentados próximos dos divisores d'água.

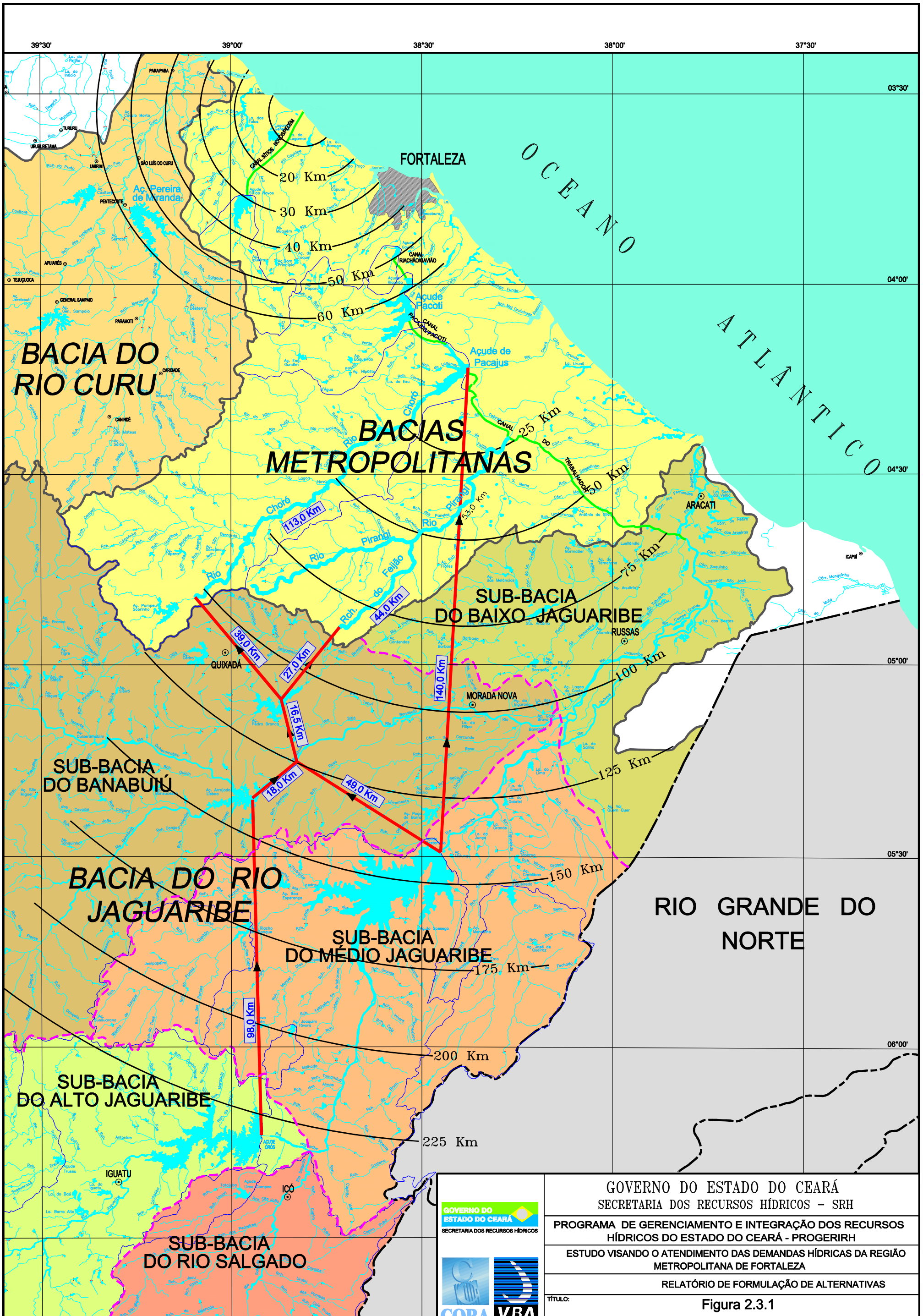
Com o processo de implantação do Complexo Portuário do Pecém, tornou-se necessária a elaboração do seu projeto de suprimento d'água, definido então com base no açude Sítios Novos, barrando o rio São Gonçalo, que foi priorizado para ser construído. O estudo, contratado pela SRH/SOHIDRA à VBA, definiu um canal, com 2,00 m³/s, originário no próprio açude, complementado ao final por uma curta adução forçada, que atingiria a reservação para o Complexo; tal sistema adutor já encontra-se hoje implantado.

Praticamente à mesma época, foram contratados pela CAGECE, também à VBA, os projetos de saneamento das Praias Oeste de Fortaleza e do Complexo Portuário do Pecém, a primeira sendo área prioritária do projeto PRODETUR, de desenvolvimento do turismo do Ceará, que se inicia vizinha à Fortaleza e se estende ao longo dos municípios de Caucaia e São Gonçalo, na direção oeste até a zona do Complexo Portuário.

A concomitância de elaboração de ambos os projetos pela mesma empresa terminou por conduzir à definição de um sistema integrado de canais e adutoras, com origem no açude Gavião. Tal sistema, mostrado na [Figura 2.3.2](#), foi denominado de “Eixo das Metropolitanas” sendo incorporado ao PROGERIHR; ele alterou significativamente a feição anterior da integração, agora realizada nos terrenos planos muito mais próximos dos centros de demanda e do litoral, bem como com maior eficiência, face à grande redução das perdas por evaporação nos espelhos dos açudes e nas aduções complementares anteriormente necessárias.

A elaboração, pela SRH/VBA, do “Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas”, no período 1997/99, se constituiu em fator fundamental para a consolidação destes eixos de integração; em uma de suas fases, foi alvo específico de uma análise de traçado, dimensões e pré-viabilidade técnico-econômica.

Com o decorrer do processo de maturação do PROGERIHR, envolvendo também os consultores do Banco Mundial, os dois eixos, como obrigatoriamente teria de ser, foram reunidos em um único, ora denominado de “Eixo Castanhão/RMF”. [A Figura 2.3.3](#) mostra, também de forma simplificada, o caminhamento global deste Eixo.



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

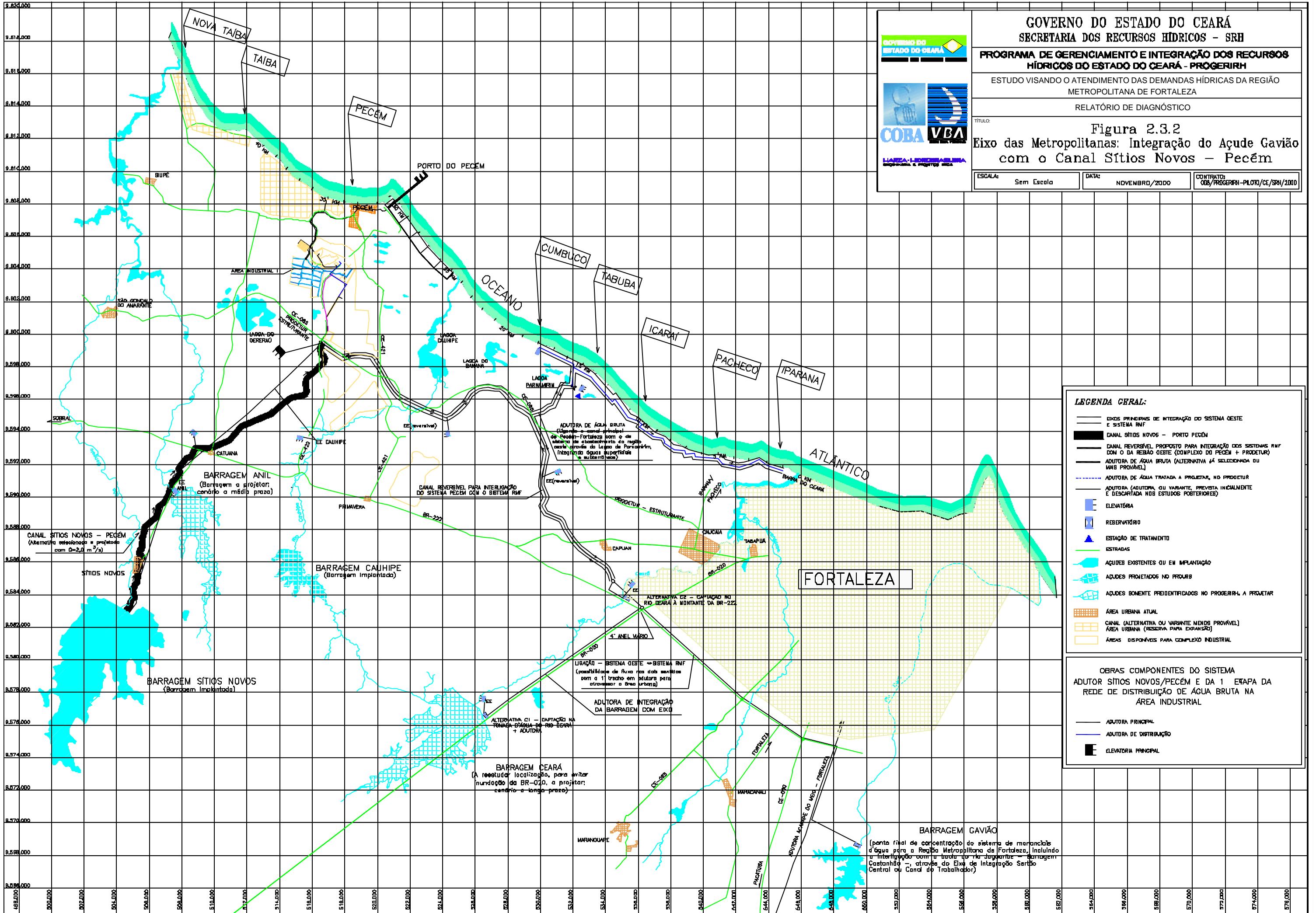
RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS

TÍTULO:
Figura 2.3.1
Diretrizes Gerais do Eixo de Integração das Bacias Jaguaribe e Metropolitanas

ESCALA: 1/1.000.000 DATA: MARÇO/2001 CONTRATO: 008/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2000

Figura 2.3.2 – Eixo das Metropolitanas: Integração do açude Gavião ao Canal Sítios Novos/Pecém

(A3, cores)



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIHR
 ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
 RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO

TÍTULO: **Figura 2.3.2**
Eixo das Metropolitanas: Integração do Açude Gavião com o Canal Sítios Novos - Pecém

ESCALA: Sem Escala DATA: NOVEMBRO/2000 CONTRATO: COB/PROGERIHR-PILOI/CE/SRH/2000

LEGENDA GERAL:

- EIXOS PRINCIPAIS DE INTEGRAÇÃO DO SISTEMA GESTE E SISTEMA RNF
- CANAL SÍTIOS NOVOS - PORTO PECÉM
- CANAL REVERSÍVEL PROPOSTO PARA INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS RNF COM O DA REBÃO GESTE (COMPLEXO DO PECÉM + PRODUTUR)
- ADUTORA DE ÁGUA BRUTA (ALTERNATIVA JA SELECIONADA OU MAIS PROVÁVEL)
- ADUTORA DE ÁGUA TRATADA A PROJETAR, NO PROGETUR
- ADUTORA (ADUTORA OU VARIANTE, PREVISTA INICIALMENTE E DESCARTADA NOS ESTUDOS POSTERIORES)
- E ELEVATÓRIA
- RESERVATÓRIO
- ESTAGIÃO DE TRATAMENTO
- ESTRADAS
- AÇUDES EXISTENTES OU EM IMPLANTAÇÃO
- AÇUDES PROJETADOS NO PROURB
- AÇUDES BOMENTE PREIDENTIFICADOS NO PROGERIHR, A PROJETAR
- ÁREA URBANA ATUAL
- CANAL (ALTERNATIVA OU VARIANTE MENOS PROVÁVEL)
- ÁREA URBANA (RESERVA PARA EXPANSÃO)
- ÁREAS DISPONÍVEIS PARA COMPLEXO INDUSTRIAL

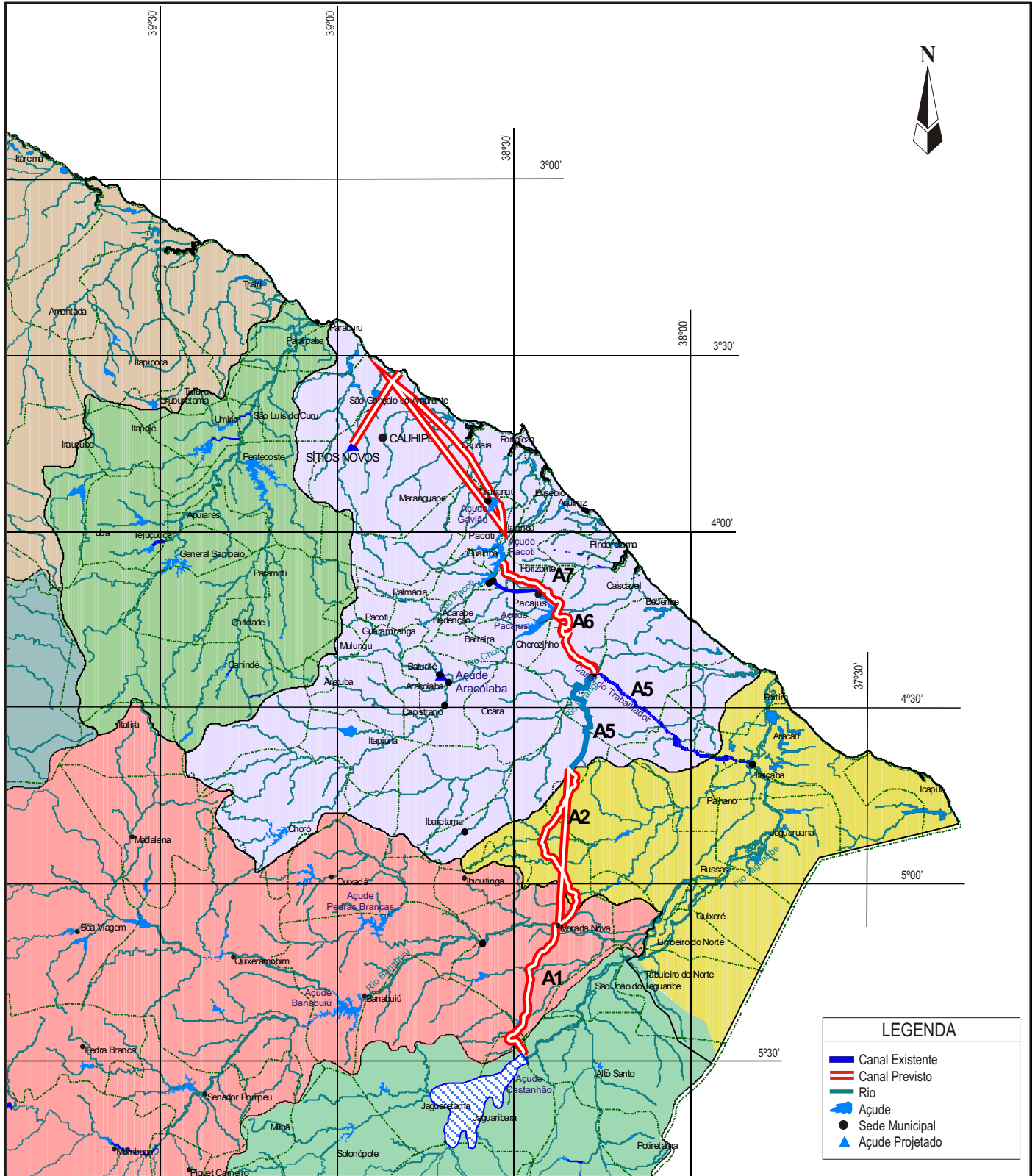
OBRAS COMPONENTES DO SISTEMA ADUTOR SÍTIOS NOVOS/PECÉM E DA 1ª ETAPA DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA BRUTA NA ÁREA INDUSTRIAL

- ADUTORA PRINCIPAL
- ADUTORA DE DISTRIBUIÇÃO
- E ELEVATÓRIA PRINCIPAL

9.624.000
9.614.000
9.610.000
9.614.000
9.612.000
9.610.000
9.608.000
9.606.000
9.604.000
9.602.000
9.600.000
9.598.000
9.596.000
9.594.000
9.592.000
9.590.000
9.588.000
9.586.000
9.584.000
9.582.000
9.580.000
9.578.000
9.576.000
9.574.000
9.572.000
9.570.000
9.568.000
9.566.000
9.564.000

NOVA TAÍBA
TAÍBA
PECÉM
PORTO DO PECÉM
CUMBUCO
TABUBA
ICARAI
PACHECO
IPARANA
ATLÂNTICO
FORTALEZA
BARRAGEM ANIL (Barragem a projetar, cenário a médio prazo)
BARRAGEM CAUHIPE (Barragem implantada)
BARRAGEM SÍTIOS NOVOS (Barragem implantada)
BARRAGEM CEARÁ (A respeito da localização, para evitar inundação da BR-020, a projetar, cenário a longo prazo)BARRAGEM GAVIÃO (ponto final de concentração do sistema de mananciais de água para a Região Metropolitana de Fortaleza, incluindo a interligação com o canal do rio Jaguaribe - Barragem Castanhão - através do Eixo de Integração Sítios Central ou Canal de Trabalhador)

9.624.000
9.622.000
9.620.000
9.618.000
9.616.000
9.614.000
9.612.000
9.610.000
9.608.000
9.606.000
9.604.000
9.602.000
9.600.000
9.598.000
9.596.000
9.594.000
9.592.000
9.590.000
9.588.000
9.586.000
9.584.000
9.582.000
9.580.000
9.578.000
9.576.000
9.574.000
9.572.000
9.570.000
9.568.000
9.566.000
9.564.000



A1 - Eixo Castanhão - Banabuiú
A2 - Eixo Banabuiú - Pirangi
A5 - Trecho do Rio Pirangi Perenizado entre os Canais A2 e A6
A6 - Canal do Trabalhador Pirangi - Pacajus
A7 - Canal Ererê (Pacajus - Pacoti)
Trechos componentes da alternativa preliminar do Eixo Jaguaribe-RMF



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH

ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO

TÍTULO: **Figura 2.3.3**
Eixo Castanhão - Sistema Metropolitanas como apresentado no PGAM

2.4. ESTUDO DE DEMANDAS HÍDRICAS

2.4.1. Objetivos

O Estudo de Demandas Hídricas desenvolvido está detalhadamente mostrado no Capítulo 2 do “Relatório de Diagnóstico”, rerepresentando-se agora somente uma síntese dos principais elementos.

O estudo teve os seguintes objetivos principais:

- quantificação dos diversos tipos de demandas (abastecimento humano, industrial, turístico, animal e irrigação) para os trechos de interesse da RMF+entorno, tomando por base os resultados do Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas-PGAM, efetuando os reajustes considerados necessários, sobretudo na demanda industrial e do Complexo Portuário e Industrial do Pecém;
- quantificação dos mesmos diversos tipos de demandas dentro da Bacia do Jaguaribe para os trechos de interesse do projeto, em qualquer das alternativas de integração, tomando por base os estudos do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe-PGAJ, incluindo os reajustes e complementações indispensáveis;
- consolidação final das demandas hídricas agregadas à cada alternativa de traçado.

O horizonte de projeto foi o ano 2030, sendo, entretanto, estudados todos os intermediários a cada 5 anos a partir do ano 2000.

2.4.2. Área de abrangência

A região de interesse direto do estudo compreendeu:

- nas Bacias Metropolitanas: os municípios integrantes da RMF e entorno, a faixa de influência direta ao longo das alternativas de traçado do eixo dentro do limite destas bacias e a faixa de influência do Canal do Trabalhador;
- na Bacia do Jaguaribe: os municípios da sub-bacia do rio Banabuiú, limitando-se às áreas a jusante do açude homônimo e do açude Pedras Brancas, e os das sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe, restringindo-se às áreas a jusante dos

reservatórios Orós e Castanhão, incluindo, ainda, o município de Iguatu e o projeto de irrigação Icó/Lima Campos.

a) Centros de Demanda

O [Mapa 2.1](#) apresenta a distribuição espacial dos principais centros de demanda considerados no estudo.

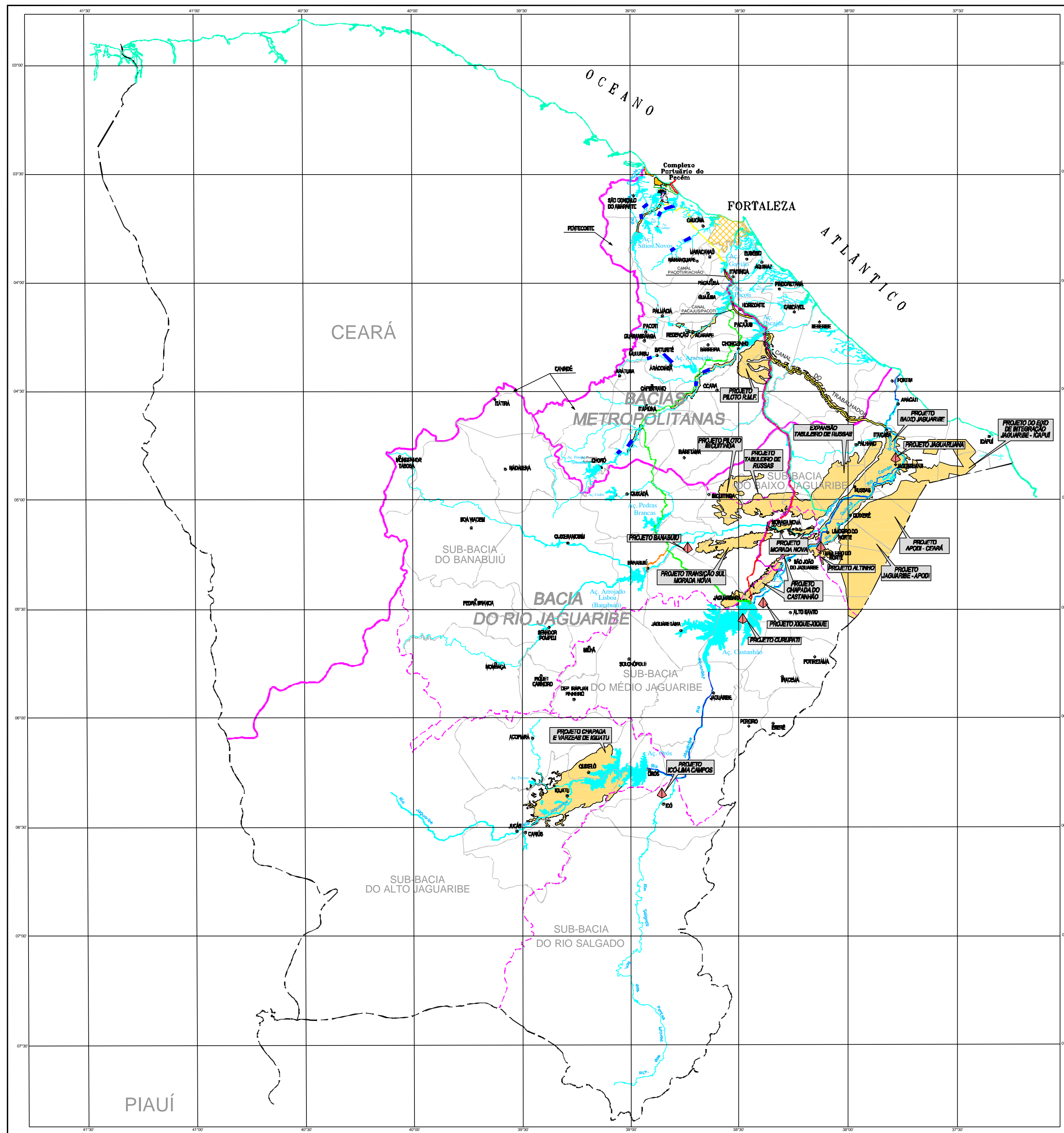
O principal centro de demanda é a Região Metropolitana de Fortaleza-RMF. Até pouco tempo, a RMF oficial era formada pelos municípios de Fortaleza, Caucaia, Maracanaú, Maranguape, Pacatuba, Guaiúba, Itaitinga, Eusébio e Aquiraz; recentemente, nova Lei incorporou os municípios de São Gonçalo do Amarante, Horizonte, Pacajus e Chorozinho. Além do mais, face ao seu potencial turístico o município de Cascavel foi também admitido como parte integrante direta do Projeto, e por uma questão de continuidade de área também o município de Pindoretama. A esta área global foi atribuída a denominação “RMF + entorno”.

Foram, também, definidos como centros de demanda os projetos de irrigação, tanto os atuais e os programados, como as novas áreas irrigáveis viabilizadas pelo Eixo.

Em suma, foram considerados os seguintes projetos: Icó/Lima Campos, na sub-bacia do Salgado; Chapada e Várzeas do Iguatu, na sub-bacia do Alto Jaguaribe, imediatamente a montante do açude Orós; Xique-Xique, Altinho, Curupati e Chapadão do Castanhão na sub-bacia do Médio Jaguaribe; Banabuiú, Morada Nova, Tabuleiro de Russas, Transição Sul (Projeto Roldão) e o Projeto Piloto Ibicuintinga, na sub-bacia do Banabuiú; Jaguaruana, Jaguaribe-Apodi, Baixo Jaguaribe, Icapuí e a expansão do Tabuleiro de Russas (ex-Transição Norte), na sub-bacia do Baixo Jaguaribe.

Ainda foi admitida como centro de demanda a região de influência do Canal do Trabalhador, que engloba 6 mil hectares de área irrigável identificados no PGAM.

Finalmente, em adição foi também definida uma mancha de solo potencialmente irrigável com 3 mil hectares, a qual será denominada de agora em diante como Projeto Piloto RMF, distribuída nos municípios de Chorozinho, Ocara e Cascavel.



Sub-Bacia	Projeto	Localização Município	Área (ha)	Áreas (ha)						
				2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BACIA DO JAGUARIBE										
Sageste	Ind-Una Corumbá	SSB	2714	2712	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Alto Jaguaribe	Projeto Capote e Várzea de Aguiar	Aguiar e Quilés	288	2.833	3.800	7.800	7.800	7.800	7.800	7.800
Méio Jaguaribe	Itaba-Itaja	Itaó Serra	483	136	340	340	340	340	340	340
	Itaja	Tabuleiro do Norte	204	204	204	204	204	204	204	204
	Curupiti	Jaguaribe	526,3	472	529	529	529	529	529	529
	Chapote de Odebrecht	Jaguaribe, Morais Nova e Itaó Serra	8.000	0	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
Banabuiú	Banabuiú	Banabuiú	94	94	94	94	94	94	94	94
	Morais Nova	Morais Nova e Limoeiro do Norte	3.811	3.811	3.811	3.811	3.811	3.811	3.811	3.811
	Transposição Sul	Morais Nova	8.000	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
	Transposição de Banabuiú (2º Etapa)	Morais Nova	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	Projeto Pico de Sertão	Jaguaribe e Morais Nova	3.000	0	1.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	Reestruturação	Jaguaribe	201,95	202	202	202	202	202	202	202
	Itabaíto-Jaguaribe	Tabuleiro do Norte	5.263	3.689	5.263	5.263	5.263	5.263	5.263	5.263
	Itaja-Capote	Itaja, Jaguaribe e Aguiar	3.000	0	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
	Itaja-Capote	Itaja e Jaguaribe	3.000	0	1.300	2.000	3.700	5.000	5.000	5.000
	Bacia Jaguaribe	V. Norte, L. Norte, Odebrecht, Jaguaribe, Itaja	10.000	5.801	7.681	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	Transposição de Banabuiú (2ª Etapa)	Núcleo	3.000	0	0	2.000	3.000	3.000	3.000	3.000
BACIAS METROPOLITANAS										
Bacia Rio Pirangi	Projeto Pico de Sertão	Cariacica, Charcoira, Odebrecht, Charcoira e Pastora	3.000	0	1.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Bacia Rio Chodé	Canal de Transposição	Itaja, Banabuiú, Capote, Charcoira e Pastora	8.000	999	3.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Bacia Rio Pissol	Área e monitoria de Aq. Pastora-Ribeira	Itaja, Banabuiú, Capote, Charcoira, Odebrecht, Odebrecht e Pastora	287	158	145	198	198	287	287	287
	Área e monitoria de Aq. Pastora	Capote, Charcoira, Odebrecht, Odebrecht e Pastora	3.243	0	811	1.623	2.434	3.243	3.243	3.243
	Área e monitoria de Aq. Pastora-Ribeira	Itaja, Banabuiú, Capote, Charcoira, Pastora e Pastora	712	0	178	358	634	712	712	712

NOTA: 1 - irrigação manual;
2 - irrigação direta.

Legenda

- Projeto de Transposição
- Troncos de Alta Potencialidade
- Alternativa A01
- Alternativa A02
- Alternativa A03
- Alternativa A04
- Alternativa A05
- Valentes Complementares de Alternativa A05C0p
- Hidro-Canoa (Canais/Passos)
- Sub-Projetos Integráveis
- Projetos de Irrigação Implementados e em operação
- Áreas em Projeto de Irrigação
- Linhas de Bacia Hidrográfica
- Linhas das Sub-Bacias Hidrográficas
- Comunidade
- Linhas Industriais
- Canais Existentes
- Rede Hidrográfica
- Áreas Urbanas e L. Águas
- Canais de Água (Obras, Alagados)

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH

ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO

TÍTULO: Mapa 2.1
Área de Abrangência: Projetos de Irrigação e Áreas Irrigáveis

ESCALA: 1:100.000 DATA: NOVEMBRO/2000 CONTRATO: 006/PROGERIRH/PILOTO/DESENVOLV

b) Faixas de Influência Direta (FID)

Foi definida como área de influência direta a faixa marginal de 10 km (para cada lado) ao longo do percurso das águas transpostas ou ao longo do leito dos rios envolvidos no Projeto; essa faixa serviu como referência para as estimativas das demandas hídricas difusas.

Para a avaliação das necessidades hídricas do abastecimento das populações urbanas foram consideradas, além das localidades inseridas na faixa citada, todas aquelas cidades de maior porte (da ordem de 5 mil habitantes ou mais, segundo registro do censo demográfico de 1996) situadas até uma distância de aproximadamente 50 km em relação ao eixo do percurso e que tenham, ou possam vir a ter no futuro, uma solução de abastecimento viável garantida a partir de captações nos cursos d'água beneficiados pelo projeto.

Ressalte-se que não foram consideradas as cidades dentro do raio de 50 km, em cada alternativa, que possuam (construído ou em construção) um manancial de abastecimento próprio, como é o caso de: Acarape, Barreira e Redenção, abastecidas pelo açude Acarape do Meio; Aracoíaba e Baturité, com atendimento a ser garantido pelo açude Aracoíaba; Ocara, Itapiúna e os distritos Caio Prado e Itans, com abastecimento através do açude Castro.

As faixas estudadas disseram respeito às macro-variantes de traçado do Eixo, cujo descrição muito sucinta é feita a seguir (elas são muito mais detalhadas em capítulo posterior deste relatório), à área de influência do Canal do Trabalhador e aos trechos perenizados dos rios, como discriminado abaixo:

i - Alternativa AG1:

- Corresponde à alternativa de Eixo superior, cuja tomada d'água se dá no açude Castanhão, interliga os açudes Banabuiú e Pedras Brancas, segue pelas bacias dos rios Choró e Pacoti e deságua no açude Pacoti-Riachão;

ii – Alternativa AG2:

- Corresponde à alternativa de Eixo intermediário, cujo traçado se dá a partir da captação no açude Castanhão e segue pela diretriz ac.Curral Velho/ Serra do Félix, com duas variantes de ligação com o sistema de reservatórios da RMF: a primeira consiste em uma ligação direta com o açude Pacajus e, a segunda utiliza inicialmente o rio Pirangi como adutor e, em seguida, o trecho final do Canal do Trabalhador;

iii – Alternativa AG3:

- Faixa inicial de 20 quilômetros após tomada d'água feita no próprio rio Jaguaribe perenizado, a 31 km a jusante do Castanhão, nas proximidades da localidade de São Brás; posteriormente encontra o traçado da alternativa anterior (AG2), com a qual se confunde;

iv – Alternativa AG4:

- Corresponde à alternativa de Eixo inferior, onde a captação, também feita no rio Jaguaribe, se dá na localidade de Flores, 75 km a jusante do Castanhão; de forma idêntica à anterior, se conecta com a AG2;

v – Alternativa AG5:

- Corresponde ao traçado do Canal do Trabalhador;

vi – Eixo Oeste: Ac. Gavião/Porto do Pecém:

- Consiste na faixa margeante ao prolongamento do Eixo para o lado oeste da RMF, que supriria, também, o Complexo Industrial e Portuário do Pecém. Sua importância em termos de definição de demandas agregadas ao projeto diz respeito apenas aos usos difusos, visto que todas as demandas urbanas dos municípios percorridos por esse eixo, inclusive as das sedes distritais e industriais, já foram computadas nas demandas da RMF+entorno;

vii – Rio Jaguaribe Perenizado:

- As demandas ao longo do percurso do rio Jaguaribe, a partir do açude Orós, estão associadas ao estudo na medida em que perfazem as regiões doadoras de água para as demais; estas foram sub-divididas em dois grupos:
 - demandas agregadas ao açude Orós;
 - demandas agregadas ao açude Castanhão.

2.4.3. Critérios e Metodologias Utilizadas

2.4.3.1. Considerações gerais

Um estudo de demandas hídricas que necessite de projeções para diferentes horizontes pode, a princípio, aparentar ser uma tarefa simples, mas, na realidade, termina por se mostrar complexa, principalmente devido não só ao número de variáveis a serem consideradas, como à dificuldade de se prever e mensurar adequadamente os fatores influentes, marcadamente dependentes de decisões políticas e econômicas, que podem alterar completamente os padrões de crescimento planejados.

2.4.3.2. Demanda Humana Urbana (DHUR)

a) Projeções Populacionais

No caso do crescimento populacional, buscou-se no presente estudo consolidar uma metodologia que aliasse, às técnicas tradicionais, avaliações extras de impactos de políticas de desenvolvimento programadas para os diversos municípios envolvidos no projeto. Assim, distribuiu-se os municípios nas seguintes categorias:

- os municípios de Fortaleza, Caucaia (sem as Praias Oeste), Maracanaú e Eusébio, seguindo o mesmo critério já utilizado no PGAM, teve suas projeções populacionais vinculadas ao Plano Diretor da CAGECE-Companhia de Água e Esgotos do Ceará;
- os municípios de Caucaia (Praias Oeste) e São Gonçalo do Amarante, diretamente beneficiados por projetos de infra-estrutura de grande porte atualmente em implantação (PRODETUR/NE, no caso de Caucaia e a construção do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, no caso de São Gonçalo do Amarante), que certamente serão grandes incentivadores do crescimento econômico e, conseqüentemente, populacional;
- os municípios de Barreira, Cascavel, Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba, que já possuem Distritos Industriais ou têm programados sua implantação, também incentivadores do crescimento econômico e populacional;
- os demais municípios, sem programação atual ou planejada de investimentos econômicos importantes, envolvendo dentro da “RMF+entorno” os municípios de Guaiúba, Aquiraz, Chorozinho e Pindoretama; e,

- todos aqueles municípios da bacia do Jaguaribe associados ao projeto.

Os dados básicos utilizados para a elaboração do presente estudo de demanda para abastecimento humano foram divulgados pelo IBGE através dos censos demográficos de 1970 a 1996; e salientar que, para evitar interpretações equivocadas das tendências populacionais nos municípios, foram subtraídas das populações censitárias de um determinado ano as populações dos distritos emancipados após este ano.

b) Municípios de Fortaleza, Eusébio, Maracanaú e Caucaia (sem as Praias Oeste)

A projeção populacional da cidade de Fortaleza foi realizada de forma integrada com as cidades de Caucaia, Eusébio e Maracanaú, tomando por base as projeções populacionais efetivadas no Plano Diretor da CAGECE no horizonte de 2015, tendo sido prolongadas até o ano de 2030. Os resultados estão no [Quadro 2.4.1](#).

c) Municípios de Caucaia (Praias Oeste) e São Gonçalo do Amarante

Utilizou-se para ambos os municípios um método misto de projeção populacional: para as áreas urbanas diretamente beneficiadas (Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba, e Cumbuco em Caucaia e Pecém e Taíba em São Gonçalo do Amarante), fez-se a projeção através da avaliação de cenários quinquenais de população, supondo-se a saturação da região, com densidade demográfica de 80 hab/ha, em 20 anos; para as demais áreas urbanas, fez-se a projeção pelos métodos tradicionais.

Contudo, a existência de um estudo específico sobre o Complexo Industrial e Portuário do Pecém (Pecém Industrial Complex Infrastructure Study), contratado pelo Governo do Estado, através da SEINFRA, e adotado como Plano Diretor para a região de influência do Porto do Pecém é o documento oficial do estado do Ceará, tendo modificado as projeções anteriormente feitas para o município de São Gonçalo do Amarante. Assim, para tal município as projeções foram, também, efetivadas de modo misto. Os resultados finais encontram-se no [Quadro 2.4.2](#).

c) Municípios de Barreira, Cascavel, Horizonte, Itaitinga, Maranguape, Pacajus e Pacatuba

Para estas cidades empregou-se um método que alia, às técnicas tradicionais, cenários de crescimento populacional em função do número de novos empregos gerados nos DI's. Para estimar a população a partir do número de empregos, considerou-se duas premissas básicas julgadas representativas da região em estudo:

Quadro 2.4.1 - Consolidação da Projeção Populacional Urbana dos Municípios de Fortaleza, Caucaia, Eusébio e Maracanaú

Município	Horizonte													
	2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.
Fortaleza	2.138.757	2,13%	2.376.447	2,13%	2.632.809	2,10%	2.901.142	2,00%	3.181.209	1,90%	3.440.105	1,67%	3.713.854	1,62%
Caucaia	229.760	5,04%	266.354	3,00%	307.459	2,78%	352.982	2,78%	405.247	2,78%	464.796	2,78%	533.096	2,78%
Eusébio	34.239	5,92%	42.668	4,50%	51.457	2,80%	58.730	2,80%	66.447	2,50%	70.350	1,53%	72.856	1,19%
Maracanaú	161.392	0,30%	211.936	5,60%	271.966	4,39%	328.374	2,80%	388.020	3,99%	430.967	2,65%	451.928	1,94%

Quadro 2.4.2 - Consolidação da Projeção Populacional Urbana dos Municípios de Caucaia e São Gonçalo do Amarante

Município	População (habitantes)						
	Horizonte						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Município de Caucaia							
Iparana	9.800	17.131	21.000	27.609	25.000	29.702	29.702
Pacheco	8.600	15.033	21.000	24.228	25.000	26.065	26.065
Icarai	15.200	26.570	33.600	42.822	40.000	46.069	46.069
Tabuba	12.500	21.851	32.340	35.215	38.500	37.886	37.886
Cumbuco	7.680	13.425	23.610	21.636	34.500	23.277	23.277
Total	53.780	94.010	131.550	151.510	163.000	163.000	163.000
Município de São Gonçalo do Amarante							
SGAmarante	23.413	35.043	52.449	62.567	74.636	89.034	106.210
Zona Industri	78.125	156.500	313.500	470.000	470.000	470.000	470.000
Zona Urbana	25.000	50.000	100.000	150.000	150.000	150.000	150.000
Total	126.538	241.543	465.949	682.567	694.636	709.034	726.210

- apenas 30% dos novos empregos são absorvidos pela população local (projetada pelos métodos tradicionais) enquanto os outros 70% são absorvidos por populações de outras regiões atraídas pelas ofertas de emprego; e,
- para cada novo emprego considera-se uma família composta por cinco pessoas.

O número de empregos em um determinado ano foi obtido pela projeção geométrica do número atual utilizando-se como taxa de crescimento àquela da população urbana das Bacias Metropolitanas, como um todo, para o último intervalo censitário (1991/96) igual a 2,41% ao ano; entretanto, após atingida a ocupação máxima (saturação) de determinado D.I, considerou-se não mais haver geração de emprego industrial no mesmo.

O [Quadro 2.4.3](#) a seguir apresenta os resultados finais.

d) Demais Municípios

A projeção populacional foi elaborada a partir da seguinte metodologia: para a população urbana, os ajustes dos métodos logístico e da taxa de incremento decrescente foram comparados, escolhendo-se como resultado o mais representativo do crescimento de cada município; quando não foi possível obter bons ajustes para estes métodos, avaliou-se todos os demais escolhendo-se o melhor entre eles.

Os resultados finais, por município, estão mostrados no [Quadro 2.4.4](#), onde também apresenta-se o tipo de projeção utilizada em cada caso específico.

e) Alocação das Projeções por Faixa

Os resultados distribuídos dentro do município, já alocados de acordo com cada faixa e alternativa de Eixo, estão apresentados no [Quadro 2.4.5](#), para os municípios das Bacias Metropolitanas e no [Quadro 2.4.6](#) para os da Bacia do Jaguaribe.

f) Estimativa das Demandas

Os consumos “per capita” líquidos utilizados no estudo de demandas foram os abaixo listados:

- menos de 5.000 habitantes = 95 l/hab. x dia;
- entre 5.000 e 20.000 hab. = 103 l/hab. x dia;
- entre 20.000 e 100.000 hab. = 112 l/hab. x dia;
- acima de 100.000 hab. = 150 l/hab. x dia.

Quadro 2.4.3 - Projeções Populacionais Urbanas dos Municípios de Barreira, Cascavel, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Pacajus e Pacatuba

Município	Horizonte						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Município de Barreira (Logístico)							
PGE	27	191	133	474	238	238	238
PMT	7.328	9.024	10.067	10.617	10.883	11.007	11.063
PUC	7.355	9.215	10.200	11.091	11.121	11.245	11.301
Município de Cascavel (Logístico)							
PGE	1.012	2.986	4.960	7.404	8.870	8.870	8.870
PMT	49.079	54.058	60.003	64.570	70.871	79.477	89.012
PUC	50.092	57.045	64.963	71.974	79.741	88.347	97.882
Município de Horizonte (Exponencial)							
PGE	1.121	3.252	4.531	4.531	4.531	4.531	4.531
PMT	16.264	18.726	21.176	23.614	26.039	28.453	30.855
PUC	17.385	21.978	25.707	28.145	30.571	32.984	35.386
Município de Itaitinga (Logística)							
PGE	65	191	318	474	568	568	568
PMT	25.127	26.784	27.768	28.327	28.637	28.806	28.898
PUC	25.192	26.975	28.086	28.801	29.205	29.374	29.465
Município de Maranguape (Logístico)							
PGE	1.191	3.456	4.815	4.815	4.815	4.815	4.815
PMT	66.081	70.876	77.318	82.730	88.498	94.647	101.200
PUC	67.272	74.332	82.133	87.545	93.313	99.462	106.016
Município de Pacajus (Exponencial)							
PGE	1.160	3.368	4.693	4.693	4.693	4.693	4.693
PMT	30.856	33.209	37.094	40.076	43.270	46.692	50.358
PUC	32.017	36.577	41.786	44.768	47.962	51.384	55.051
Município de Pacatuba (Exponencial)							
PGE	710	2.095	3.479	5.194	6.222	6.222	6.222
PMT	55.098	61.758	69.579	75.957	83.917	93.900	104.990
PUC	55.808	63.853	73.058	81.150	90.139	100.123	111.212

Legenda: NNE - Número de Novos Empregos
PGE - População Gerada pelos Empregos
PUC - População Urbana Consolidada

Quadro 2.4.4 - Consolidação da Projeção Populacional Urbana dos Demais Municípios

Bacia Hidrográfica	Município	Método de Projeção	População Projetada													
			2000		2005		2010		2015		2020		2025		2030	
			Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.	Pop.	Tx.Veg.
Bacias Metropolitanas																
Bacia do Pacoti	Aquiraz	Logístico	50.478	1,82%	54.293	1,25%	57.054	0,84%	58.973	0,56%	60.272	0,37%	61.133	0,24%	61.698	0,15%
Bacia do Choró	Aracoiaba	Geométrico	11.481	1,14%	12.150	1,14%	12.859	1,14%	13.609	1,14%	14.402	1,14%	15.242	1,14%	16.131	1,14%
Bacia do Pirangi	Beberibe	Geométrico	10.638	0,72%	11.040	0,72%	11.429	0,72%	11.861	0,72%	12.279	0,72%	12.744	0,72%	13.209	0,72%
Bacia do Choró	Chorozinho	Exponencial	8.383	2,81%	9.524	2,45%	10.660	2,17%	11.791	1,95%	12.915	1,77%	14.034	1,62%	15.148	1,49%
Bacia do Pacoti	Guaiúba	Exponencial	12.518	1,91%	13.527	1,35%	14.281	0,93%	14.820	0,63%	15.196	0,42%	15.452	0,28%	15.624	0,19%
Bacia do Choró	Itapiúna	Exponencial	6.286	4,14%	6.286	4,14%	6.286	4,14%	6.286	4,14%	6.286	4,14%	6.286	4,14%	6.286	4,14%
Bacia do Pirangi	Morada Nova	Logístico	4755	1,18%	4.956	0,64%	5.068	0,34%	5.127	0,18%	5.159	0,09%	5.175	0,05%	5.184	0,03%
Bacia do Choró	Ocara	Logístico	6.267	0,54%	6.342	0,12%	6.358	0,02%	6.361	0,01%	6.362	0,00%	6.362	0,00%	6.362	0,00%
Bacia Caponga Funda	Pindoretama	Logaritmico	5.874	1,58%	6.331	1,46%	6.787	1,36%	7.242	1,27%	7.695	1,19%	8.148	1,12%	8.599	1,06%
Bacia do Jaguaribe																
Alto Jaguaribe	Iguatu	Logístico	54.074	0,92%	56.225	0,70%	57.920	0,53%	59.233	0,40%	60.239	0,30%	61.000	0,22%	61.573	0,17%
	Orós	Logístico	14.139	0,04%	14.153	0,01%	14.156	0,00%	14.157	0,00%	14.157	0,00%	14.157	0,00%	14.157	0,00%
	Quixelô	Logístico	3.122	1,34%	3.270	0,71%	3.350	0,36%	3.391	0,19%	3.413	0,09%	3.424	0,05%	3.429	0,02%
	Acopiara	Logístico	17.814	1,88%	19.366	1,56%	20.746	1,28%	21.940	1,03%	22.948	0,82%	23.783	0,65%	24.463	0,51%
	Cariús	Linear	5.261	2,71%	5.954	2,38%	6.647	2,13%	7.339	1,92%	8.032	1,76%	8.725	1,61%	9.418	1,49%
Médio Jaguaribe	Jucás	Logístico	7.098	2,27%	7.762	1,53%	8.236	1,00%	8.558	0,64%	8.768	0,40%	8.904	0,25%	8.989	0,16%
	Alto Santo	Logístico	4.769	2,03%	5.243	1,84%	5.711	1,65%	6.162	1,46%	6.590	1,28%	6.990	1,12%	7.356	0,97%
	São João do J	Logístico	2.740	0,64%	2.804	0,36%	2.841	0,20%	2.862	0,11%	2.874	0,06%	2.880	0,04%	2.884	0,02%
	Icó	Logístico	22.707	0,60%	23.197	0,33%	23.470	0,18%	23.620	0,10%	23.702	0,05%	23.746	0,03%	23.770	0,02%
	Jaguaretama	Logístico	7.236	2,31%	7.909	1,49%	8.366	0,92%	8.661	0,56%	8.844	0,34%	8.955	0,20%	9.022	0,12%
	Jaguaribara	Logístico	3.864	2,73%	4.337	2,09%	4.733	1,56%	5.048	1,13%	5.288	0,81%	5.465	0,57%	5.594	0,40%
	Jaguaribe	Logístico	17.448	1,73%	18.768	1,31%	19.820	0,97%	20.631	0,71%	21.241	0,51%	21.691	0,37%	22.018	0,26%
	Iracema	Incremento De	7.648	2,43%	8.511	1,99%	9.292	1,63%	9.987	1,34%	10.595	1,10%	11.122	0,90%	11.573	0,74%
Rio Banabuiú	Pereiro	Incremento De	5.139	1,93%	5.644	1,86%	6.176	1,79%	6.737	1,73%	7.324	1,66%	7.938	1,60%	8.579	1,54%
	Solonópole	Logístico	5.424	3,26%	6.258	2,67%	7.023	2,12%	7.689	1,65%	8.244	1,25%	8.688	0,94%	9.034	0,69%
	Morada Nova	Logístico	27.962	2,26%	30.877	1,84%	33.436	1,46%	35.603	1,14%	37.382	0,88%	38.806	0,67%	39.923	0,51%
	Banabuiú	Logístico	6.599	0,73%	6.681	0,09%	6.691	0,01%	6.693	0,00%	6.693	0,00%	6.693	0,00%	6.693	0,00%
	Quixeramobim	Logístico	23.174	0,62%	23.665	0,31%	23.914	0,16%	24.039	0,08%	24.100	0,04%	24.131	0,02%	24.146	0,01%
Baixo Jaguaribe	Quixadá	Logístico	42.898	1,73%	46.205	1,35%	48.941	1,04%	51.137	0,79%	52.857	0,59%	54.179	0,44%	55.180	0,32%
	Senador Pomp	Polinomial	12.436	0,63%	12.789	0,51%	13.077	0,40%	13.301	0,30%	13.460	0,20%	13.555	0,10%	13.585	0,01%
	Jaguaruana	Logístico	13.412	1,10%	13.996	0,71%	14.387	0,46%	14.641	0,29%	14.805	0,18%	14.908	0,11%	14.973	0,07%
	Limoeiro do N	Logístico	28.681	1,60%	30.452	0,98%	31.571	0,58%	32.252	0,34%	32.657	0,20%	32.894	0,11%	33.031	0,07%
	Quixeré	Logístico	9.127	2,21%	9.867	1,21%	10.291	0,64%	10.521	0,33%	10.641	0,17%	10.704	0,09%	10.736	0,04%
	Russas	Logístico	34.973	2,59%	39.350	2,25%	43.558	1,92%	47.477	1,62%	51.021	1,34%	54.142	1,10%	56.824	0,89%
	Tabuleiro do N	Logístico	14.503	2,58%	16.326	2,27%	18.105	1,97%	19.791	1,68%	21.345	1,42%	22.740	1,18%	23.965	0,97%
	Aracati	Logístico	37.311	1,42%	39.454	0,95%	40.935	0,62%	41.926	0,40%	42.575	0,26%	42.994	0,16%	43.262	0,10%
Baixo Jaguaribe	Fortim	Logístico	3.267	2,58%	3.671	2,22%	4.055	1,88%	4.408	1,56%	4.723	1,28%	4.995	1,03%	5.226	0,83%
	Icapuí	Logístico	4.430	0,00%	4.431	0,00%	4.431	0,00%	4.431	0,00%	4.431	0,00%	4.431	0,00%	4.431	0,00%
	Itaíçaba	Incremento De	3.708	0,93%	3.863	0,76%	3.994	0,62%	4.105	0,51%	4.198	0,41%	4.276	0,34%	4.340	0,28%

Quadro 2.4.6 - Alocação das Populações dos Municípios pertencentes à Bacia do Jaguaribe dentro das Faixas de Influência do Projeto

BACIA HIDROGRÁFICA	MUNICÍPIO	SEDE E DISTRITO	Alocação por Faixa de Influência	Censo 1996	PROJEÇÕES DA POPULAÇÃO URBANA (hab)							
					2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	
Alto Jaguaribe	Iguatu	Iguatu		50.355	51.445	53.382	54.903	56.079	56.976	57.655	58.165	
		Barra		ñ consta	509	528	543	554	563	570	575	
		Barreiras		862	-	-	-	-	-	-	-	-
		Barro Alto		ñ consta	-	-	-	-	-	-	-	-
		Baú		285	-	-	-	-	-	-	-	-
		José de Alencar		2.013	1.964	2.038	2.096	2.141	2.176	2.201	2.221	
		Quixóá		341	-	-	-	-	-	-	-	-
		Riacho Vermelho		ñ consta	-	-	-	-	-	-	-	-
	Orós	Orós		10.046	10.020	10.030	10.032	10.033	10.033	10.033	10.033	
		Guassussê		2.265	2.259	2.261	2.262	2.262	2.262	2.262	2.262	
	Quixeló	Igarói		755	753	754	754	754	754	754	754	
		Palestina		1.110	1.107	1.108	1.108	1.109	1.109	1.109	1.109	
	Acopiara	Acopiara		16.429	17.814	19.366	20.746	21.940	22.948	23.783	24.463	
		Etron		116	-	-	-	-	-	-	-	
		Isidoro		419	-	-	-	-	-	-	-	
		Quincoá		26	-	-	-	-	-	-	-	
		Santa Felícia		912	-	-	-	-	-	-	-	
		Santo Antônio		444	-	-	-	-	-	-	-	
		Trussu		1.017	-	-	-	-	-	-	-	
		Cariús	Cariús		5.571	5.261	5.954	6.647	7.339	8.032	8.725	9.418
			Caipu		725	-	-	-	-	-	-	-
		Jucás	São Bartolomeu		416	-	-	-	-	-	-	-
			São Sebastião		742	-	-	-	-	-	-	-
		Alto Santo	Alto Santo ¹⁾		3.802	4.129	4.540	4.945	5.336	5.706	6.052	6.369
	Castanhão			589	640	703	766	827	884	938	987	
	São João do Jaguaribe	São João do Jaguaribe		2.642	2.740	2.804	2.841	2.862	2.874	2.880	2.884	
		Icó		19.122	19.804	20.231	20.470	20.600	20.672	20.711	20.731	
	Médio Jaguaribe	Jaquaretama	Jaquaretama		6.436	7.236	7.909	8.366	8.661	8.844	8.955	9.022
Poço Comprido				3.426	3.864	4.337	4.733	5.048	5.288	5.465	5.594	
Jaguaripe		Jaguaripe		14.958	16.202	17.428	18.405	19.159	19.725	20.142	20.446	
		Mapuá		1.007	1.091	1.173	1.239	1.290	1.328	1.356	1.376	
Iracema		Iracema		6.906	7.648	8.511	9.292	9.987	10.595	11.122	11.573	
		Pereiro		4.323	5.139	5.644	6.176	6.737	7.324	7.938	8.579	
Solonópole		Solonópole		4.736	5.424	6.258	7.023	7.689	8.244	8.688	9.034	
		Assunção		633	-	-	-	-	-	-	-	
Morada Nova		Morada Nova		23.497	25.912	28.613	30.984	32.992	34.641	35.961	36.996	
		Juazeiro de Baixo		240	-	-	-	-	-	-	-	
Banabuiú		Banabuiú		5.316	6.544	6.625	6.635	6.637	6.637	6.637	6.637	
		Rinaré		45	55	56	56	56	56	56	56	
Quixeramobim		Quixeramobim		22.298	23.174	23.665	23.914	24.039	24.100	24.131	24.146	
		Belém		296	-	-	-	-	-	-	-	
Quixadá		Quixadá		38.343	41.449	44.644	47.287	49.409	51.071	52.348	53.315	
		Cipó dos Anjos		210	227	245	259	271	280	287	292	
Senador Pompeu		Senador Pompeu		11.869	12.436	12.789	13.077	13.301	13.460	13.555	13.585	
		Bonfim		1.274	-	-	-	-	-	-	-	
Jaguaruana		Jaguaruana		11.042	11.692	12.202	12.542	12.764	12.906	12.997	13.054	
		Borges		238	252	263	270	275	278	280	281	
Limoeiro do Norte		Limoeiro do Norte		25.918	28.256	30.000	31.103	31.774	32.173	32.406	32.542	
		Bixopá		390	425	451	468	478	484	488	490	
Quixeré		Quixeré		4.202	4.767	5.154	5.375	5.495	5.558	5.591	5.607	
		Laçoinha		3.309	3.754	4.058	4.233	4.327	4.377	4.403	4.416	
Russas		Russas		26.614	29.592	33.295	36.855	40.172	43.171	45.810	48.080	
		Bonhu		425	473	532	589	642	689	732	768	
Tabuleiro do Norte		Tabuleiro do Norte		12.697	14.101	15.874	17.604	19.243	20.753	22.110	23.300	
		Peixe Gordo		1.560	-	-	-	-	-	-	-	
Aracati	Aracati		32.824	35.321	37.349	38.751	39.689	40.303	40.700	40.954		
	Barreira das Vianas		533	574	606	629	644	654	661	665		
Fortim	Fortim		7.099	7.599	8.164	8.694	9.187	9.642	10.057	10.432		
	Barra		813	866	922	972	1.018	1.060	1.098	1.132		
Icapuí	Icapuí		4.560	4.430	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431	4.431		
	Ibicuitaba		357	-	-	-	-	-	-	-		
Itaíçaba	Itaíçaba		3.565	3.708	3.863	3.994	4.105	4.198	4.276	4.340		
	Manibu		97	-	-	-	-	-	-	-		

Legenda:

- Localidade dentro de alguma das Faixas de Influência
- Localidade com mais de 5 mil habitantes dentro de um raio de até 50 km de alguma das Alternativas ou do Rio Jaguaribe Pere
- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Orós
- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Castanhão
- Agregadas ao Banabuiú
- Alternativa AG1
- Alternativa AG2
- Alternativa AG3
- Alternativa AG4

Obs.: A seleção das localidades com mais de 5 mil habitantes se deu com base nos registros censitários mais recentes (Censo de 1996).
 Notas:
 1 - Embora Alto Santo tenha menos que 5 mil habitantes, localiza-se muito próximo a região de influência do projeto (aproximadamente 15 km).

Das análises de informações sobre perdas d'água, verifica-se que a performance das concessionárias não alcança índices de eficiência operacional compatíveis com o conceito da água como um bem econômico; isto é retratado nos elevados índices de perdas, sendo, por exemplo, para o Ceará de 34,7%, e ainda assim o menor do Nordeste e comparável aos do Sul e Sudeste.

Diante da obrigatória implantação de programas de redução das perdas para a produção e a distribuição de água, foi definido no estudo um plano de redução gradual das perdas e, conseqüentemente, de redução do consumo "per capita bruto", conforme mostrado no [Quadro 2.4.7](#).

Quadro 2.4.7 - Plano de Redução do Consumo Per Capita Bruto

Dimensão da Comunidade (hab)	Consumo Per Capita Líquido (l/hab. X dia)	Consumo per capita Bruto (l/hab.xdia)		
		1998 34,7%	2005 30,0%	2010 25,0%
pop ≤ 5.000	95	145	136	127
5.000 < pop ≤ 20.000	103	158	147	137
20.000 < pop ≤ 100.000	112	172	160	150
pop ≥ 100.000	150	230	214	200

2.4.3.3. Demanda Industrial (DI)

Na determinação das demandas industriais dividiu-se as estimativas em três partes.

- na primeira, tendo em vista a dimensão do empreendimento e, conseqüentemente, a elevada demanda concentrada necessária, analisou-se o Complexo Industrial Portuário do Pecém;
- na segunda avaliou-se as demandas dos Distritos Industriais existentes nas Bacias Metropolitanas;
- na terceira as demandas das demais indústrias difusas nos municípios situados dentro da área de abrangência do projeto.

Para o caso do Complexo Industrial do Pecém, dada a existência do já citado Plano Diretor, foram adotadas as demandas estipuladas naquele documento.

Para os Distritos Industriais foi utilizado o mesmo critério dos planos de bacias, com as seguintes premissas básicas: i) o valor específico médio da demanda dos Dis era igual a 0,5 l/s/ha; ii) a saturação de ocupação dos diversos Dis se dará em diferentes épocas dependendo de seus estágios de implantação.

Para as demais localidades foram estabelecidos dois tipos de demanda industrial: difusa e concentrada.

O primeiro caso engloba as demandas municipais situadas fora de distritos industriais, em cuja estimativa foi utilizada a metodologia aplicada em todos os mais importantes planos de recursos hídricos da região (PLIRHINE, PERH-CE, PGAM, PGAJ e outros).

Ela consiste em determinar a demanda industrial como resultado do produto do número de empregados de uma indústria por um coeficiente correspondente ao seu tipo de indústria.

Desta forma, tomando-se por base esses coeficientes, medidos em m³/operário/dia, e as informações constantes no Cadastro Industrial do Ceará (gênero de indústria e número de pessoal ocupado) foram estimadas, considerando somente aquelas com mais de 20 funcionários, as demandas de água para usos industriais difusos relativas ao ano de 1997, e posteriormente feitas as projeções até 2030 com base no crescimento da população urbana (observe-se que, na completa ausência de estudos e/ou planejamento futuro por parte do governo, este método se justifica pela relativa correspondência existente entre a urbanização e o nível de atividade industrial das cidades).

O [Quadro 2.4.8](#) apresenta os coeficientes de demanda (m³/operário/dia) aqui utilizados para os diversos gêneros de indústria; a origem desses valores são os planos acima referidos, os quais tomaram por base as informações da pesquisa da “The Resources Agency of Califórnia” (RAC, 1964) e do Plano de Utilização Integrada dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Jaguaribe (Convênio DNAEE/SOSO, 1984).

Esta metodologia foi aplicada indistintamente para todos os municípios, inclusive aqueles providos de distritos industriais. Nestes, contudo, para evitar superestimativas das demandas industriais, tomou-se a maior das duas demandas, industrial difusa ou dos Dis, como demanda industrial consolidada para aquele município.

Quadro 2.4.8 – Coeficientes de Demanda Industrial Difusa

Gênero da Indústria		Coeficiente de Demanda
Código	Descrição	(m ³ /operário/dia)
00	Extração de Minerais	0,20
10	Transformações de Produtos Minerais não Metálicos	0,30
11	Metalúrgica	0,50
12	Mecânica	0,30
13	Material Elétrico e de Comunicação	0,20
14	Material de Transporte	0,30
15	Madeira	0,20
16	Mobiliária	0,20
17	Papel e Papelão	0,30
18	Borracha	0,02
19	Couros e Peles, Calçados e Artigos de Vestuário	2,80
20	Química	9,80
21	Produtos Farmacêuticos e Veterinários	9,80
22	Perfumaria, Sabões e Velas	2,00
23	Produtos de Materiais Plásticos	0,82
24	Têxtil	2,50
25	Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecido	0,20
26	Produtos Alimentares	5,00
27	Bebidas	10,00
29	Editorial e Gráfica	0,30
30	Indústria e/ou Serviços de Construção	0,20

Embora o Consórcio reconheça a existência de possíveis discrepâncias nos valores calculados para as demandas industriais dispersas, a mesma encontra embasamento no fato de que a metodologia utilizada é consagrada em vários países do mundo; ressalte-se, por exemplo, que o Consórcio procurou junto à SABESP, órgão responsável pelo setor de saneamento do Estado de São Paulo (onde se concentra a maioria do parque industrial brasileiro), possíveis alternativas, tanto metodológicas como de utilização de tabelas de consumo unitário adaptadas ao País, e nenhuma contribuição pode ser obtida.

2.4.3.4. Demanda de Turismo (DTUR)

A indústria do turismo vem assumindo grande importância no desenvolvimento do Estado, sendo caracterizada por exigências de atendimento praticamente pleno, dado lidar, geralmente, com um público exigente, de poder aquisitivo.

As demandas vinculadas à esse tipo de atividade foram, à época do PGAM, obtidas oficialmente junto à Secretaria do Turismo do Estado do Ceará, através de ofício enviado à Secretaria de Recursos Hídricos, onde se prevê a demanda para os horizontes 2.002 e 2.020, interpolando esses valores no caso dos anos intermediários.

As demandas foram determinadas com base em protocolos de intenção acertados por empresas do setor junto à Secretaria de Turismo, nos quais são informados o número de UHS de cada empreendimento.

2.4.3.5. Demanda de Irrigação (DIR)

O estudo de demandas de irrigação baseou-se na identificação das áreas irrigadas/irrigáveis e na admissão da vazão média a ser aplicada em um dos dois casos: a irrigação do tipo intensiva e a irrigação do tipo difusa.

A identificação das áreas se deu da seguinte forma: na bacia do Jaguaribe foram considerados como irrigação intensiva todos os projetos públicos e, como irrigação difusa todos os usuários privados registrados no cadastro da COGERH; nas Bacias Metropolitanas foram consideradas as áreas ao longo do Canal do Trabalhador, aquelas às margens dos rios Choró (a jusante do açude Pompeu Sobrinho) e Pacoti, imediatamente a montante do açude Pacoti-Riachão, assumidas como áreas de irrigação difusa.

Em adição, foram estimadas as áreas potenciais adjacentes ao Eixo para todas as macro-alternativas estudadas.

a) Bacia do Jaguaribe

O [Quadro 2.4.9](#) apresenta a síntese do cadastro da COGERH, totalizado por município, com a indicação das áreas referentes aos projetos públicos já contemplados. Pela análise desse cadastro, que identificou 27,7 mil hectares, verifica-se que da área do projeto Baixo Jaguaribe, totalizando 10 mil hectares, já encontra-se atualmente ocupada 5,9 mil hectares.

A evolução temporal das áreas dos projetos públicos de irrigação, concebida a partir de critérios analisados no relatório de Diagnóstico, está apresentada no [Quadro 2.4.10](#).

Quadro 2.4.9 - Sumarização do Cadastro de Irrigantes da COGERH para os Vales Perenizados do Jaguaribe e Banabuiú: Consolidação das Áreas

Cadastro COGERH				Projetos Públicos Considerados			Áreas Adicionais	
Cod. Bacia	Bacia	Município	Área Irrigada (ha)	Projeto	Área Atual	Expansão Área Total	Expansão Projetos Públicos (Incremental)	Irrigação Privada Atual
7	Banabuiú	Banabuiú	478,00	Banabuiú	94,00	0,00	0,00	384,00
7		Jaguetama	228,36	-	-	-	-	228,36
7		Limoeiro do Norte	1.579,95	-	-	-	-	1.579,95
7		Morada Nova	4.009,96	Morada Nova	3.611,00	0,00	0,00	398,96
Sub-Total Banabuiú			6.296,27	-	3.705,00	0,00	0,00	2.591,27
8	Baixo Jaguaribe	Aracati	33,00	-	-	-	-	33,00
8		Limoeiro do Norte	3.669,35	Jaguaribe- Apodi	3.669,35	5.393,00	1.723,65	0,00
8		Jaguaruana	2.547,31	Jaguaruana	201,55	0	0	2.345,76
8		Itaíçaba	191,50	Projeto Baixo Jaguaribe	5.901,24	10.000,00	4.098,76	191,50
8		Quixeré	655,00					655,00
8		Russas	1.047,60					1.047,60
8	Tabuleiro do Norte	1.865,38	Altinho	204,00	-	-	1.661,38	
Sub-Total Baixo Jaguaribe			10.009,14	-	9.976,14	0,00	4.098,76	33,00
9	Alto Jaguaribe	Icó	3.155,19	Icó-Lima Carr	2.712,00	3.000,00	288,00	443,19
9		Iguatu	1.551,90	Chapada e	2.032,90	7.800,00	5.767,10	1.551,90
9		Quixelô	481,00	Várzeas do	-	-	-	481,00
9		Orós	1.661,80	-	-	-	-	1.661,80
Sub-Total Alto Jaguaribe			6.849,89	-	4.744,90	10.800,00	6.055,10	2.104,99
10	Médio Jaguaribe	Alto Santo	655,50	Xique-Xique	125,00	560,00	435,00	530,50
10		Icó	395,00	-	-	-	-	395,00
10		Jaguaribara	472,00	Curupati	472,00	529,00	57,00	0,00
10		Jaguaribe	966,80	-	-	-	-	966,80
10		São João do Jaguaribe	2.053,40	-	-	-	-	2.053,40
Sub-Total Médio Jaguaribe			4.542,70	-	597,00	0,00	0,00	3.945,70
Totais			27.698,00	-	19.023,04	10.800,00	10.153,86	8.674,96

Observações:

- 1 - As células hachuradas na bacia do Baixo Jaguaribe já foram consideradas como áreas atuais pertencentes ao Projeto Baixo Jaguaribe; quando somadas totalizam 5.901,24 hectares.
- 2 - As células hachuradas na bacia do Alto Jaguaribe já foram consideradas como áreas atuais pertencentes ao Projeto Chapada e Várzeas do Iguatu; quando somadas totalizam 2.032,90 hectares.
- 3 - O Município Tabuleiro do Norte originalmente situa-se, dentro do Cadastro da COGERH, no Médio Jaguaribe. Na verdade, ele encontra-se situado parte dentro do Médio e parte dentro do Baixo Jaguaribe. Aqui foi assumido que a parte dentro do Médio Jaguari
- 4 - O Município Orós situa-se, dentro do Cadastro da COGERH, no Alto Jaguaribe. Na verdade, ele situa-se dentro do Médio Jaguaribe.
- 5 - A parcela do município de Icó considerada no Alto Jaguaribe no Cadastro da COGERH, como é relativamente pequena (395 ha), será no Eixão agregada ao Médio Jaguaribe.
- 6 - Assim, as áreas contidas nas sub-bacias do Alto e Médio Jaguaribe (com exceção dos Municípios de Iguatu e Quixelô) serão fundidas como uma única área pertencente ao Médio Jaguaribe, quando da consolidação das áreas adicionais de irrigação (irrigação

Quadro 2.4.10 - Projetos Públicos de Irrigação: Evolução Temporal da Irrigação Intensiva na Bacia do Jaguaribe

Sub-Bacia	Projetos	Situação	Localização Município	Área (ha)	Áreas (ha)						
					2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Salgado	Icó-Lima Campos	Em operação	Icó	2712	2.712	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
		Ampliação		288							
Alto- Jaguaribe	Projeto Chapada e Várzeas de Iguatu	Parcialmente Implantado	Iguatu e Quixelô	7.800	2.033	3.900	7.800	7.800	7.800	7.800	7.800
Médio Jaguaribe	Xique-Xique	Implantado parcialmente	Alto Santo	560	125	560	560	560	560	560	560
	Altinho	Implantado	Tabuleiro do Norte	204	204	204	204	204	204	204	204
	Curupati	Implantado	Jaguaribara	528,5	472	529	529	529	529	529	529
	Chapadão do Castanhão	Estudos de Viabilidade	Jaguaribara, Morada Nova e Alto Santo	5.000	0	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Banabuiú	Banabuiú	Em operação	Banabuiú	94	94	94	94	94	94	94	94
	Morada Nova	Em operação	Morada Nova e Limoeiro do Norte	3.611	3.611	3.611	3.611	3.611	3.611	3.611	3.611
	Transição Sul Morada Nova (Rc	Estudos de Viabilidade	Morada Nova	5.000	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
	Tabuleiro de Russas (1ª Etapa)	Fase final de implantação	Morada Nova	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300	10.300
	Ibicuitinga	Identificado durante o corrente	Ibicuitinga	3000	0	1.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Baixo Jaguaribe	Jaguaruana	Em operação	Jaguaruana	201,55	202	202	202	202	202	202	202
	Jaguaribe-Apodi	Projeto Executivo	Limoeiro do Norte	5.393	3.669	5.393	5.393	5.393	5.393	5.393	5.393
	Eixo Castanhão-Icapuí	Viabilidade	Icapuí, Jaguaruana e Aracati	5.000	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
	Apodi-Ceará	Viabilidade	Quixeré e Jaguaruana	5.000	0	1.250	2.500	3.750	5.000	5.000	5.000
	Baixo Jaguaribe	Projeto Executivo	T. Norte, L. Norte, Quixeré, Jaguaruana, Itaíçaba	10.000	5.901	7.951	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
	Tabuleiro de Russas (2ª Etapa)	Estudos Preliminares	Russas	5.000	0	0	2.500	5.000	5.000	5.000	5.000

Células hachuradas apontam áreas atuais vindas do cadastro da COGERH

A evolução das áreas para irrigação difusa se limita na disponibilidade de solos propícios; um estudo detalhado dos solos da região apontou um esgotamento já atual de solos férteis nas sub-bacias do Banabuiú e Baixo Jaguaribe. Apenas o Médio Jaguaribe ainda apresenta potencial para crescimento, no total de 6,5 mil hectares. Haja vista que o cadastro apontou a existência de pouco mais de 6 mil hectares já em operação, restaria apenas 0,5 mil hectares para exploração. A distribuição da irrigação difusa na área do projeto encontra-se no [Quadro 2.4.11](#).

Quadro 2.4.11 - Distribuição Espacial e Temporal da Irrigação Difusa na Área de Abrangência do Projeto dentro da Bacia do Jaguaribe

Irrigação Difusa								
Sub-bacia	Município	Áreas (ha)						
		2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Médio Jaguaribe	Icó	838	869	900	900	900	900	900
	Orós	1.662	1.724	1.785	1.785	1.785	1.785	1.785
	Alto Santo	531	550	570	570	570	570	570
	Jaguaribe	967	1.003	1.039	1.039	1.039	1.039	1.039
	São João do Jaguaribe	2.053	2.130	2.206	2.206	2.206	2.206	2.206
	Sub-Total	6.051	6.275	6.500	6.500	6.500	6.500	6.500
Baixo Jaguaribe	Aracati	33	33	33	33	33	33	33
	Sub-Total	33	33	33	33	33	33	33
Banabuiú	Banabuiú	384	384	384	384	384	384	384
	Jaguetama	228	228	228	228	228	228	228
	Limoeiro do Norte	1.580	1.580	1.580	1.580	1.580	1.580	1.580
	Morada Nova	399	399	399	399	399	399	399
	Sub-Total	2.591	2.591	2.591	2.591	2.591	2.591	2.591

O valor 6500 ha da irrigação difusa em 2010 para o médio jaguaribe vem do relatório da IRTSF (Fator Limitante: Tipo de Solo)

O [Quadro 2.4.12](#), por sua vez, é uma sumarização do total dessas áreas irrigáveis intensiva e difusa.

Finalmente, deve-se admitir que o Eixo contribuirá para o surgimento de uma pequena irrigação difusa nas faixas marginais, o que provocará demandas extras agregadas. Como cenário para esta demanda foi assumido uma adição de 10 hectares por quilômetro de canal, excetuando-se aqueles trechos cujas áreas margeantes já estão contempladas em algum projeto de irrigação considerado. O [Quadro 2.4.13](#) mostra tais áreas para as macro-alternativas estudadas.

Quadro 2.4.12 - Consolidação Áreas Irrigadas na área de interesse do Projeto dentro da Bacia do Jaguaribe

Sub-Bacias	Áreas Irrigadas (ha)												
	Irrigação Intensiva					Irrigação Difusa					Total		
	Atual	Projetada 2010	Total 2010	Projetada 2020	Total 2020	Atual	Projetada 2010	Total 2010	Projetada 2020	Total 2020	Atual	2010	2020
Salgado	2.712	288	3.000	288	3.000	0	0	0	0	0	2.712	3.000	3.000
Alto Jaguaribe	2.033	5.767	7.800	5.767	7.800	0	0	0	0	0	2.033	7.800	7.800
Médio Jaguaribe	801	5.492	6.293	5.492	6.293	6.051	449	6.500	449	6.500	6.852	12.793	12.793
Banabuiú	14.005	8.000	22.005	8.000	22.005	2.591	0	2.591	0	2.591	16.596	24.596	24.596
Baixo Jaguaribe	9.772	15.822	25.595	20.822	30.595	33	0	33	0	33	9.805	25.628	30.628
Total	29.323	35.369	64.692	40.369	69.692	8.675	449	9.124	449	9.124	37.998	73.816	78.816

Quadro 2.4.13 - Irrigação Difusa Potencial ao Longo das Alternativas de Traçado do Canal (Bacia do Jaguaribe)

Alternativas de Traçado do Canal	Município	Comprimento do trecho (km)	Área Irrigável (ha)
Áreas Margeantes a Alternativa AG1	Alto Santo	3,5	34,9
	Morada Nova	2,4	24,1
	Jaguetama	47,3	472,6
	Banabuiú	17,1	171,3
	Quixadá	40,0	400,3
Subtotal		110,3	1103,1
Áreas Margeantes as Alternativas AG2 e AG3	Morada Nova	18,0	179,8
	Russas	14,1	140,9
Subtotal		32,1	320,6
Áreas Margeantes a Alternativa AG4	Morada Nova	6,0	60,0
	Russas	24,5	245,0
Subtotal		30,5	305,0

b) Bacias Metropolitanas

As Bacias Metropolitanas não se caracteriza pela atividade agrícola irrigada, sendo predominantemente uma área mais urbana; nesse sentido, não contém grandes perímetros de irrigação, com exceção das áreas marginais ao Canal do Trabalhador.

No [Quadro 2.4.14](#) estão listadas as áreas irrigadas atuais e potenciais; à elas devem ser adicionadas aquelas marginais ao Eixo, mostradas no [Quadro 2.4.15](#) para as macro-alternativas.

c) Estimativa das Demandas

A estimativa das demandas tomou por base coeficientes de consumo diferenciados para os dois tipos de irrigação trabalhados. Para o cálculo destes coeficientes, utilizou-se modelos

agrícolas previamente definidos e um modelo de balanço de umidade do solo sobre o qual foram aplicadas as diversas culturas integrantes dos modelos.

Os modelos agrícolas utilizados, a metodologia de cálculo das necessidades de água e os resultados obtidos foram apropriadamente descritos no relatório de Diagnóstico, apresentando-se no presente somente os elementos finais de interesse.

I - Irrigação Intensiva

i) Modelos de Exploração Agrícola

Considerou-se 4 (quatro) modelos com área mínima de 20 ha e denominados de A, B, C e D, sendo o primeiro ilustrativamente mostrado no [Quadro 2.4.15](#).

ii) Demanda Hídrica

Definidos os modelos agrícolas, foi então utilizado o MUSAG para a estimativa dos déficits hídricos associados a cada cultura. O modelo foi aplicado em todos os postos pluviométricos da área de estudo que dispunham de séries com mais de 25 anos de dados, obtendo-se, para cada posto, uma série de déficits anuais para cada cultura sob seu calendário cultural selecionada nos diferentes modelos agrícolas propostos.

De posse da série anual de déficits, por cultura sob cada modelo agrícola proposto, foram efetuados os ajustes das distribuições de probabilidade dessas séries os déficits referentes à frequência de 90% (TR = 10 anos) na distribuição Log-PearsonIII.

A partir da demanda líquida foi calculada a demanda total para cada modelo e, conseqüentemente, as demandas médias anuais, considerando-se uma eficiência média de irrigação de 80%, com base numa eficiência de aplicação de 85% e uma eficiência de condução e distribuição da ordem de 95%. Os cálculos finais apontaram para uma vazão contínua anual média da ordem de 0,45 l/s/ha. O [Quadro 2.4.16](#) mostra os resultados para o mesmo modelo.

No entanto, face ao deficiente nível de operação atualmente praticado, quando são observados grandes índices de perdas d'água, optou-se por considerar para os primeiros horizontes temporais (2000 e 2005), um coeficiente de consumo mais conservador utilizado nos Planos, da ordem de 0,57 l/s/há. O coeficiente acima calculado (0,45 l/s/ha ou 14 mil m³/ano) foi empregado apenas a partir de 2010, admitindo a implementação de um plano de redução de perdas.

II - Irrigação Difusa

i) Modelos de Exploração Agrícola

Foram considerados 3 (três) modelos com área de 4 ha.

ii) Demanda Hídrica

Utilizou-se a mesma metodologia empregada para a irrigação intensiva, selecionando-se, entretanto, a partir da série de déficits ajustada aquele referente à frequência de 50% (TR = 2anos)., bem como uma eficiência média de aplicação de 65,0% e uma de condução e distribuição igual a 90,0%, obtendo-se assim uma eficiência final de 60,0%. Os resultados obtidos apontaram para uma vazão contínua média para a irrigação difusa da ordem de 0,59 l/s/ha.

2.4.3.6. Demandas Difusas

Os usos difusos nos municípios abrangidos pelo projeto restringem-se, como já enfatizado, às faixas de influência direta relativas às alternativas de traçado do Eixo.

a) Demanda Humana Rural (DHR)

O procedimento metodológico para estimativa das demandas humanas rurais consistiu na projeção das populações rurais totais para os municípios, a partir dos censos demográficos do IBGE, e na aplicação de coeficiente per capita de consumo rural igual a 100 l/hab/dia, obtendo-se as demandas humanas rurais totais para cada município.

As populações rurais, por bacia, já associadas à cada macro-alternativa estão mostradas nos quadros [2.4.17](#) e [2.4.18](#).

b) Demanda Animal Rural (DAR)

O comportamento da população animal é diretamente relacionado com as condições físicas e socioeconômicas vigentes no meio rural, em especial com a ocorrência de períodos secos.

A análise das publicações do IBGE sobre a produção da pecuária municipal demonstrou não haver uma tendência de aumento ordenado do rebanho, o qual por vezes cresce, por vezes decresce e, para a maioria dos municípios, alterna acréscimos e decréscimos.

Devido a este fato, optou-se pela utilização de metodologia (utilizada nos planejamentos hídricos da região) baseada no emprego de uma unidade hipotética denominada BEDA (bovino equivalente para demanda d'água), que agrega os rebanhos bovinos, equinos, asininos, ovinos, caprinos, e suínos.

Observou-se, também, que, mesmo que não haja um padrão definido de evolução, para o período de 19 anos com dados disponíveis (1977/95), houve para as bacias uma tendência global de crescimento do BEDA, da ordem de 2,50% ao ano; admitiu-se um consumo médio de 50 l/cab/dia.

2.4.4. Resultados por Tipo de Demanda

A partir desses elementos e metodologias, foram determinadas todas as demandas, que são agora apresentadas, por tipo, bacia e alternativa, nos [quadros de 2.4.19 a 2.4.32](#).

2.4.5. Consolidação por Macro-Alternativa

Por sua vez, a consolidação das demandas por macro-alternativa está mostrada nos [quadros de 2.4.33 a 2.4.37](#).

**Quadro 2.4.16 - Demanda Hídrica Anual Bruta e Demanda Hídrica Média Anual
(Irrigação Intensiva - Modelo A)**

Modelo A		
Cultura	Discriminação	Total Anual
CITRUS	Déficit (mm)	1.103,02
	Demanda Líquida (m3/ha)	11.030,20
	Demanda Bruta (m3/ha)	13.787,75
	Área (ha)	4,00
	Demanda Bruta (m3)	55.151,00
CAJU	Déficit (mm)	1.009,20
	Demanda Líquida (m3/ha)	10.092,00
	Demanda Bruta (m3/ha)	12.615,00
	Área (ha)	4,00
	Demanda Bruta (m3)	50.460,00
MANGA	Déficit (mm)	1.202,63
	Demanda Líquida (m3/ha)	12.026,30
	Demanda Bruta (m3/ha)	15.032,88
	Área (ha)	3,00
	Demanda Bruta (m3)	45.098,63
GOIABA	Déficit (mm)	1.009,20
	Demanda Líquida (m3/ha)	10.092,00
	Demanda Bruta (m3/ha)	12.615,00
	Área (ha)	2,00
	Demanda Bruta (m3)	25.230,00
GRAVIOLA	Déficit (mm)	1.202,63
	Demanda Líquida (m3/ha)	12.026,30
	Demanda Bruta (m3/ha)	15.032,88
	Área (ha)	2,00
	Demanda Bruta (m3)	30.065,75
ALGODÃO	Déficit (mm)	380,97
	Demanda Líquida (m3/ha)	3.809,70
	Demanda Bruta (m3/ha)	4.762,13
	Área (ha)	3,00
	Demanda Bruta (m3)	14.286,38
MILHO	Déficit (mm)	315,28
	Demanda Líquida (m3/ha)	3.152,80
	Demanda Bruta (m3/ha)	3.941,00
	Área (ha)	2,00
	Demanda Bruta (m3)	7.882,00
FEIJÃO	Déficit (mm)	365,75
	Demanda Líquida (m3/ha)	3.657,50
	Demanda Bruta (m3/ha)	4.571,88
	Área (ha)	3,00
	Demanda Bruta (m3)	13.715,63
MELÃO	Déficit (mm)	360,07
	Demanda Líquida (m3/ha)	3.600,70
	Demanda Bruta (m3/ha)	4.500,88
	Área (ha)	2,00
	Demanda Bruta (m3)	9.001,75
Demanda Bruta Total (m3)		250.891,13
Área Equivalente Contínua (ha)		18,17
Demanda Bruta Total Anual (m3/ha/ano)		13.807,99
Vazão Contínua Anual Média (l/s/ha)		0,44

Quadro 2.4.20 - Alocação por Alternativas das Demandas Humanas Urbanas (Bacia do Jaguaribe)

BACIA HIDROGRÁFICA	MUNICÍPIO	SEDE E DISTRITO	Alocação por Faixa de Influência	DEMANDA HUMANA URBANA (Us)						
				2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Alto Jaguaribe	Iguatu	Iguatu		102,4	98,9	95,3	97,4	98,9	100,1	101,0
		Barra		0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
		Barreiras		-	-	-	-	-	-	-
		Barro Alto		-	-	-	-	-	-	-
		Baú		-	-	-	-	-	-	-
		José de Alencar		3,3	3,2	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3
		Quixóá		-	-	-	-	-	-	-
		Riacho Vermelho		-	-	-	-	-	-	-
	Serrote		1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Suassurana		-	-	-	-	-	-	-	
	Sub-total			107,6	103,9	100,2	102,3	104,0	105,2	106,1
	Orós	Orós		18,3	17,1	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
		Guassussé		3,8	3,6	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
		Igarói		1,3	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
		Palestina		1,9	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
	Sub-total			25,2	23,6	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0
	Quixelô		5,2	5,1	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	
	Sub-total			5,2	5,1	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0
	Acopiara	Acopiara		32,6	32,9	36,0	38,1	39,8	41,3	42,5
		Ebron		-	-	-	-	-	-	-
		Isidoro		-	-	-	-	-	-	-
		Quincoé		-	-	-	-	-	-	-
		Santa Felícia		-	-	-	-	-	-	-
		Santo Antônio		-	-	-	-	-	-	-
		Trussu		-	-	-	-	-	-	-
	Sub-total			32,6	32,9	36,0	38,1	39,8	41,3	42,5
	Cariús	Cariús		9,6	10,1	10,5	11,6	12,7	13,8	14,9
Caipú			-	-	-	-	-	-	-	
São Bartolomeu			-	-	-	-	-	-	-	
São Sebastião			-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total			9,6	10,1	10,5	11,6	12,7	13,8	14,9	
Jucás	Jucás		13,0	13,2	13,1	13,6	13,9	14,1	14,3	
	Baixio da Donana		-	-	-	-	-	-	-	
	Canafistula		-	-	-	-	-	-	-	
	Mel		-	-	-	-	-	-	-	
	Poço Grande		-	-	-	-	-	-	-	
	São Pedro do Norte		-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total			13,0	13,2	13,1	13,6	13,9	14,1	14,3	
Alto Santo	Alto Santo ¹⁾		6,9	7,1	7,3	8,5	9,0	9,6	10,1	
	Castanhão		1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
	Sub-total		8,0	8,3	8,4	9,7	10,3	11,0	11,5	
	São João do Jaguaribe		4,6	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
	Sub-total		4,6	4,4	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	
	Icó	Icó		36,2	37,5	35,5	35,8	35,9	36,0	36,0
		Icozinho		-	-	-	-	-	-	-
		Lima Campos		4,0	3,8	3,6	3,7	3,7	3,7	3,7
		Cruzeirinho		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		Pedrinhas		-	-	-	-	-	-	-
São Vicente			0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Sub-total			41,1	42,1	39,9	40,2	40,3	40,4	40,5	
Jaguaretama			13,2	13,5	13,3	13,7	14,0	14,2	14,3	
Sub-total			13,2	13,5	13,3	13,7	14,0	14,2	14,3	
Jaguaribara			6,2	6,5	6,7	7,1	8,0	8,3	8,5	
Poço Comprido		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3		
Sub-total		6,5	6,8	7,0	7,4	8,4	8,6	8,8		
Jaguaribe	Jaguaribe		29,6	29,7	29,2	30,4	31,3	35,0	35,5	
	Aquinópolis		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
	Feliceiro		-	-	-	-	-	-	-	
	Mapuá		1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	
	Nova Floresta		-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total		31,7	31,8	31,3	32,5	33,5	37,2	37,8		
Iracema	Iracema		14,0	14,5	14,7	15,8	16,8	17,6	18,4	
	Erma		-	-	-	-	-	-	-	
	São José		-	-	-	-	-	-	-	
	Sub-total		14,0	14,5	14,7	15,8	16,8	17,6	18,4	
Pereiro	Pereiro		9,4	9,6	9,8	10,7	11,6	12,6	13,6	
	Crioulos		-	-	-	-	-	-	-	
	Sub-total		9,4	9,6	9,8	10,7	11,6	12,6	13,6	
Solonópole	Solonópole		9,9	10,6	11,1	12,2	13,1	13,8	14,3	
	Assunção		-	-	-	-	-	-	-	
	Cangati		-	-	-	-	-	-	-	
	Pasta		-	-	-	-	-	-	-	
	São José de Solonópole		-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total		9,9	10,6	11,1	12,2	13,1	13,8	14,3		
Morada Nova	Morada Nova		51,6	53,0	53,8	57,3	60,1	62,4	64,2	
	Juazeiro de Baixo		-	-	-	-	-	-	-	
	Lagoa Grande		-	-	-	-	-	-	-	
	Pedras		1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	
	Roldão		0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	
	Uraiponga		1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	
	Sub-total Orós		1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	
	Sub-total Castanhão		1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	
	Sub-total ESCIt e I		52,2	53,7	54,5	58,0	60,9	63,2	65,1	
	Banabuiú		12,0	11,3	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	
Rinaré		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1		
Sitiá		-	-	-	-	-	-	-		
Sub-total Banabuiú		12,1	11,4	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6		
Quixeramobim	Quixeramobim		46,1	43,8	41,5	41,7	41,8	41,9	41,9	
	Belém		-	-	-	-	-	-	-	
	Encantado		-	-	-	-	-	-	-	
	Lacerda		-	-	-	-	-	-	-	
	Manituba		-	-	-	-	-	-	-	
	Nevelândia		-	-	-	-	-	-	-	
	Passagem		-	-	-	-	-	-	-	
	Pirabibu		-	-	-	-	-	-	-	
	São Miquel		-	-	-	-	-	-	-	
	Uruguê		-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total		46,1	43,8	41,5	41,7	41,8	41,9	41,9		
Quixadá	Quixadá		82,5	82,7	82,1	85,8	88,7	90,9	92,6	
	Cipó dos Anjos		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	Custódio		-	-	-	-	-	-	-	
	Daniel de Queiroz		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	
	Dom Maurício		-	-	-	-	-	-	-	
	Juatama		-	-	-	-	-	-	-	
	São João dos Queirozes		1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	
Tapuiará		0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6		
Sub-total		84,9	85,1	84,5	88,3	91,3	93,6	95,3		
Senador Pompeu	Senador Pompeu		22,7	21,8	20,7	21,1	21,3	21,5	21,5	
	Bonfim		-	-	-	-	-	-	-	
	Codia		-	-	-	-	-	-	-	
	Engenheiro José Lopes		-	-	-	-	-	-	-	
	São Joaquim do Salgado		-	-	-	-	-	-	-	
Sub-total		22,7	21,8	20,7	21,1	21,3	21,5	21,5		
Jaguaruana	Jaguaruana		21,4	20,8	19,9	20,2	20,5	20,6	20,7	
	Borges		0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
	Giqui		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	São José do Laqamar		1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
	Sub-total		24,3	23,6	22,6	23,0	23,3	23,4	23,5	
Limoeiro do Norte	Limoeiro do Norte		56,2	55,6	54,0	55,2	55,9	56,3	56,5	
	Bixopá		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	
	Sub-total Castanhão		56,2	55,6	54,0	55,2	55,9	56,3	56,5	
Sub-total Alternativa		0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7		
Quixeré	Quixeré		8,0	8,8	8,5	8,7	8,8	8,9	8,9	
	Lagoinha		6,3	6,4	6,2	6,4	6,4	6,5	6,5	
	Tomé		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
Sub-total		15,3	16,2	15,7	16,1	16,3	16,4	16,4		
Russas	Russas		58,9	61,7	64,0	69,7	74,9	79,5	83,5	
	Borhu		0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	
	Flores		5,6	5,9	6,1	6,6	7,1	8,1	8,5	
	Lagoa Grande		0,9	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	
	Peixe		0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	
	São João de Deus		1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	
	Sub-total Castanhão		65,7	68,8	71,3	77,8	83,6	89,3	93,7	
Sub-total ESCIt e I		1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4		
Sub-total ESCIt-F		7,8	8,3	8,6	9,3	10,0	11,2	11,8		
Tabuleiro do Norte	Tabuleiro do Norte		25,8	27,0	27,9	30,5	36,0	38,4	40,5	
	Olho d'Água da Bica		-	-	-	-	-	-	-	
	Peixe Gordo		0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	
<										

Quadro 2.4.21 - Demandas Industriais nos Municípios providos de Distritos Industriais

Município	Tipo de Demandas	Demandas Industriais (l/s)						
		2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Cascavel	D. Industrial Difusa	231,0	278,4	332,4	380,3	433,3	492,0	557,0
	D. dos D.Is	0,0	4,9	11,6	18,3	22,3	22,3	22,3
	D.Industrial Consolidada	231,0	278,4	332,4	380,3	433,3	492,0	557,0
Caucaia	D. Industrial Difusa	741,1	859,1	993,8	1139,8	1307,3	1499,4	1719,8
	D. dos D.Is	0,0	23,4	55,4	87,4	106,5	106,5	106,5
	D.Industrial Consolidada	741,1	859,1	993,8	1139,8	1307,3	1499,4	1719,8
Horizonte	D. Industrial Difusa	67,5	82,1	99,9	108,9	118,8	129,5	141,2
	D. dos D.Is	9,4	20,7	29,5	29,5	29,5	29,5	29,5
	D.Industrial Consolidada	67,5	82,1	99,9	108,9	118,8	129,5	141,2
Itaitinga	D. Industrial Difusa	8,7	9,2	9,8	9,9	10,1	10,3	10,5
	D. dos D.Is	0,0	14,9	35,1	55,4	67,5	67,5	67,5
	D.Industrial Consolidada	8,7	14,9	35,1	55,4	67,5	67,5	67,5
Maracanaú	D. Industrial Difusa	306,8	402,9	517,1	605,2	714,2	828,6	924,2
	D. dos D.Is	441,6	563,9	588,5	588,5	588,5	588,5	588,5
	D.Industrial Consolidada	441,6	563,9	588,5	605,2	714,2	828,6	924,2
Maranguape	D. Industrial Difusa	147,5	163,0	180,1	192,0	204,6	218,1	232,5
	D. dos D.Is	8,7	21,1	32,1	34,9	36,7	36,7	36,7
	D.Industrial Consolidada	147,5	163,0	180,1	192,0	204,6	218,1	232,5
Pacajus	D. Industrial Difusa	334,7	382,3	436,8	467,9	501,3	537,1	575,4
	D. dos D.Is	18,5	40,6	57,9	57,9	57,9	57,9	57,9
	D.Industrial Consolidada	334,7	382,3	436,8	467,9	501,3	537,1	575,4
Pacatuba	D. Industrial Difusa	96,9	110,9	126,9	141,0	156,6	173,9	193,2
	D. dos D.Is	5,6	19,1	33,6	42,9	48,4	48,4	48,4
	D.Industrial Consolidada	96,9	110,9	126,9	141,0	156,6	173,9	193,2

Quadro 2.4.22 - Demandas Industriais dos Município envolvidos no Projeto, desprovidos de Distritos Industriais

Município	Demanda Industrial Difusa (l/s)						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Bacias Metropolitanas							
Aquiraz	243,5	261,9	275,2	284,5	290,7	294,9	297,6
Beberibe	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chorozinho	3,9	4,4	5,0	5,5	6,0	6,5	7,1
Eusébio	22,3	27,8	33,5	38,2	43,3	47,1	50,3
Fortaleza	1706,8	1896,5	2105,4	2329,1	2564,0	2788,2	3024,1
Guaiúba	10,1	10,9	11,5	11,9	12,2	12,4	12,6
Pindoretama	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9
São Gonçalo do Amarante	18,5	27,7	41,5	49,5	59,0	70,4	84,0
Bacia do Jaguaribe							
Acopiara	7,7	8,4	9,0	9,5	10,0	10,3	10,6
Alto Santo	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
Aracati	60,8	64,3	66,7	68,3	69,4	70,0	70,5
Banabuiú	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Cariús	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fortim	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Icapuí	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Icó	11,2	11,5	11,6	11,7	11,7	11,8	11,8
Iguatu	28,7	29,7	30,6	31,2	31,7	32,1	32,4
Iracema	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Itaiçaba	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8
Jaguaretama	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jaguaribara	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,7	2,7
Jaguaribe	19,9	21,4	22,6	23,5	24,2	24,7	25,1
Jaguaruana	35,6	37,1	38,1	38,8	39,2	39,5	39,7
Jucás	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Limoeiro do Norte	13,7	14,6	15,1	15,4	15,6	15,7	15,8
Morada Nova	17,8	19,7	21,3	22,7	23,9	24,8	25,5
Orós	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Pereiro	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quixadá	29,3	31,5	33,4	34,9	36,0	36,9	37,6
Quixelô	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7
Quixeramobim	83,6	85,4	86,3	86,7	86,9	87,0	87,1
Quixeré	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Russas	21,1	23,8	26,3	28,7	30,8	32,7	34,3
São João do Jaguaribe	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Senador Pompeu	3,0	3,1	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3
Solonópole	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Tabuleiro do Norte	14,1	15,8	17,6	19,2	20,7	22,1	23,2

Quadro 2.4.23 - Alocação por Alternativas das Demandas Industriais das Bacias Metropolitanas

BACIA HIDROGRÁFICA	MUNICÍPIO	Alocação por Faixa de Influência	DEMANDAS INDUSTRIAIS CONSOLIDADAS (l/s)							
			2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	
Bacias Metropolitanas	Aquiraz		243,5	261,9	275,2	284,5	290,7	294,9	297,6	
	Cascavel		231,0	278,4	332,4	380,3	433,3	492,0	557,0	
	Caucaia		741,1	859,1	993,8	1.139,8	1.307,3	1.499,4	1.719,8	
	Chorozinho		3,9	4,4	5,0	5,5	6,0	6,5	7,1	
	Eusébio		136,4	157,4	178,3	200,8	223,2	249,5	269,6	
	Fortaleza		1.706,8	1.896,5	2.105,4	2.329,1	2.564,0	2.788,2	3.024,1	
	Guaiúba		10,1	10,9	11,5	11,9	12,2	12,4	12,6	
	Horizonte		67,5	82,1	99,9	108,9	118,8	129,5	141,2	
	Itaitinga		8,7	14,9	35,1	55,4	67,5	67,5	67,5	
	Maracanaú		441,6	563,9	588,5	605,2	714,2	828,6	924,2	
	Maranguape		147,5	163,0	180,1	192,0	204,6	218,1	232,5	
	Pacajus		334,7	382,3	436,8	467,9	501,3	537,1	575,4	
	Pacatuba		96,9	110,9	126,9	141,0	156,6	173,9	193,2	
	Pindoretama		112,9	113,1	113,3	113,4	113,6	113,7	113,9	
	São Gonçalo do Amarante		1.224,5	1.233,7	2.392,5	3.564,5	3.574,0	3.585,4	3.599,0	
	Sub-total			5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5
	Beberibe			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sub-total			5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5	

Legenda:

- Demandas Alvo (RMF+entorno)
- Localidade dentro de alguma das Faixas de Influência
- Localidade com mais de 5 mil habitantes dentro de um raio de até 50 km de alguma das Alternativas ou do Rio Jaguaribe Perenizado.
- Agregadas ao Canal do Trabalhador (Complemento às alternativas do Eixo Sertão Central)
- Alternativa AG1
- Alternativa AG2
- Alternativa AG3
- Alternativa AG4
- Alternativa AG5 - Ampliação do Canal do Trabalhador

Quadro 2.4.24 - Alocação por Alternativa das Demandas Industriais da Bacia do Jaguaribe

BACIA HIDROGRÁFICA	MUNICÍPIO	Alocação por Faixa de Influência					DEMANDA INDUSTRIAL (l/s)						
							2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Alto Jaguaribe	Iguatu						28,7	29,7	30,6	31,2	31,7	32,1	32,4
	Orós						10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
	Quixelô						2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7
	Icó						11,2	11,5	11,6	11,7	11,7	11,8	11,8
	Acopiara						7,7	8,4	9,0	9,5	10,0	10,3	10,6
	Cariús						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jucás						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sub-total Orós						60,4	62,5	64,1	65,4	66,4	67,2	67,8
Médio Jaguaribe	Alto Santo ¹⁾						0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
	São João do Jaguaribe						0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Jaguetama						0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9
	Jaguaribara						0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Jaguaribe						19,9	21,4	22,6	23,5	24,2	24,7	25,1
	Iracema						1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	Pereiro						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Solonópole						0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Sub-total Orós						21,2	22,9	24,2	25,3	26,1	26,7	27,1
	Sub-total Castanhão						1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,2
	Rio Banabuiú	Morada Nova						17,8	19,7	21,3	22,7	23,9	24,8
Banabuiú							1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Quixeramobim							83,6	85,4	86,3	86,7	86,9	87,0	87,1
Quixadá							29,3	31,5	33,4	34,9	36,0	36,9	37,6
Senador Pompeu							3,0	3,1	3,2	3,3	3,3	3,3	3,3
Sub-total Banabuiú							4,2	4,3	4,4	4,5	4,5	4,5	4,5
Sub-total ESCSp							114,0	118,1	120,8	122,8	124,2	125,2	125,9
Sub-total ESCIt e ESCIf-B							17,8	19,7	21,3	22,7	23,9	24,8	25,5
Baixo Jaguaribe	Jaguaruana						35,6	37,1	38,1	38,8	39,2	39,5	39,7
	Limoeiro do Norte						13,7	14,6	15,1	15,4	15,6	15,7	15,8
	Quixeré						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Russas						21,1	23,8	26,3	28,7	30,8	32,7	34,3
	Tabuleiro do Norte						14,1	15,8	17,6	19,2	20,7	22,1	23,2
	Aracati						60,8	64,3	66,7	68,3	69,4	70,0	70,5
	Fortim						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Icapuí						3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	Itaíçaba						2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8
	Sub-total Castanhão						151,1	161,5	169,8	176,5	181,9	186,2	189,8

Legenda:

- Localidade dentro de alguma das Faixas de Influência
- Localidade com mais de 5 mil habitantes dentro de um raio de até 50 km de alguma das Alternativas ou do Rio Jaguaribe Perenizado.
- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Orós
- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Castanhão
- Agregadas ao Banabuiú
- Alternativa AG1
- Alternativa AG2
- Alternativa AG3
- Alternativa AG4
- Não estimado por estar fora da área de interesse do projeto



HARZA · HIDROBRASILEIRA
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

Quadro 2.4.25 - Demanda Industrial de Turismo

Município	Demanda Industrial de Turismo (l/s)						
	2000	2005 ¹⁾	2010	2015 ¹⁾	2020	2025 ²⁾	2030 ²⁾
Fortaleza	0,0	16,0	32,0	49,0	66,0	66,0	66,0
Aquiraz	0,0	310,5	621,0	959,0	1.297,0	1.297,0	1.297,0
Beberibe	0,0	14,5	29,0	44,0	59,0	59,0	59,0
Cascavel	0,0	12,7	25,3	38,7	52,0	52,0	52,0
Caucaia	0,0	405,5	811,0	1.234,0	1.657,0	1.657,0	1.657,0
Guaiúba	0,0	3,8	7,6	11,8	16,0	16,0	16,0
Maranguape	0,0	10,5	21,0	32,0	43,0	43,0	43,0
Pacatuba	0,0	5,2	10,4	15,7	21,0	21,0	21,0
Total	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0

Notas

1) Valores Interpolados

2) Valores Conservados a partir de 2020

Quadro 2.4.26 - Alocação das Demandas de Irrigação Intensiva das Áreas pertencentes à Bacia do Jaguaribe

BACIA HIDROGRÁFICA	Projeto de Irrigação	Alocação por Faixa de Influência	DEMANDA IRRIGAÇÃO INTENSIVA (l/s)						
			2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Salgado	Icó-Lima Campos		1.545,8	1.710,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0
	Sub-total Orós		1.545,8	1.710,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0
Alto Jaguaribe	Projeto Chapada e Várzeas de Iguatu		1.158,8	2.223,0	3.510,0	3.510,0	3.510,0	3.510,0	3.510,0
	Sub-total Orós		1.158,8	2.223,0	3.510,0	3.510,0	3.510,0	3.510,0	3.510,0
Médio Jaguaribe	Xique-Xique		71,3	319,2	252,0	252,0	252,0	252,0	252,0
	Altinho		116,3	116,3	91,8	91,8	91,8	91,8	91,8
	Curupati		269,0	301,2	237,8	237,8	237,8	237,8	237,8
	Chapadão do Castanhão ¹⁾		0,0	2.850,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0
	Sub-total Castanhão qndo AG1, AG2 e AG3		456,6	736,7	581,6	581,6	581,6	581,6	581,6
	Sub-total Castanhão qndo AG4 e AG5		456,6	3.586,7	2.831,6	2.831,6	2.831,6	2.831,6	2.831,6
Rio Banabuiú	Banabuiú		53,6	53,6	42,3	42,3	42,3	42,3	42,3
	Morada Nova		2.058,3	2.058,3	1.625,0	1.625,0	1.625,0	1.625,0	1.625,0
	Transição Sul (Roldão)		0,0	1.425,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0
	Tabuleiro de Russas ²⁾		5.871,0	5.871,0	4.635,0	4.635,0	4.635,0	4.635,0	4.635,0
	Ibicuintinga		0,0	570,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0
	Sub-total Banabuiú qndo AG1, AG4 e AG5		7.982,9	7.982,9	6.302,3	6.302,3	6.302,3	6.302,3	6.302,3
Baixo Jaguaribe	Jaguaruana		114,9	114,9	90,7	90,7	90,7	90,7	90,7
	Jaguaribe-Apodi		2.091,5	3.074,0	2.426,9	2.426,9	2.426,9	2.426,9	2.426,9
	Eixo Castanhão-Icapuí		0,0	1.425,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0
	Apodi-Ceará		0,0	712,5	1.125,0	1.687,5	2.250,0	2.250,0	2.250,0
	Baixo Jaguaribe		3.363,7	4.531,9	4.500,0	4.500,0	4.500,0	4.500,0	4.500,0
	Expansão Tab. Russas		0,0	0,0	1.125,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0
Sub-total AG4		0,0	0,0	1.125,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	2.250,0	
Sub-total Castanhão qndo AG4 e AG5		5.570,1	9.858,2	10.392,5	10.955,0	11.517,5	11.517,5	11.517,5	
Sub-total Castanhão qndo AG1, AG2, AG3 e AG5		5.570,1	9.858,2	11.517,5	13.205,0	13.767,5	13.767,5	13.767,5	

Notas:

- 1) O Projeto Chapadão do Castanhão, quando se trata das alternativas ESCSp, ESCIt e ESCIf-B, tem sua captação vinculada ao novo Eixo; no entanto, quando as alternativas estudadas são ESCIf-F e Ampliação do Canal do Trabalhador, tem sua demanda agregada ao
- 2) O Projeto Tabuleiro de Russas, quando se trata das alternativas ESCIt e ESCIf-B, tem sua captação vinculada ao novo Eixo; no entanto, quando as alternativas estudadas são ESCSp, ESCIf-F e Ampliação do Canal do Trabalhador, tem sua demanda agregada ao a
- 3) A Expansão do Tabuleiro de Russas, quando se trata da alternativa ESCIf-F, tem sua demanda agregada ao novo Eixo; contudo, quando em estudo as demais macro-alternativas sua demanda está agregada ao rio Jaguaribe perenizado pelo Castanhão.

Legenda:

- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Orós
- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Castanhão
- Agregadas ao Banabuiú
- Alternativa AG1
- Alternativa AG2
- Alternativa AG3
- Alternativa AG4
- Não estimado por estar fora da área de interesse do projeto

Quadro 2.4.27- Alocação das Demandas de Irrigação Difusa das Áreas pertencentes à Bacia do Jaguaribe

BACIA HIDROGRÁFICA	Município	Alocação por Faixa de Influência	DEMANDA IRRIGAÇÃO DIFUSA (l/s)						
			2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Médio Jaguaribe	Icó	■	494,5	512,9	531,3	531,3	531,3	531,3	531,3
	Orós	■	980,5	1.016,9	1.053,3	1.053,3	1.053,3	1.053,3	1.053,3
	Alto Santo	■	313,0	324,6	336,2	336,2	336,2	336,2	336,2
	Jaguaribe	■	570,4	591,6	612,8	612,8	612,8	612,8	612,8
	São João do Jaguaribe	■	1.211,5	1.256,5	1.301,5	1.301,5	1.301,5	1.301,5	1.301,5
	Sub-total Orós		2.045,4	2.121,3	2.197,3	2.197,3	2.197,3	2.197,3	2.197,3
	Sub-total Castanhão		1.524,5	1.581,1	1.637,7	1.637,7	1.637,7	1.637,7	1.637,7
Rio Banabuiú	Banabuiú	■	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6	226,6
	Jaguaretama	■	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7	134,7
	Limoeiro do Norte	■	932,2	932,2	932,2	932,2	932,2	932,2	932,2
	Morada Nova	■	235,4	235,4	235,4	235,4	235,4	235,4	235,4
	Sub-total Banabuiú		1.528,8	1.528,8	1.528,8	1.528,8	1.528,8	1.528,8	1.528,8
Baixo Jaguaribe	Aracati	■	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
	Sub-total Castanhão		19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
Áreas margeantes a Alternativa ESCSp	Alto Santo	■	0,0	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
	Morada Nova	■	0,0	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2
	Jaguaretama	■	0,0	278,8	278,8	278,8	278,8	278,8	278,8
	Banabuiú	■	0,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0	101,0
	Quixadá	■	0,0	236,2	236,2	236,2	236,2	236,2	236,2
	Sub-total AG1		0,0	650,8	650,8	650,8	650,8	650,8	650,8
Áreas Margeantes as Alternativas ESCIt e ESCIf-B	Morada Nova	■	0,0	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1	106,1
	Russas	■	0,0	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1
	Sub-total AG2 e AG3		0,0	189,2	189,2	189,2	189,2	189,2	189,2
Áreas Margeantes as Alternativas ESCIf-F	Morada Nova	■	0,0	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4
	Russas	■	0,0	144,6	144,6	144,6	144,6	144,6	144,6
	Sub-total AG4		0,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0	180,0

Legenda:

- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Orós
- Faixa do Rio Jaguaribe perenizado agregado ao Castanhão
- Agregadas ao Banabuiú
- Alternativa AG1
- Alternativa AG2
- Alternativa AG3
- Alternativa AG4

- Não estimado por estar fora da área de interesse do projeto

Quadro 2.4.28 - Alocação das Demandas de Irrigação das áreas pertencentes às Bacias Metropolitanas

BACIA HIDROGRÁFICA	Áreas Irrigadas	Município	Alocação por Alternativa	DEMANDAS DE IRRIGAÇÃO (l/s)												
				2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030						
Bacias Metropolitanas	Áreas ao Longo do Canal do Trabalhador	Aracati							0,0	249,8	394,4	394,4	394,4	394,4	394,4	394,4
		Beberibe							539,1	827,1	1.305,9	1.305,9	1.305,9	1.305,9	1.305,9	1.305,9
		Cascavel							0,0	451,2	712,5	712,5	712,5	712,5	712,5	712,5
		Chorozinho							0,0	21,6	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2	34,2
		Palhano							30,4	160,3	253,1	253,1	253,1	253,1	253,1	253,1
	Sub-total								569,5	1.710,0	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1
	Jusante aç. Choró-Limão	Quixadá							58,2	59,5	80,6	80,6	122,8	122,8	122,8	122,8
		Choró							34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8	34,8
	Sub-total								93,0	94,3	115,4	115,4	157,6	157,6	157,6	157,6
	Áreas ao longo do rio Choró	Quixadá							0,0	31,1	62,2	93,2	124,3	124,3	124,3	124,3
		Itapiúna							0,0	12,7	25,4	38,1	50,8	50,8	50,8	50,8
		Capistrano							0,0	9,5	19,1	28,6	38,2	38,2	38,2	38,2
		Baturité							0,0	62,3	124,6	187,0	249,3	249,3	249,3	249,3
		Aracoiaba							0,0	210,8	421,5	632,3	843,0	843,0	843,0	843,0
		Barreira							0,0	91,9	183,9	275,8	367,7	367,7	367,7	367,7
		Ocara							0,0	5,9	11,8	17,7	23,5	23,5	23,5	23,5
	Sub-total								0,0	478,7	957,3	1.436,0	1.914,7	1.914,7	1.914,7	1.914,7
	Projeto Piloto RMF								0,0	570,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0
	Sub-total								0,0	570,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0	1.350,0
	Áreas Margeantes a Alternativa AG1	Quixadá							0,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0	89,0
		Itapiúna							0,0	158,8	158,8	158,8	158,8	158,8	158,8	158,8
		Capistrano							0,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
		Baturité							0,0	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7	42,7
Aracoiaba								0,0	117,6	117,6	117,6	117,6	117,6	117,6	117,6	
Barreira								0,0	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5	101,5	
Chorozinho								0,0	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	112,1	
Pacajus								0,0	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3	90,3	
Sub-total								0,0	783,1	783,1	783,1	783,1	783,1	783,1	783,1	
Áreas Margeantes as Alternativas AG2, AG3 e AG4	Morada Nova							0,0	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	88,4	
	Ocara							0,0	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	83,1	
Sub-total								0,0	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5	

Legenda:

- Irrigação Intensiva
- Irrigação Difusa
- Agregadas ao Canal do Trabalhador (Complemento às alternativas do Eixo Sertão Central)
- Alternativa AG1
- Alternativa AG2
- Alternativa AG3
- Alternativa AG4
- Alternativa AG5 - Ampliação do Canal do Trabalhador

Quadro 2.4.29 - Demandas Humanas Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacias Metropolitanas)

MUNICÍPIO	Demanda Humana Rural (I/s)																																														
	Alternativa AG1							Alternativa AG2							Alternativa AG3							Alternativa AG4							Agregadas ao Canal do Trabalhador							Alternativa AG5 - Ampliação do Canal do Trabalhador											
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030					
ACARAPE	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70	0,69	0,69																																								
AQUIRAZ	4,30	4,71	5,03	5,38	5,61	5,87	6,14	4,30	4,71	5,03	5,38	5,61	5,87	6,14	4,30	4,71	5,03	5,38	5,61	5,87	6,14	4,30	4,71	5,03	5,38	5,61	5,87	6,14																			
ARACATI																																															
ARACOIABA	12,26	12,93	13,21	13,53	13,41	13,33	13,25																																								
ARATUBA																																															
BARREIRA	12,86	12,58	11,65	10,83	9,53	8,43	7,45																																								
BATURITE	2,47	2,46	2,44	2,43	2,41	2,40	2,39																																								
BEBERIBE								0,30	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,30	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,30	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	12,90	13,51	13,79	14,10	14,05	14,04	14,03	13,20	13,83	14,11	14,43	14,39	14,37	14,36					
CANINDE																																															
CAPISTRANO	2,85	2,83	2,82	2,80	2,78	2,77	2,75																																								
CASCAVEL	4,29	4,19	4,09	3,99	3,90	3,81	3,72	4,29	4,19	4,09	3,99	3,90	3,81	3,72	4,29	4,19	4,09	3,99	3,90	3,81	3,72	4,29	4,19	4,09	3,99	3,90	3,81	3,72																			
CAUCAIA	14,63	15,30	16,00	16,74	17,49	18,31	19,15	14,63	15,30	16,00	16,74	17,49	18,31	19,15	14,63	15,30	16,00	16,74	17,49	18,31	19,15	14,63	15,30	16,00	16,74	17,49	18,31	19,15																			
CHORO	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04																																								
CHOROZINHO	7,09	6,27	5,55	4,90	4,34	3,83	3,39	7,09	6,27	5,55	4,90	4,34	3,83	3,39	7,09	6,27	5,55	4,90	4,34	3,83	3,39	7,09	6,27	5,55	4,90	4,34	3,83	3,39																			
EUSEBIO																																															
FORTALEZA																																															
FORTIM																																															
GUAIUBA	1,92	2,00	2,10	2,19	2,29	2,40	2,51	1,92	2,00	2,10	2,19	2,29	2,40	2,51	1,92	2,00	2,10	2,19	2,29	2,40	2,51	1,92	2,00	2,10	2,19	2,29	2,40	2,51																			
GUARAMIRANGA																																															
HORIZONTE	14,58	18,91	22,94	27,95	31,64	36,09	41,16	14,15	18,35	22,26	27,12	30,70	35,01	39,93	14,15	18,35	22,26	27,12	30,70	35,01	39,93	14,15	18,35	22,26	27,12	30,70	35,01	39,93																			
IBARETAMA	6,04	5,51	5,02	4,58	4,18	3,81	3,48																																								
ITAITINGA	3,76	3,86	3,85	3,88	3,87	3,88	3,88	3,76	3,86	3,85	3,88	3,87	3,88	3,88	3,76	3,86	3,85	3,88	3,87	3,88	3,88	3,76	3,86	3,85	3,88	3,87	3,88	3,88																			
ITAPIUNA	5,69	5,72	5,71	5,71	5,67	5,64	5,61																																								
MARACANAÚ	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,57	0,55	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,57	0,55	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,57	0,55	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,57	0,55																			
MARANGUAPE	2,00	2,11	2,22	2,33	2,44	2,55	2,67	2,00	2,11	2,22	2,33	2,44	2,55	2,67	2,00	2,11	2,22	2,33	2,44	2,55	2,67	2,00	2,11	2,22	2,33	2,44	2,55	2,67																			
MORADA NOVA																																															
MULUNGU																																															
OCARA	3,42	3,33	3,08	2,86	2,51	2,22	1,97	5,70	5,55	5,13	4,76	4,19	3,70	3,28	5,70	5,55	5,13	4,76	4,19	3,70	3,28	5,70	5,55	5,13	4,76	4,19	3,70	3,28																			
PACAJUS	10,11	9,88	9,65	9,42	9,20	8,99	8,78	9,58	9,36	9,14	8,93	8,72	8,52	8,32	9,58	9,36	9,14	8,93	8,72	8,52	8,32	9,58	9,36	9,14	8,93	8,72	8,52	8,32																			
PACATUBA	3,90	3,83	3,75	3,67	3,60	3,53	3,46	3,90	3,83	3,75	3,67	3,60	3,53	3,46	3,90	3,83	3,75	3,67	3,60	3,53	3,46	3,90	3,83	3,75	3,67	3,60	3,53	3,46																			
PACOTI																																															
PALHANO																																															
PALMÁCIA																																															
PARACURU																																															
PINDORETAMA																																															
QUIXADA																																															
REDENAÇÃO	1,60	1,59	1,58	1,57	1,56	1,55	1,54																																								
RUSSAS																																															
S.GONÇ. DO AMARANTE	0,96	1,06	1,15	1,24	1,30	1,38	1,45	0,96	1,06	1,15	1,24	1,30	1,38	1,45	0,96	1,06	1,15	1,24	1,30	1,38	1,45	0,96	1,06	1,15	1,24	1,30	1,38	1,45																			
Sub-Total Metropolitanas	116,13	120,46	123,18	127,35	129,08	132,08	136,01	73,21	77,53	81,18	86,06	89,37	93,68	98,77	73,21	77,53	81,18	86,06	89,37	93,68	98,77	73,21	77,53	81,18	86,06	89,37	93,68	98,77	13,67	14,26	14,51	14,80	14,72	14,69	14,65	86,89	91,79	95,68	100,86	104,10	108,37	113,42					

Obs.: A coluna "Agregadas ao Canal do Trabalhador" representa o Canal do Trabalhador como complemento às alternativas AG1, AG2, AG3 e AG4. Já a coluna "Alternativa AG5 - Ampliação do Canal do Trabalhador" corresponde a alternativa isolada de ampliação do

Quadro 2.4.32 - Demandas Animais Rurais envolvidas no Projeto por FID (Bacias do Jaguaribe)

MUNICÍPIO	Demanda Animal Rural (l/s)																																															
	Alternativa AG1							Alternativa AG2							Alternativa AG3							Alternativa AG4							Agregadas ao Orós							Agregadas ao Castanhão												
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030						
Acopiara																												0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09														
Alto Santo																																						3,10	3,52	3,99	4,53	5,14	5,84	6,62				
Aracati																																						6,39	7,25	8,22	9,33	10,59	12,01	13,63				
Banabuiú	5,90	6,69	7,59	8,62	9,78	11,10	12,59																																									
Fortim																																																
Icó																																																
Iguatu																																																
Iracema																																																
Itaíçaba																																																
Jaquaretama	6,60	7,49	8,50	9,65	10,95	12,42	14,10																																									
Jaguaribara																																																
Jaguaribe																																																
Jaguaruana																																																
Limoeiro do Norte								1,37	1,55	1,76	2,00	2,27	2,57	2,92	1,37	1,55	1,76	2,00	2,27	2,57	2,92	1,37	1,55	1,76	2,00	2,27	2,57	2,92																				
Morada Nova	3,63	4,12	4,67	5,30	6,02	6,83	7,75	33,69	38,23	43,38	49,23	55,86	63,39	71,93	33,69	38,23	43,38	49,23	55,86	63,39	71,93	33,69	38,23	43,38	49,23	55,86	63,39	71,93																				
Orós																																																
Quixadá	13,57	15,40	17,48	19,83	22,50	25,54	28,98																																									
Quixelô																																																
Quixeramobim																																																
Quixeré																																																
Russas								3,43	3,89	4,41	5,01	5,68	6,45	7,32	10,81	12,27	13,92	15,80	17,93	20,34	23,08	10,81	12,27	13,92	15,80	17,93	20,34	23,08																				
São João do Jaguaribe																																																
Solonópole																																																
Tabuleiro do Norte																																																
Sub-Total Jaguaribe	29,71	33,71	38,25	43,40	49,25	55,88	63,41	38,49	43,67	49,56	56,23	63,81	72,41	82,16	45,87	52,05	59,07	67,02	76,05	86,30	97,93	45,87	52,05	59,07	67,02	76,05	86,30	97,93	53,80	61,05	69,28	78,61	89,20	101,22	114,85	88,81	100,77	114,35	129,76	147,24	167,07	189,58						



LARZA - HIDROBRASILEIRA
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

Quadro 2.4.33 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG1

Alternativa AG1							
Tipos de demanda	Projeções de Demanda (l/s)						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BACIAS METROPOLITANAS							
DHUR	6.770,0	7.142,3	8.436,6	10.033,0	11.019,6	11.968,3	12.997,5
DI	5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	569,5	1.710,0	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1
DIRdif	93,0	1.356,0	1.855,8	2.334,5	2.855,4	2.855,4	2.855,4
DHR	129,8	134,7	137,7	142,1	143,8	146,8	150,7
DAR	71,4	80,7	91,3	103,4	116,9	132,3	149,7
Sub-Total	13.140,9	17.335,0	22.653,4	27.297,2	30.334,0	32.010,5	33.798,8
BACIA DO JAGUARIBE							
DHUR	781,1	778,6	767,8	798,5	826,9	850,9	867,8
DI	352,5	371,0	385,2	396,4	405,1	412,0	417,4
DTUR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIRint	16.714,1	25.360,8	25.511,4	27.198,9	27.761,4	27.761,4	27.761,4
DIRdif	5.118,2	5.901,6	6.034,2	6.034,2	6.034,2	6.034,2	6.034,2
DHR	168,7	155,2	142,9	131,5	121,0	111,4	102,5
DAR	172,3	195,5	221,9	251,8	285,7	324,2	367,8
Sub-Total	23.307,0	32.762,7	33.063,4	34.811,2	35.434,2	35.494,0	35.551,1
TODA A ÁREA DE ABRANGÊNCIA							
DHUR	7.551,1	7.920,9	9.204,4	10.831,5	11.846,4	12.819,2	13.865,3
DI	5.859,7	6.503,5	8.259,8	9.996,4	10.692,4	11.408,7	12.151,8
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	17.283,7	27.070,9	28.211,5	29.899,0	30.461,5	30.461,5	30.461,5
DIRdif	5.211,2	7.257,6	7.889,9	8.368,6	8.889,5	8.889,5	8.889,5
DHR	298,5	290,0	280,6	273,7	264,8	258,2	253,2
DAR	243,7	276,3	313,2	355,1	402,6	456,5	517,5
TOTAL	36.447,8	50.097,7	55.716,8	62.108,4	65.768,3	67.504,6	69.349,8



Quadro 2.4.34 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG2

Alternativa AG2							
Tipos de demanda	Projeções de Demanda (l/s)						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BACIAS METROPOLITANAS							
DHUR	6.768,0	7.140,0	8.434,5	10.029,7	11.015,7	11.964,0	12.992,7
DI	5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	569,5	2.280,0	4.050,1	4.050,1	4.050,1	4.050,1	4.050,1
DIRdif	0,0	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5
DHR	86,9	91,8	95,7	100,9	104,1	108,4	113,4
DAR	57,6	65,1	73,7	83,4	94,3	106,7	120,7
Sub-Total	12.989,2	16.659,6	22.257,2	26.419,7	28.933,9	30.608,4	32.393,9
BACIA DO JAGUARIBE							
DHUR	704,6	705,7	698,8	729,1	757,5	781,7	798,7
DI	256,3	272,6	285,7	296,3	304,8	311,5	316,9
DTUR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIRint	16.714,1	27.355,8	29.111,4	30.798,9	31.361,4	31.361,4	31.361,4
DIRdif	5.118,2	5.439,9	5.572,5	5.572,5	5.572,5	5.572,5	5.572,5
DHR	170,3	156,8	144,3	132,8	122,2	112,5	103,5
DAR	181,1	205,5	233,2	264,6	300,2	340,7	386,6
Sub-Total	23.144,8	34.136,4	36.045,9	37.794,2	38.418,6	38.480,3	38.539,6
TODA A AREA DE ABRANGENCIA							
DHUR	7.472,7	7.845,8	9.133,2	10.758,9	11.773,2	12.745,7	13.791,4
DI	5.763,5	6.405,1	8.160,3	9.896,3	10.592,0	11.308,3	12.051,4
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	17.283,7	29.635,9	33.161,5	34.849,0	35.411,5	35.411,5	35.411,5
DIRdif	5.118,2	5.611,4	5.744,0	5.744,0	5.744,0	5.744,0	5.744,0
DHR	257,2	248,5	240,0	233,6	226,3	220,9	217,0
DAR	238,7	270,6	306,9	348,0	394,6	447,4	507,3
TOTAL	36.134,0	50.796,0	58.303,1	64.213,9	67.352,5	69.088,7	70.933,5



Quadro 2.4.35 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG3

Alternativa AG3							
Tipos de demanda	Projeções de Demanda (l/s)						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BACIAS METROPOLITANAS							
DHUR	6.768,0	7.140,0	8.434,5	10.029,7	11.015,7	11.964,0	12.992,7
DI	5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	569,5	2.280,0	4.050,1	4.050,1	4.050,1	4.050,1	4.050,1
DIRdif	0,0	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5
DHR	86,9	91,8	95,7	100,9	104,1	108,4	113,4
DAR	57,6	65,1	73,7	83,4	94,3	106,7	120,7
Sub-Total	12.989,2	16.659,6	22.257,2	26.419,7	28.933,9	30.608,4	32.393,9
BACIA DO JAGUARIBE							
DHUR	704,6	705,7	698,8	729,1	757,5	781,7	798,7
DI	256,3	272,6	285,7	296,3	304,8	311,5	316,9
DTUR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIRint	16.714,1	27.355,8	29.111,4	30.798,9	31.361,4	31.361,4	31.361,4
DIRdif	5.118,2	5.439,9	5.572,5	5.572,5	5.572,5	5.572,5	5.572,5
DHR	170,3	156,8	144,3	132,8	122,2	112,5	103,5
DAR	188,5	213,9	242,7	275,4	312,5	354,6	402,4
Sub-Total	23.152,1	34.144,7	36.055,4	37.805,0	38.430,8	38.494,2	38.555,4
TODA A ÁREA DE ABRANGÊNCIA							
DHUR	7.472,7	7.845,8	9.133,2	10.758,9	11.773,2	12.745,7	13.791,4
DI	5.763,5	6.405,1	8.160,3	9.896,3	10.592,0	11.308,3	12.051,4
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	17.283,7	29.635,9	33.161,5	34.849,0	35.411,5	35.411,5	35.411,5
DIRdif	5.118,2	5.611,4	5.744,0	5.744,0	5.744,0	5.744,0	5.744,0
DHR	257,2	248,5	240,0	233,6	226,3	220,9	217,0
DAR	246,0	279,0	316,4	358,8	406,8	461,3	523,1
TOTAL	36.141,4	50.804,4	58.312,6	64.224,7	67.364,8	69.102,5	70.949,3

HARZA - HIDROBRASILEIRA
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

Quadro 2.4.36- Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG4

Alternativa AG4							
Tipos de demanda	Projeções de Demanda (l/s)						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BACIAS METROPOLITANAS							
DHUR	6.768,0	7.140,0	8.434,5	10.029,7	11.015,7	11.964,0	12.992,7
DI	5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	569,5	2.280,0	4.050,1	4.050,1	4.050,1	4.050,1	4.050,1
DIRdif	0,0	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5	171,5
DHR	86,9	91,8	95,7	100,9	104,1	108,4	113,4
DAR	57,6	65,1	73,7	83,4	94,3	106,7	120,7
Sub-Total	12.989,2	16.659,6	22.257,2	26.419,7	28.933,9	30.608,4	32.393,9
BACIA DO JAGUARIBE							
DHUR	658,6	658,6	651,0	678,5	704,5	727,4	743,0
DI	238,5	252,9	264,4	273,6	280,9	286,7	291,4
DTUR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIRint	16.714,1	25.360,8	25.511,4	27.198,9	27.761,4	27.761,4	27.761,4
DIRdif	5.118,2	5.430,7	5.563,3	5.563,3	5.563,3	5.563,3	5.563,3
DHR	170,3	156,8	144,3	132,8	122,2	112,5	103,5
DAR	188,5	213,9	242,7	275,4	312,5	354,6	402,4
Sub-Total	23.088,2	32.073,7	32.377,1	34.122,4	34.744,7	34.805,9	34.865,0
TODA A AREA DE ABRANGENCIA							
DHUR	7.426,6	7.798,6	9.085,5	10.708,2	11.720,2	12.691,4	13.735,8
DI	5.745,7	6.385,4	8.139,0	9.873,6	10.568,2	11.283,5	12.025,9
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	17.283,7	27.640,9	29.561,5	31.249,0	31.811,5	31.811,5	31.811,5
DIRdif	5.118,2	5.602,2	5.734,7	5.734,7	5.734,7	5.734,7	5.734,7
DHR	257,2	248,5	240,0	233,6	226,3	220,9	217,0
DAR	246,0	279,0	316,4	358,8	406,8	461,3	523,1
TOTAL	36.077,5	48.733,3	54.634,3	60.542,0	63.678,7	65.414,3	67.259,0



LARZA - HIDROBRASILEIRA
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

**Quadro 2.4.37 - Consolidação das Demandas Totais envolvidas no Projeto, quando da Alternativa AG5
(Ampliação do Canal do Trabalhador)**

Alternativa AG5 - Ampliação do Canal do Trabalhador							
Tipos de demanda	Projeções de Demanda (l/s)						
	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
BACIAS METROPOLITANAS							
DHUR	6.760,8	7.132,5	8.426,6	10.022,3	11.008,3	11.956,5	12.985,3
DI	5.507,2	6.132,5	7.874,6	9.600,0	10.287,3	10.996,8	11.734,5
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	569,5	1.710,0	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1	2.700,1
DIRdif	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DHR	86,9	91,8	95,7	100,9	104,1	108,4	113,4
DAR	57,6	65,1	73,7	83,4	94,3	106,7	120,7
Sub-Total	12.982,0	15.910,6	20.727,9	24.890,8	27.405,0	29.079,5	30.865,0
BACIA DO JAGUARIBE							
DHUR	650,0	649,6	641,8	668,4	693,7	715,5	730,5
DI	238,5	252,9	264,4	273,6	280,9	286,7	291,4
DTUR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
DIRint	16.714,1	25.360,8	25.511,4	27.198,9	27.761,4	27.761,4	27.761,4
DIRdif	5.118,2	5.250,8	5.383,3	5.383,3	5.383,3	5.383,3	5.383,3
DHR	152,0	139,9	128,8	118,5	109,1	100,4	92,4
DAR	142,6	161,8	183,6	208,4	236,4	268,3	304,4
Sub-Total	23.015,5	31.815,8	32.113,3	33.851,1	34.464,9	34.515,6	34.563,6
TODA A ÁREA DE ABRANGÊNCIA							
DHUR	7.410,8	7.782,1	9.068,4	10.690,8	11.702,0	12.672,0	13.715,8
DI	5.745,7	6.385,4	8.139,0	9.873,6	10.568,2	11.283,5	12.025,9
DTUR	0,0	778,7	1.557,3	2.384,2	3.211,0	3.211,0	3.211,0
DIRint	17.283,7	27.070,9	28.211,5	29.899,0	30.461,5	30.461,5	30.461,5
DIRdif	5.118,2	5.250,8	5.383,3	5.383,3	5.383,3	5.383,3	5.383,3
DHR	238,9	231,7	224,5	219,4	213,2	208,8	205,8
DAR	200,2	226,9	257,3	291,7	330,8	375,0	425,2
TOTAL	35.997,5	47.726,5	52.841,3	58.741,9	61.869,9	63.595,1	65.428,5

2.5. ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS

2.5.1. Breve Caracterização da Região

a) Bacias Metropolitanas

As Bacias Metropolitanas encontram-se posicionada na região nordeste do Ceará, sendo composta por um conjunto de 14 bacias independentes, das quais apenas as bacias dos rios Pirangi, Choró, Pacoti, São Gonçalo e os sistemas Ceará/Maranguape e Cocó/Coaçu são hidrologicamente mais representativas. Abrange uma área de 15.085 km², com larga influência da faixa litorânea e das zonas altas das Serras de Guaramiranga e Baturité, englobando total, ou parcialmente, 41 municípios, com destaque para a Região Metropolitana de Fortaleza, que abriga cerca de 40% da população estadual.

A maior parte das Bacias Metropolitanas é formada por substrato cristalino, com exceção de estreita faixa litorânea com cobertura sedimentar das Formações Barreiras e Dunas, e da porção aluvionar dos cursos d'água.

Essa feição geológica favorece a geração de escoamentos e impede a formação de reservas subterrâneas significativas.

A esse fácies geológico, alia-se um regime pluviométrico marcadamente irregular, de características sazonais, que apresenta alguns anos com chuvas abundantes e, alternadamente, períodos de anos secos consecutivos com pluviosidade muito abaixo da média.

De forma global, a região apresenta, ao norte, uma zona litorânea (de relevo muito suave e pluviometria variando de 1.000 a 1.500 mm), ao sul, uma zona mediterrânea (de relevo moderado, com pluviometria entre 700 e 800 mm), e uma zona intermediária caracterizada pelos microclimas típicos de zonas elevadas, com destaque para a Serra de Guaramiranga (com chuva anual média acima dos 1500 mm).

O conjunto desses fatores restringe fortemente a oferta hídrica e a acumulação dos deflúvios em reservatórios superficiais, que não podem atingir grandes dimensões e ainda são sujeitos às altas taxas de evaporação, bem como à exploração de poços, comumente de reduzidas vazões e na área cristalina com forte tendência salina.

b) Bacia do Jaguaribe

Situada à oeste das Bacias Metropolitanas, a bacia do Jaguaribe é a de maior potencialidade hídrica do Estado devido ao fato de, com cerca de 72,65 mil km², abranger praticamente a metade de sua extensão territorial; também tem a maior quantidade de açudes (mais de 4,5 mil, sendo 38 com mais de 10hm³ e 16 com mais 50hm³), o maior volume acumulado (cerca de 11,58 mil hm³), a totalidade dos muito grandes reservatórios (três com mais de 1000hm³) e a maior vazão regularizável garantida global (cerca de 53m³/s para a garantia de 90%, quando operados com Volume de Alerta).

Em contrapartida, apresenta no conjunto um baixo rendimento hidrológico específico (da ordem de 51mm de deflúvio médio anual, decorrente de um coeficiente de escoamento de 5,6%) resultado da heterogeneidade hidroclimatológica da bacia, tanto espacial como temporal; ela inclui grande parcela das regiões mais secas do Estado, como a dos Inhamuns, que tem uma precipitação média anual em torno de 450mm, e, por outro lado, ao sul, a bacia do Salgado, onde se encontra a favorável área do Cariri onde esta mesma pluviometria supera 1000mm; o coeficiente de variação anual varia de 0,30 a 0,60, sendo mais alto exatamente nas regiões de menor pluviometria.

A combinação do regime pluviométrico com a geologia não só provoca a intermitência dos rios, como submete a região à possibilidade de grandes cheias durante o período chuvoso, que incidem, principalmente, sobre o Baixo Jaguaribe. As cidades mais atingidas são Limoeiro do Norte, Itaiçaba e Aracati.

Apresenta o maior potencial de solos irrigáveis, em especial na parcela do Baixo Jaguaribe, onde se encontram as grandes manchas já estudadas, em parte implantadas ou projetadas; é também nesta parcela da bacia que a iniciativa privada mais intensamente pratica uma agricultura irrigada.

Do ponto de vista do atual projeto do Eixo, os mananciais d'água de interesse são exatamente aqueles de grande porte e que realmente garantem a oferta d'água para o Baixo Jaguaribe; os demais reservatórios de regularização não só têm vazões garantidas de dimensões não comparáveis com as em questão, como, quase sempre, efeitos muito localizados que não atingem a calha do rio Jaguaribe.

2.5.2. As Disponibilidades Hídricas Atuais e Máximas Futuras

2.5.2.1. Das Bacias Metropolitanas

Os recursos disponíveis na “RMF+entorno” consistem essencialmente nas vazões regularizadas pelos principais açudes existentes, que representam a quase totalidade dos recursos. O sistema de mananciais locais, basicamente constituído pelos açudes existentes Pacoti /Riachão /Gavião /Pacajús /Sítios Novos/ Cauhípe e os em construção Aracoiaba/ Catu/ Malcozinhado, abastece quase todas as sedes municipais, principais distritos e pólos industriais, bem como as áreas potencialmente turísticas.

As vazões regularizadas por estes açudes foram determinadas através da simulação da operação dos reservatórios, sendo apresentados no [Quadro 2.5.1](#) os valores correspondentes às garantias de 90 e 99%; esta simulação considerou a manutenção de volumes de alerta nos reservatórios, que garantem o fornecimento de um volume de água mínimo, nos períodos de falha no fornecimento, igual à metade daquele fornecido no período normal.

Ressalte-se, contudo, que a construção do açude Aracoiaba implicará na diminuição de 0,4 m³/s na vazão regularizada (Q99) do açude Pacajús; sendo assim ocorrerá um incremento de regularização de somente 0,841 m³/s no sistema Pacoti/Riachão/Gavião/Pacajús.

As Bacias Metropolitanas contém ainda, já em operação, seis outros reservatórios, os quais, face às suas reduzidas capacidades de regularização e grandes distâncias, tornam-se insuficientes para utilização como reforço ao sistema Pacoti/Riachão/Gavião/Pacajús; além do mais, têm de atender as demandas no interior da bacia e que consomem suas respectivas perenizações.

Quadro 2.5.1 – Disponibilidade Local de Água Bruta associada à “RMF+entorno”

Açude	Área Total (km ²)	Área não Controlada (km ²)	Volume (hm ³)	Vazões Regularizadas com VA (m ³ /s)	
				Garantias	
				90%	99%
Acarape do Meio	205	74	33,3	1,078	0,814
Aracoiaba	584	584	175,0	1,438	1,241
Catu	64	64	33,2	0,332	0,286
Cauhipe	94	94	12,2	0,199	0,169
Gavião	95	95	29,5	0,495	0,415
Mal-Cozinhado	240	240	34,6	0,535	0,423
Pacajus ¹⁾	4506	3826	240,0	2,882	2,279
Pacoti-Riachão	1104	899	420,6	4,602	4,062
Sítios Novos	443	336	123,2	1,140	0,937

Nota: 1) As vazões regularizadas para o açude Pacajus apresentadas no Quadro acima não considera a implantação dos açudes Aracoiaba e Castro a monmante.

Para o incremento da oferta local a única ampliação na capacidade de acumulação superficial na parte ocidental da região metropolitana é a construção do açude Anil, que serviria apenas de pequeno reforço para o abastecimento do Complexo Portuário e abastecimento humano local, visto que teria uma regularização estimada em 0,218m³/s para uma garantia de 90% e 0,185m³/s para a garantia de 95%.

Existem ainda outros novos açudes identificados nas Bacias Metropolitanas (Amarelas, Feijão, Gameleiras, Germinal, Itapebussu e Pesqueiro), mas que não foram considerados prioritários face à análise do balanço hídrico, realizado no PGAM, que demonstrou que serviriam exclusivamente para suprimento de demandas locais.

Na realidade, os açudes atualmente em construção, em projeto ou previstos a curto prazo, possuem capacidades de regularização de vazões pouco significativas (total de 75,6 hm³/ano ou 2,3 m³/s para a garantia de 99%), principalmente quando comparadas com todas as demais necessidades das Bacias Metropolitanas.

Um último reservatório que poderia ter capacidade de armazenamento significativa seria o açude Choró, no rio do mesmo nome, com uma capacidade de armazenamento de 480 hm³, proporcionando uma vazão regularizada calculada em 1,992 m³/s para garantia de 99% e de 2,578 m³/s para garantia de 90%. Deve-se considerar, entretanto, três importantes restrições à sua implantação:

- a) causaria uma redução na capacidade de regularização do açude Pacajús, situado a jusante;

- b) acarretaria sérios problemas de qualidade da água devido ao tipo dos solos, marcadamente salinos, drenados pela sua bacia hidrográfica; e,
- c) exigiria um complexo processo de desapropriação e reassentamento de populações, face ao número de famílias atingidas, além da interferência com a infra-estrutura viária e elétrica existente.

Os demais recursos hídricos disponibilizáveis na região seriam aqueles subterrâneos, os das lagoas litorâneas e, principalmente, o reuso de efluentes tratados.

Os recursos hídricos subterrâneos disponíveis e exploráveis ocorrem essencialmente na faixa litorânea, dada à natureza predominantemente cristalina dos solos do interior. As reservas permanentes foram estimadas em estudos anteriores em 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 0,317m³/s (1,47 l/s/km²) para a área de referência no litoral leste e 0,222m³/s (1,45 l/s/km²) na área de referência do litoral oeste.

As lagoas litorâneas são, na quase totalidade, 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% 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.

Em relação ao reuso dos esgotos sanitários, seu destino final 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 face ao custo, compatibilidade entre distâncias e localizações e, principalmente, à rejeição dos eventuais usuários dessas águas residuárias; ainda assim, admite-se que no futuro, a longo prazo, tal aproveitamento será obrigatório.

Essa oferta local adicional, embora não solucione o problema da RMF, mesmo porque tem aplicação restrita a usos específicos, pode diminuir o montante hídrico, necessário para a satisfação das demandas, a ser importado da bacia do Jaguaribe.

O Estado já incorporou ao seu plano de ações o programa de reuso de efluentes sanitários, apresentando alternativas de uso dos efluentes domésticos de Fortaleza, bem como possibilidades de incremento dessa vazão através da integração com outros municípios constituintes da RMF, tanto a nível de esgoto doméstico como também dos despejos dos distritos industriais, em especial o reforço da oferta hídrica para fins industriais do CIPP-Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

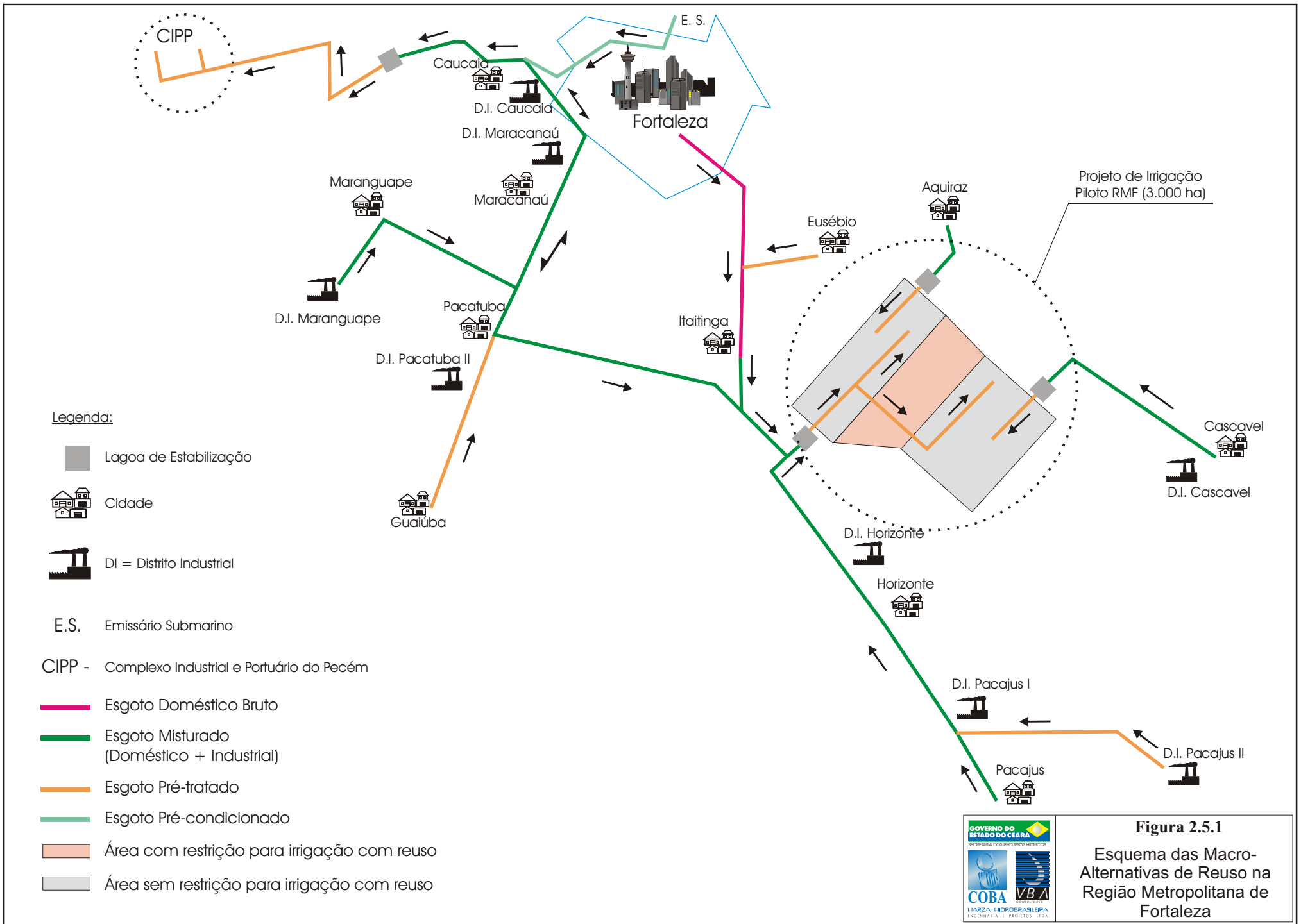
As alternativas globais preliminarmente concebidas são a seguir sucintamente descritas, encontrando-se diagramada na [Figura 2.5.1](#).

A primeira alternativa de reuso de esgotos domésticos de Fortaleza surgiu como alternativa à construção do novo emissário submarino na região costeira do estuário do rio Cocó, ou mais especificamente, em sua margem esquerda. Esse reuso teria o destino final dos efluentes tratados voltados basicamente para a irrigação, sendo esta, ao menos “a priori”, uma solução de menores impactos ao meio ambiente e custos compatíveis com o exigido.

Foi efetuado um pré-dimensionamento da linha de recalque e da estação de tratamento com emissário de exportação do esgoto para as áreas interiores associadas ao Sistema de Lagoas de Estabilização, tomando-se como base as vazões do projeto existente para o dimensionamento do emissário submarino do rio Cocó.

Em síntese, o sistema de reuso consistiria nas seguintes ações:

- reciclagem do esgoto doméstico da cidade de Fortaleza cujo destino anterior seria o emissário submarino da Praia do Futuro, redirecionando-o ao atendimento da demanda do projeto piloto de irrigação RMF, e
- utilização dos efluentes domésticos de Fortaleza, lançados atualmente ao mar pelo emissário submarino da avenida Leste-Oeste, para reforço da demanda industrial do CIPP. Essa alternativa se daria em duas etapas distintas, de modo a atender inicialmente os setores I e II do CIPP, de implementação imediata, e posteriormente os setores III e IV do referido Complexo, ainda em fase de estudo.



Com base nos estudos existentes para o dimensionamento do emissário submarino do rio Cocó, foi calculada a vazão de águas residuárias disponível para reutilização na irrigação como sendo de 2 m³/s; por não se tratar de água bruta e dada a inviabilidade de reservação desse recurso hídrico, uma vez que a lagoa de estabilização não possui capacidade de regularização, adicionada à sazonalidade da demanda intrínseca à irrigação, a área potencialmente irrigável com a reutilização das águas residuárias tratadas foi dimensionada pela vazão de pico, cuja ocorrência se dá em outubro e que corresponde a 14,1% do montante requerido no ano. A disponibilidade adicional será, portanto, suficiente para atender aproximadamente 2,6 mil ha de agricultura irrigada, correspondendo a quase a totalidade da área prevista para o projeto piloto RMF (3 mil ha).

Em relação ao tratamento e destinação final dos esgotos do Complexo Industrial do Porto do Pecém e do pólo turístico localizado à beira mar, entre a foz do rio Ceará e o Pecém, foi definida a alternativa de lançamento submarino apenas dos despejos industriais pré-tratados; os esgotos domésticos do Complexo Industrial, Pólo Turístico e Caucaia, seriam tratados isoladamente, sendo posteriormente aplicados em áreas agrícolas ou reunidos para polimento posterior e reutilizado na indústria.

Os resultados preliminares apontaram para uma vazão adicional de cerca de 2 m³/s para fins industriais.

Em resumo, após análise de todas as alternativas viáveis, concluiu-se pela adição de 4 m³/s ao montante de recurso hídrico local garantido para atendimento das demandas da RMF+entorno, estando esse incremento, no entanto, restrito a usos especificados e criteriosamente programados.

2.5.2.2. Da Bacia do Jaguaribe

As características hidrológicas dos açudes de interesse da bacia do Jaguaribe, que seriam o Orós, Castanhão, Banabuiú e Pedras Brancas, estão mostradas no [Quadro 2.5.2](#).

Outros reservatórios, com capacidade acima de 10hm³, e cuja importância para o presente projeto remonta apenas ao balanço hídrico entre as ofertas e demandas locais, têm sua disponibilidades hídricas garantidas, quando operados com volume de alerta, apresentadas no [Quadro 2.5.3](#), a seguir.

Quadro 2.5.2 – Características Hidrológicas dos Principais Açudes de Interesse na Bacia do Jaguaribe

Açude	Área Total (km ²)	Área não Controlada (km ²)	Volume (hm ³)	Vazões Regularizadas com VA (m ³ /s)	
				Garantias	
				90%	99%
Banabuiú	12.672	2.853	1.800,0	9,3	7,6
Castanhão	35.000	16.821	4.451,0	21,8	17,8
Orós	24.853	19.066	1.956,3	12,2	9,4
Pedras Brancas	1.787	1.574	434,1	1,9	1,55

Quadro 2.5.3 – Disponibilidades Hídricas Adicionais 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
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
Poço da 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

Em adição a esses reservatórios, na bacia a jusante do açude Castanhão, a praticamente única alternativa de incremento da oferta é o açude Figueiredo, em fase de projeto, no afluente homônimo da margem direita do Rio Jaguaribe. Esse barramento acumularia cerca de 500 hm³, controlando uma área de 1,57 mil km², regularizando, se operando com volume de alerta, vazões de 4,130 m³/s (f = 90%).

As alternativas de ampliação das disponibilidades hídricas da bacia foram avaliadas no PGAJ, através da simulação da operação de possíveis novos reservatórios, obtendo-se as seguintes conclusões:

- na bacia do Alto Jaguaribe, onde se acrescentou 11 novos reservatórios, não houve ganho expressivo na vazão regularizada do conjunto;
- o acréscimo de 8 reservatórios na bacia do Rio Salgado representaria um aumento de 51% na vazão regularizada desse conjunto local, o que não seria significativo pela muito reduzida quantidade de açudes, e vazões regularizadas, nesta bacia;
- somente um reservatório novo está previsto para a bacia do Rio Banabuiú, sendo sua contribuição de apenas 6% de incremento na vazão regularizada nessa bacia.

Além do Plano, nos estudos de Inserção Regional do Projeto de Transposição do Rio São Francisco foi estimado, a partir da simulação da operação de cada alternativa de sistema de reservatórios, o nível de influência de açudes de montante, já existentes, sobre o Orós e Castanhão, com o objetivo de avaliar a possibilidade de aumentar a vazão final regularizada no conjunto da bacia.

Os resultados estão condensados no [Quadro 2.5.4](#).

Quadro 2.5.4 – Análise da Influência da Grande Açudagem de Montante Sobre os Açudes Orós e Castanhão

Reservatório	Orós	Castanhão (com Orós a montante)
Capacidade (x 10 ⁶ m ³):	1,956	4,451
Área drenada não controlada pelo açude (km ²):	22,103	16,821
% da área controlada	18	23
Vazão regularizada s/controle de montante (m ³ /s; garantia = 90%)	13,65	24,96
Vazão regularizada c/controle de montante (m ³ /s; garantia = 90%)	12,20	21,75
Diferença relativa à situação sem controle (m ³ /s)	1,29	3,21
Total da regularização da parte controlada (m ³ /s)	2,74 (total de 5 açudes)	2,25 (total de 7 açudes)

No caso do Orós observou-se que a presença dos cinco reservatórios a montante produziu um acréscimo de 1,29 m³/s na disponibilidade dessa bacia, que passou de 13,65 m³/s (sem barramentos a montante do Orós) para 14,94 m³/s (operação com 90% de garantia e volume de alerta), além de redistribuir a disponibilidade hídrica espacialmente.

Inversamente, no caso do Castanhão, a presença dos 12 reservatórios que controlam águas a montante, representa um decréscimo de quase 1,0 m³/s na vazão da bacia, decorrente do fato do somatório das perdas por evaporação superarem aquele das vazões regularizadas.

Esse resultado aponta fortemente para a possibilidade de decremento na oferta hídrica total da bacia controlada pelo Açude Castanhão, caso sejam implantadas novas barragens a montante do mesmo.

2.6. ESTUDO DE BALANÇO HÍDRICO

2.6.1. Critérios Básicos e Metodologia

2.6.1.1. Definição do Nível de Garantia para a Oferta D'água

Um dos principais fatores intervenientes na definição das garantias de fornecimento de água no semi-árido nordestino decorre da conjunção da acentuada irregularidade do seu regime hidroclimatológico com as condições físicas, o que gera séries de deflúvio singulares, que fazem com que as freqüências de garantia das vazões regularizadas da ordem de 90% do tempo, que são consideradas razoáveis para o planejamento dos recursos hídricos em muitas outras regiões, acarretem longos períodos de plena escassez na região. Devido a isto, o planejamento de recursos hídricos no Ceará usualmente adota garantias mais elevadas, da ordem de 99%, por exemplo, para o abastecimento humano e industrial, além da já referida adoção de volumes de alerta.

No atual estudo, com o objetivo de maximizar os recursos e evitar conflitos entre os usuários distintos das bacias, adotou-se uma garantia escalonada para diferentes usos; observe-se que tal procedimento se baseou em experiências já clássicas em outras regiões similares, em especial aquelas semi-áridas de Portugal e Espanha.

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 maior, ainda que nem toda essa área possa ser irrigada nos anos de escassez e/ou que não possa ser dada a plena dotação de água à cultura,

o que se traduziria em queda da produtividade mas sem perda integral da produção; ainda assim, dessa forma o benefício econômico auferido será superior aquele resultante de vazões regularizadas mais garantidas, porém bem menores.

No [Quadro 2.6.1](#) são apresentados os níveis de garantia considerados para cada tipo de uso, tanto em tempo como em volume.

Quadro 2.6.1 – Garantias de Atendimento das Demandas do Sistema Jaguaribe/Metropolitanas

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

2.6.1.2. Regras de Operação e Metodologia

Adotou-se uma abordagem conjunta na simulação do sistema integrado Jaguaribe/Metropolitanas, de forma a permitir uma correta quantificação dos montantes a serem transpostos e sua influência na operação nos reservatórios das bacias doadora e receptora.

Foram estabelecidos os seguintes procedimentos básicos:

- utilização de dois reservatórios equivalentes na bacia do Jaguaribe, que representariam a capacidade total de regularização da bacia e seriam responsáveis pelo suprimento das demandas desta e do fornecimento da vazão transposta. O primeiro reservatório é formado pela composição dos açudes Orós e Castanhão e o segundo pela composição dos açudes Banabuiú e Pedras Brancas;

- utilização de um reservatório equivalente nas Bacia Metropolitanas responsável pelo atendimento das demandas da Região Metropolitana de Fortaleza, formado pela composição do Açude Pacoti/Riachão e Pacajus;
- as disponibilidades hídricas dos demais açudes importantes nas duas bacias foram consideradas através da operação individual dos mesmos;
- introdução de uma vazão de 2 m³/s de reuso de efluentes da cidade de Fortaleza para parte da demanda industrial do Porto do Pecém;
- introdução de 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 RMF, que utiliza água aduzida pelo Eixo apenas nos meses em que a demanda excedesse os 2 m³/s do reuso.

As demandas levadas em conta na simulação foram divididas nas seguintes categorias:

- demandas humana e industrial, inclusive turismo, na RMF;
- demandas humana, industrial e animal na faixa de influência do rio Jaguaribe;
- demandas de irrigação na faixa de influência do rio Jaguaribe, não agregadas ao Eixo;
- demandas de irrigação nas bacias do Jaguaribe e Metropolitanas agregadas ao Eixo;
- demandas difusas ao longo do percurso do Eixo;
- demandas humana, industrial e animal na faixa de influência do rio Banabuiú;
- demandas de irrigação na faixa de influência do rio Banabuiú, não agregadas ao canal.

Na definição das demandas da RMF subtraiu-se do valor as disponibilidades dos mananciais não considerados no sistema integrado, isto é, os aç. Sítios Novos, Catu, Mal Cozinhado, Cauhípe, Gavião e Aracoiaba.

O mecanismo de volume de alerta, similar ao utilizado nos Planos de Gerenciamento das bacias, foi introduzido nos reservatórios equivalentes de ambas as bacias a fim de produzir diferentes níveis de racionamento para cada tipo de demanda nos períodos críticos.

Foram utilizados três volumes de alerta para o sistema como um todo. Os dois primeiros sinalizam o racionamento de 50% e 75% da demanda de irrigação e o terceiro de 25% da demanda humana e industrial. A decisão era tomada anualmente, comparando o volume total acumulado nos reservatórios equivalentes com os valores definidos para o volume de alerta. Estes valores foram escolhidos através de otimização heurística de modo maximizar os recursos hídricos no sistema integrado, ou minimizar a vazão transposta máxima no canal, dependendo do objetivo da simulação. A Figura 2.6.1 ilustra o sistema de simulação.

O reservatório equivalente do Banabuiú foi introduzido no sistema com o objetivo de diminuir a vazão no trecho do Eixão que vai do açude Castanhão ao açude Curral Velho. Para tanto, o açude Banabuiú/Pedras Brancas seria operado de forma a atender prioritariamente as demandas em sua bacia, e o excedente utilizado no atendimento das demandas agregadas aos trechos a partir do Curral Velho nos meses de pico de demanda. A contribuição do Banabuiú para o Eixo Sertão Central/Metropolitanas é limitada à vazão máxima de 14 m³/s, que corresponde à capacidade instalada da estação elevatória existente entre o rio Banabuiú e o açude Curral Velho. Esta estação faz parte do projeto de irrigação Tabuleiro de Russas e seria integrada ao Eixo Sertão Central nas alternativas de traçado que passam pelo açude Curral Velho.

Conforme pode-se observar na citada Figura, a transposição é representada no sistema pela possibilidade de reservatório do Jaguaribe atender às demandas da RMF, o que significa que, no modelo, a vazão transposta máxima no canal para RMF está limitada ao seu valor da demanda.

A decisão sobre a vazão a ser fornecida para o atendimento de cada demanda, era tomada anualmente, no sexto mês de cada ano, de acordo com o estado dos reservatórios em relação aos volumes de alerta. Desta forma se, por exemplo, no mês 6 de um ano qualquer o volume da soma dos reservatórios do sistema Jaguaribe+RMF estiver abaixo do Volume de Alerta 1, durante os próximos 12 meses será fornecida para agricultura uma vazão correspondente a 50% da demanda total.

Definidas as demandas a serem atendidas nos próximos 12 estágios (meses), a decisão da retirada a ser feita de cada reservatório era dada em duas fases. Na primeira fase as vazões retiradas dos reservatórios eram calculadas igualando-se o risco de vertimento dos dois reservatórios e resolvendo o sistema de equações mostrado na figura 2.6.1. Em seguida estes valores eram submetidos às restrições do modelo, que definiam que a transposição se dava no sentido único do Jaguaribe para as Metropolitanas, isto é, a demanda atendida pelo

reservatório das Metropolitanas nunca seria superior à demanda da região. Outra restrição era a determinação de uma vazão mínima a ser atendida pelos reservatórios da RMF, de forma a diminuir a vazão máxima do canal; esta vazão mínima podia variar desde zero até a máxima capacidade de regularização destes reservatórios, dando origem respectivamente à máxima e à mínima vazão de pico do canal para RMF.

Outra regra de operação adotada para diminuir a vazão máxima do canal, consistia na retirada de uma parcela da vazão a ser atendida pelo Eixo, a partir do Orós/Castanhão, do reservatório Banabuiú/Pedras Brancas. Esta parcela era ajustada dentro do modelo de simulação e correspondia ao máximo valor que não influenciasse no atendimento (de acordo com as garantias definidas) das demandas agregadas diretamente ao Banabuiú/Pedras Brancas, não superasse a limitação física de 14 m³/s e que não fosse maior que as demandas do canal a jusante do Curral Velho.

Em síntese, foram realizadas as seguintes simulações do modelo:

- Cenário 1: Cenário atual de demandas atendidas pelo Sistema Integrado Jaguaribe / Metropolitanas para demandas atuais;
- Cenário 2: Cenário potencial de demandas atendidas pelo sistema Jaguaribe / Metropolitanas para horizonte de final de plano.

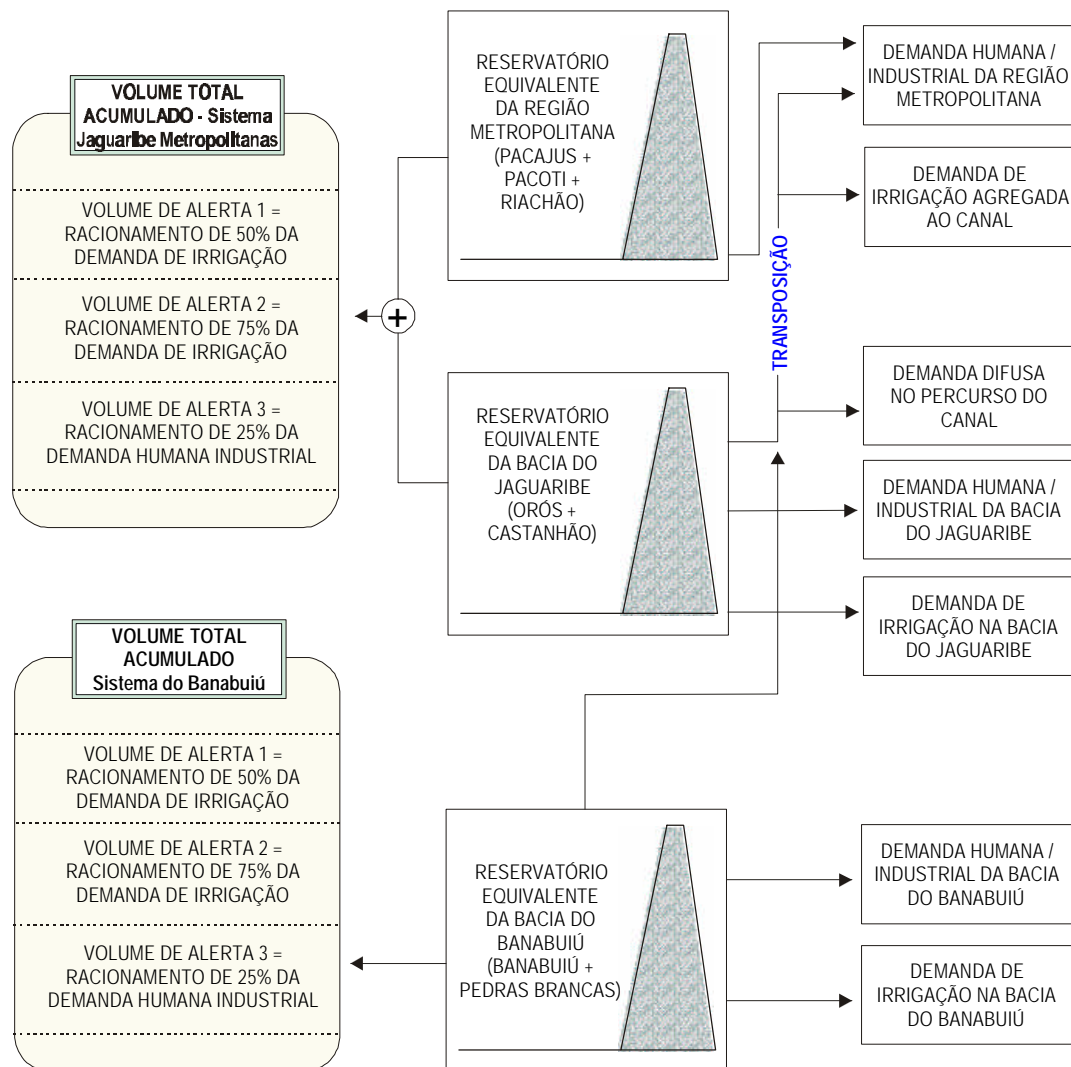
Em cada cenário as simulações foram executadas sob duas hipóteses distintas, descritas a seguir.

- Hipótese 1 – Minimizar a vazão máxima transposta no canal. Este objetivo era conseguido maximizando-se vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatórios da RMF, 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 era igual a zero, e desta forma a vazão transposta no canal podia ser igual a demanda na RMF.

2.6.2. Resultados Alcançados

Nos Quadros 2.6.2 a 2.6.6 são apresentadas as demandas que podem ser atendidas relativas ao horizonte de início e final de plano para cada uma das cinco macro-alternativas de traçado do Eixo.

Figura 2.6.1 – Modelo Simplificado de Simulação da Transposição do Eixo Sertão Central Metropolitanas



$$R_i = \frac{\bar{Q}_{af_i}}{V_{\max} - V_i - Q_{reg_i} + Q_{af_i}}$$

R_i = Risco de vertimento no estágio i
 \bar{Q}_{af_i} = Vazão afluyente média histórica
 V_{\max} = Volume máximo do reservatório
 V_i = Volume do reservatório no estágio i
 Q_{reg_i} = Vazão retirada do reservatório para atender demandas
 Q_{af_i} = Vazão afluyente ao reservatório no estágio i

$$\left\{ \begin{array}{l} R_{jag_i} = R_{met} \\ Q_{jag_{reg_i}} + Q_{met_{reg_i}} = D_{tot} \end{array} \right.$$

R_{jag_i} = Risco de vertimento no Jaguaribe
 R_{met_i} = Risco de vertimento na Metropolitana
 $Q_{jag_{reg_i}}$ = Vazão retirada do Jaguaribe para atendimento das demandas
 $Q_{met_{reg_i}}$ = Vazão retirada da Metropolitana para atendimento das demandas
 D_{tot} = Demanda total

A distribuição das vazões necessárias em cada trecho de cada alternativa é comentada a seguir:

a) Alternativa AG1

Para a alternativa AG1, o eixo de integração foi dividido em quatro trechos com vazões distintas, de acordo com a distribuição espacial das demandas agregadas ao canal, da seguinte maneira:

- Trecho 1 – Captação no Castanhão até integração com o projeto de Irrigação Chapadão do Castanhão;
- Trecho 2 – Projeto de Irrigação Chapadão do Castanhão até integração com o canal de ligação entre os açudes Banabuiú e Pedras Brancas;
- Trecho 3 – Açude Pedras Brancas até integração com açude Pacoti nas Bacias Metropolitanas;
- Trecho 4 – Açude Pacoti até açude Gavião.

A vazão no trecho 4 destina exclusivamente ao atendimento do consumo humano e industrial da RMF e deve ter uma capacidade máxima, de acordo com as hipóteses 1 e 2, de 19 a 23 m³/s.

O trecho 3 deve ter capacidade igual à do trecho 4 somado ao incremento necessário para o atendimento das demandas de irrigação difusa, na bacia do rio Choró, agregadas ao canal, e ainda prover a complementação do atendimento da demanda do projeto de irrigação RMF. A vazão de dimensionamento (máxima mensal) deste trecho varia, portanto, entre 23 e 28 m³/s, de acordo com as hipóteses de dimensionamento 1 e 2.

Entre o trecho 2 e o trecho 3 o canal recebe uma contribuição de vazões do açude Banabuiú para as Bacias Metropolitanas, logo, a vazão máxima no trecho 2 é igual a vazão máxima no trecho 3 subtraída da vazão máxima de contribuição do Banabuiú. A vazão máxima neste trecho varia de 17 a 21 m³/s. Conforme já citado anteriormente, quando da descrição do modelo de simulação, esta adução do Banabuiú tem o propósito de diminuir a vazão aduzida no trecho inicial do Eixo.

O trecho 1 deve ter capacidade suficiente para conduzir a parcela de vazão do Castanhão destinada às Bacias Metropolitanas e a parcela destinada aos 5.000 ha de irrigação do projeto Chapadão do Castanhão.

A [Figura 2.6.2](#) ilustra esquematicamente a distribuição das vazões nos respectivos trechos para a alternativa AG1.

b) Alternativa AG2

Na alternativa AG2 são cinco os trechos com vazões distintas de acordo com a distribuição espacial das demandas agregadas ao canal, como listados a seguir:

- 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;
- Trecho 5 – Açude Pacoti até açude Gavião.

Da mesma forma que o trecho 4 da alternativa AG1, o trecho 5 da alternativa AG2 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 Eixo 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, tanto quanto possível, 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.

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 2.6.3](#) ilustra esquematicamente a distribuição das vazões nos respectivos trechos para a alternativa AG2.

c) Alternativa AG3

O traçado da alternativa AG3 difere da alternativa AG2 apenas no local de captação. Devido a esta coincidência nos traçados, as demandas agregados ao canal são iguais nas duas alternativas e, conseqüentemente, as vazões aduzidas nos respectivos trechos também o são. Os trechos de diferentes vazões para esta alternativa podem ser descritos da seguinte maneira:

- Trecho 1 – Captação no Rio Jaguaribe 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 (açude Pacoti);
- Trecho 5 – Açude Pacoti até açude Gavião.

A [Figura 2.6.4](#) ilustra esquematicamente a distribuição das vazões nos respectivos trechos para a alternativa AG3.

d) Alternativa AG4

O traçado da alternativa AG4 também tem início com a captação no rio Jaguaribe e foi dividida em trechos com vazões distintas, sendo estes:

- Trecho 1 – Captação no Rio Jaguaribe até integração com o projeto de Irrigação tabuleiro de Russas Segunda Etapa;
- Trecho 2 – Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas Segunda Etapa até a derivação para o projeto de irrigação RMF;
- Trecho 3 – Projeto de Irrigação RMF (açude Pacoti) até açude Gavião

Como em todas as demais alternativas, o trecho final, trecho 3 neste caso, deve ter capacidade para conduzir água para o consumo humano e industrial da RMF. A vazão neste trecho varia de 19 a 23 m³/s.

O trecho 2 funciona da mesma forma que o trecho 4 da alternativa AG2, conduzindo água para a demanda humana e industrial da RMF e para o complemento do projeto de irrigação RMF.

O trecho 1 deve aduzir, além da vazão do trecho 2, a água necessária ao suprimento do projeto de irrigação Tabuleiro de Russas, 2ª Etapa (5.000 ha). A vazão máxima neste trecho varia de 22 a 25 m³/s.

Nesta alternativa não existe a possibilidade de utilizar a captação de água no rio Banabuiú para diminuir a vazão em trânsito no início do canal. Isto porque a captação do trecho inicial encontra-se a jusante da confluência do Banabuiú com o Jaguaribe, logo, a água aduzida do Banabuiú percorrerá toda extensão do canal.

A [Figura 2.6.5](#) ilustra esquematicamente a distribuição das vazões nos respectivos trechos para a alternativa AG4.

e) Alternativa AG5

A alternativa AG5 divide-se basicamente em dois trechos de vazões distintas:

- Trecho 1: Captação no Rio Jaguaribe até açude Pacoti;
- Trecho 2 Açude Pacoti até açude Gavião.

O trecho 2 é análogo ao trecho final de todas as outras alternativas. Sua vazão máxima varia de 19 a 23 m³/s.

O trecho 1 deve ter capacidade para transportar a água do trecho 2 e suprir a irrigação de 4.000 ha ao longo do percurso do canal e complementar o atendimento do projeto de irrigação RMF. A vazão neste trecho varia de 21 a 25 m³/s.

Da mesma forma que na alternativa AG4, não existe a possibilidade de utilizar a captação de água no rio Banabuiú para diminuir a vazão em trânsito no início do canal.

A [Figura 2.6.6](#) ilustra esquematicamente a distribuição das vazões nos respectivos trechos para a alternativa AG5.

Quadro 2.6.2 – 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 – Alternativa AG1

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	1700	0.77
Baixo Jaguaribe	5901	3.36	10000	4.50
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	2206	1.30
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	1.35
Roldão (Transição Sul)	0	0.00	0	0.00
Ibicatinga	0	0.00	0	0.00
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	3507	2.07
Total Agregado ao Banabuiú	16596	9.51	16596	7.83
Total Agregado ao Orós/Castanhão	22402	12.89	42621	18.74
Total Agregado ao Canal	0	0.00	11507	5.67
Total Global	38998	22.40	70724	32.24
Demanda Humana/Industrial	Cenário 1 - Atual (2000) ⁽¹⁾		Cenário 2 - Final de Plano (2030) ⁽²⁾	
	Vazão (m³/s)		Vazão (m³/s)	
RMF	11.2		23.0	
JAGUARIBE	1.5		1.8	
TOTAL	12.7		24.8	

(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, Anil, Aracoiaba, Mal Cozinhado, 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, Mal Cozinhado, 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 (2m³/s) e complementada pelo Eixão.

Quadro 2.6.3 – 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 – Alternativa AG2

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
Ibicatinga	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, Anil, Aracoíaba, Mal Cozinhado, 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, Aracoíaba, Mal Cozinhado, 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 (2m³/s) e complementada pelo Eixão.

Quadro 2.6.4 – 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 – Alternativa AG3

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	0.00
Roldão (Transição Sul)	0	0.00	2500	1.13
Ibicatinga	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	45046	19.82
Total Agregado ao Canal	10300	5.87	19412	8.82
Total Global	38998	22.40	70754	31.84

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	12.5	24.7

(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, Anil, Aracoiaba, Mal Cozinhado, 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, Mal Cozinhado, 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 (2m³/s) e complementada pelo Eixão.

Quadro 2.6.5 – 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 – Alternativa AG4

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	3000	1.35
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	1500	0.68
Baixo Jaguaribe	5901	3.36	10000	4.50
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	2206	1.30
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	5000	2.25
Roldão (Transição Sul)	0	0.00	0	0.00
Ibicutinga	0	0.00	0	0.00
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	16596	9.51	16596	7.83
Total Agregado ao Orós/Castanhão	22402	12.89	44921	21.13
Total Agregado ao Canal	0	0.00	8612	3.96
Total Global	38998	22.40	70129	32.92

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	1.5
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 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, Mal Cozinhado, 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 (2m³/s) e complementada pelo Eixão.

Quadro 2.6.6 – 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 – Alternativa AG5

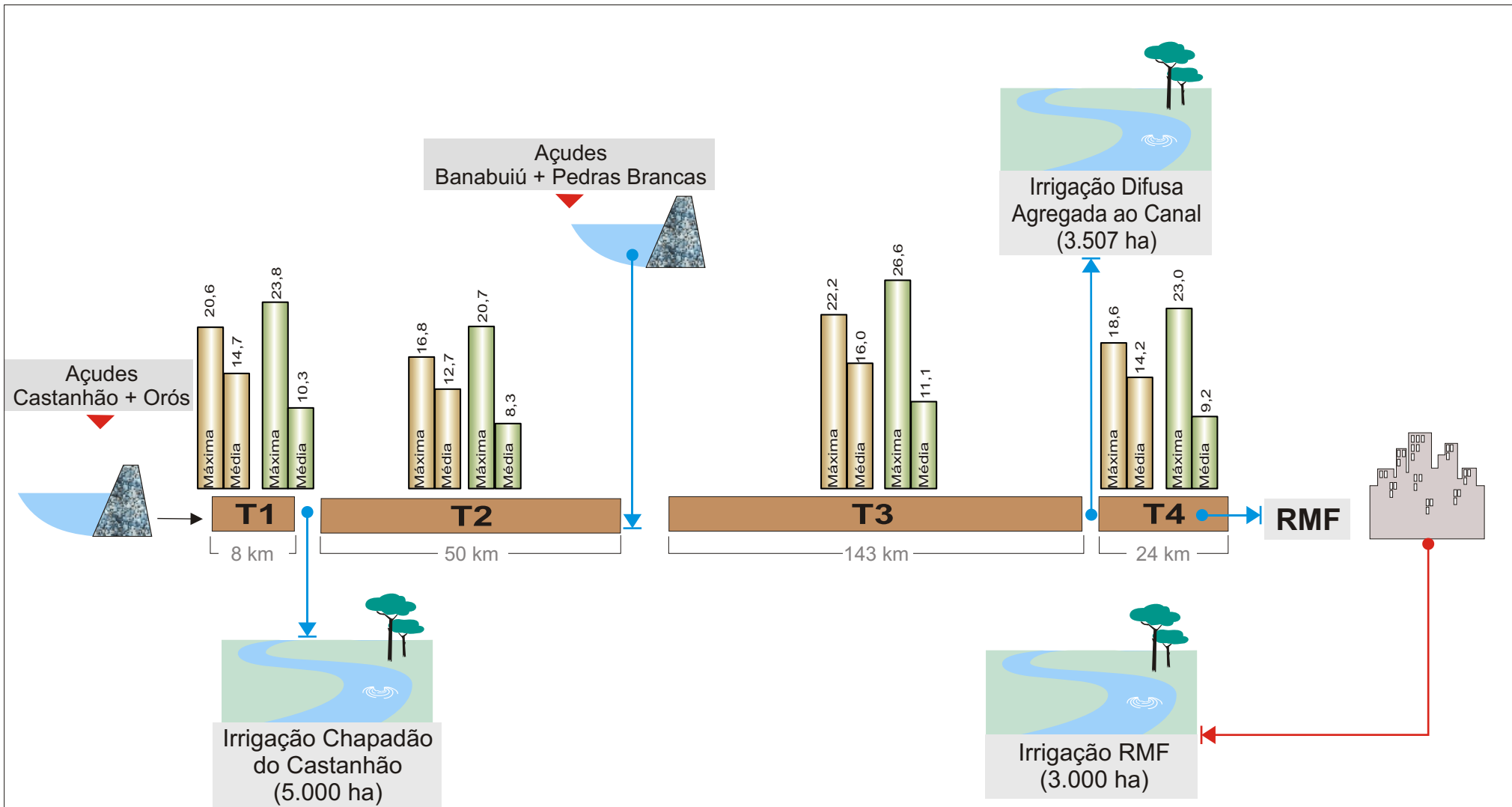
DEMANDA DE IRRIGAÇÃO	Cenário 1 - Atual (2000)		Cenário 2 - Final de Plano (2030)	
	Área (ha)	Vazão (m³/s)	Área (ha)	Vazão (m³/s)
Icó-Lima Campos	2712	1.55	3000	1.35
Chapadão e Várzeas do Iguatú	2033	1.16	5800	2.61
Orós (difusa)	1662	0.98	1724	1.02
Icó (difusa)	838	0.49	869	0.51
Jaguaribe (difusa)	967	0.57	1003	0.59
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	5000	2.25
Baixo Jaguaribe	5901	3.36	10000	4.50
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	0	0.00
Roldão (Transição Sul)	0	0.00	0	0.00
Ibicutinga	0	0.00	0	0.00
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	0	0.00
Total Agregado ao Banabuiú	16596	9.51	16596	7.83
Total Agregado ao Orós/Castanhão	21402	12.32	47017	22.04
Total Agregado ao Canal	1000	0.57	7000	3.15
Total Global	38998	22.40	70613	33.02

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	1.2	1.4
TOTAL	12.3	24.4

(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, Anil, Aracoiaba, Mal Cozinhado, 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, Mal Cozinhado, 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 (2m³/s) e complementada pelo Eixão.



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.



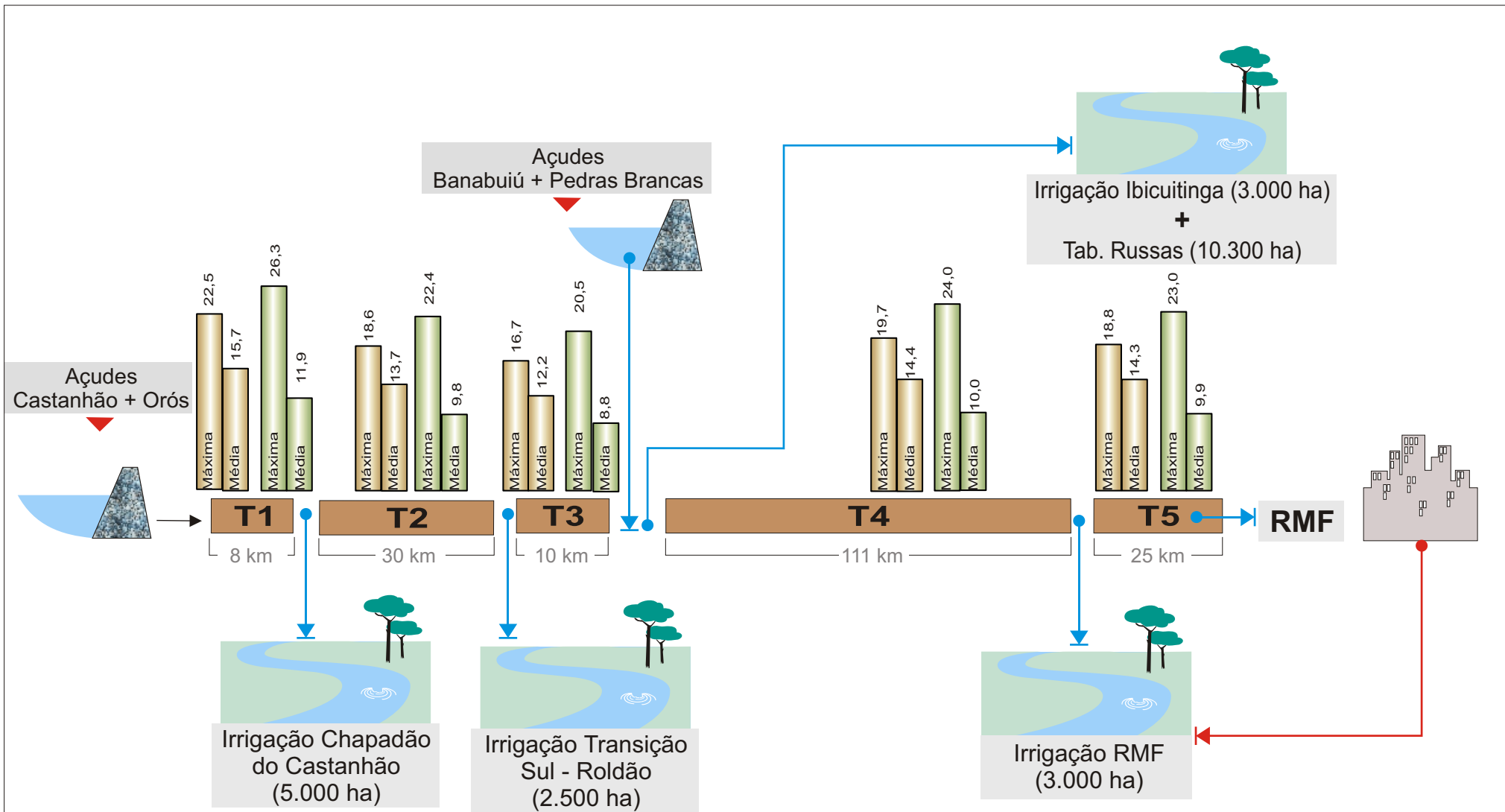
Hipótese 2 – Minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Nesta hipótese a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatórios da RMF é igual a zero e vazão transposta no canal chega a ser igual a demanda na RMF.

Obs.: - Comprimentos dos Trechos estimados.



Figura 2.6.2

Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG1



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.

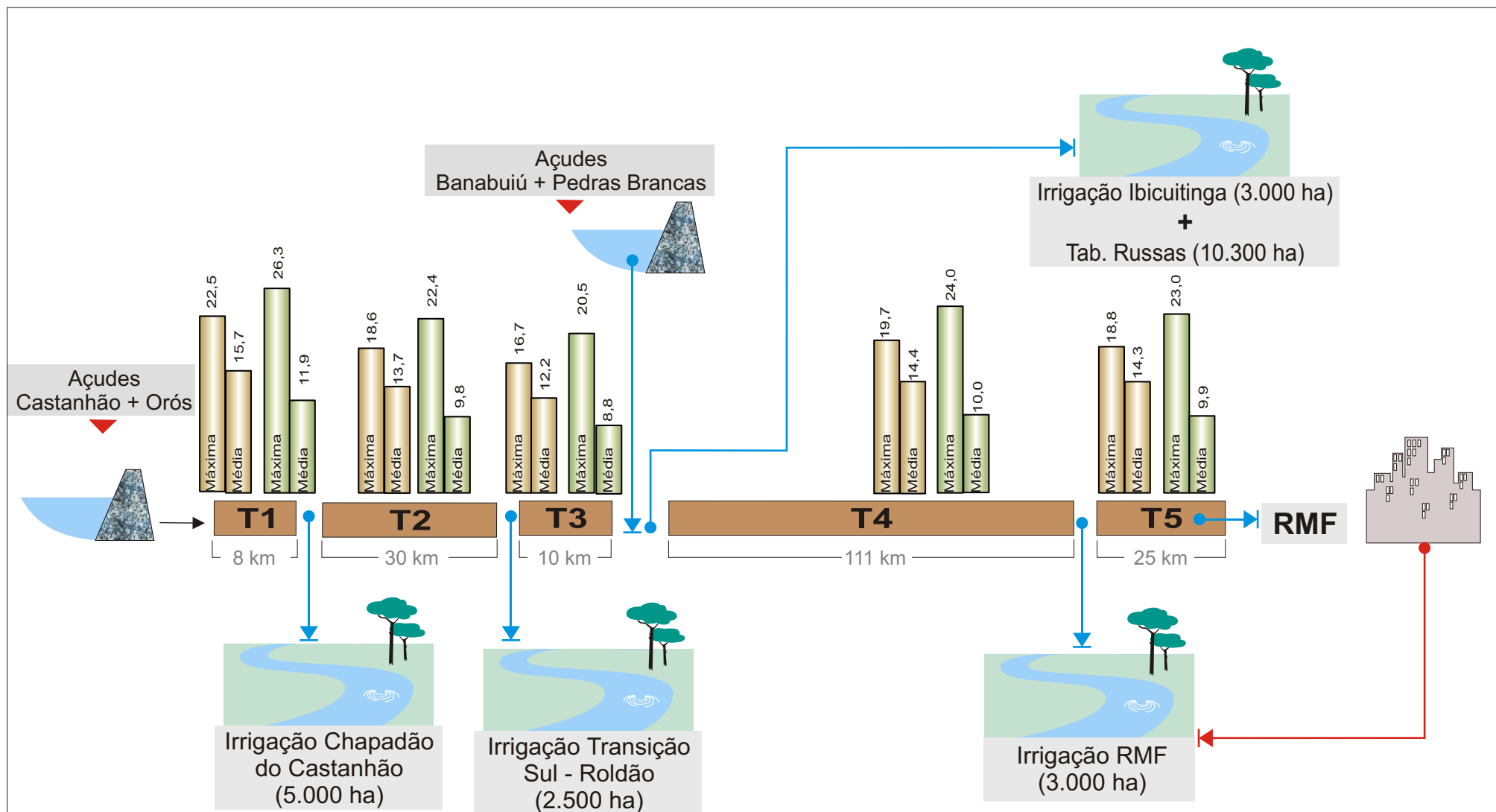


Hipótese 2 – Minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Nesta hipótese a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatórios da RMF é igual a zero e vazão transposta no canal chega a ser igual a demanda na RMF.

Obs.: - Comprimentos dos Trechos estimados.



Figura 2.6.3
Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG2



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.



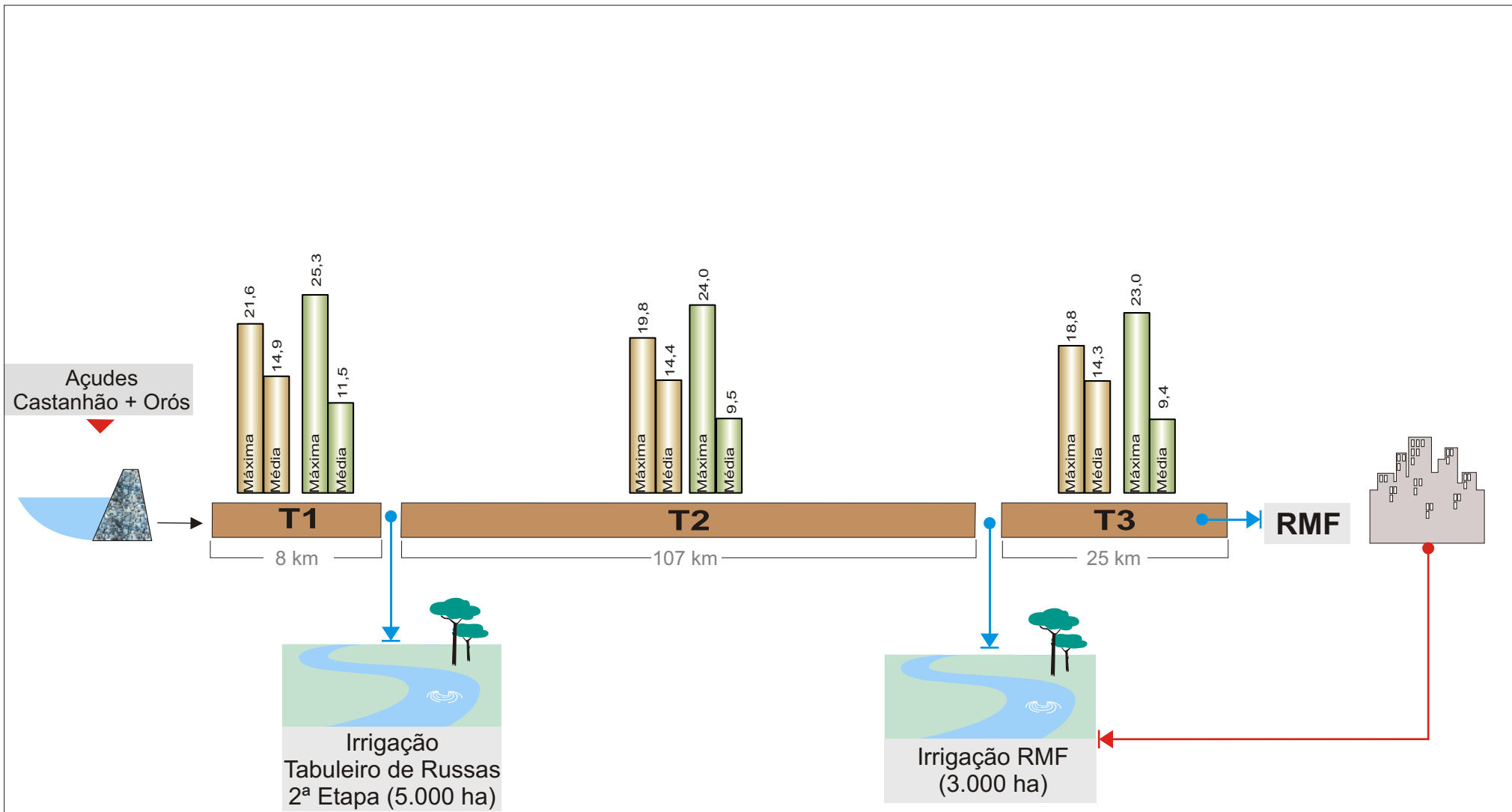
Hipótese 2 – Minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Nesta hipótese a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatórios da RMF é igual a zero e vazão transposta no canal chega a ser igual a demanda na RMF.

Obs.: - Comprimentos dos Trechos estimados.



Figura 2.6.4

Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG3



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.



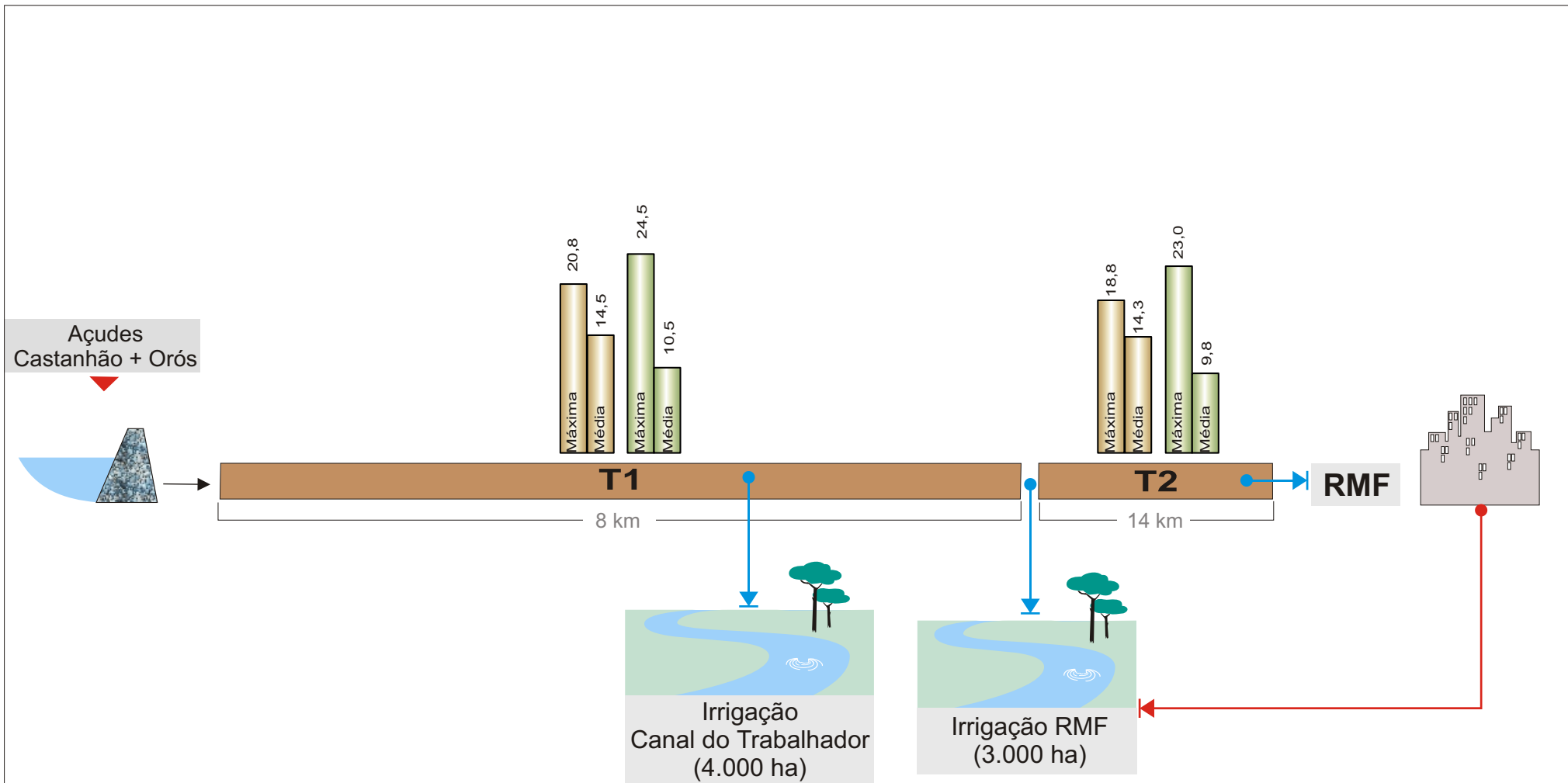
Hipótese 2 – Minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Nesta hipótese a vazão mínima a ser atendida exclusivamente pelos reservatórios da RMF é igual a zero e vazão transposta no canal chega a ser igual a demanda na RMF.

Obs.: - Comprimentos dos Trechos estimados.



Figura 2.6.5

Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG4



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 2.6.6
Distribuição das Vazões Máxima e Média em Cada Trecho do Eixo de Integração Jaguaribe Metropolitanas para Alternativa de Traçado AG5

2.7. PRINCIPAIS RESULTADOS DAS FASES ANTERIORES DO ESTUDO

Para o presente estudo foram considerados os resultados das fases anteriores do estudo designadamente da Fase A2 – Diagnóstico e da Fase B1 – Formulação de Alternativas.

Na fase de Diagnóstico (A2) foram fundamentalmente definidas as demandas hídricas da região, os recursos hídricos disponíveis e efetuada a simulação da operação do sistema adutor para diferentes cenários de utilização previstos.

Na fase de Formulação de Alternativas (B1) foram definidas diferentes Macro-alternativas para a transposição, que representam diferentes percursos para o Sistema Adutor, tendo-se procedido à sua avaliação e comparação sob os pontos de vista técnico, econômico e ambiental, e tendo-se concluído sobre qual a melhor alternativa.

Foram assim considerados como dados de base designadamente o que se refere aos seguintes aspetos:

- Características da Macro-alternativa selecionada para o Sistema Adutor (AG2 - Eixo intermediário superior), que corresponde a um eixo definido pela captação no açude Castanhão, passagem pelo açude Curral Velho, Serra do Félix, Rio Pirangí e Açude Pacajús, terminando no sistema de açudes das Bacias Metropolitanas, Pacoti-Riaçhão-Gavião.
- Vazões de dimensionamento e volumes anuais aduzidos em cada um dos trechos definidos para a adução.
- Evolução no tempo das vazões até ao ano horizonte de projeto e faseamento previsto para a implementação do Sistema Adutor que constitui a transposição.

Para além destes resultados foram já objeto de análise e otimização em relatórios específicos anteriores, designadamente no relatório parcial da Fase B5 – Seleção da Melhor Alternativa, as possíveis variantes para os diferentes trechos e obras componentes da macro-alternativa selecionada.

CAPÍTULO 3

ESTUDOS SETORIAIS

3. ESTUDOS SETORIAIS

3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Nas fases B2 e B3 da presente Etapa B dos estudos foi realizado um conjunto de estudos setoriais de campo e de escritório com o objetivo de fornecer os elementos de base necessários para o Estudo de Viabilidade e para a elaboração dos Projetos Executivos das obras a executar.

Estes estudos setoriais compreenderam a análise detalhada dos seguintes aspectos técnicos, socio-econômicos e ambientais:

- Estudos Topográficos e Cartográficos;
- Estudos Ambientais;
- Estudos Socio-econômicos;
- Estudos Geológicos e Geotécnicos;
- Estudos Pedológicos;

Os estudos topográficos e cartográficos consistiram fundamentalmente no levantamento topográfico nas escalas 1:2000, 1:1000 e 1:500 de áreas localizadas do Sistema Adutor e na realização do levantamento aereofotogramétrico na escala 1:5000 de uma faixa de terreno ao longo de todo o traçado do Sistema Adutor.

Os estudos ambientais envolveram pesquisas, levantamentos e a caracterização dos aspectos relacionados com os meios físico, biológico e sócio-econômico. Foram analisados fatores como o clima, geologia e geomorfologia, hidrologia, solos, a fauna, a flora, a população, atividades econômicas e as infraestruturas existentes quer da área de influência do projeto quer das zonas diretamente afetadas pelas estruturas a implantar. Estes estudos compreenderam a utilização de dados básicos disponíveis e o reconhecimento das áreas de influência do projeto de forma a caracterizar os aspectos ambientais mais significativos, e tiveram como objetivo a definição de medidas no sentido de minimizar os impactos negativos decorrentes da implantação do projeto e potencializar os impactos positivos.

Os estudos socio-econômicos tiveram por objetivo retratar as características sociais e econômicas quer da área de influência do projeto quer da área diretamente afetada por este. Estes estudos compreenderam a realização de inquéritos junto à população residente na área de influência do projeto, com o objetivo de complementar e atualizar a informação básica disponível. Estes estudos permitiram obter uma caracterização precisa dos aspectos sociais ligados à implementação do projeto, designadamente da população, organização social, abastecimento de água e habitação, e também dos aspectos econômicos relacionados com a situação fundiária, os setores de atividade, emprego e renda e infra-estruturas existentes.

Os estudos geológico-geotécnicos permitiram o conhecimento das fundações do local das obras e a caracterização das jazidas de materiais através de dados bibliográficos disponíveis e de reconhecimentos de superfície realizados de toda a área de interesse do estudo. Foi definido um plano de investigações geotécnicas, tendo-se realizado um conjunto de sondagens profundas e procedido à abertura poços que permitiu obter uma caracterização das condições de fundação das obras a projetar.

No âmbito dos estudos pedológicos foram efetuadas, em conjugação com a fotointerpretação preliminar, sondagens por poços e trados com recolha de amostras para a realização de exames laboratoriais, que permitiram a caracterização das manchas de solos disponíveis na área de influência do projeto. Estes resultados permitiram definir o potencial para irrigação de manchas de solo ao longo traçado do Sistema Adutor.

Os diferentes estudos setoriais foram objeto de relatórios específicos já entregues à SRH, contendo os dados recolhidos, as investigações de campo e estudos realizados, e os resultados detalhados obtidos.

O resumo dos resultados principais destes estudos setoriais são apresentados nas seções seguintes.

3.2. ESTUDOS CARTOGRÁFICOS E TOPOGRÁFICOS

3.2.1. Escopo dos Serviços

Os Estudos Cartográficos compreenderam o Levantamento Aerofotogramétrico do Eixo, na escala 1:15000, desde a origem na barragem Castanhão até o ac. Pacoti; posteriormente foi feita a Restituição, na escala 1:5000, sendo concomitante à essa Etapa aquela restituição do 1º Trecho Castanhão/Curral Velho.

Os serviços topográficos tiveram como objetivos levantar planialtimetricamente áreas indicadas para a captação e obras localizadas, local no terreno as alternativas principais de início do Eixo traçados sobre a restituição aerofotogramétrica, cadastrar interferências e gerar perfis para estudos mais específicos.

3.2.2. Estudos Cartográficos

A Cobertura Aerofotogramétrica, executada pela empresa Aeromapa S/A Cartografia Informática e Projetos, foi realizada no mês de janeiro de 2001.

Inicialmente, elaborou-se tanto o plano de vôo gráfico como o analítico, contendo dados que possibilitasse adquirir todas informações técnicas referentes à execução de tarefas de cobertura aerofotogramétrica, tais como: escala de vôo, altura e altitude de vôo, superposição lateral e longitudinal, tempo de exposição, quantidade de filme aéreo necessária, coordenadas geográficas de entrada e saída das faixas, aeroporto base e de emergência, distância focal, velocidade média da aeronave, número da autorização do Ministério da Defesa.

A cobertura aerofotogramétrica do perímetro do eixo foi executada com a aeronave modelo SENECAII, prefixo PT-EIY, equipada com Sistema Global de Posicionamento - GPS GARMIN-100, e câmara aerofotogramétrica Carlos Zeiss modelo RMK 15/23, com quadro de negativo 230mm x 230mm, com objetiva cone grande angular, distância focal calibrada de 152,496mm, com atestado de calibração emitido em 10 de novembro de 2.000; utilizando esses equipamentos foi possível obter grande precisão altimétrica, auxiliado pela boa condição apresentada pelo terreno.

O vôo foi realizado no sentido norte-sul, obedecendo-se às demais especificações técnicas.

Durante a execução do recobrimento aéreo foram observados todos os critérios necessários para a sua realização, tais como:

- altura do Sol: a tomada das fotografias aéreas foi feita com sol acima do círculo da altura de 40° (quarenta graus), com finalidade de se evitar a projeção de sombras das edificações;
- inclinação do eixo ótico da câmara: a inclinação máxima do eixo ótico da câmara em relação à vertical do lugar, não excedeu a 3° (três graus) sexagesimais por foto, admitindo-se na cobertura aerofotogramétrica geral, uma inclinação média de até 1° (um grau);
- ângulo de rotação horizontal: foi mantido o menor ângulo possível entre exposições consecutivas, conforme a indicação do nível localizado nos dados marginais das fotos aéreas;
- tempo de exposição: esse foi suficiente para garantir a qualidade da imagem fotogramétrica evitando arrastamento na mesma, seguindo de acordo com a indicação do fabricante da câmara aérea para a velocidade indicada do avião, altura de vôo e a sensibilidade do filme;
- deriva: foi controlada de maneira que garantiu uma deriva mínima não ultrapassando 3° (três graus) de arco;
- interrupção na tomada das fotos:

A tomada das fotos aéreas foi utilizada de forma contínua por faixa. Em caso de interrupção, na retomada da execução foi garantida a superposição mínima de 05 (cinco) exposições antes da extremidade onde se deu a última exposição.

A Cobertura Aerofotogramétrica resultou em uma área de 1.579,20 km².

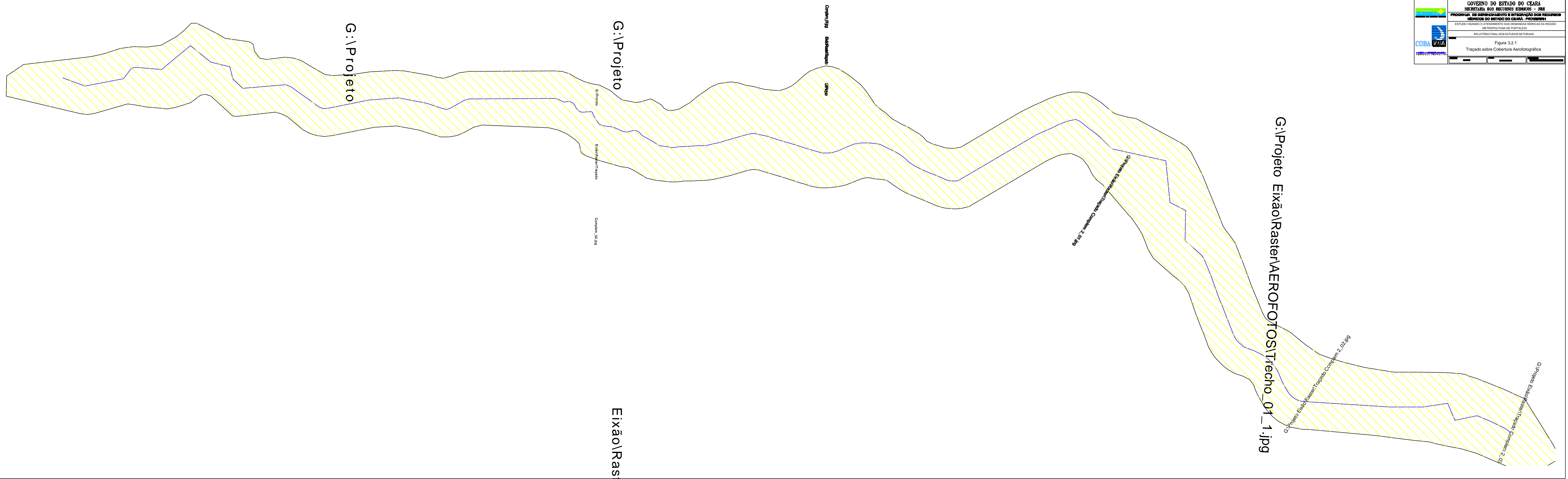
Foram obtidos os seguintes produtos:

- coleção de fotografias aéreas, na escala 1:15.000, em papel fotográfico ILFORD, conforme a relação do Quadro 3.2.1.
- coleção de foto-índices na escala 1:60.000, articulados e entelados, no qual está mostrado o caminhamento do Eixo; a [Figura 3.2.1](#) mostra ilustrativamente a cobertura para o 1º trecho Castanhão / aç. Curral Velho.

Ainda que relacionada com a etapa de elaboração de projetos, desenvolveu-se, nessa etapa de viabilidade, a restituição, na escala de 1:5000, do trecho inicial do Eixo, desde o ac. Castanhão até o ac. Curral Velho, perfazendo um total de 52,8 km.

Quadro 3.2.1 – Relação das fotografias aéreas

Faixa	Número das Fotos	Quant.	Faixa	Número das Fotos	Quant.
01	953 à 963	011	09A.	1696 à 703	008
02	943 à 952	010	09B.	993 à 114	022
03	927 à 933	007	10	005 à 047	042
04	918 à 926	008	10A	0056 à 0069	013
05	898 à 904	007	10B	0079 à 0092	013
05A	143 à 162	020	11	323 à 325	003
06	891 à 897	006	11A	331 à 351	021
06A.	274 à 306	032	11B	358 à 408	051
07	872 à 878	006	12	409 à 416	008
07A.	232 à 266	035	12A	420 à 431	012
08	1.012 à 1.025	013	12B	435 à 454	020
08A	1.037 à 1.051	016	13	462 à 474	013
08B	1.062 à 1.078	016	13A	488 à 498	011
08C	115 à 142	028	14	509 à 540	032
09	974 à 1.011	037	15	547 à 560	014
Total de Fotos		252	Total de Fotos		283
Total de Fotos			535		



3.2.3. Estudos Topográficos

3.2.3.1. Geral

Em síntese, foram realizados os seguintes serviços:

- apoio básico às obras, com implantação de 6 pontos GPS e medição de 3 vértices existentes;
- transporte de cotas;
- levantamento planialtimétrico de área de 182 ha, com malha de 100 m x 50 m (ou menor), de forma a gerar carta em escala 1:5.000;
- levantamento planialtimétrico de área de 33 ha, com malha de 20 m x 20 m e 10 m x 10 m (área da Estação de Bombeamento), para geração de carta em escala 1:2.000 e 1:500, respectivamente;
- locação das duas alternativas principais de início do Eixo, face à importância deste tramo inicial, em especial devido à estratégia da SRH de implantação antecipada do 1º Trecho;
- locação de furos de sondagens geotécnicas.

3.2.3.2. Apoio Básico

O objetivo da implantação de um apoio básico foi o de estabelecer uma rede de pontos de precisão, que serviriam para apoio das poligonais de locação do eixo.

O espaçamento entre estes pontos, que foram implantados aos pares, é de cerca de 4km. Os marcos de cada par são intervisíveis entre si, e localizam-se próximos ao traçado projetado.

Para o trabalho em questão foram implantados os vértices MC01, MC02, MC03, MC04, MC05 e MC06. Além destes, foram medidos os vértices MD2, MD3 e MD4 (DNOCS), que já existiam na área da Barragem, e tiveram suas coordenadas determinadas neste trabalho.

A base para a partida de dados os trabalhos foi o vértice Carnaubinha-58 (IBGE) localizado a cerca de 15 km da barragem, na localidade de Poço Comprido, município de Jaguaratama.

A metodologia utilizada para determinação das coordenadas foi o rastreamento de satélites GPS, com equipamentos de precisão (1 cm + 1 ppm) Ashtech SCA XIIS, método estático diferencial, pós-processado.

Foi instalado um equipamento na base Carnaubinha-58 e outros dois nos marcos MD2 e MD3 (DNOCS), com tempo de rastreio igual a 1 hora e taxa de coleta de 15 Seg. Posteriormente foi medido o marco MD4 (DNOCS).

A partir dessa base MD2-MD3, foram desenvolvidos todos os serviços topográficos do eixo metropolitano, inclusive o estabelecimento das coordenadas dos marcos MC01 ao MC06, também por GPS.

Todas as coordenadas geográficas determinadas por GPS foram transformadas em coordenadas plano-retangulares, sistema UTM, datum SAD 69.

Os resultados destes trabalhos foram apresentados em meio digital, na forma de folhas resumo das observações, contendo as coordenadas determinadas e a precisão de medidas dos vetores.

3.2.3.3. Transporte de Cotas

Foi executado um transporte de cotas da RNIBGE 1693 M situada no povoado do Castanhão, até os marcos MD2 e MD3, para comprovação das cotas apresentadas pelo DNOCS, com 9,5 km de extensão.

O transporte foi feito por nível de bolha bi-partida, sendo feito por nivelamento geométrico. A diferença para a cota dos marcos utilizados pelo DNOCS foi de 12 cm. Foram consideradas as cotas do DNOCS, para execução dos trabalhos referenciados ao MD2 e MD3.

3.2.3.4. Levantamento Planialtimétrico, Malha de 100m x 50 m (esc. 1:5.000)

Foram levantados 182 ha com malha de pontos de 100 m x 50 m para escolha do traçado da captação.

Foi implantado um eixo estaqueado a cada 100 m, sobre o eixo da barragem Castanhão, amarrados aos marcos MD2 e MD3 (com cotas do DNOCS). Em cada estaca desse eixo foram levantadas seções transversais para montante e jusante, de modo a cobrir a áreas solicitada.

O eixo foi nivelado geometricamente nível e trigonometricamente, com estação total; a diferença de cotas foi em média 2 cm.

3.2.3.5. Levantamento Planialtimétrico, Malha de 20 m x 20 m (24 ha) e 10m x 10m (6ha) para estudo de Adutora e Estação de Bombeamento

No interior da área mencionada no item anterior, foi escolhida e levantada uma faixa de 100 m, para estudos da adutora de recalque.

Foi implantado um eixo (seguindo coordenadas de projeto), estaqueado a cada 20 m, nivelado, com seções transversais em cada estaca, com 50 m para cada lado, contendo pontos espaçados a cada 20 m (ou espaçamento necessário para definir o terreno). Esta área (24 ha) foi desenhada na escala 1:2.000.

No meio desta faixa foi definida uma área de 6 ha, para localização da estação de bombeamento. O eixo implantado foi, neste local, estaqueado a cada 10 m e os pontos de seção também a cada 10 m. Esta área foi desenhada em escala 1:2.000 e em 1:500, já que a densidade de pontos permitiu esse tipo de escala.

Esse levantamento também foi amarrado nos marcos MD2 e MD3.

Foram locados também 6 furos de sondagem, sendo 3 para a adutora e 3 para a EB: SM1, SM2, SM2A, SP01, SP02 e SP03.

Em forma de arquivo digital (formato *.txt), constante do banco de dados do Consórcio, são armazenadas as coordenadas E, N e H dos pontos levantados.

3.2.3.6. Locação das Alternativas de Início do Eixo

Primeiramente foi projetado um eixo de canal locado através de poligonal eletrônica. Essa poligonal foi apoiada nos marcos MD2/MD3, MC1/MC2, MC3/MC4 e MC5/MC6.

O primeiro trecho foi da EO até E 223+3,79, partindo do MD2 e MD3, com fechamento no MC1 e MC2. Deve ser observado que as partidas das poligonais foram baseadas em coordenadas UTM, mas os lados das poligonais eram lados topográficos, ou seja, não sofreram deformação do coeficiente K, que caracteriza poligonais UTM. Desta maneira, os erros acusados nos fechamentos foram, na verdade, menores do que os erros reais. Nesta região dos trabalhos, o coeficiente de deformação UTM é 0,999642. Multiplicando-se os lados poligonais por esse

valor, obtêm-se os lados para cálculo da poligonal UTM e verifica-se o fechamento no sistema UTM.

No caso em estudo, esse coeficiente não deve ser aplicado para implantação, já que trabalhou-se com medidas reais (topográficas). O erro apresentado deve servir como avaliação sobre o fechamento da poligonal dentro da tolerância exigida (precisão de 1:2.000, no mínimo) e deve ser observado dentro do mesmo sistema (ou topográfico em UTM).

O mesmo procedimento foi aplicado na locação da 2ª alternativa de Eixo.

Os resultados foram armazenados em banco de dados sob a forma digital através de arquivos f x t das coordenadas.

3.3. ESTUDOS AMBIENTAIS

3.3.1. Apresentação

O presente relatório se constitui numa síntese informativa do Estudo de Impacto Ambiental do Sistema Adutor Castanhão/RMF, o qual se propõe a conhecer a viabilidade ambiental do projeto proposto, através da detecção e análise dos principais impactos ambientais e sócio-econômicos decorrentes de sua implantação e operação. O documento do EIA/RIMA completo, elaborado pelo Consórcio COBA/VBA/HARZA, é composto por 4 (quatro) Volumes, compreendendo: Volume I – EIA (Textos), Volume II – EIA(Plantas), Volume III - RIMA e Volume IV - Sumário Executivo.

3.3.2. Aspectos legais e institucionais

Em atendimento à legislação vigente (Resolução CONAMA nº 001/86), deve ser elaborado um Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto no Meio Ambiente, a serem submetidos à aprovação da SEMACE, devido a construção do empreendimento se enquadrar como uma atividade modificadora do meio ambiente.

Caso o licenciamento para implantação e operação seja aprovado, conforme exige o Decreto nº 88.351, de 01 de junho de 1983, devem ser adotadas as seguintes medidas: implementação das medidas de proteção ambiental recomendadas pelo EIA/RIMA, classificação e controle da qualidade da água aduzida (Resolução CONAMA nº 020/86); proteção da fauna a ser remanejada (Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967) e disciplinamento do uso do solo para fins de proteção dos recursos hídricos (Lei Estadual nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977). Os recursos financeiros para a implantação das medidas de proteção ambiental estão assegurados pelo Decreto nº 95.773, de 12 de fevereiro de 1988, o qual destina 1,0% do orçamento da obra para este fim. Quanto à gestão dos recursos hídricos, esta deve se pautar pela Lei Estadual nº 11.996, de 24 de julho de 1992, e pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos existente.

Como as terras a serem interceptadas pelo sistema adutor pertencem a terceiros, a SRH deverá executar o levantamento cadastral dos imóveis para fins desapropriatórios, ficando a seu cargo a negociação e aquisição parcial ou total das referidas propriedades.

Os recursos necessários à implementação do sistema adutor serão oriundos do Governo do Estado e do Banco Mundial. O órgão empreendedor é a SRH, estando a obra prevista no

Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (PROGERIRH).

3.3.3. O Projeto

O Sistema Adutor Castanhão/RMF com extensão de 267 km (incluindo travessias de reservatórios) terá seu ponto de captação localizado na ombreira direita da barragem Castanhão, na localidade homônima, no município de Alto Santo, no Estado do Ceará. O acesso ao local da captação, desde Fortaleza, é feito através da BR-116, até alcançar o entroncamento com a estrada de terra que dá acesso a barragem Castanhão (Figura 3.3.1).

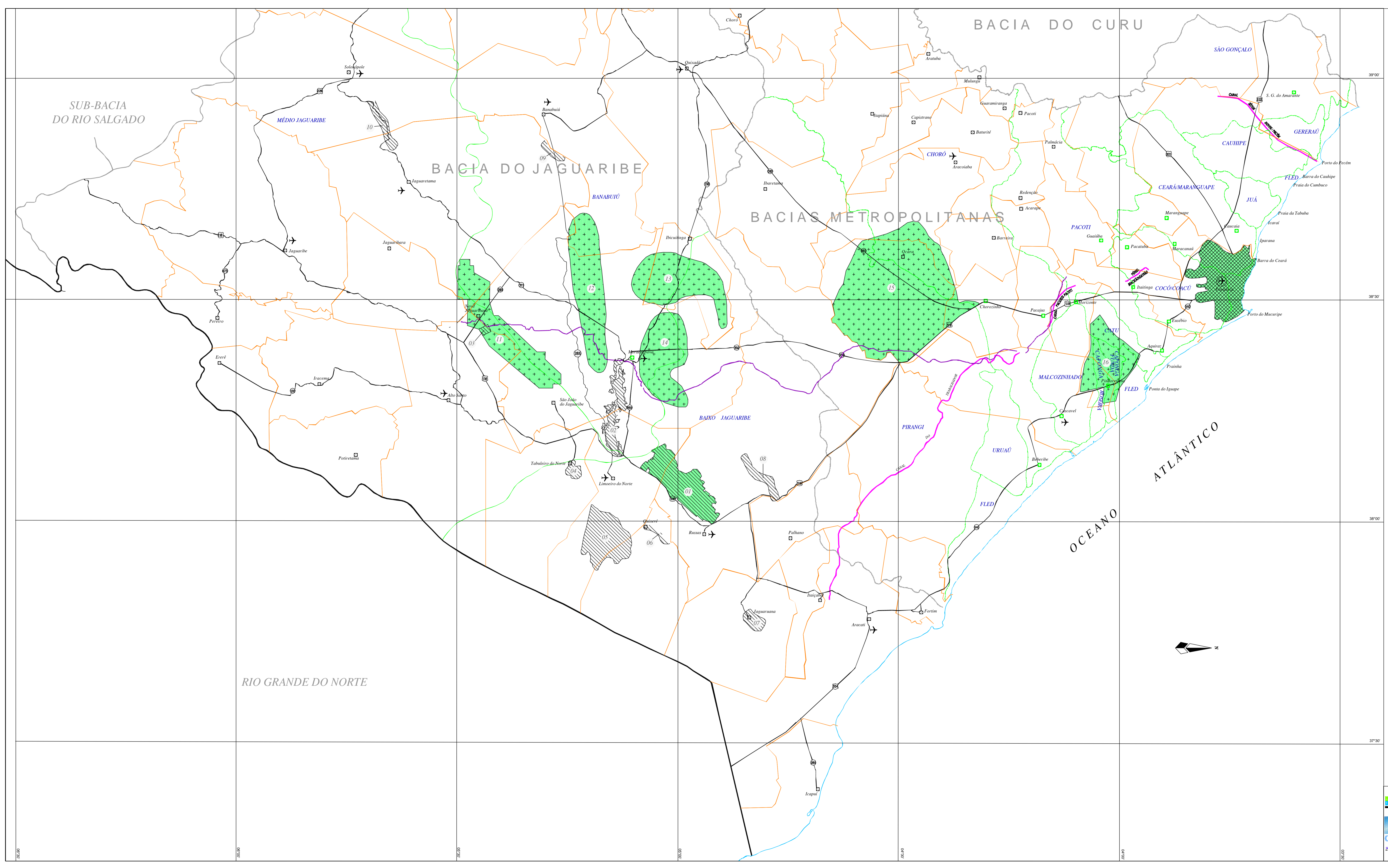
A obra tem como objetivo principal permitir o abastecimento d'água da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e área de entorno (15 sedes municipais e 52 distritos), além da área de influência do Complexo Industrial-Portuário do Pecém (CIPP) e da região praiana de Caucaia, beneficiando 5.573.785 habitantes. Contempla, também, o reforço no suprimento hídrico das cidades de Beberibe e Morada Nova, e o abastecimento dos povoados de Aruaru, Roldão, Bixopá, Bonhu e Lagoa Grande (50.347 habitantes). Visa, ainda, o atendimento da demanda dos distritos industriais da RMF, das indústrias difusas dos municípios englobados na área de influência do projeto e num futuro próximo do CIPP, bem como da indústria do turismo nos municípios de Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba. Prevê, também, o desenvolvimento da irrigação intensiva nos projetos Chapadão do Castanhão (5.000 ha) e Zona de Transição Sul de Morada Nova (2.500 ha), além dos projetos Piloto Ibicuitinga, Tabuleiro de Morada Nova, Ocara e Piloto RMF, com 1.000 ha cada, perfazendo ao todo 23.360 ha. Preconiza, por fim, o reforço no suprimento hídrico dos perímetros irrigados Xique-xique (560 ha) e Tabuleiros de Russas (10.300 ha), além do desenvolvimento da irrigação difusa (611 ha), do abastecimento humano difuso (94.940 habitantes), da dessedentação animal e da piscicultura intensiva (viveiros).

O estudo de alternativas contempla a análise 5 alternativas de traçado (Macroalternativas AG-1 a AG-5), as quais foram analisadas considerando fatores como nível de interferência com obras existentes em operação, complexidades associadas a implantação, operação e manutenção das obras, principais impactos ambientais e sócio-econômicos, nível de dificuldade de gestão e custos de implantação, operação e manutenção do empreendimento. Os resultados da análise comparativa empreendida são apresentados no Quadro 3.3.1. A Macroalternativa AG-2 (Eixo Sertão Central Intermediário) foi selecionada por apresentar a maior parte dos critérios analisados 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 ao consumo humano.

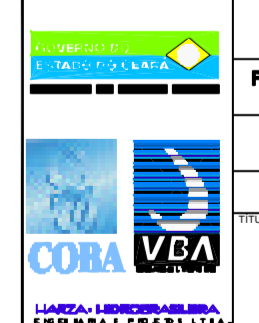
Na definição das obras foram levados em consideração os condicionamentos topográficos e hidrológicos, cujos dados foram obtidos dos estudos básicos realizados. O projeto terá como fonte hídrica o açude Castanhão com capacidade de 4.452 hm³. O sistema de captação e recalque consistirá na execução de uma derivação em carga nas tubulações da tomada d'água do açude Castanhão e na implementação de uma estação de bombeamento no pé da barragem, 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. O canal adutor, com extensão de 267,5 km foi dimensionado para uma vazão máxima de 22,0 m³/s, tendo a seção trapezoidal com as seguintes dimensões: largura da boca – 14,0 m; largura do fundo - 5,0 m; altura total – 3,0 m; altura d'água máxima: 2,33 m e revanche - 0,67 m. O revestimento será misto em concreto e manta de polietileno de alta densidade (PEAD). Constituem obras complementares do canal: 14 sifões com diâmetro variando de 1.900 mm a 2.500 mm, de plástico reforçado com fibra de vidro a serem implantados nas travessias de cursos d'água, rodovias (CE-269) e perímetros irrigados (Morada Nova); para a drenagem foi previsto a instalação de bueiros tubulares e bueiros celulares de concreto armado; e implantação de pontilhões nos cruzamentos do canal com estradas e de passarelas nas áreas peri-urbanas. Quanto às obras de proteção, foram previstas descargas de segurança associadas a bueiros e obras de controle de nível e vazão, além de cerca de proteção, portões e mata-burros. Os custos de implantação do sistema adutor foram orçados em R\$ 533.589.947,74, a preços de maio de 2001, com o dólar equivalendo a R\$ 2,42. Foi previsto um prazo de 32 meses para a implantação do projeto, estando o processo licitatório do Trecho 1 já em andamento. Quanto aos requerimentos de mão-de-obra, foi previsto a geração de 2.500 empregos diretos durante a construção das obras e de 55 empregos permanentes vinculados a sua operação.

Quanto ao uso de materiais de empréstimos, o sistema adutor terá um volume de corte de 9.500.000 m³ e o de aterro de 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, cujos estudos geotécnicos encontram-se ainda em fase de elaboração.



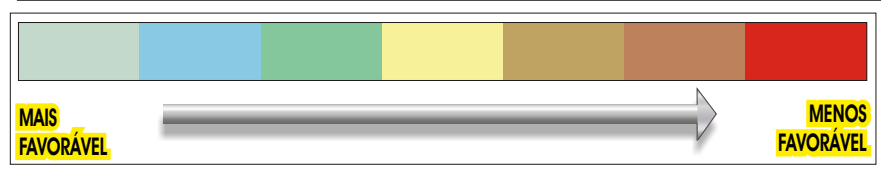
PERÍMETROS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES	
01	Tabuleiros de Ruínas I Etapa
02	Monte Lima
03	Rio Jaguaribe I Etapa
04	Alinhado
05	Macarém/Agulha
06	Quatité
07	Aguaçu
08	Ilha de Anilândia de Ruínas
09	Macarém
10	Macarém II Etapa
NOVOS PROJETOS	
11	Complexo de Caxoeira
12	Em de Caxoeira III de Monte Bem (BEM)
13	Projeto Pôrto de Iracema
14	Complexo de Bacia de Ruínas
15	Projeto Iracema III

CONVENÇÕES	
(---)	Limite das Bacias
(---)	Limite das Sub-Bacias e Bacias Independentes
(---)	Limite Estadual
(---)	Limite Municipal
(m)	Sede Municipal
(C)	Capital
(A)	Aguaçu
(L)	Lagoa
(C/A)	Canal d'Água (Rio e Pischua)
(R/F)	Prefixo de Rodovia Federal
(R/E)	Prefixo de Rodovia Estadual
(R/P)	Rodovia Pavimentada
(R/N)	Rodovia em Lado Natural
(A)	Aeroporto
(A)	Aeroporto
(I)	Perímetros de Irrigação Existentes
(I)	Manchas Potenciais de Irrigação
LEGENDA	
(---)	Área de Influência Física (Sistema Adutor Costeiro/FAF)
(---)	Área de Influência Funcional


GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO E INTERAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PRODEH/REH
 ESTUDO SOBRE O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
 ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
 Desenho 01/02
 Mapa de Localização e Acessos

Quadro 3.3.1
Matriz de Comparação das Macro-Alternativas

ALTERNATIVA	PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS 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				
	DESCRIÇÃO	NÍVEL RELATIVO DE INTERFERÊNCIA	RELATIVOS ÀS OBRAS DE CAPTAÇÃO		RELATIVOS AO SISTEMA DE ADUÇÃO				RELATIVOS À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		FACILIDADES DE INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES OU NOVOS	NÍVEL RELATIVO DE BENEFÍCIO	DIMENSÃO SOCIAL	DIMENSÃO ECONÔMICA	DIMENSÃO POLÍTICO INSTITUCIONAL	DIMENSÃO CULTURAL	POLUIÇÃO DA ÁGUA ADUZIDA				VARIANTE	MONTANTE DA CAPTAÇÃO	NO SISTEMA DE ADUÇÃO	RELATIVOS À INFRA-ESTRUTURA		RELATIVOS À 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	RISCO DE SALINIZAÇÃO DA ÁGUA ADUZIDA	RISCO DE POLUIÇÃO POR AGROTÓXICOS	RISCO DE POLUIÇÃO POR EFUEENTES SANITÁRIOS				DANOS A FLORA E FAUNA	OBRAS DE CAPTAÇÃO	OBRAS DE ADUÇÃO	INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO	CAPTAÇÃO E ADUÇÃO		INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO
AG1	1. OBRA DE ALIMENTAÇÃO E CAPTAÇÃO DO AÇUDE PEDRAS BRANCAS	MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	BAIXA	TRACADO DE REFERÊNCIA	ALTO	MUITO BAIXO	MÉDIO	ALTO	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MÉDIO	ALTO	ALTO	MÉDIO	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	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO BAIXO	MUITO BAIXO	MÉDIO	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	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	NULLA	ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRACADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	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. COMPARTILHAÇÃO COM A INFRA-ESTRUTURA DO PROJETO TABULEIRO DE RUSSAS JÁ IMPLANTADO	BAIXA ALTA ALTA ALTA MÉDIA	MÉDIA	NULLA	ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	MÉDIO	BAIXO	TRACADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	BAIXO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO
AG5	1. AMPLIAÇÃO E REVESTIMENTO DE CONCRETO DO CANAL EM OPERAÇÃO	ALTA	MÉDIA	MUITO ALTA	MUITO ALTA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA	MÉDIO	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA	TRACADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	ALTO	BAIXO	TRACADO DE REFERÊNCIA	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	BAIXO	ALTO	ALTO	ALTO	BAIXO



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

3.3.4. Diagnóstico ambiental

3.3.4.1. Generalidades

O estudo abrangeu tanto a área de influência física do sistema adutor composta pela sua faixa de domínio e pelas áreas dos canteiros de obras e dos botas-foras, quanto à área de influência funcional, composta pelas áreas que serão afetadas pela operação do empreendimento.

3.3.4.2. Meio abiótico

A região em estudo é geologicamente coberta, em sua maior parte, por rochas de embasamento cristalino (Complexo Gnáissico-Migmático e Grupo Ceará) e por coberturas sedimentares terció-quaternárias representadas pelo Grupo Barreiras e pela Formação Faceira (chapadas Jaguaribara/Castanhão, Transição Sul de Morada Nova-Roldão e Tabuleiro de Morada Nova) e, em escala relativamente reduzida, pelas Aluviões dos cursos d'água que são interceptados pelo sistema adutor. A região apresenta relevo pouco movimentado, variando de plano à suave ondulado, merecendo destaque apenas o acidente topográfico representado pela Serra do Félix. Quanto aos recursos minerais, constatou-se apenas a presença de materiais pétreos, terrosos e granulares na área englobada pelo empreendimento. Ressalta-se, no entanto, que não haverá geração elevada de material de 3ª categoria (rochas), uma vez que o canal se desenvolve predominantemente em aterro.

Predomina na faixa de domínio do sistema adutor solos rasos e pedregosos (Litólicos), que ocorrem em geral associados com solos salinos e com problemas de encharcamento/fendilhamento (Planossolos e Solonetz). Observa-se a ocorrência de solos propícios a exploração hidroagrícola (Podzólicos, Latossolos e Areias Quartzosas) nos tabuleiros sedimentares existentes ao longo do traçado do sistema adutor. Como principal limitação ao uso agrícola destes solos pode-se citar a drenagem imperfeita e os elevados teores de sódio nos horizontes subsuperficiais, no caso dos Planossolos e Solonetz, a presença de pedregosidade/rochosidade superficial e pequena espessura dos solos no caso dos Litólicos e a baixa/média fertilidade natural e forte acidez dos Podzólicos, Latossolos e Areias Quartzosas. Para os Aluviões, há os riscos de inundação durante a época invernal. Quanto ao uso atual dos solos, constata-se o predomínio da caatinga arbustiva na área do embasamento cristalino, que está substituída em diversos trechos por cultivos de subsistência (milho e feijão), capoeiras de caatinga e campos de macegas. As várzeas do rio Jaguaribe são intensivamente exploradas com irrigação difusa, enquanto que nas várzeas do Banabuiú

predomina a irrigação intensiva. O sistema adutor intercepta a área dos perímetros irrigados de Morada Nova, posicionado nas várzeas do Banabuiú, e Xique-xique, localizado na chapada Jaguaribara/Castanhão.

O clima predominante no território interceptado pelo sistema adutor 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 se observa a má distribuição das chuvas no tempo e em área. Caracteriza-se pela existência de uma estação chuvosa (média anual de 1.642 mm na região litorânea e 872 mm na Bacia do Jaguaribe e no alto/médio cursos dos rios Choró e Pirangi) que vai de janeiro a junho, sendo o resto do ano seco, e pelas temperaturas elevadas (médias anuais de 26,6°C no litoral e 27,1°C no sertão). Os elevados índices de evapotranspiração potencial (média anual de 1.647 mm no litoral e 1.935 mm no sertão) induzem a um déficit de umidade na maioria dos meses do ano.

O Sistema Adutor Castanhão/RMF intercepta o território da Bacia do Jaguaribe, estando a captação e as tubulações de sucção e recalque posicionadas na sub-bacia do Médio Jaguaribe, enquanto o restante do traçado do Trecho 1 se desenvolve na sub-bacia do Banabuiú e o Trecho 2 na sub-bacia do Baixo Jaguaribe. Após cruzar o divisor de bacias da Serra do Félix, intercepta as bacias dos rios Pirangi, Choró e Pacoti, integrantes das denominadas Bacias Metropolitanas. Os cursos d'água de porte mais significativos interceptados pelo sistema adutor na Bacia do Jaguaribe são o rio principal, imediatamente a jusante do açude Castanhão, o riacho Livramento e seus afluentes (riachos Novo, Seco, Formoso, Santa Rosa e Córrego do Corcunda), o rio Banabuiú nas imediações da cidade de Morada Nova, e os riachos Escoudeiro e Melancias. No território das Bacias Metropolitanas são interceptados os rios Pirangi e Choró, e os riachos Serrote, Juazeiro, Baixio do Feijão e Córrego Grande. O regime dos rios Jaguaribe, Banabuiú e Choró nos trechos interceptados pelo sistema adutor é perene, em virtude da regularização proporcionada pelos açudes Orós, Arrojado Lisboa e Pacajus, respectivamente. Os demais cursos d'água interceptados apresentam caráter intermitente. O abastecimento d'água público apresenta-se bastante deficiente, com os sistemas produtores apresentando-se vulneráveis as estiagens tanto nas Bacias Metropolitanas como na Bacia do Jaguaribe. Além disso, a implantação do Complexo Industrial-Portuário do Pecém implica na instalação de indústrias de grande porte na região das Bacias Metropolitanas, o que associado ao desenvolvimento do turismo, aumenta substancialmente a demanda d'água desta região. Na Bacia do Jaguaribe a atividade que absorve maior demanda d'água é a irrigação, que conta com 12 perímetros públicos em operação (7.015,8 ha), distribuídos pelas sub-bacias do Médio Jaguaribe (475,8 ha), Banabuiú

(3.937 ha) e Baixo Jaguaribe (2.603 ha). A irrigação difusa também se apresenta bastante significativa nestas sub-bacias, chegando a representar 45,0% da área total irrigada do Médio Jaguaribe, enquanto que nas bacias do Banabuiú e do Baixo Jaguaribe este percentual atinge 39,0% e 16,0%, respectivamente. Nas bacias do Pirangi, Choró e Pacoti a irrigação intensiva é praticamente nula, enquanto que a irrigação difusa responde por 2.310 ha, ou seja 77,5% da área com irrigação difusa das Bacias Metropolitanas.

O açude Castanhão, fonte hídrica do projeto, fornecerá água de boa qualidade, com os parâmetros físico-químicos apresentando valores compatíveis com o recomendado pela Organização Mundial de Saúde. Em termos de carga orgânica e colimetria o açude Castanhão é enquadrado na Classe 2, enquanto que para fins agrícolas suas águas são classificadas como C2-S1, indicando médio risco de salinidade e baixo risco de sodicidade. Os riscos de poluição da água aduzida por efluentes sanitários e agrotóxicos são bastante reduzidos, uma vez que a captação será feita diretamente no açude Castanhão.

Quanto aos recursos hídricos subterrâneos, predomina na região, ocupando cerca de 60,0% da área interceptada pelo sistema adutor, o aquífero cristalino, cujas águas apresentam potabilidade de passável a medíocre, dado os elevados teores de sais. No restante da área, observa-se a presença dos aquíferos sedimentares representados pelo Grupo Barreiras e Aluviões.

3.3.4.3. Meio biótico

Predomina na faixa de domínio do sistema adutor a caatinga arbustiva densa, degradada em áreas esparsas para dar lugar a cultivos agrícolas, capoeiras de caatinga e campos de macegas. As matas ciliares dos rios Jaguaribe, Banabuiú, Palhano, Pirangi e Choró apresentam-se degradadas, estando praticamente erradicadas no caso específico dos dois primeiros rios. Nos demais cursos d'água as matas ciliares estão relativamente preservadas, sendo compostas por carnaubais. Não foi constatada a presença de unidades de conservação ao longo do traçado do sistema adutor, estando a mais próxima, representada pela Estação Ecológica do Castanhão, posicionada a cerca de 20 km da captação do sistema adutor. As principais espécies vegetais sob ameaça de extinção presentes na área são pereiro preto (*Aspidosperma pyriforme*), pau d'arco roxo (*Tabebuia impetigiosa*), pau branco (*Auxemma oncocalyx*), jucá (*Caesalpinia ferrea*), sipaúba (*Thiloua glaucocarpa*), cumaru (*Amburana cearensis*) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*), todas enquadradas na categoria vulnerável..

A fauna da região apresenta-se pobre em espécies e com pouca densidade de povoamento, sendo observada a presença tão somente de pequenos mamíferos, pássaros e répteis. Entre os mamíferos, as espécies consideradas abundantes na área são preá, guaxinim e raposa. Algumas espécies estão ameaçadas de extinção: gato maracajá e gato do mato. A ornitofauna é bastante diversificada, estando ameaçada de extinção na área a avoante, ave de arribação outrora comum durante a época chuvosa, que se encontra enquadrada na categoria vulnerável. Os répteis são relativamente abundantes, existindo várias espécies de cobras não peçonhentas e lagartos. Entre os anfíbios destacam-se rãs e sapos, importantes controladores de insetos de hábitos aquáticos. Entre os peixes destaca-se a existência de espécies tais como traíra, piaui, cará e curimatã. Constatou-se ainda a presença de espécies ícticas predadoras (piranhas e pirambebas) na Bacia do Jaguaribe, as quais foram disseminadas para as bacias dos rios Pirangi, Choró e Pacoti através do Canal do Trabalhador. Os invertebrados são numerosos, destacando-se a presença de abelhas melíferas.

3.3.4.4. Meio antrópico

a) Área de Influência Funcional

A Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno composta por 15 sedes municipais e 51 distritos assume elevada importância no contexto estadual dado à grande concentração de população em seu território, que abrigará, no ano 2030, 5.573.785 habitantes. Observa-se, também, nesta região um quadro geral avultado para as atividades industriais em comparação com o interior do Estado, uma vez que esta concentra 65,5% do parque industrial do Estado do Ceará, com destaque para os municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia, além disso está aí localizado o futuro Complexo Industrial-Portuário do Pecém.

O Complexo Industrial-Portuário do Pecém, ora em implantação, tem como objetivo a viabilização e desenvolvimento da política de atração de investimentos industriais posta em prática pelo Estado, através da dotação de infra-estrutura básica no setor de transporte de cargas, dando suporte à implantação de empresas de grande porte. Desta forma, estão sendo fomentadas as instalações e vai até a derivação para adutora de água bruta que abastecerá o Sistema Adutor das Praias Oeste de uma planta siderúrgica, de um pólo petroquímico e de um pólo metal-mecânico, com efeitos multiplicadores sobre toda a economia. O sistema hídrico previsto para suprir a demanda d'água do CIPP, estimada em 1.100l/s, deverá se implantado em três etapas: a primeira corresponde à implantação do sistema básico Canal Sítios Novos-Pecém/adutora, e 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 de 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 CIPP, da região litorânea alvo do PRODETUR, da RMF (açudes Pacoti/Riachão/Gavião) e das vazões a serem liberadas pelo açude Castanhão (em construção).

A atividade turística é, também, um setor econômico de peso para a economia da RMF, posicionando-se atualmente como um dos segmentos mais dinâmicos em termos de geração de emprego e renda. Contam com empreendimentos turísticos em operação ou com protocolo de instalação assinado na região estudada, os municípios de Fortaleza, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Guaiúba, Maranguape e Pacatuba.

Na Bacia do Jaguaribe, a agricultura irrigada vem sendo desenvolvida principalmente nas regiões das sub-bacias do Médio/Baixo Jaguaribe e Banabuiú, que juntas abrigam 12 perímetros irrigados, perfazendo 7.015,8 ha. Destes, dois terão suas terras interceptadas pelo Sistema Adutor Castanhão/RMF, os perímetros Morada Nova (3.611 ha) e Xique-xique (560 ha), sendo este último contemplado com reforço no seu suprimento hídrico, juntamente com o Projeto Tabuleiros de Russas (10.300 ha), ora em implantação. A irrigação difusa, também, apresenta-se bastante expressiva na Bacia do Jaguaribe ,perfazendo 63,4% da área total irrigada, contra 36,6% devidos a irrigação pública. No território das Bacias Metropolitanas a atividade hidroagrícola é pouco representativa, com a irrigação intensiva respondendo por apenas 108,5 ha distribuídos pelas bacias do Choró e Pirangi. A irrigação difusa embora encontre-se dispersa pelo território das Bacias Metropolitanas, atingindo cerca de 2.980 ha, apresenta maior concentração nas bacias do Choró(932 ha), Pacoti (747 ha) e Pirangi (631 ha), as quais respondem por 77,5% deste total. Na Bacia do Pirangi cerca de 85,0% 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. Quanto às novas áreas destinadas a exploração hidroagrícola com água proveniente do empreendimento ora em análise, 76,0% destas, ou seja 9.500 ha, estão localizados na Bacia do Jaguaribe. Apenas a mancha de Ocara (1.000 ha) e o Projeto Piloto RMF (2.000 ha) estão posicionados na região das Bacias Metropolitanas, tendo este último seu suprimento hídrico reforçado com o reuso de esgotos.

Serão ainda beneficiados com o fornecimento d'água regularizado as cidades de Beberibe e Morada Nova (reforço) e os povoados de Aruaru, Roldão, Bixopá, Bonhu e Lagoa Grande (50.347 habitantes), bem como as áreas rurais periféricas ao sistema adutor que serão

contempladas com o abastecimento humano difuso (94.940 habitantes), com a dessedentação animal, e com o desenvolvimento da piscicultura intensiva e da irrigação difusa (611 ha).

b) Área de Influência Física

O sistema adutor interceptará o território de 243 propriedades rurais, sendo observado uma forte concentração de terras, com as grandes propriedades ocupando cerca de 75,0% da área. A população a ser remanejada da área das obras foi estimada em 109 famílias. Este número está superestimado, uma vez que inclui as famílias residentes nos trechos onde o sistema adutor se desenvolve em tubulações, não requerendo a desapropriação das habitações aí existentes. O contingente populacional a ser remanejado do Trecho 1, ora em licitação, perfaz 12 famílias, das quais cinco serão relocadas nas áreas remanescentes dos imóveis e as outras sete no Projeto de Irrigação Mandacaru, ora em implantação. Além disso, as 22 habitações posicionadas no início do Trecho 1 constituem ocupação ilegal da faixa de proteção do açude Castanhão, já estando sendo estudado pelo Comitê Gestor do referido empreendimento a sua relocação. Ressalta-se ainda que, o sistema adutor não interceptará área de reservas indígenas.

Com relação à infra-estrutura de uso público que será afetada pelas obras, estas estão representadas pelas rodovias CE-269, CE-265, CE-266, CE-371, CE-138 e BR-116, esta última interceptada em dois pontos, além de estradas vicinais que permitem o acesso as propriedades rurais e povoados da região. Figuram ainda entre a infra-estrutura atingida os perímetros irrigados Xique-xique (área de expansão) e Morada Nova (canal principal e alguns secundários, dique de proteção, estradas e cercas, além disso será margeada a área de oito lotes agrícolas e da estação experimental), trechos de rede elétrica de baixa tensão, a adutora situada na periferia da cidade de Pacajus, o gasoduto que tangencia o açude Pacajus e o cabo óptico que se desenvolve paralelo a BR-116.

A economia da área encontra-se centrada na pecuária leiteira praticada de forma extensiva, a qual responde por 80,4% do VBP da área. Em segundo lugar aparece a agricultura responde por 16,3% do VBP, estando centrada na exploração de pequenos cultivos de subsistência (feijão e milho), capineiras e plantios de caju nos tabuleiros. Nas áreas com irrigação intensiva (perímetros irrigados de Morada Nova e Xique-xique) predomina as culturas de arroz, feijão, banana, sorgo e capineiras. O extrativismo vegetal (palha e cera de carnaúba) contribui com apenas 3,3% do VBP. O índice de aproveitamento dos solos é muito baixo (15,1% da área total). O autoconsumo atinge 75,2% da produção agrícola, enquanto que a produção pecuária é voltada na sua maior parte (85,3%) para comercialização. Quanto à estrutura fundiária, a área apresenta elevada concentração de terras, com as pequenas propriedades que

representam 37,5% do número total de imóveis, ocupando apenas 3,4% da área total, enquanto as grandes propriedades, representando 12,5% do total de propriedades chegam a ocupar 74,5% da área total.

3.3.5. Descrição e avaliação dos impactos ambientais

A avaliação de impacto ambiental empreendida foi conduzida segundo o método da avaliação ponderada desenvolvido por BIANCHI et alli, o qual resultou da evolução do método matricial proposto por LEOPOLD (Figura 3.3.2). A técnica empregada envolve a atribuição de pesos aos atributos dos impactos previstos, sendo a avaliação efetuada segundo duas óticas “com” e “sem” a adoção das medidas de proteção ambiental. A análise é efetuada setorialmente para 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. Os valores determinados para o Índice de Avaliação Ponderal (IAP) caracterizam os projetos como viáveis ($IAP \geq 1$) ou inviáveis/ mau concebidos ($IAP < 1$) sob o ponto de vista ambiental.

A análise global do empreendimento demonstrou que, em sua versão original, o projeto apresenta uma soma de benefícios ponderados inferior ao conjunto das adversidades e indefinições contidas, revelando que este não contempla todas as ações necessárias a reparação dos impactos causados ao meio ambiente pela sua implantação e operação ($IAP = 0,9020$). A adoção das medidas de proteção ambiental (MPA'S), no entanto, consegue reverter esse quadro, tornando o projeto ambientalmente exequível ($IAP = 1,3031$). Por outro lado, o alto percentual de indefinições apresentado pelo projeto (6,56%), pode ser reduzido através da adoção das medidas mitigadoras recomendadas. Considerando a conversão de 50% do peso de indefinições em acréscimos ao peso de benefícios, obtém-se uma melhora substancial, com o valor do IAP passando a 1,4913. Considerando uma conversão de 100% do peso de indefinições em peso de benefícios, o empreendimento passará a ter um IAP igual a 1,7130. Quanto às análises setoriais, a área de influência física do projeto é a mais penalizada, apresentando uma ampla gama de impactos adversos incidindo, tanto sobre o meio natural, como sobre o meio antrópico, cujos valores do IAP apresentam-se inferiores à unidade, o que é típico deste tipo de empreendimento. A aplicação das MPA'S consegue reverter, apenas parcialmente as adversidades aí incidentes, visto que a área será totalmente descaracterizada, passando a constituir apenas o local onde se encontra assente uma obra de engenharia, cujos benefícios são direcionados para a área de influência funcional. Já a avaliação da área de influência funcional demonstrou que a operação do sistema adutor se revela adversa ao meio natural, sendo a situação revertida com a adoção das MPA'S, enquanto que, para o meio antrópico, os resultados se mostram fortemente favoráveis mesmo sem as MPA'S, aumentando com a adoção de tais medidas.

COMPONENTES DO MEIO AMBIENTE	COMPONENTES DO PROJETO	ÁREA DE INFLUÊNCIA FUNCIONAL																										
		MEIO BIÓTICO										MEIO ANTRÓPICO																
		Geologia		Flora		Fauna		Unidades de Conservação	População					Infra-estrutura			Economia				Valores Paisagísticos	Terras Indígenas						
		Qualidade dos Solos	Erosão	Assoreamento	Vegetação de Catinga	Vegetação de Tabuleiros	Matas Ciliares		Terrestre	Ornitornithina (aves)	Fauna Aquática	Relações Familiares e Sociais	Elementos Culturais	Opinião Pública	Nível de Emprego	Nível de Renda	Saúde	Habitatções	Rede Viária	Sistema de Abastecimento d'Água			Sector Saúde	Estrutura Fundiária	Sector Primário	Sector Secundário	Sector Terciário	Arrecadação Tributária
X46	X47	X48	X49	X50	X51	X52	X53	X54	X55	X56	X57	X58	X59	X60	X61	X62	X63	X64	X65	X66	X67	X68	X69	X70	X71	X72		
Fase de Estudos	Estudos Básicos	Y1																										
	Levantamento Cadastral	Y2																										
	Pesquisa Sócio-Econômica	Y3																										
Fase de Implantação	Desapropriação dos Imóveis Existentes na Faixa de Domínio do Sistema Adutor	Y4																										
	Instalação dos Canteiros de Obras e Construção de Estradas de Serviços	Y5																										
	Salvamento do Patrimônio Arqueológico e Paleontológico	Y6																										
	Desmatamento da Área das Obras	Y7																										
	Manejo da Fauna	Y8																										
	Remoção da Infra-estrutura Existente na Área das Obras	Y9																										
	Extração, Transporte e Retrabalho de Materiais de Empréstimos	Y10																										
	Implantação do Sistema de Captação e Recalque	Y11																										
	Construção do Canal Adutor	Y12																										
	Proteção dos Taludes do Canal	Y13																										
	Implantação das Obras de Drenagem	Y14																										
	Implantação de Cercas, Descargas de Segurança e Obras de Controle de Nível e Vazão no Canal	Y15																										
	Construção de Túneis	Y16																										
	Implantação de Silêncios	Y17																										
	Implantação de Pontilhões e Passarelas	Y18																										
	Implantação das Estações de Bombeamento	Y19																										
	Fase de Operação	Fornecimento de Vazão Regularizada	Y20																									
		Desenvolvimento Hidroagrícola (Irrigação Intensiva e Difusa)	Y21																									
		Desenvolvimento da Piscicultura Intensiva (Viveiros)	Y22																									
Abastecimento d'Água Humano		Y23																										
Desenvolvimento do Setor Industrial		Y24																										
Desenvolvimento do Turismo		Y25																										
Medidas de Proteção Ambiental	Programa de Gerenciamento Ambiental das Obras	Y26																										
	Adoção de Normas de Segurança no Trabalho	Y27																										
	Reassentamento da População Desalojada	Y28																										
	Construção de Desvios Temporários de Tráfego	Y29																										
	Recuperação das Áreas dos Canteiros de Obras, Botaforas e Jazidas de Empréstimos	Y30																										
	Controle da Disseminação de Espécies Piscícolas Daninhas	Y31																										
	Controle e Gerenciamento do Uso da Água	Y32																										
	Estabelecimento de Outorgas e Tarifação da Água	Y33																										
	Controle da Proliferação de Insetos e Moluscos	Y34																										
	Monitoramento da Qualidade da Água Aduzida	Y35																										
	Manutenção da Infra-Estrutura Implantada	Y36																										

CÓDIGO DE CORES DAS CÉLULAS MATRICIAIS

Impactos Benéficos		Significativa
		Moderada
		Não Significativa
Impactos Adversos		Significativa
		Moderada
		Não Significativa
Impactos Indefinidos		

Importância

CÓDIGO NUMÉRICO DAS CÉLULAS MATRICIAIS

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

Os principais impactos adversos detectados foram: perda de 5.350 ha de solos, dos quais, cerca de 60,0% apresentam restrições ao uso agrícola; danos ao patrimônio genético da flora e ao habitat da fauna, decorrentes do desmatamento da área das obras, dos canteiros de obras e das áreas de empréstimo; riscos de dilapidação dos patrimônios arqueológico e paleontológico; riscos pouco significativos de disseminação de espécies piscícolas daninhas, visto que tanto a bacia doadora como as bacias receptoras já estão infestadas por piranhas e pirambebas; desalojamento de 109 famílias (estimativa), a quase totalidade residindo em propriedades que contam com áreas remanescentes; ocorrência de choques culturais entre os costumes trazidos pelo contingente obreiro e os costumes pré-existentes; geração de mini-inflação na região; e geração de pressões sobre o conjunto de serviços públicos, entre outros. O desenvolvimento hidroagrícola e o fornecimento d'água regularizado para consumo humano, por sua vez, implicarão em aumento no consumo de agrotóxicos e da produção de efluentes sanitários, sendo elevados os riscos de poluição dos recursos hídricos. Estes problemas, no entanto, podem ser contornados através da difusão de técnicas do uso e manejo correto de agrotóxicos e da implantação de sistemas de esgotamento sanitário.

3.3.6. Planos de medidas mitigadoras

O melhor aproveitamento dos impactos benéficos e a mitigação ou a absorção dos impactos adversos advindos da implementação e operação do empreendimento, somente serão possíveis mediante a adoção das medidas de proteção ambiental (MPA'S) preconizadas a seguir.

DESMATAMENTO DA ÁREA DAS OBRAS E MANEJO DA FAUNA - visa a limpeza das áreas a serem ocupadas pelas obras de engenharia, bem como da faixa de domínio do canal. Deverá ser promovido o aproveitamento dos recursos florestais aproveitáveis, bem como a proteção de trabalhadores e da população periférica contra o ataque de animais, sobretudo os peçonhentos. As atividades de pesquisa florística e a formação de um herbário deverão ficar a cargo de entidades científicas ou afins. Deve-se atentar para a execução de uma operação de salvamento para a fauna de menor mobilidade. O método de desmatamento a ser adotado na maior parte da área é o tradicional (manual), devendo ser executado durante a época de estiagem, devido a maior disponibilidade de mão-de-obra, sendo prevista também a adoção do desmatamento mecânico. Os custos a serem incorridos com o desmatamento já foram inclusos no orçamento das obras do sistema adutor, estando orçado em R\$ 5.084.899,00, enquanto que a operação de manejo da fauna foi orçada em R\$ 75.500,00 a preços de maio de 2001, com o dólar equivalendo a R\$ 2,42. O desmatamento deverá ser executado pela Empreiteira sob a

fiscalização da SRH e do IBAMA, enquanto que para o manejo da fauna deve ser contratada equipe técnica especializada.

RECUPERAÇÃO DAS ÁREAS DAS JAZIDAS DE EMPRÉSTIMO, DOS CANTEIROS DE OBRAS E DOS BOTA-FORAS - visa a reconstituição paisagística das áreas destinadas a exploração de materiais de empréstimo e a implantação dos canteiros de obras e dos bota-foras. No caso específico do Sistema Adutor Castanhão/RMF, será necessário a regularização topográfica dos taludes das cavas das jazidas de material terroso, para posterior reflorestamento, sendo quando necessário, utilizados materiais dos bota-foras, desde que não contenham materiais poluentes. Também deve ser cogitado o aproveitamento das cavas localizadas nas imediações do sistema adutor, para servirem como tanques para o desenvolvimento da piscicultura intensiva (viveiros). Tendo em vista que ainda não foram definidas quais jazidas serão efetivamente exploradas, não se dispõe 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 que é de R\$ 525,00, a preços de maio de 2001, com o dólar equivalendo a R\$ 2,42. Na implantação dos canteiros de obras deve-se reduzir ao mínimo os desmatamentos; adotar o uso de fossas sépticas situadas distantes dos cursos d'água; instalar a usina de concreto e a central de britagem, levando em conta a direção dos ventos dominantes e adotar as normas do Exército na localização dos paióis de armazenamento de explosivos. As instalações dos canteiros de obras, caso não sejam reaproveitadas para o monitoramento do sistema adutor, devem ser alvo de reconstituição paisagística através de reflorestamento com espécies nativas. No caso específico dos bota-foras, deve ser posto em prática um controle da deposição de rejeitos, levando em conta a sua localização e a estabilidade das pilhas atentando-se, ainda, para os riscos de erosão pela água ou eólica, de deslizamentos do material estocado, bem como acessos e possível retomada para um eventual aproveitamento. A referida medida deverá ficar a cargo da Empreiteira, sob a fiscalização da SRH.

ADOÇÃO DE MEDIDAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO - tem como objetivo orientar através de palestras educativas, os operários a seguirem regras rigorosas de segurança no trabalho, esclarecendo-os sobre os riscos a que estão sujeitos e estimulando o interesse pelas questões de prevenção de acidentes durante a implantação das obras. Entre os cuidados a serem seguidos pode-se citar: dotar os operários de proteção apropriada e tornar obrigatório o seu uso; efetuar treinamentos sobre uso e manuseio de explosivos; estabelecimento de sinalização de trânsito nas vias de serviços; e levantamento prévio da infra-estrutura do setor saúde da região, de modo a agilizar o atendimento médico em caso de acidentes. Tendo em

vista que a referida medida se constitui no cumprimento de normas da legislação trabalhista, os custos a serem incorridos ficarão sob a alçada da Empreiteira, não incorrendo em ônus para o projeto.

PLANO DE RELOCAÇÃO DA POPULAÇÃO - objetiva a relocação das 109 famílias (estimativa) a serem desalojadas da área das obras. Merece ressalva o fato da maior parte da população afetada poder continuar residindo nas áreas remanescentes das propriedades, não sendo esperadas alterações significativas nas relações familiares e sociais. 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 / compensação monetária, conforme opção apontada pelas famílias afetadas. As residências a serem construídas nas áreas remanescentes das propriedades 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. Não foi detectada a necessidade de reativação das atividades econômicas, visto que a economia da região está centrada na pecuária leiteira, atividade que não será afetada pelas obras do sistema adutor. Além disso, a população poderá continuar explorando agricolamente, as áreas remanescentes das propriedades. 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. O projeto de relocação da população atingida pela implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF ainda não foi iniciado pelo Consórcio COBA/VBA/HARZA, devendo se pautar nas normas preconizadas nos seguintes documentos técnicos: Política de Reassentamento do Estado do Ceará, Manual Operativo de Reassentamento da SRH e Diretrizes de Reassentamento do World Bank (OD 4:30).

DESVIOS TEMPORÁRIOS DE TRÁFEGO - tem como objetivo permitir o fluxo normal de tráfego nas rodovias interceptadas pela construção do sistema adutor (CE-269, CE-265, CE-266, CE-371, CE-359 e BR-116) durante a implantação das obras, já tendo seus custos previstos no orçamento do projeto. 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. A referida medida deverá ficar a cargo da Empreiteira, devendo esta manter contato com o DNER, DERT e prefeituras municipais para definir, em conjunto com estes órgãos, a melhor forma de ação.

PLANO DE IDENTIFICAÇÃO E RESGATE DOS PATRIMÔNIOS ARQUEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO – visa a execução de estudos na área de implantação das obras, objetivando identificar a presença ou não de sítios arqueológicos e/ou paleontológicos, sendo posteriormente executado o resgate e encaminhamento do material resgatado para instituições científicas. Dado a possibilidade de descobertas ao acaso de novas ocorrências, principalmente durante as atividades que envolvem movimentação de terra, haverá um arqueólogo acompanhando a implantação das obras, sendo estas paralisadas para o resgate de material, dentro dos critérios científicos, sempre que se fizer necessário. A responsabilidade pelo desenvolvimento das atividades concernentes ao salvamento dos patrimônios arqueológico e paleontológico deverá ser da SRH, ficando a regulamentação e fiscalização a cargo do IPHAN, no caso dos achados arqueológicos, e do DNPM, no caso dos achados paleontológicos.

3.3.7. Gerenciamento dos recursos hídricos e monitoramentos

O gerenciamento dos recursos hídricos, bem como a execução de monitoramentos ambientais ficará sob a responsabilidade da SRH/COGERH, devendo esta secretaria estabelecer convênios com outros órgãos governamentais pertinentes.

GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS/ESTABELECIMENTO DE OUTORGAS E TARIFAÇÃO DA ÁGUA - o modelo de gestão será constituído por um conjunto de entidades que desenvolverão 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, tendo como base as bacias do Jaguaribe (Sub-bacias do Médio e Baixo Jaguaribe e Banabuiú) e Metropolitanas (Pirangi, Choró, Pacoti e Cocó). Deverão ser previstas as formas de relacionamento entre os usuários e as entidades gestoras, compreendendo os direitos e as obrigações decorrentes do uso e derivação da água. Os sistemas municipais de serviços públicos, bem como a própria população, devem ter a sua participação na gestão dos recursos hídricos incentivada. Como instrumentos legais para facilitar o gerenciamento do uso da água figura a concessão de outorgas, a licença para obras hídricas e a tarifação pelo uso da água bruta. A outorga e a tarifação da água surgem como meio de aumentar a eficiência no uso da água e arrecadar fundos para cobrir as despesas com a 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 tratará do gerenciamento da água aduzida.

PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA - visa o controle sistemático da qualidade da água aduzida, garantindo, assim, os empreendimentos localizados a jusante e o controle de atividades poluidoras no canal. O monitoramento deve ser exercido em oito pontos distintos, ou seja, uma coleta na tomada d'água do reservatório, seis coletas intermediárias ao longo do traçado do canal, e outra no trecho final. Deverão ser feitas, no mínimo, oito amostras a cada trimestre. As dosagens a serem feitas, os parâmetros de classificação das águas e a própria classificação constam da Resolução CONAMA nº 020/86. Os custos anuais a serem incorridos com esta atividade foram orçados em R\$ 3.440,00 a preços de maio de 2001, com o dólar equivalendo a R\$ 2,42.

CONTROLE DA PROLIFERAÇÃO DE INSETOS E MOLUSCOS - visa evitar que o canal adutor e obras complementares (sifões e bueiros) se transformem em focos de proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica, tais como esquistossomose, dengue e filariose brancoftiana, entre outras. Para tanto, devem ser realizadas periodicamente atividades de limpeza e manutenção das referidas obras, objetivando evitar a formação de charcos decorrentes de vazamentos no canal adutor, a proliferação de vegetação aquática no canal e a ocorrência de estagnação d'água nos bueiros e sifões. Obviamente, o controle de insetos e moluscos converge com programas de saúde pública, devendo neles buscar orientação. Para tanto, sugere-se que a SRH celebre convênio com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) para a execução do controle ora proposto.

MANUTENÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA IMPLANTADA - visa manter a integridade do empreendimento, evitando que ocorram danos materiais e prejuízos financeiros, além de interrupções no suprimento da vazão regularizada. O empreendedor deverá formular um programa de manutenção, baseado no inventário de todas as estruturas que precisem de serviços, devendo estabelecer o volume de atividades, orçar e definir as prioridades de manutenção. As principais atividades de manutenção previstas são: controle da proliferação de plantas aquáticas no canal, remoção de lodos e sedimentos e reparos de falhas no revestimento do canal, reparos na faixa de rolamento da estrada, desobstruções dos sifões e do sistema de drenagem e revisões dos motores dos conjuntos de eletrobombas, entre outras. Os custos de manutenção, já foram considerados no projeto de engenharia.

CONTROLE DA DISSEMINAÇÃO DE ESPÉCIES PISCÍCOLAS DANINHAS – muito embora as bacias doadora e receptoras já estejam infestadas por espécies ícticas predadoras (piranhas e pirambebas), a presente medida visa evitar que o projeto contribua para acentuação deste problema. Desta forma, está sendo estudado pelo Consórcio COBA/VBA/HARZA medidas que

permitam o controle da disseminação de espécies predadoras 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). A responsabilidade pelo controle da disseminação de espécies daninhas no sistema adutor e nos mananciais das bacias contempladas ficará a cargo da COGERH.

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS OBRAS – objetiva a criação de um comitê para acompanhamento, discussão e proposição de soluções para os problemas que surgirem durante o planejamento e implantação das obras do sistema adutor, nos moldes do programa adotado no projeto do açude Castanhão. 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 ata. O grupo de trabalho funcionará na forma de colegiado e será presidido pelo representante da SRH, no âmbito da qual fica criada uma secretaria executiva. Para assessorar o grupo e realizar o acompanhamento das ações de controle e sustentabilidade ambiental será criada uma câmara técnica especial. 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 deverá realizar reuniões mensais, tendo como base física a sede da SRH, que se encarregará do apoio administrativo aos trabalhos do colegiado. Todas as reuniões devem ser documentadas por meio de atas, relatórios sínteses e gravações, as quais servirão como subsídio e garantia do cumprimento das negociações efetuadas entre as partes.

3.3.8. Conclusões e recomendações

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade ambiental da implantação do Sistema Adutor Castanhão/RMF. Sob ponto de vista de um balanço dos efeitos econômicos do empreendimento, merece ressalva o fato do custo de oportunidade da área a ser ocupada pelas obras ser quase nulo, pois apenas 15,1% da área englobada por estas é atualmente aproveitada agricolamente, devido às limitações apresentadas pelos solos e a escassez de recursos hídricos. A pecuária extensiva outra atividade desenvolvida na área, não será afetada pelas obras relativas ao sistema adutor.

Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos aduzidos favorecerá o desenvolvimento hidroagrícola possibilitando, no ano 2030, a irrigação de 11.500 ha potenciais, em áreas de

tabuleiros. Permitirá ainda o reforço ao suprimento hídrico dos perímetros Xique-xique (560 ha) e Tabuleiros de Russas (10.300 ha), além da irrigação de cerca de 612 ha pela iniciativa privada. 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 incluso a Região Metropolitana de Fortaleza e área de entorno, bem como a população urbana e rural residente ao longo do percurso do canal, beneficiando no ano 2030 uma população de 776.067 habitantes. Haverá ainda o suprimento hídrico dos distritos industriais da RMF, de indústrias difusas dos municípios interceptados pelo canal e num futuro próximo do CIPP. Serão ainda beneficiados com o desenvolvimento da indústria do turismo, os municípios da RMF que contam com empreendimentos turísticos em operação ou com protocolo de intenção assinado para implantação.

Merece menção, ainda, o fato do projeto apesar de requerer a desapropriação de terras e esta resultar na relocação de 109 famílias, ser possível reassentar a quase totalidade destas nas áreas remanescentes das propriedades. Quanto às alterações impostas ao meio natural, dado as características apresentadas pela região, estes impactos, apesar de relevantes, não chegam a apresentar conseqüências sérias. Com a adoção das MPA'S sugeridas, boa parcela dos impactos adversos incidentes sobre o meio natural será mitigada, beneficiando não apenas o meio ambiente em si, como também a própria integridade do empreendimento. Especial atenção deve ser dada, no entanto, 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 destina a água aduzida. Além disso, é imprescindível a implementação de um gerenciamento e controle do uso da água, 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; do Complexo Industrial-Portuário, dos distritos industriais e das indústrias difusas contempladas e dos núcleos urbanos beneficiados, entre outros.

3.4. ESTUDOS SOCIO-ECONÔMICOS

3.4.1. Formulação e apresentação das Macro-alternativas

3.4.1.1. Descrição sucinta das Macro-alternativas de estudo do Sistema Adutor Jaguaribe/Castanhão/RMF

No âmbito do Sistema Adutor Global Jaguaribe/Castanhão/ RMF, foram estudadas cinco macro-alternativas de traçado para a concretização da integração da Bacia do Jaguaribe com o Sistema Hídrico da RMF.

- *MACRO-ALTERNATIVA AG1* – Eixo Sertão Central Superior (Castanhão/Banabuiú/Pedras Brancas/Choró/Pacoti): em condições anteriores à decisão de construir o açude Castanhão, esta alternativa preconizada pelo extinto Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS, 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, requeriria a eliminação do trecho Orós/Banabuiú e a integração do açude Castanhão ao canal Banabuiú/Pedras Brancas. Os demais trechos que se desenvolveriam essencialmente ao longo da margem esquerda do rio Choró, seriam mantidos com a mesma diretriz do estudo original, tendo sido estudada porém uma variante para eliminar as barragens de transposição previstas ao longo do traçado; A extensão total desta alternativa é de 264,2 km.
- *MACRO-ALTERNATIVA AG2* - 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 à jusante do açude Castanhão. 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 de Nova Jaguaribara, onde tem início o sistema adutor propriamente dito. Após percorrer 55,9 km de extensão em território dos municípios de Alto Santo, Nova Jaguaribara e Morada Nova, trecho caracteristicamente rural, o sistema adutor encontra o açude Curral Velho, próximo à Cidade de Morada Nova, local de derivação do “Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas”, por onde

passará indo em direção à Serra do Felix, num percurso de 58,4 km, atravessando exclusivamente áreas rurais dos municípios de Morada Nova e Russas. 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 Pirangí, utilizando o leito natural desse rio e o trecho final do Canal do Trabalhador, cuja capacidade teria de ser ampliada. A extensão do trecho Serra do Félix/Pirangí, de 8,7 km, é caracteristicamente rural. O trecho seguinte compreende o percurso final do Canal do Trabalhador até o açude Pacajus, numa extensão de 73,5 km. A extensão total desta alternativa é de 221,5 km.

- **MACRO-ALTERNATIVA AG3** - Eixo Sertão Central Inferior I – São Brás (Rio Jaguaribe/Curral Velho/Serra do Félix/Pirangí/Pacajus/Pacoti): nesta alternativa a tomada d'água será feita diretamente no rio Jaguaribe, 31 km à jusante do Castanhão, nas proximidades da localidade de São Brás, onde já foi identificado um local e estudado anteriormente em termos de pré-viabilidade, a captação do Projeto São Brás (VBA,1995). Este ponto do rio Jaguaribe é o que se situa mais próximo em linha reta do açude Curral Velho, local de derivação do "Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas". Faz-se necessária a construção de uma barragem de derivação no rio Jaguaribe, para garantir condições adequadas de captação 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 o seu traçado coincidindo com a macro-alternativa AG2, após adentrar o embasamento cristalino. A partir deste ponto, o traçado tem a mesma definição da AG2 em termos de extensão do sistema adutor e as características sócio-econômicas até o açude Pacoti. A extensão total desta alternativa é de 209,4 km.
- **MACRO-ALTERNATIVA AG4** - Eixo Sertão Central Inferior II– Flores (Rio Jaguaribe/Tabuleiros de Russas/Serra do Félix/Pirangí/Pacajus/Pacoti): caracteriza-se pela captação diretamente do rio Jaguaribe, na localidade de Flores, especificamente no povoado Ramal de Flores, com aproximadamente 200 casas, do lado esquerdo do rio, a 76 km à jusante do Castanhão, localizando-se nas imediações do Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas, onde originalmente foi prevista a implantação de uma estação de bombeamento que seria destinada à alimentação do referido projeto. Esta alternativa corresponde a última possibilidade de captação de água no rio Jaguaribe, possibilitando a integração ao 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, necessária a construção de uma barragem

de derivação no rio Jaguaribe, para garantir condições adequadas de captação. Assim sendo, o primeiro trecho do canal permitiria a ligação entre Ramal de Flores e Serra do Félix, passando pelo Projeto Tabuleiros de Russas. O restante do traçado à jusante da Serra do Félix é semelhante aos das duas últimas macroalternativas antes descritas. A extensão total desta alternativa é de 170,1 km.

- *MACRO-ALTERNATIVA AG5* – Canal do Trabalhador: caracteriza-se pela possibilidade de 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 desses com o rio Pirangí, sendo estudada, neste caso, como uma variante de investimentos no atendimento das demandas hídricas da RMF. Tal integração visa minimizar os investimentos iniciais do trecho Serra do Félix/Pacoti, que compõe as Alternativas G2, G3 e G4. Além disso, serão avaliados os benefícios de complementaridade de vazões, tanto nos “picos” de demanda como nos períodos de vertimentos em Itaiçaba. A utilização do Canal do Trabalhador em toda a sua extensão (125,3 km) ou apenas de um trecho deste, implica, sob o ponto de vista hidráulico, na necessidade de sua ampliação e na implantação de pelo menos cinco elevatórias auxiliares intermediárias para compensar a declividade de projeto, que se apresenta mais de 10 vezes inferior (0,000012 m/m) à declividade otimizada para um canal deste porte. Faz-se necessária, no caso desta alternativa ser adotada como principal, a ampliação e reabilitação da barragem existente, da tomada d’água da estação de bombeamento e das tubulações de recalque para a adução da vazão prevista, que é superior à vazão máxima atual (6m³/s), exigindo intervenções na atual captação, objetivando maior vazão e prevenção de problemas gerados pela inundação de localidades rurais no entorno. A extensão total desta alternativa é de 125,3 km.

Os estudos preliminares realizados na Etapa A, Fase A2, revelaram que a Alternativa G1 (Eixo Sertão Central Superior), apresentava nítidas desvantagens em relação às demais, especialmente quanto a sua extensão, requerendo investimentos de maior vulto; além disto, a alternativa interceptaria trechos de territórios municipais possuidores de poucas manchas de solos potenciais para irrigação, reduzindo sobremaneira o impacto do empreendimento no desencadeamento de um eixo de desenvolvimento regional. Por esta razão, esta alternativa foi descartada na segunda etapa de estudo.

Relaciona-se, a seguir, os municípios interceptados por cada uma das alternativas que serão objeto da pesquisa de campo:

- Alternativa G2 – Jaguaribara, Alto Santo, Morada Nova, Russas, Ocara, Cascavel, Beberibe, Chorozinho, Pacajús, Horizonte;
- Alternativa G3 – São João do Jaguaribe, Morada Nova, Russas, Ocara, Cascavel, Chorozinho, Pacajús, Horizonte;
- Alternativa G4 – Russas, Limoeiro do Norte, Morada Nova, Ocara, Cascavel, Chorozinho, Pacajús, Horizonte;
- Alternativa G5 – Itaiçaba, Aracati, Palhano, Beberibe, Cascavel, Pacajús, Horizonte.

3.4.1.2. Base teórica e principais conceitos utilizados na construção da matriz de comparação das Macro-alternativas

Segundo o Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH, as diretrizes para o atendimento das demandas hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza, norteiam-se não somente para o abastecimento pleno do consumo humano e industrial da RMF para os próximos trinta anos, mas também, e de forma complementar, para o surgimento de um *novo eixo de desenvolvimento*, a partir do Sertão Central, baseado no aproveitamento hidroagrícola intensivo.

A Matriz de Comparação das Macro-Alternativas, representativa das dimensões sócio-econômica, política e cultural, centra sua atenção diferencial sobretudo para estas regiões constantes no eixo de desenvolvimento proposto, onde se encontram as diferentes possibilidades de captação da água. Ela está embasada no paradigma do Desenvolvimento Humano (DH) do PNUD que incorpora tais aspectos no conceito amplo por ele assumido: a necessidade de crescimento econômico implícita na noção de DH necessariamente deve ser enfocada na direção do desenvolvimento *para as pessoas, das pessoas e pelas pessoas*.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento não se limita, nem tem como objetivo último, o crescimento econômico. Ele abriga, além do conceito de produtividade, os de sustentabilidade, eqüidade e participação social, assim compreendidos:

- *PRODUTIVIDADE* – resultado da divisão da produção física obtida numa unidade de tempo por um dos fatores empregados na produção (trabalho, terra, capital). Expressa a utilização eficiente dos recursos produtivos, tendo em vista alcançar a máxima produção na menor unidade de tempo e com os menores custos.

- *SUSTENTABILIDADE* – tem como objetivo a conciliação do crescimento e da conservação da natureza, assegurando às atuais e futuras gerações a base de recursos naturais necessária a seu bem-estar.
- *EQÜIDADE* – tem por objetivo fundamental gerar iguais oportunidades às pessoas, famílias, grupos e localidades, para que se integrem aos esforços e frutos do desenvolvimento, de modo que a parcela da população que tem permanecido marginalizada, passe da exclusão à inclusão, diminuindo a heterogeneidade da estrutura sócio-econômica e das políticas orientadas ao mercado de trabalho, possibilitando o estabelecimento de relações mais equilibradas na sociedade, com redução das disparidades regionais e das desigualdades sociais.
- *PARTICIPAÇÃO SOCIAL* – o Poder é definido como a capacidade ou a possibilidade de agir, de produzir efeitos. A participação social (empoderamento) expressa a relação que a pessoa ou grupo social exerce no processo decisório, seja no âmbito de formulação das políticas públicas, como no controle social dos investimentos governamentais, quando capitaliza para si esta capacidade de exercer o poder para agir e transformar o curso de sua própria história e de sua comunidade.

O estudo das macro-alternativas estrutura-se em quatro dimensões essenciais para a consecução dos seus objetivos, referenciadas pelos conceitos supra explicitados, a saber:

- *Social* : a partir, especialmente, do investimento no capital humano, representado pela oferta de igual oportunidade de acesso às pessoas à aquisição de conhecimento e pelo exercício pleno de uma habilitação profissional; pelo reconhecimento do poder de mobilização social das comunidades e de sua capacidade de responder aos estímulos no sentido de construção de seus projetos de vida pessoais e coletivos.
- *Econômica*: como opção pelo crescimento acelerado com competitividade e por inserção dinâmica da área na economia regional e estadual, estimulando as forças endógenas do crescimento e a expansão do mercado interno.
- *Político-institucional* – a partir da incorporação de um modelo de gestão integrada e descentralizada, apoiado na cidadania e calcado no reconhecimento da capacidade local para organizar-se e conduzir o processo de desenvolvimento sustentável.
- *Cultural* – a partir de um processo de reconhecimento do potencial cultural local e da necessidade de preservá-lo, aproveitá-lo e expandi-lo.

Assim sendo, justifica-se, na seleção da macro-alternativa mais viável e adequada, a atenção central à elementos relacionados aos conceitos e dimensões do Desenvolvimento Humano (DH), considerando a intervenção coordenada pelo PROGERIRH como, essencialmente, voltada para o desenvolvimento humano das Regiões abrangidas pelo projeto.

A matriz apresentada no quadro 1 fornece um procedimento sistemático de organização e descrição de informações e dados para avaliação e escolha da alternativa mais adequada ao DH nas regiões atendidas pelo projeto, assim como permite o estabelecimento de inter e intra-relações das dimensões propostas; considera padrões conceituais de julgamento (dimensões e impactos) e fornece padrão explícito de mensuração de amplitude de impacto.

Pela amplitude do conceito de Desenvolvimento Humano (DH), a matriz proposta deve considerar e incorporar as múltiplas dimensões em que se manifestam as opções humanas de desenvolvimento: sociais, econômicas, políticas e culturais. Dentro desse espectro, 20 (vinte) opções são passíveis de estudo e aparecem como condição para o DH em cada dimensão. Entretanto, este quadro amplo e integral de opções não esgota as crescentes e mutantes necessidades de desenvolvimento humano em diferentes regiões e épocas. Em consequência da infinita gama de opções para o DH e dada a contingência de prazos para a elaboração deste projeto, propõe-se no quadro I, um menor número de opções para estudo, que aparecem como pré-condição para as demais, configurando-se como áreas-chaves de análise.

Para uma melhor compreensão do quadro I – Dimensões, Impactos e Alternativas, seus principais conceitos são sumariados a seguir:

- Dimensão – sub-sistema integrante de um amplo e complexo sistema social: conjunto de variáveis que caracteriza um corte analítico da sociedade humana;
- Impacto – ação, impressão e repercussão forte, profunda, de origem endógena ou exógena, que repercute num processo sócio-econômico, político-institucional e cultural, envolvendo os atores sociais – individual e coletivamente – e os cenários em seus múltiplos componentes;
- Alternativas – opções de traçado do canal adutor entre as quais será escolhida a que mais se adeque aos objetivos do Desenvolvimento Humano.

Finalmente, é importante ressaltar que as quatro dimensões analisadas no quadro I se complementam com uma quinta dimensão, a ambiental, conquanto a necessidade de preservação e regeneração do ambiente para o futuro constitui-se atualmente em uma imposição ética, sobretudo em relação à questão hídrica.

3.4.1.3. Matriz de comparação das Macro-alternativas

**Quadro 3.4.1 – Matriz de comparação de Macro-Alternativas.
 Dimensões, Impactos E Alternativas - Áreas-Chaves De Análise**

DIMENSÕES	IMPACTOS	ALTERNATIVAS				
		AG1	AG2	AG3	AG4	AG5
Social	Espectativa de vida ao nascer (indicador de vida saudável e longevidade)					
	Acesso e aquisição de conhecimentos (taxa de alfabetização de adultos, taxa de escolarização real do ensino fundamental e taxa combinada de matrícula nos três níveis de ensino)					
	Potencial de capacitação do Capital Humano, com vistas à participação ativa na Intervenção (qualificação para as ocupações agropecuárias e para as novas ocupações).					
	Proximidade e acesso a serviços de saneamento básico					
	Renda e proporção de pobres (%) na região interceptada pela alternativa					
Econômica	PIB municipal per cápita					
	Capacidade produtiva e produtividade nas propriedades e áreas interceptadas pelo canal					
	Empregabilidade					
	Potencialidade para o desenvolvimento do setor Hidro-agrícola em face do acesso à água					
	Infra-estrutura física existente					
Político-institucional	Capacidade local para a mobilização e a organização social					
Cultural	Deslocamento das populações					

Magnitude do impacto

0	– baixa
1	– média
2	– alta

3.4.2. Estudos setoriais de campo/pesquisa sócioeconômica

3.4.2.1. Metodologia da pesquisa de campo

A metodologia utilizada para a avaliação dos aspectos acima mencionados, caracterizou-se como pesquisa de campo por amostragem, utilizando como instrumental de coleta de dados um questionário composto por questões estruturadas, dirigidas aos produtores rurais e aos moradores residentes em fazendas, sítios, povoados, distritos e áreas peri-urbanas identificadas nas faixas territoriais de pesquisa. A aplicação de questionários foi realizada junto aos produtores e moradores das localidades situadas nas áreas das quatro alternativas propostas para estudo acordo com plano amostral elaborado.

Os procedimentos metodológicos utilizados são apresentados a partir de um referencial teórico-empírico que imprimiu um caráter de rigor ao processo de pesquisa de campo, assegurando uma maior confiabilidade e fidedignidade aos resultados obtidos e favorecendo uma conseqüente viabilização da proposta para o Eixo em estudo, de forma sustentável. São apresentados, a seguir, os passos empreendidos visando a consecução do processo de pesquisa de campo:

3.4.2.2. Etapas dos trabalhos de campo

A pesquisa de campo foi desenvolvida por etapas, conforme descrito nos itens a seguir apresentados:

- Etapa 1 - Levantamentos Prévios para Estimativa de Casas, Populações, Propriedades e estimativa de áreas, Vilas, Povoados e Sítios para fins de determinação da faixa de influência direta e cálculo amostral.
- Etapa 2 : Elaboração do plano amostral da pesquisa socioeconômica junto aos moradores na faixa de influência do sistema adutor.
- Etapa 3: Elaboração do plano amostral da pesquisa socioeconômica junto às propriedades rurais na faixa de influência do sistema adutor.
- Etapa 4: Caminho Metodológico para a Pesquisa de Infra-Estrutura Física: a metodologia adotada no desenvolvimento da pesquisa para elaboração do relatório sobre a atual situação dos serviços de infra-estrutura física existentes ao longo dos traçados alternativos do Eixo e suas possíveis interferências nessa infra-estrutura, constituiu-se das fases descritas a seguir:

- 1ª Fase: análise dos traçados das alternativas propostas para o Eixo de Integração, definindo os municípios atingidos e os distritos cortados em cada um;
 - 2ª Fase: revisão de literatura, com a catalogação de todas as informações já editadas pelas diversas consultorias que elaboram os estudos sobre o Eixo de Integração, contendo informações sobre a infra-estrutura das áreas;
 - 3ª Fase: levantamento de dados junto aos órgãos públicos e as companhias concessionárias de serviços de infra-estrutura física (CAGECE, FNS, SAAE das Prefeituras, COELCE, CHESF, Secretarias Municipais de Infra-estrutura e obras das Prefeituras, DERT, DNER, etc.) objetivando complementar as informações existentes catalogadas;
 - 4ª Fase: visita *in loco* para complementar as informações, nas áreas onde estas não tenham sido suficientemente esclarecedoras sobre a situação atual das infra-estruturas físicas;
 - 5ª Fase: mapeamento das informações, permitindo a visualização da distribuição espacial das infra-estruturas físicas existentes;
 - 6ª Fase: análise das interferências dos possíveis traçados propostos com as infra-estruturas físicas existentes em seus percursos;
- Etapa 5: Tabulação eletrônica de dados.
 - Etapa 6: Análise dos dados, elaboração de gráficos, mapas e montagem do documento “Relatório da Pesquisa Sócioeconômica”.

3.4.3. Relatório da Pesquisa de Campo com a comparação dos Dados Sócio-Econômicos Referentes às Alternativas estudadas, escolha da melhor alternativa e avaliação Final

3.4.3.1. Considerações gerais

A etapa de estudo das comunidades e populações da área estudada, numa faixa de 100m, 1 km e 10 km de cada lado das alternativas de traçado do eixo, com respectivas projeções demográficas até o ano 2030, tem por finalidade a realização de um diagnóstico populacional, compatibilizando as informações disponíveis sobre populações do Estado do Ceará e dos municípios envolvidos, com as estimativas de casas “in loco”, mediante contagem, que

resultaram em estimativas sobre a população domiciliada nos trechos em foco na região abrangida pelas alternativas de traçado do canal AG2, AG3, AG4 e AG5.

O estudo adotou para projeções a taxa de crescimento demográfico no período 1991-1996, seguindo a tendência registrada nos estudos conduzidos nesse período pelo IPLANCE, mediante a aplicação da taxa de crescimento observada para as áreas urbanas e rurais dos municípios em uma indicação prospectiva até 2030.

O estudo demográfico é pertinente, principalmente, porque é através da visualização deste quadro de composição de variáveis que se torna possível planejar de forma concreta e equânime o suprimento da infra-estrutura social (saúde, educação, habitação, saneamento, etc), necessária aos diversos segmentos da população, provendo as condições básicas para a sustentabilidade social dessas regiões.

Com base nos dados dos levantamentos em campo nas alternativas estudadas, os estudos apresentam os volumes populacionais, médias de pessoas por família, densidades e projeções demográficas nas áreas estudadas, segundo as alternativas pesquisadas.

3.4.3.2. Estimativas preliminares de propriedades, casas, edificações populações e comunidades a 100 m, 1 km e 10 km de afastamento de ambos os lados do sistema adutor

A existência de casas a uma certa distância do sistema adutor não deve ser tomada como indicativo de impacto direto sobre a edificação, pois o impacto depende do tipo de adução naquele trecho (canais/adutoras/túneis/trechos em talvegue natural, etc) e na largura da faixa de domínio necessária para a locação das obras hidráulicas e civis em cada trecho. Desse modo, a contagem de casas é uma estimativa preliminar das edificações existentes na faixa do sistema adutor, a 100 metros e a 1 km de cada lado, não constituindo procedimento de caráter cadastral, no qual se determina com maior precisão as reais condições de impacto de cada trecho do sistema adutor e as necessidades relacionadas com reassentamento de populações.

O Quadro 3.4.2 consolida, com base nos dados dos levantamentos em campo das alternativas estudadas, os volumes populacionais, médias de pessoas por família, densidades e projeções demográficas nas áreas estudadas, segundo as alternativas.

Deve-se considerar que as informações e projeções constantes no Quadro 3.4.3 utilizam-se de taxas do período 1991-1996. Sugere-se, face à proximidade da publicação dos resultados do

Censo demográfico de 2001, que sejam empreendidos esforços com vistas à uma releitura das projeções a partir desse censo que em breve estará sendo divulgado pelo IBGE.

Quadro 3.4.2 – Estimativa de Casas, Habitantes, Média de Moradores por Casa e Densidade Demográfica na área estudada - 2000

Alternativa ¹	Casas	Habitantes	Média de pessoas	Densidade
G2	4.964	23.627	4,7	53,3
G3	4.115	19.596	4,7	46,7
G4	3.831	18.193	4,7	53,5
G5	3.084	14.838	4,8	58,32

Quadro 3.4.3 - Projeções Demográficas nas alternativas pesquisadas – 2001/2010/2020/2030

Projeções Demográficas				
Alternativa	2001	2010	2020	2030
G2 ²	65.186	64.244	64.403	68.245
G3 ³	60.203	57.455	55.268	55.861
G4 ⁴	25.014	24.881	25.388	28.510
G5 (trecho comum)	14.838	15.175	16.145	19.694

3.4.3.3. Pesquisa junto aos moradores e propriedades

As características centrais da área de influência estão detalhadas nos Estudos Sócio-Econômicos (capítulos 1, 2 e 3), sintetizadas a seguir:

- Famílias com uma reduzida composição, sobretudo porque se observa um número grande de matrimônios entre casais jovens, famílias esvaziadas por membros que

¹ Trechos específicos, isto é, sem intersessão com trechos comuns.

² Trecho específico + trecho comum AG5;

³ Trecho específico + trecho comum AG2 e AG5;

⁴ Trecho específico + trecho comum AG2 e AG5;

- imigraram, bem como uma maior preocupação dos casais em controlar a natalidade pressionados por questões de sobrevivência;
- Residências extremamente simples, com pouco mobiliário e geralmente sem conexão com redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
 - Baixas densidades demográficas e crescente despovoamento das zonas rurais;
 - Desequilíbrio na distribuição da população no espaço territorial, com áreas muito concentradas de população e outras despovoadas;
 - Precário destino do lixo doméstico e dos resíduos resultantes da produção;
 - Precariedade no atendimento médico-odontológico, com razoável acompanhamento de agentes de saúde e equipes do Programa Saúde da Família;
 - Significativo índice de analfabetismo entre adultos;
 - Acesso, em quase a totalidade, de crianças e adolescentes à escola pública, predominando as escolas de ensino fundamental até à 4ª série, ofertando escolaridade básica incompleta.
 - Utilização da água restrita aos moldes rudimentares e com baixa qualidade;
 - Atividades econômicas voltadas, em sua maioria, para o autoconsumo, sendo predominantemente agrícolas e pecuárias e, em menor percentual, o extrativismo vegetal. O setor de comércio e serviços apresenta-se ainda muito incipiente na área estudada;
 - Comercialização de produtos nas propriedades e distritos, sem política de preços definida para proteção dos produtores;
 - Baixos salários, com percentuais elevados de indigentes e pobres;
 - Trabalhos/empregos marcados pela sazonalidade e incerteza dos meios de sobrevivência;
 - Pouca propensão para expansão da área produtiva atual e da produção em face dos riscos e incertezas climáticas;
 - Reduzido percentual de pessoas qualificadas para os trabalhos agro-pecuários;
 - Falta de assistência técnica para a maioria (80%) das propriedades rurais;
 - Informalidade na organização e gerenciamento dos imóveis rurais;
 - Escassez hídrica permanente;
 - Energia elétrica disponível nas proximidades do sistema adutor;
 - Rodovias pavimentadas de acesso à área e estradas vicinais em leito natural de má qualidade;
 - Sistema de telefonia e correios nas sedes municipais e distritos;
 - Minifúndios apresentando padrão de vida precário entre produtores e moradores;
 - Baixo poder de organização social.

3.4.3.4. Síntese da pesquisa da infra-estrutura física

Resume-se, a seguir, as prováveis interferências que ocorrerão sobre estes serviços com a implantação do citado canal.

a) Prováveis Interferências físicas nos sistemas de abastecimento d'água com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3 e AG4: A implantação do canal ao longo dos municípios não ocasionará nenhuma interferência significativa aos sistemas de abastecimento d'água existentes, a não ser em pontos das alternativas AG2 e AG3 que possam vir a cruzar com adutoras dos sistemas de irrigação, nas proximidades da Cidade de Morada Nova e Açude Curral Velho (Perímetro Irrigado de Morada Nova e Tabuleiro de Russas, neste último provavelmente implantado em paralelo ao principal canal adutor). Alternativa AG5: A ampliação do canal do trabalhador ao longo dos municípios não deverá ocasionar interferências com os sistemas de abastecimento d'água existentes, em implantação ou projetados, visto que seria somente uma ampliação deste canal.

b) Prováveis Interferências nos Sistemas de Esgotamento sanitário com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3 e AG4: A implantação do canal ao longo dos municípios não ocasionará nenhuma interferência aos sistemas de esgotamento sanitário existentes ou projetados. Alternativa AG5: A ampliação do canal ao longo dos municípios não acarretará interferências com o sistema de esgotamento sanitário existente, em implantação ou projetado, visto que seria somente uma ampliação do canal do trabalhador já implantado.

c) Prováveis Interferências nos Sistemas de Limpeza Pública com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3, AG4 e AG5: A implantação do canal ao longo dos municípios não ocasionará nenhuma interferência nos serviços de limpeza pública existentes nos mesmos.

d) Prováveis Interferências nos Sistemas de Terraplanagem e pavimentação de vias urbanas com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3, AG4 e AG5: A implantação do canal ao longo dos municípios não ocasionará nenhuma interferência nas vias urbanas pavimentadas existentes nos mesmos.

e) Prováveis Interferências nos Sistemas de Drenagem Urbana de Águas Pluviais com a Implantação do Canal

- Alternativa AG2, AG3, AG4 e AG5: A implantação de qualquer das alternativas ao longo dos municípios não acarretará problemas de drenagem urbana para as localidades interceptadas pelos mesmos, devendo, contudo ser bem analisado a vila de Flores, local de captação para a alternativa G4.

3.4.3.5. Acessibilidades

Os centros urbanos com menor porte, sedes dos demais distritos e outras localidades, e as unidades rurais, possuem a maioria deles uma acessibilidade precária, sendo feita quase sempre através de estradas vicinais sem pavimento ou estradas em piçarra com pavimentação danificada.

a) Prováveis Interferências no sistema rodoviário com a Implantação do Canal

- Alternativa G2: A implantação do canal ao longo dos municípios acarretará interferências no município de Jaguaribara, nos trechos de cruzamento deste com a CE-269 e no município de Morada Nova, nos trechos de cruzamento deste com as estradas municipais e com as CE-138 e CE-265, esta interceptada no trecho entre o rio Banabuiú e o açude Curral Velho, à altura das localidades Alto do Tiradentes. Ainda à altura da cidade de Morada Nova, o canal intercepta a rodovia 371 e a ponte sobre o rio Banabuiú. Do açude Curral Velho até as proximidades das lagoas Barbada de Cima e Arapoã, o canal intercepta apenas estradas vicinais em leito natural. A partir destas e ao inclinar-se na direção do Rio Pirangí, o canal corta a rodovia 138 num trecho cerca de seis quilômetros de distância do Distrito de Aruaru, nas proximidades das localidades Mocó, Campos Belos e Mela Pinto. Nestes pontos deverão ser implantados meios para evitar o corte da acessibilidade destes povoados e da sede distrital através desta via. No trecho em que, possivelmente, o canal aproveitará o leito do Rio Pirangí, não existem infra-estruturas a serem impactadas, exceto casas a 100 metros. No trecho alternativo denominado T4(2/3/4)b, o canal intercepta a rodovia BR 116, a altura das localidades Capoeiras e Girau. Segue após em direção ao Açude Pacajús, atravessando o rio Choró, impactando apenas estradas municipais em leito natural e algumas casas em todo o trecho. À altura do Açude Pacajus o trecho da AG2 passa a coincidir com o Canal do Trabalhador, já implantado, não se registrando mais nenhum impacto em infra-estruturas físicas.

- Alternativa G3: A implantação do canal ao longo dos municípios acarretará interferências no município de São João do Jaguaribe, no ponto de cruzamento deste com a estrada municipal que acompanha a margem esquerda do Rio Jaguaribe, a qual faz a interligação entre as localidades situadas naquela margem do rio, e no município de Morada Nova, nos trechos de cruzamento deste com as estradas municipais e com as CE-138 e CE-265. Nestes pontos deverão ser implantados meios para evitar o corte da acessibilidade através destas vias.
- Alternativa G4: A implantação do canal ao longo dos municípios acarretará interferências no município de Limoeiro do Norte, nos trechos de cruzamento deste com estradas vicinais de acesso às pequenas localidades, no município de Morada Nova, nos trechos de cruzamento deste com as estradas municipais e com as CE-138 e CE-265 e no município de Russas, no trecho de cruzamento deste com a estrada municipal que liga a BR-116 com a vila de Flores. Nestes pontos deverão ser implantados meios para evitar o corte da acessibilidade através destas vias.
- Alternativa G5: A implantação do canal ao longo dos municípios não acarretará interferências com o sistema rodoviário existente, visto que seria somente uma ampliação do canal do trabalhador já existente.

b) Prováveis Interferências no sistema ferroviário com a Implantação do Canal

- Alternativa AG2, AG3, AG4 e AG5: Nenhuma interferência.

c) Prováveis Interferências no sistema aeroportuário com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3, AG4 e AG5: A implantação do canal ao longo dos municípios não acarretará nenhum problema aos aeródromos e aeroportos existentes nestes.

d) Prováveis Interferências no sistema de distribuição de energia elétrica com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3 e AG4: A implantação do canal ao longo dos municípios acarretará nenhuma grande interferência com as redes de distribuição de energia elétrica existentes nos trechos objeto de estudo, exceto alguns postes destas redes localizados na caixa do canal ou muito próximas a esta (100 metros de cada lado). Alternativa AG5: A implantação do canal ao longo dos municípios não acarretará nenhuma interferência com as redes de distribuição de energia elétrica existentes, exceto alguns postes destas redes localizados próximos à caixa do canal (100 metros de cada lado), visto que seria somente uma ampliação do canal do trabalhador já implantado.

e) Prováveis Interferências no Sistema de Comunicação com a Implantação do Canal

- Alternativas AG2, AG3, AG4, AG5: Não há interferências.

3.4.4. Estudos setoriais de escritório/escolha da melhor alternativa a ser detalhada

3.4.4.1. Considerações gerais

O quadro 3.4.4 permite a visualização das características componentes do perfil de cada alternativa, ressaltando aqueles aspectos que são determinantes, do ponto de vista de desenvolvimento e sustentabilidade sócio-econômicos, para a escolha da alternativa que se apresente como tecnicamente mais viável.

Quadro 3.4.4 – Alternativas, Dimensões, Linhas, Impactos e Cenário Atual

DIMENSÕES	LINHAS	FATORES IMPACTANTES	CENÁRIO ATUAL				
			AG2	AG3	AG4	AG5	
Social	DEMOGRAFIA	DENSIDADE (HAB/KM ²)	53,3	46,7	53,5	58,3	
		CRESCIMENTO ANUAL DA POPULAÇÃO (%)	1,03	0,38	0,30	1,28	
		Nº DE FAMÍLIAS/ DOMICÍLIOS ATÉ 1 KM	4.964	4115	3831	3084	
		POPULAÇÃO TOTAL	23.627	19.596	18.193	14.838	
	EDUCAÇÃO/ PARTICIPAÇÃO SOCIAL	ACESSO/AMPLIAÇÃO DE CONHECIMENTOS					
		Analfabetos (%)	24,9	27,0	16,9	12,5	
		Escolarização Ensino Fundamental(completo)	2,5	1,1	2,2	10,5	
		CAPACITAÇÃO DA POPULAÇÃO (%TREINAMENTO PROFISSIONALIZANTE)	20,0	7,7	0,0	13,3	
		ASSOCIATIVISMO (%)	16,3	15,0	7,8	6,4	
	SAÚDE/ SANEAMENTO	ATENÇÃO PRIMÁRIA DE SAÚDE					
		COBERTURA VACINAL(%)	68,5	73,1	85,4	100,0	
		COBERTURA AGENTES DE SAÚDE	78,1	74,3	91,0	86,0	
		DOENÇAS VEICULAÇÃO HÍDRICA (%)	27,0	26,0	30,3	17,5	
		CONTROLE CÓLERA (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	
		INFRA-ESTRUTURA	INFRA-ESTRUTURA SANEAMENTO				

DIMENSÕES	LINHAS	FATORES IMPACTANTES	CENÁRIO ATUAL			
			AG2	AG3	AG4	AG5
		DESTINAÇÃO ADEQUADA DO LIXO (COLETA PÚBLICA) %LOCALIDADES	23,2	21,9	0,0	0,0
		REDE PÚBLICA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (% LOCALIDADES)	0,0	0,0	0,0	0,0
		DESTINO ADEQUADO DE DEJETOS (% CASAS)	45,6	31,1	48,3	61,4
		ENERGIA EM CASA	49,8	50,8	80,9	91,2
		REDES PÚBLICA ABASTECIMENTO D'ÁGUA	0,0	0,0	0,0	0,0
		ACESSIBILIDADE ESTRADAS (% LOCALIDADES)	100,0	100,0	100,0	100,0
		TELEFONIA (%SEDE/DISTRITOS)	100,0	100,0	100,0	100,0
			AG2	AG3	AG4	AG5
II -MEIO AMBIENTE/ POTENCIAL HÍDRICO	RECURSOS NATURAIS	ESCASSEZ DE ÁGUA PERMANENTE (% PROPRIEDADES)	48,5	45,0	50,0	0,0
		ESCASSEZ DE ÁGUA SAZONAL (% PROPRIEDADES)	30,3	10,0	30,0	23,5
		PROPRIEDADES C/ IRRIGAÇÃO (%)	24,3	36,4	30,0	38,0
		ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (L/DIA)	100/ 200	100/ 200	100/ 200	240/ 600
		ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO (L/DIA)	500/ 2000	3.200 10.000	500/ 2000	500/ 2000
		AUSÊNCIA DE TRATAMENTO DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO	30,3	57,9	67,4	61,4
III ECONOMIA	EMPREGO E RENDA	PODER AQUISITIVO/PPC PIB PER CÁPITA (R\$)	3888,	3864,	4122,	3388,,
		RENDA MENSAL DO TRABALHADOR (MAIOR FREQUÊNCIA)	72,6	78,1	68,6	57,9
		PEA (% POPULAÇÃO)	75,9	76,0	77,0	76,0
		POPULAÇÃO OCUPADA				
		na agricultura	49,4	37,1	24,7	40,4
		na pecuária	29,9	47,8	50,6	47,4
		Na indústria/comércio e serviços	9,1	5,1	3,4	8,8
		desempregada/ aposentada	11,6	10,0	21,3	3,4
	APROVEITAMENTO DE RECURSOS	TERRAS CULTIVADAS (% ha)	15,7	16,0	15,6	52,5

DIMENSÕES	LINHAS	FATORES IMPACTANTES	CENÁRIO ATUAL			
			AG2	AG3	AG4	AG5
		IRRIGAÇÃO DAS PROPRIEDADES (%PROPR)	24,3	36,4	30,0	38,0
III -ECONOMIA	APROVEITAMENTO DE RECURSOS	PRODUÇÃO AGRÍCOLA (R\$1,00)	509.095,	340.680,	428.837,	1.155.777,
		PRODUÇÃO PECUÁRIA (R\$1,00)	244.037,	214.355,	271.258,	150.280,
	Nº DE MUNICÍPIOS BENEFICIADOS	TERRITÓRIOS MUNICIPAIS INTERCEPTADOS	10	08	08	07
	ESTIMATIVA PROPRIEDADES INTERCEPTADAS	Nº PROPRIEDADES	243	208	192	0,0
	ESTIMATIVA Ha INTERCEPTADOS	Ha INTERCEPTADOS	1766	1510	1394	0,0
	ESTIMATIVA CASAS ATINGIDAS	CASAS ATINGIDAS	109	61 ⁵	45 ⁶	0,0

3.4.4.2. Estudo Comparativo de Variáveis e Alternativas

Ao se comparar e avaliar as quatro alternativas em face das variáveis acima, constata-se:

Quanto às variáveis demográficas: As densidade demográficas praticamente se equivalem em AG2 e AG4, sendo um pouco mais baixa em AG3 e mais elevada em AG5, trecho mais povoado entre todas as alternativas. O crescimento anual da população nas alternativas está fortemente influenciado pela crescimento anual da população rural, cujo território domina o traçado das alternativas. O crescimento demográfico anual é maior em AG5 e AG2, sendo mais baixo em AG3 e AG4. A população residente mais significativa encontra-se na Alternativa AG2, que também representa o maior trecho/maior número de municípios beneficiados. Nesta Alternativa concentra-se, também, o maior número de domicílios a 1 Km da passagem do sistema adutor.

Quanto às variáveis educacionais: Observa-se a menor taxa de adultos analfabetos em AG5 e AG4. Em AG2 registra-se relativamente o dobro de analfabetos que em AG5. A maior taxa de analfabetismo encontra-se em AG4. A Alternativa com maior taxa de escolaridade no ensino fundamental completo é AG5, seguida de AG2 e AG4. Em AG3 a taxa de escolaridade no

⁵ Trecho específico(27 casas) mais trecho comum Alternativa AG2 e AG5 (34)

⁶ Trecho específico(3 casas) mais trecho comum Alternativa AG2 e AG5 (42)

ensino fundamental é baixíssima. No tocante à escolaridade de nível médio completo, a Alternativa com maior taxa de escolaridade nesse nível de ensino é AG5, seguida de AG2, AG3 e AG4. Em relação aos treinamentos profissionalizantes, a frequência é maior em AG2, seguindo-se AG5, AG3 e nula em AG4.

Quanto à variável participação social: No tocante à organização comunitária, é em AG2 que se constata os maiores percentuais de indivíduos filiados à algum movimento associativo, denotando uma busca, ainda que embrionária, de participação. Apesar dos maiores índices constatados no setor educacional, em AG5 estes parecem não impactar, de forma expressiva, no nível de participação social, vez que nesta alternativa são identificados os menores percentuais de associativismo.

Quanto às variáveis saúde e saneamento: Verifica-se a incidência de indicadores de qualidade de vida e saúde mais significativos em AG5: a cobertura vacinal é total, apresentando ainda a menor incidência de cáries e de doenças de veiculação hídrica. Quanto à cobertura de agentes de saúde, AG5 é superada por AG4, que detém mais de 90% de sua área atendida. AG3, apesar de não demonstrar índices relevantes, também não se encontra muito aquém das Alternativas AG4 e AG5 no que se refere à cobertura vacinal. Comparativamente, AG2 é a alternativa onde se observa menor cobertura vacinal (leia-se prevenção de doenças) e significativa proporção de doenças de veiculação hídrica, especialmente diarreias. Este quadro tem possibilidades de ser alterado rapidamente no trecho correspondente a Morada Nova, devido a implantação de 17 equipes do Programa de Saúde da Família nesse município, das quais 11 estão lotadas em áreas adjacentes ao sistema adutor (até 10 km de cada lado); precisa ser melhorado no trecho correspondente a Russas, Ocara, Cascavel e Pacajus. Constata-se, a partir dos dados coletados, que AG2 ainda necessita otimizar os mecanismos e estratégias relativos à área de atenção primária de saúde, em especial aqueles que se referem à aspectos preventivos: atenção odontológica, cobertura vacinal e doenças de veiculação hídrica; Vale ressaltar que é AG4 que apresenta o maior número de doenças de veiculação hídrica, indicando uma maior demanda por atenção primária de saúde o que, segundo os dados analisados, vem sendo respondida; o segundo maior percentual está em AG2 e, na seqüência, AG3 e AG5. O controle do cólera nas quatro alternativas corresponde a 100%.

Somente AG2 e AG3, ainda que em percentuais reduzidos, correspondendo a 23,2 e 21,9% respectivamente, têm acesso à coleta de lixo, em razão do traçado interceptar áreas periurbanas. Para a maioria dos residentes, no entanto, a solução predominante é a mata ou

terreno baldio, o que aponta para uma maior vulnerabilidade de proliferação de doenças e poluição ambiental, notadamente dos mananciais. AG5 e AG4, apesar de não possuírem sistema de coleta de lixo, têm acesso em expressivos percentuais à fossas ou privadas, indicando, mais uma vez, melhores condições de habitabilidade e de educação sanitária. Não existe rede de esgotamento sanitário na faixa do traçado das quatro alternativas estudadas. Há um maior percentual de utilização de fossa/privada em AG5, seguindo-se AG4 e AG2. As condições de destino adequado de dejetos em AG3 estão muito precárias, atingindo menos de 1/3 da população.

Quanto à variável recursos naturais: No que concerne à escassez d'água, esta se mostra bastante acentuada em AG2, AG3 e AG4, atingindo AG5 somente em épocas sazonais, em 23,5% das propriedades. A escassez sazonal também é muito forte em AG2 e AG4. As fontes hídricas permanentes existentes em AG2 e AG3 são os rios e açudes e, em AG4 e AG5, poço ou cacimba e Canal do Trabalhador. Em AG2, o traçado corta, entre outros cursos d'água, os Rios Banabuiú, Pirangí e Choró, o açude Curral Velho e diversos pequenos açudes nas propriedades rurais; na época da pesquisa todos estavam com água acumulada abaixo de suas capacidades totais. Como era de se esperar, é em AG5 que se observa o maior potencial de utilização em irrigação, com demanda de consumo de até 2.000 litros/dia em 75% dos casos. AG2 e AG4 apresentam uma forte escassez d'água, sendo 78,8% em AG2 e 80% em AG3, o que, conseqüentemente, obstaculiza a utilização de sistemas de irrigação nas condições atuais, impedindo um maior desenvolvimento destas duas áreas. AG3 é a segunda alternativa a melhor utilizar seu potencial de irrigação, apesar de apresentar escassez d'água em 55% de sua área; entretanto, há um trecho significativo dessa alternativa às margens do Rio Jaguaribe e próximo ao projeto de irrigação São Braz. No que se refere ao tratamento da água, utilizada para abastecimento, observa-se ainda uma carência de procedimentos sanitários mais simples. Da mesma forma do observado em relação ao abastecimento d'água, inexistente um sistema em rede, ou estações de tratamento na área de intervenção das 4 alternativas estudadas. AG5 também apresenta uma demanda para consumo humano mais alta que as demais, situando-se entre 240 a 600 litros/dia. A demanda para consumo humano em mais de 80% dos casos, fica entre 100 e 200 litros/dia.

A demanda de água para irrigação situa-se em 500/2000 litros dia em AG2, AG4 e AG5, variando neste intervalo por depender do tamanho da área a ser irrigada e das culturas. Em AG4, por registrar a presença das propriedades latifundiárias, a demanda de água para irrigação situa-se no intervalo 3.200/10.000 l/dia.

Quanto às variáveis de infra-estrutura: Constata-se um percentual de 91,2% de residências integradas à rede de energia em AG5; seguido de AG4 com 80,9%. É importante considerar que há um decréscimo marcante em AG3 e AG2, reduzindo-se os índices para a metade. No que se refere à acessibilidade, todas as alternativas têm ramificações e ligações às BRs, CE'se às estradas municipais, estas muito precárias. Nenhuma das alternativas abrange áreas de alocação do sistema adutor que sejam contempladas com redes de abastecimento d'água e esgotamento sanitário.

Quanto à variável renda: AG3 detém o maior número de residentes percebendo até 1 salário mínimo, seguida de AG2 e AG4. Em AG5 a proporção é bem menor; esta alternativa também apresenta o menor PIB per capita. O maior PCC acontece em AG4, seguida de AG2 e AG3. Os dados reforçam a constatação da situação de pobreza existente, especialmente nas três primeiras alternativas, superada por estratégias de sobrevivência mínimas comuns à cultura rural, garantindo o acesso às condições extremamente básicas de subsistência. Com relação ao PIB per capita, que na prática representa a totalidade do produto interno bruto dividido pelo número de habitantes, ou seja a parcela do PIB municipal por habitante, demonstra, por sua vez, que o valor é muito baixo nas quatro alternativas e que há a necessidade de que sejam intensificados os investimentos que repercutem de forma direta nos setores produtivos, em especial no que se refere às políticas econômicas municipais e estaduais. Comparativamente, o PIB per capita é menor em AG5 e maior em AG4, estando AG2 e AG3 num nível intermediário.

Quanto à variável emprego: A PEA de AG5 corresponde a 76,0% da população total; 77,0% AG4; 75,9% de AG2; e 76,0% de AG3. Ratifica-se a ocorrência de dados indicadores de melhores oportunidades de trabalho para a população em AG5, onde somente 3,4% da força de trabalho encontra-se desempregada/aposentada; a força de trabalho, divide-se quase eqüitativamente entre agricultura e a pecuária, sendo maior nesta última. AG4, por sua vez, registra o maior índice de desempregados e aposentados e, conseqüentemente, a menor parcela de população ocupada. Observa-se nesta alternativa, a predominância de atividades relacionadas à pecuária, constituindo mais do dobro da atividade agrícola. Observa-se ainda uma forte participação do cônjuge na força de trabalho. Em AG2 constata-se que cerca da metade de sua força de trabalho desenvolve atividades vinculadas à agricultura, constituindo-se o maior índice de ocupação dentre as alternativas estudadas. Esta área também congrega o segundo maior porcentual de força de trabalho desempregada e aposentada. AG3 apresenta uma população mais vocacionada para a pecuária (47,8%) e a agricultura (37,1%).

Quanto às variáveis aproveitamento de recursos: No que se refere à produtividade e ao aproveitamento de recursos, é marcante o desenvolvimento diferenciado já alcançado por AG5, podendo ser constatado através do percentual de terras cultivadas, da otimização da produção na pecuária e da alta incidência de culturas permanentes. As outras três alternativas mostram-se niveladas em termos de terras cultivadas, apresentando uma média, em valores relativos entre 15 a 16%, o mesmo se manifestando quanto ao montante de terras irrigadas situando-se em 24,3 % em AG2, 36,4% em AG3 e 30,0% em AG4. AG5 acompanha os percentuais registrados nas demais áreas, com apenas 38,0% de suas propriedades irrigadas.

Com relação à produção agrícola, AG2 se sobressai em relação à AG3 e AG4, com 52% dedicando-se à cultura em caráter permanente e 44% voltando-se para a cultura temporária. A produção pecuária é significativamente mais elevada em AG5, que detém o maior número de cabeças (bovinos, caprinos, suínos, ovinos e aves), nivelando-se com AG2 na produção de leite e aparecendo como o segundo maior produtor de ovos, perdendo apenas para AG2. AG2, em relação às duas outras alternativas – AG3 e AG4 -, lidera todos os itens de produção pecuária. Em relação à produção de leite supera, inclusive, AG5.

O VBP agrícola é duas vezes mais alto em AG5 do que o registrado na segunda maior produção, no caso AG2, seguido, de perto, por AG4. Na produção pecuária, AG4 se destaca, seguida de AG2 e AG3. A alternativa AG5, mesmo não sendo vocacionada para a pecuária, apresenta significativos valores na produção bruta. O item correspondente à comercialização da produção de culturas permanentes encontra altos índices em todas as alternativas, atingindo a totalidade em AG2 e AG4. Em relação às culturas temporárias, estas mostram-se eqüitativas em termos de comercialização e auto-consumo, à exceção de AG5 que comercializa 72% de sua produção.

Quanto às variáveis estrutura fundiária e relações de trabalho: As áreas que são abrangidas por todas as alternativas, constituem-se principalmente de latifúndios. Há uma predominância de propriedades com mais de 500 hectares ocupando quase a totalidade de cada trecho. Observa-se nas três primeiras alternativas, um maior número de pequenos e médios produtores, contribuindo, de alguma forma, para o fortalecimento das produções locais.

Quanto às variáveis de impacto físico sobre edificações e propriedades: O impacto físico sobre propriedades e residências é zero em AG5, devido a existência do canal, cuja área de domínio está desobstruída. Nas demais alternativas, o impacto físico é menor em AG4, seguindo-se AG3 (propriedades) e AG2 (casas).

3.4.4.3. Considerações Finais

Privilegiando a diminuição dos índices de pobreza a partir da elevação da qualidade de vida, sobretudo quanto aos aspectos relacionados ao acesso ao conhecimento, à saúde e saneamento, à geração de ocupação e renda, ao engajamento comunitário, culminando com a longevidade, considera-se, dentro de uma perspectiva de crescimento e desenvolvimento econômico e social, a existência de duas alternativas entre as quatro que foram objeto deste estudo, com melhores indicadores de viabilidade sob a ótica sócio-econômica:

- 1º) AG2 – Impactando em região de constatada carência de oportunidades e extrema escassez d'água de forma a que possa incrementar seu potencial de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, elevar os patamares de qualidade de vida. Nesse caso, esta alternativa, por compreender uma maior extensão territorial, atingindo um maior número de beneficiários e por mostrar, em vários aspectos analisados neste estudo, as condições mais adequadas para responder a um investimento econômico, apresenta-se como a alternativa mais viável para a implementação de um empreendimento hídrico com repercussões econômicas e sociais sobre a população afetada.
- 2º) Canal do Trabalhador - de forma a fortalecer o processo de desenvolvimento, alavancado a partir do sistema existente.

Considerando que a alternativa AG2 representa um eixo de integração das três sub-bacias do Jaguaribe (médio e baixo Banabuiú) com as bacias metropolitanas, intercepta um maior número de municípios, concentra um maior volume populacional no seu entorno, situa-se nas proximidades de manchas de solos potenciais para irrigação, permitiria a integração com os projetos de irrigação existentes “Tabuleiros de Russas” e “Xique-xique”, tem carência de água para o desenvolvimento das propriedades rurais na sua área de influência direta, apresenta-se como um eixo de desenvolvimento para a região do sertão central, ainda carente de oportunidades para alavancar o seu desenvolvimento rural, indica-se esta alternativa como prioritária entre as duas apontadas como mais viáveis pelos estudos sócio-econômicos.

3.4.5. Estudos Sócioeconômicos – Escolha da melhor alternativa a ser detalhada/impactos sociais

No estudo dos impactos sociais foram consideradas as dimensões humanas, sociais, econômicas, político-institucionais de interesse para estudo, conforme apresentado a seguir:

- Os incrementos populacionais impactam diretamente sobre as demandas sociais, econômicas, políticas e institucionais, notadamente sobre as demandas de água potável para consumo humano e para a produção; estima-se um incremento do volume populacional na Bacia do Jaguaribe de 842.978 habitantes em 2000 para 1.466.122 habitantes em 2030, compreendendo as sub-bacias diretamente envolvidas, com acréscimo populacional líquido da ordem de + 623.144 habitantes em 30 anos; nas Bacias Metropolitanas a evolução populacional será mais intensa, de 3.278.645 habitantes em 2000 para 6.536.504 habitantes em 2030; o acréscimo populacional líquido será da ordem de + 3.257.859 habitantes em 30 anos.
- A implantação do Eixo de Integração AG2 se constitui em medida de caráter pró-ativo, prevenindo crises futuras no abastecimento de água em ambas as regiões estudadas, sendo o seu impacto positivo;
- O incremento da população total dos municípios da área de abrangência, será impulsionado pela dinâmica do crescimento da população urbana, que deverá evoluir, em ritmo mais acelerado, nos próximos 30 anos; o abastecimento das principais cidades do Estado do Ceará e de seus pólos econômicos mais dinâmicos, que se encontram na região das Bacias Metropolitanas, passa a dispor de suprimento de água mediante vazão aduzida de + 21,8 m³/s para uma garantida de 90%, constituindo impacto social positivo e assegurando o abastecimento de água para as Cidades;
- A população rural reduzir-se-á em números absolutos e relativos na área de abrangência e influência direta do sistema adutor. Entretanto, esta área que é caracterizada como de grande escassez hídrica, será beneficiada pela adução de água ao longo de 221,5 km de extensão do sistema adutor, interceptando propriedades rurais afastadas dos recursos hídricos perenizados, bem como, trechos nas proximidades de assentamentos rurais da reforma agrária.
- Essa intervenção oportunizará, ainda, a garantia de vazões para a produção e a fixação de populações rurais no entorno, constituindo impacto social positivo a ruptura com o processo de desequilíbrio na ocupação do espaço, caracterizado por forte concentração populacional nas zonas urbanas, nas margens dos recursos hídricos e vales úmidos, com o esvaziamento das zonas rurais mais interiorizadas e secas;
- A distribuição hídrica, a partir do sistema adutor, impactará positivamente nas regiões e bacias hidrográficas envolvidas, em que pese as diferenças de tamanho de território, de volume populacional, de densidades demográficas e de reservas hídricas superficiais existentes, pois o sistema adutor está projetado para:

- atender à finalidade precípua de servir como Eixo de Desenvolvimento nas Sub-Bacias Hidrográficas do Banabuiú, Médio e Baixo Jaguaribe, em suas necessidades econômicas e humanas, mormente nas áreas mais afastadas do Rio Jaguaribe, fonte principal de abastecimento d'água e referência indireta de desenvolvimento econômico na Região.
- atender às Bacias Metropolitanas na perenização de recursos hídricos e recarga de açudes estratégicos, para consumo humano, industrial, comercial e de serviços;
- A implantação do Eixo de Integração AG2 vem ao encontro dos projetos pessoais dos atuais moradores, que querem permanecer na área e desenvolver suas atividades econômicas no lugar. A oferta hídrica proporcionada pelo Eixo de Integração reforçará a fixação de populações na área, sendo um impacto positivo na contenção do processo de despovoamento das zonas rurais;
- A incerteza climática constitui-se um dos principais fatores de freio ao impulso para empreender. A implantação do Eixo de Desenvolvimento neutralizará este fator, pela garantia de oferta hídrica a partir do sistema adutor;
- O impacto do Eixo de Integração AG2 será tanto mais positivo do ponto de vista social quanto forem mais elevadas as densidades demográficas; estas, variam significativamente em função do tamanho do imóvel rural e das formas de estruturação e organização das propriedades. Face a esse aspecto, a política de outorga de água e respectivas tarifas deve considerar: i) As densidades demográficas e os usos; ii) O tamanho das propriedades;
- A estrutura fundiária atual constituir-se-á um óbice à implantação do Eixo de Desenvolvimento: no extremo da estrutura, situam-se as micro propriedades com área menor que 20 ha, beirando a indigência. Na faixa de 20 a 100 ha, as condições de vida de proprietários e suas famílias são precárias, de onde se conclui que, no semi-árido, é difícil sobreviver com um imóvel menor que 100 ha. No outro extremo, encontram-se os latifúndios que apresentam baixas densidades demográficas e reduzidas oportunidades de emprego à população, mostrando-se, no entanto, economicamente mais viáveis;
- Considerando que a educação impacta no processo de ampliação de oportunidades e escolhas e nos índices de desenvolvimento humano, verifica-se que a baixa capacitação da população, representada pelos mínimos níveis educacionais encontrados em toda a área pesquisada, associados a um universo cultural pobre de

- conhecimento básico (ensino fundamental + ensino médio), representam um elemento obstaculizador a um processo de mudança cultural mais acelerada na região;
- A saúde apresenta índices de cobertura satisfatórios, mas necessita de prédios e equipamentos mais adequados para melhorar a operacionalização do Programa de Saúde da Família nas vilas, povoados e sítios. Constitui impacto positivo o controle, pelas autoridades sanitárias, das principais doenças de veiculação e origem hídrica nas duas regiões hidrográficas envolvidas no projeto;
 - A infra estrutura física não será atingida em grande escala pelo traçado do sistema adutor AG2, porquanto a mesma não sofrerá grandes impactos originados de sua implantação.
 - O habitat das populações na área estudada é pobre, tendo a aridez do ambiente e a exclusão social como cenários dominantes. Os dados reforçam a constatação da situação de pobreza existente na área estudada, condicionada por estratégias de sobrevivência mínimas comuns à cultura rural, que asseguram o acesso às condições extremamente básicas de subsistência.
 - O empreendimento impactará positivamente na oferta de oportunidades para a mudança deste quadro, seja por trazer água onde ela é escassa, como por provocar uma dinamização das atividades produtivas em seu entorno, com geração de trabalho e renda;
 - O sistema adutor repercute, positivamente, em áreas de vocação eminentemente agropecuária nos cinco trechos pesquisados (221,5 km de extensão), sendo a agricultura a ocupação que aparece com maior frequência como vocação econômica entre as pessoas (49,4%) e a atividade do setor primário a absorver mais trabalhadores.
 - A agricultura está representada por culturas de subsistência nos minifúndios, culturas temporárias e permanentes nas médias e grandes propriedades. Nestas, parte da produção destina-se à comercialização e parte ao autoconsumo. A produção massiva de caju, voltada para o mercado estadual, está principalmente nos latifúndios.
 - A agricultura tem grande importância no trecho pesquisado por participar em 66% na composição do Valor Bruto da Produção (VBP), no ano de 2000. Ocupa uma área menor que a pecuária, porém, oferece melhores rendimentos anuais;
 - Os dados médios de produtividade confirmam que a água, quando associada à terra, mediante a irrigação e à boa gestão empresarial, pode elevar a produtividade agrícola, aumentando os rendimentos e lucros. Em consequência de sua implantação, são

esperados impactos positivos em toda a área territorial interceptada pelo sistema adutor AG2;

- É importante ressaltar que AG2 poderá ter impacto social *de efeito negativo* sobre as desigualdades na estrutura sócio-econômica, na estrutura fundiária e na exclusão social, caso não se efetive o controle estatal sobre o processo de aquisição e acumulação de terras por parte de uma minoria privilegiada de proprietários rurais e não se promova de participação social.
- A política social deve estar associada à implantação do sistema adutor, de forma a contribuir para o controle da concentração fundiária e da exclusão social, diminuindo as desigualdades sociais, inclusive entre as bacias envolvidas, especialmente naquelas políticas orientadas ao mercado de trabalho rural, possibilitando o estabelecimento de relações sociais mais equilibradas na sociedade beneficiária deste projeto;
- O Eixo de integração Castanho/Metropolitanas impactará positivamente nos projetos de assentamento da reforma agrária existentes nas áreas de influência direta e indireta do sistema adutor.
- O nível de envolvimento e participação social na área estudada é reduzido. Os dados confirmam o baixo nível de engajamento e de organização político-sindical da população pesquisada em relação à defesa de interesses comuns e a um processo de construção coletiva de direitos sociais nessas áreas, porquanto, a participação é incipiente
- Nesse caso, a implantação do projeto terá impactos positivos no empoderamento, vez que a participação social é um requisito básico da gestão dos recursos hídricos, estando presente nas diretrizes da SRH para o planejamento e execução de projetos. A população será estimulada a participar, de acordo com o modelo de participação social definido pelos Comitês de Bacias, em reuniões que antecederam a elaboração desse documento, objetivando a elaboração do Programa de Participação Social do Projeto.
- O Programa de Participação Social para implantação do Eixo de Integração Castanhão/Metropolitanas, não interferirá na existência das poucas entidades representativas da sociedade civil existentes na área estudada, não provocando o seu desmantelamento ou esvaziamento. O processo de estímulo à participação não representará nenhuma ameaça às iniciativas já existentes, uma vez que não haverá deslocamento de comunidades inteiras ou reassentamentos extensos, nem

obrigatoriedade de criação de novas entidades associativas, à qualquer título, ou substituição das existentes.

- O Programa preconiza a aceitação e o respeito às formas associativas encontradas na área o que, certamente, gerará impactos positivos, a partir de uma política de recursos hídricos estimuladora da participação dos usuários na gestão integrada desses recursos;
- O espírito de informalidade que domina o funcionamento das propriedades rurais, dificulta um eficiente controle gerencial dos recursos disponíveis – terra, capital, mão-de-obra, equipamentos, infra-estruturas, benfeitorias – que tenha por objetivo uma avaliação mais precisa de lucros e perdas, deteriorações, alienações, aquisições, etc.
- O projeto impactará, de modo positivo, na organização das propriedades, sobretudo as rurais, a começar pela exigência de uso mais racional da água, aliada às necessidades impostas à implementação bem sucedida do Eixo de Desenvolvimento.

3.5. ESTUDOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS

3.5.1. Generalidades

Nesse capítulo são apresentados os estudos geológicos e geotécnicos realizados segundo os eixos das Macro-alternativas AG2, AG3 e AG4, que foram objeto dos estudos de viabilidade.

É dado maior relevo à macro-alternativa AG2, que corresponde ao traçado definitivo selecionado, que será utilizado na elaboração do projeto do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza. Nos Desenhos 777-B5-RF-02 (9 folhas) representa-se a planta e perfil geotécnico ao longo do Sistema Adutor para a macro-alternativa AG2.

3.5.2. Descrição sucinta das alternativas

3.5.2.1. Macro-alternativa AG2

Esta alternativa constitui em linhas gerais o eixo leste intermediário compreendendo Açude Castanhão – Açude Curral Velho (Morada Nova) – Serra do Félix – Açude Pacoti.

A construção do Castanhão e do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas permitem a consideração de uma alternativa do eixo designada por “Sertão Central Intermediário” reduzindo significativamente o comprimento total dos possíveis traçados e a altura de bombeamento.

Essa alternativa corresponde, em princípio, aproximadamente à diretriz básica indicada nos termos de referência.

A captação dessa alternativa é a mesma do eixo leste superior, portanto já descrito do ponto de vista geotécnico, sendo o local de captação, pela existência de maciço rochoso, investigado inclusive por sondagens rotativa, considerado excelente.

O traçado inicialmente foi previsto passando mais a leste da cidade de Nova Jaguaribara, passando próximo a ETA e atravessando o projeto Xiquexique na Chapada Sedimentar por volta da cota 135,0m. Os estudos foram iniciados nesse traçado e tendo em vista a necessidade de implantação de um túnel entre os Km 7 e 9 foram realizado seis sondagens elétrica vertical e três sondagens mecânicas sendo uma mista SM-04 no Km 8 + 250m. As sondagens elétricas indicaram espessa camada de sedimentos e estas foram confirmadas com a sondagem SM-04 que atingiu o impenetrável na cota 105,73m, 32,27m abaixo do topo do

terreno. A execução desse túnel, inclusive com nível d'água passou a ser um problema geotécnico complicado e de resolução cara. Submetido a exame pela Comissão de Fiscalização e apreciado por níveis hierárquicos superiores ficou decidido que o traçado desses 10 Km iniciais seria mudado para fugir desse problema. Essa mudança acarretaria a necessidade de elevar o recalque em 15,0 metros, em compensação não seria mais necessário à execução de túnel.

O novo traçado, do trecho inicial da alternativa AG2, aproveita até o Km 1 + 800m e aí faz uma deflexão para a esquerda aproximando-se da zona urbana da cidade de Nova Jaguaribara, passando o canal a desenvolver seu traçado na mesma diretriz do outro, mas mais a oeste. Do ponto de vista geotécnico verifica-se que do Km 0 até o Km 12 + 300m o trecho corta uma região de sedimentos que barateará o custo dos cortes, presumíveis, em material de 1ª categoria e será favorável quanto a existência de solos areno argilosos para execução dos aterros.

De acordo com levantamentos geológicos, em mapas na escala 1:200.000, o trecho, que tem extensão total de 191,30 km sendo 184,3 em terra e 7,0 em água, tem 71% de sua extensão atravessando regiões predominantemente de formações rochosas e o restante em sedimentos.

Do ponto de vista geotécnico essa alternativa, um pouco melhor do que a anterior, deverá assim mesmo contemplar grandes volumes de corte em materiais de 2ª e 3ª categorias deverá, também, em alguns segmentos, apresentar escassez de solos areno argilosos para execução de aterros fazendo com que as distâncias de transporte sejam maiores. A saída é promover ao maior aproveitamento possível dos materiais dos cortes, os de 1ª e 2ª categorias para as camadas superiores e os materiais de 3ª categoria juntamente com a metralha aproveitados nas camadas inferiores do aterro.

Percorrendo o seu traçado encontra-se entre os km 13 e 15, 20 e 23 e 27 + 800 e 31 + 200 as travessias dos riachos do Livramento, Formoso, Seco e Santa Rosa. Essas travessias serão em Sifões e nesses locais a predominância é de rochas cristalinas cuja fundação das obras desses Sifões será em sapatas assentadas sobre a rocha. As sondagens confirmativas das profundidades da rocha nesses locais podem ser resumidas a abertura de poços a pá e picareta. A resistência mecânica é alta e as taxas de trabalhos são elevadas. A preocupação maior é com o risco de tombamento do Sifão quando da enxurrada dos riachos. Por isso é conveniente prever chumbadores passivos nas sapatas.

Prosseguindo-se no traçado chega-se à travessia do Rio Banabuiú na margem direita da cidade de Morada Nova. Para lá está previsto um Sifão com cerca de 7,0km para vencer a calha do Rio e atravessar a várzea. Essa travessia deverá ser estudada do ponto de vista geotécnico com mais cuidado, a passagem no Rio é sem problema, pois a rocha é aflorante, já na várzea a profundidade e suporte das camadas de solo é desconhecida, portanto deve ser programada uma campanha de sondagens a percussão com determinação dos SPT para orientar na escolha e na profundidade da fundação da obra.

Saindo do Sifão do Rio Banabuiú logo em seguida o Canal deságua no Canal do Sistema de Irrigação do perímetro Tabuleiro de Russas. Esse canal deverá ser ampliado, sendo que o existente é escavado em rocha. A direção das águas é o Açude Curral Velho. A entrada no açude e a saída deste necessita transpor a CE-371, o Canal passa em corte nesses locais, na primeira passagem por volta do km 49 predomina formação sedimentar ainda sobre a influência aluvionar da Várzea do Rio Banabuiú. Portanto do ponto de vista geotécnico essa travessia deverá ser estudada por meio da realização de furos de sondagens a percussão para subsidiar o projeto. Na segunda travessia, entre os km 56,9 e 57,9, na saída do Açude Curral Velho, a predominância é de afloramentos cristalino ficando a solução do ponto de vista geotécnico mais fácil. Mesmo assim, deve-se prever pelo menos dos furos de sondagens mista para servir de base na elaboração do projeto. Pelo fato do canal passar em corte a solução natural será uma ponte na rodovia que poderá ter apenas a super-estrutura apoiada nas extremidades.

Saindo da região do Açude Curral Velho encontra-se entre os km 68,9 e 70,9 um obstáculo onde o relevo topográfico chega a superar a cota 120,00m enquanto que as cotas de projeto nessa região é em torno de 80,00m. A travessia se dará pela execução de um túnel com cerca de 2,20km de extensão. Nessa região existe tanto formação pré-cambriana como sedimentos de forma que a luz dos elementos disponíveis não pode-se afirmar em que natureza de material se dará a escavação do túnel. Portanto do ponto de vista geotécnico essa travessia é um problema e deve ter os estudos geotécnicos intensificados com a realização de sondagens mecânica do tipo mista, realização de ensaios de infiltração do tipo “Le Franc”, se for encontrado solo, ou ensaios de perda d’água em rocha, sob pressão, do tipo “Lugeon” se for encontrado rocha. Uma informação importante é a determinação do nível d’água. As sondagens em qualquer um dos casos deve ser prosseguida pelo menos até 2,0 metros abaixo do fundo do túnel.

Prosseguindo o traçado encontra-se nos km 92,9 e 97,9 a travessia dos riachos Escoudeiro e Das Melancias cuja travessia será em Sifão. São duas obras pequenas onde a predominância local é de afloramentos superficiais, não apresentando problemas geotécnicos.

Em seqüência, entre os km 109,3 e 111,3 encontra-se a travessia da Serra do Félix onde no local do cruzamento o nível do terreno atinge a cota 120,00m e a cota de projeto é 71,2m. Novamente aqui, depara-se com outra travessia em túnel, pela geologia local é esperado encontrar rocha e a escavação deste será em rocha, entretanto, face a espessa camada de maciço sobre o túnel, cerca de 50,00m, é necessário, também, fazer uma programação de sondagens mistas com ensaios de perda d'água para avaliação das características mecânicas do corpo rochoso, permitindo assim a programação da execução e adequação do Projeto.

Prosseguindo o percurso na trajetória do canal, no km 119,3 encontra a travessia da CE-138 onde o fundo do canal passa em aterro com relação ao nível da estrada. A região local é dominada por cristalino sem surpresas geotécnica, o problema é o canal passar aterrando a estrada. Deve ser programada uma solução apropriada para este local como talvez um Sifão invertido. As escavações nesse local devem ter pequena cobertura de solo.

Em seqüência encontra-se as travessias do Rio Pirangi, Riacho Serrote e Riacho Juazeiro que serão vencidas por Sifões. Destas destaca-se o Rio Pirangi, já no baixo Pirangi, que é um Rio que nesse local já apresenta uma camada de sedimentos mais espessa. Deve-se portanto programar uma campanha de sondagens a percussão nessa travessia para definição do tipo de fundação. Nos riachos Serrote e Juazeiro a preocupação do ponto de vista geotécnico é bem menor por se tratarem de artérias de pequeno porte inseridos em região cristalina.

No km 139 o canal cruza a BR-116 e a cota de projeto passa em corte com relação ao leito estradal. A travessia deve ser do tipo ponte sobre o canal. Deve-se fazer dois furos de sondagem a percussão, transversal ao canal pelo alinhamento da BR-116, para definir o tipo de fundação dos encontros. Se a rocha estiver superficial pode se lançar uma super-estrutura apoiada no terreno de fundação. Inclusive devido a grande importância da BR-116, com tráfego elevado, o processo construtivo pode ser o de executar a laje inicialmente e depois escavar o canal sem a necessidade de desviar o tráfego.

Passado a BR-116 encontra-se antes de se atingir o Açude Pacoti mais três pontos de passagem sobre riachos e rio, cuja travessia será também com Sifões. No km 145,30 tem-se o Riacho Baixio do Feijão de diminuta dimensões atravessando áreas de predominância de rochas cristalinas. A solução para esse caso já foi descrita e não apresenta problemas

geotécnicos. No km 151,3 tem-se o Córrego Grande que tem as mesmas condições do Riacho do Feijão. No km 167,3 a travessia é sobre o Rio Choro, rio de porte intermediário, que está encravado no baixo Choro. A calha deste rio e a região do vale, por onde se estenderá o Sifão, é capeada por camadas espessas aluvionares, portanto deve-se programar a execução de alguns furos de sondagens para orientar a escolha e profundidade das fundações.

3.5.2.2. Macro-alternativa AG3

Esta alternativa compreende o eixo leste intermediário com tomada d'água na localidade de São Brás no Rio Jaguaribe, formando a alternativa São Brás / Curral Velho / Serra do Félix / Açude Pacoti.

A captação na localidade de São Brás é do ponto de vista geotécnico bastante favorável pois nesse local há um estreitamento do Rio Jaguaribe e a localidade é constituída de rochas aflorantes, portanto ideal para construção de uma estação elevatória. Deve-se prever a execução, no local da estação de bombeamento, de dois furos de sondagens rotativas com pelo menos quatro metros de profundidade para verificar a qualidade da rocha e o seu grau de alteração.

Percorrendo o traçado do km 0 ao km 15,60 verifica-se que inicialmente é feito um recalque de 2,0 km até atingir a cota de projeto igual a 105,8m. Daí o trecho desenvolve-se em canal em trechos de cortes e aterro até o km 10 quando inicia-se a travessia do Riacho Livramento em Sifão. As obras de fundação do Sifão não apresentam problemas geotécnico e os pilares de sustentação deste devem ser fundados em sapatas assentes a pequenas profundidades da superfície. Ao atingir-se o km 15,60 o traçado assume a diretriz da alternativa AG2, sendo a igualdade no km 26 da AG2.

Com base no levantamento geológico extraído de mapa na escala de 1:200.000, o trecho que tem 175,7km de extensão atravessa 69,00% de região cristalina e 31,00% de região com predominância de sedimentos.

3.5.2.3. Macro-alternativa AG4

Essa alternativa é denominada eixo leste inferior, a captação se dar no Rio Jaguaribe na localidade de Flores, no município de Russas, formando o trecho Flores-Serra do Félix-Açude Pacoti.

A captação é na localidade de Flores. No local da captação predomina uma formação sedimentar na Várzea do Jaguaribe que é alargada com o encontro do Rio Banabuiú. O capeamento sedimentar é espesso, podendo vir a ser um problema geotécnico para a fundação da estação de bombeamento. No local da captação deve-se fazer algumas sondagens a percussão para se conhecer o subsolo local e escolher a alternativa adequada de fundação.

Prosseguindo-se nesse traçado encontra-se no km 2,3 a BR-116 o canal passa em corte e nesse local a cobertura de solos é espessa. Deve-se fazer dois furos de sondagens a percussão para definir a fundação da ponte rodoviária que deve ser feita nessa interseção.

Continuando a seguir o traçado encontra-se entre os km 15 a 18 a travessia do Córrego da Bananeira que será feita em Sifão com 2,8km de extensão. Nesse local há uma predominância do embasamento cristalino que do ponto de vista geotécnico facilita a escolha da fundação que deverá ser em sapatas assentes próximo da superfície.

Atingindo o km 29,3 do trecho ele passa a ter a mesma diretriz da Alternativa AG2 sendo a igualdade no km 77,17. a extensão total dessa alternativa é de 139,9km dos quais 110,6km é no mesmo traçado da alternativa AG2 cuja descrição geotécnica na passagem dos pontos singulares já foi objeto de comentário.

Convém ressaltar que este trecho, em termos percentuais, possui 69,0% de segmentos atravessando formações de rochas superficiais e 31% de formações com predominância de sedimentos.

3.5.3. Descrição dos estudos geológicos

3.5.3.1. Introdução

São descritas as características geológicas ao longo das faixas por onde se desenvolvem os traçados projetados para as macro alternativas AG2 (captação logo à jusante do Açude Castanhão), AG3 (captação na localidade de Flores) e AG4 (captação na localidade de São Brás), em estudo de viabilidade para a definição do projeto definitivo de transposição das águas do Açude Castanhão para as bacias dos Açudes Pacajús e Pacoti, na região metropolitana de Fortaleza.

Este levantamento é o resultado de um mapeamento geológico básico composto das seguintes etapas de trabalho:

- levantamento bibliográfico dos principais trabalhos geológicos desenvolvidos na região;
- interpretação de fotografias aéreas em escala de 1:15.000;
- mapeamento geológico de campo através de reconhecimento ao longo dos traçados, nos locais possíveis de acesso por veículo tracionado, com levantamento dos litótipos e das principais feições estruturais e geomorfológicas, com utilização de GPS, no sistema Córrego Alegre, e mapa cartográfico básico com coordenadas UTM em escala de 1:25.000;
- elaboração de mapa geológico preliminar em escala de 1:25.00;
- elaboração de perfil geológico em escala horizontal de 1:25.000 e escala vertical de 1:1250;
- elaboração de relatório geológico preliminar.

3.5.3.2. Geologia Regional

No âmbito regional, em todas as alternativas, as características geológicas muito se assemelham ao longo dos traçados, haja visto a predominância das rochas cristalinas de idade pré-cambriana classificadas litoestratigraficamente no complexo gnáissico-migmatítico, denominado por alguns autores de Complexo Caicó.

Em algumas regiões da área estudada é marcante também a presença de sedimentos terciários, que ocorrem, ora na forma de coberturas colúvio-eluviais indiferenciadas, ora como sedimentos provenientes de depósitos aluviais classificados na Formação Faceira pertencente à unidade litoestratigráfica denominada de Grupo Barreiras Indiviso.

Para não se tornar repetitiva a descrição da geologia para cada alternativa estudada, é apresentado a seguir uma descrição resumida com seus litótipos peculiares, utilizando-se as nomenclaturas adotadas no Projeto Rio Jaguaribe (CPRM/DNPM) e no Projeto Fortaleza (CPRM/DNPM) e, posteriormente tem-se caso a caso as diferenciações individuais dos fatores geológicos e das feições geomorfológicas determinantes para cada alternativa.

Complexo Gnáissico-Migmatítico / Complexo Caicó: é a unidade mais ampla da área, totalizando o maior percentual das rochas cristalinas, de idade Pré-cambriana. O comportamento morfológico, de maneira geral, apresenta uma feição topográfica aplainada geralmente no domínio das litologias migmatíticas mais homogêneas e uma feição ondulada, com pontuações serranas, no domínio das litologias gnáissicas e migmatíticas foliadas. A

foliação apresenta direção preferencial segundo NE-SW. Possui uma associação litológica bastante variada, constituída de gnaisses e migmatitos, além de metarcóseos, quartzitos, lentes de anfíbolitos e calcários cristalinos. O manto de solo residual de recobrimento sobre essas rochas é, via de regra, pouco espesso e predominantemente arenoso, 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 quando houver escavação do canal.

Rochas Plutônicas Granulares: nessa unidade foram englobados diversos tipos litológicos pré-cambrianos, com características texturais semelhantes, constituindo uma mesma unidade litológica. Essas rochas possuem composição essencialmente granítica e/ou granodiorítica, contendo biotita e hornblenda e são subdivididas em três grandes grupos: granitóides, sienitos e gabróides. Normalmente ocorrem em forma de corpos alongados ou elípticos, concordantes com a estruturação regional NNE – SSW.

Grupo Ceará: as rochas dessa unidade pré-cambriana apresentam-se em estruturas sinclinais apertadas, compostas por uma seqüência que inclui quartzito na base, ao qual sobrepõem-se xistos, filitos e gnaisses.

Diques Ácidos: também de idade pré-cambriana, esta unidade está distribuída praticamente em toda a área. Representa granitos filoneanos, veios de quartzo e sílica criptocristalina e os corpos pegmatíticos, inseridos tanto nos migmatitos quanto nos gnaisses. Apresentam variadas formas, texturas, espessuras e comprimentos.

Grupo Barreiras (Formação Faceira): datada do tércio-quadernário, a Formação Faceira compreende depósitos aluviais, margeando os vales dos rios Banabuiú e Jaguaribe, formando tabuleiros com cotas em torno de 120 metros, assentados discordantemente sobre rochas cristalinas. Compõe-se de um espesso pacote sedimentar, contendo, na base, conglomerados com seixos bem rolados de quartzo e de rochas cristalinas, gradando em direção ao topo para arenitos siltosos de coloração avermelhada/alaranjada. Superficialmente ocorrem como sedimentos inconsolidados, com estratificação indistinta, de composição areno-silto-argilosa e tons avermelhados e alaranjados. Morfologicamente, essa unidade se caracteriza por um relevo monótono exibindo superfície plana a pouco ondulada com bordos retalhados pela erosão, expondo nos vales dos córregos e riachos as rochas do embasamento cristalino.

Coberturas Clúvio-eluviais Indiferenciadas: esta unidade está representada por um conjunto de manchas sob a forma de tabuleiros profundamente dissecados pela erosão. Constitui-se de

sedimentos de composição quartzo-feldspática, ricos em minerais micáceos, resultantes de alteração “in situ” das rochas cristalinas. Possuem idade tércio-quaternária.

Aluviões: são depósitos de idade quaternária restritos aos leitos dos principais rios, compostos de areias, cascalhos e argilas. Geralmente possuem espessuras reduzidas, porém atingem cifras superiores a 30 metros no leito do rio Jaguaribe, na região compreendida entre Tabuleiro do Norte e Quixeré.

3.5.3.3. Macro-alternativa AG2

Essa alternativa se desenvolve numa extensão total de 190 quilômetros de canal, até o Açude Pacoti, sendo a captação e o sistema de adução logo à jusante do Açude Castanhão.

No decorrer do traçado ocorrem dez interseções com rios e riachos, sendo de maior destaque os riachos Livramento e Santa Rosa e os rios Banabuiu , Pirangi e Choró, sendo previsto a execução de um total aproximado de 20 quilômetros de canal sifonado. Nos picos de elevações topográficas serão executados túneis, previstos em duas passagens ao longo do percurso, somando um total de 3,5 quilômetros de extensão.

A área definida para o sistema de captação e adução, logo à jusante da barragem do Açude Castanhão (Foto 1.2.3.1) está inserida numa zona em que são visíveis superficialmente três unidades litoestratigráficas: embasamento cristalino, formadas por rochas pré-cambrianas do complexo gnáissico-migmatítico; Formação Faceira, constituída de sedimentos conglomeráticos de idade tércio-quaternária; sedimentos aluvionares, de idade quaternária, ao longo do leito e da planície de inundação do Rio Jaguaribe, constituídos de areias, cascalhos e argilas com espessura média de três metros, fazendo contato com as rochas do embasamento cristalino. Nessa área de captação o terreno apresenta uma variação topográfica que vai desde a cota 60,00m (captação), passando pela cota 70,00m no local definido para a estação de bombeamento, onde ocorrem afloramentos de rochas do embasamento cristalino, e atingindo a cota em torno 107,00m. por onde a linha da adutora prossegue paralelamente à jusante do dique fusível do Açude Castanhão, onde o terreno é formado pelos sedimentos conglomeráticos da Formação faceira, contendo seixos bem rolados de quartzo em uma matriz de solo areno-argiloso de coloração variegada, com tons predominantes de vermelho e amarelo.



Foto 1.2.3.1 – Vista de jusante da Barragem do Castanhão em obras.

No cruzamento com a estrada de acesso a Nova Jaguaribara tem-se a transição da adutora para canal propriamente dito. Nesse ponto a topografia possui cota em torno de 130,00m e o canal se desenvolve através de um platô com relevo suave de topografia plana cujo terreno é formado por sedimentos de tons avermelhados da Formação Faceira, que podem atingir espessuras além de 20,00m de profundidade. Essa feição permanece até o quilômetro 11, próximo à localidade de Poço do Barro, onde a drenagem começa a aparecer de forma mais concentrada, no padrão dendrítico, retalhando os bordos do pacote sedimentar e expondo, nos vales, rochas do embasamento cristalino, ocasionando contatos entre as duas formações por discordância erosiva. A partir daí a declividade topográfica é mais acentuada e os afloramentos, que despontam em um solo regolítico de tonalidade esbranquiçada, ocorrem em forma de rochas gnáissicas bandadas (Foto 1.2.3.2), mostrando núcleos migmatizados, contendo na sua mineralogia: quartzo, feldspato, biotita e anfibólios, muitas vezes recortados por veios pegmatíticos e/ou preenchimento de sílica com dimensões variadas, e estruturalmente apresentando fraturamentos com direção NE, pequenas falhas, além de zonas de cisalhamento em pequena escala. A foliação predominante se dá na direção NE-SW, concordante com o “trend” regional.



Foto 1.2.3.2 – Afloramento de gnaiss migmatizado.

Até o quilômetro 41 há o predomínio notável das rochas cristalinas, que condicionam formas onduladas ao relevo e são recortadas por um sistema de drenagem cujos principais rios e riachos que interceptam o traçado são: Riacho do Livramento (Km 15), Riacho do Formoso (Km 21), Riacho Seco (Km 23) (foto 1.2.3.3), Riacho Santa Rosa (Km 31) e Córrego do Corcunda (Km 37). Nessas interseções o canal passará na forma de sifão. Em toda essa extensão o solo de recobrimento sobre as rochas subjacentes é de espessura muito delgada, geralmente não ultrapassando a espessura de 1,00m, com exceção dos locais onde se formam depósitos aluvionares em alguns dos riachos supracitados.

Em uma faixa compreendida entre os quilômetros 41 e 47, principalmente para leste (margem direita do eixo do canal), a topografia se suaviza e o terreno é constituído de sedimentos arenosos de coloração avermelhada, de bom aproveitamento para irrigação. Em seguida, há novamente o predomínio das rochas cristalinas, até o quilômetro 49, onde começa a se encontrar o terreno plano formado pela aluviões da margem direita do Rio Banabuiu, com espessuras que podem ultrapassar 12,00m de profundidade, se estendendo por uma faixa de aproximadamente 1,5Km até o leito do rio, onde afloram rochas gnáissicas, por onde o canal atravessará através de sifão ladeando a ponte da rodovia CE-019. Na margem esquerda do Rio Banabuiu a faixa de aluvião por onde o canal atravessará é mais estreita, chegando no máximo a 500m.

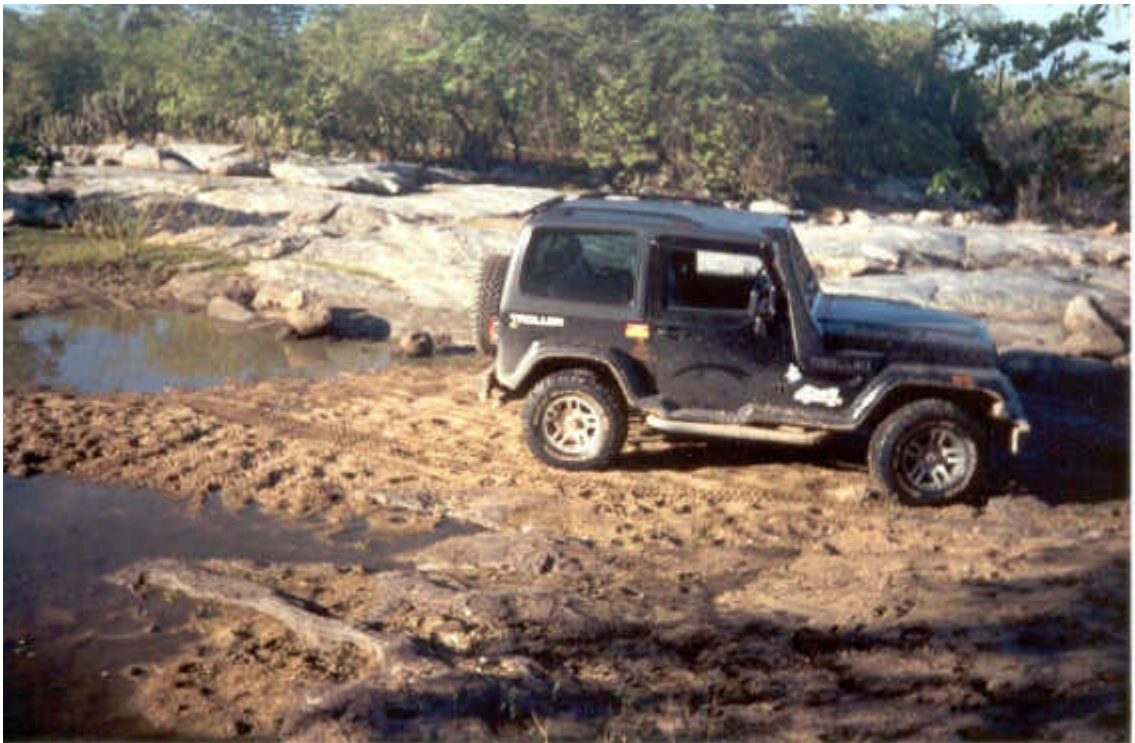


Foto 1.2.3.3 – Leito do Riacho Seco, com grandes afloramentos de rocha gnáissica.

Após a ultrapassagem do Rio Banabuiu o canal irá se interligar com o sistema de irrigação do Projeto Tabuleiros de Russas - Morada Nova - Limoeiro do Norte, contribuindo na bacia do Açude Curral Velho, em Morada Nova, que faz parte do sistema, totalizando até aí, praticamente 53Km de extensão.

Na bacia do Açude Curral velho ocorrem vários afloramentos de rochas cristalinas.

Saindo da área à jusante do açude Curral Velho (Foto 1.2.3.4), o Canal do Castanhão retoma seu curso a partir do ponto “0”, derivando para NW, rumo ao Açude Pacajús

Nas proximidades do açude são visíveis à jusante os terrenos formados por tabuleiros que se encontram assentados discordantemente sobre as rochas do embasamento cristalino, constituídos de sedimentos areno-argilosos de coloração avermelhada, da Formação Faceira, de idade tércio-quadernária, apresentando níveis conglomeráticos com seixos de rochas cristalinas. É por esse platô que se desenvolve o sistema Tabuleiros de Russas. Ainda à jusante, mas bem mais próximo da barragem do Açude Curral Velho, bem como próximo à ombreira direita, o terreno apresenta-se dissecado mecanicamente (Foto 1.2.3.5), em conseqüência das escavações realizadas para retirada de material para a construção do maciço da barragem. Nessa área e principalmente próximo do talvegue do Córrego Curral Velho ocorrem com freqüência afloramentos de gnaiss cuja lineação dos minerais se dá na direção NE-SW, concordante com o “trend” regional.



Foto 1.2.3.4 – Vista de jusante do Açude Curral Velho, em Morada Nova, Ceará.



Foto 1.2.3.5 – Terreno dissecado mecanicamente para retirada de material para o maciço compactado do Açude Curral velho. Na parte superior da foto vê-se a barreira de sedimentos conglomeráticos da Formação Faceira.

Passando pela primeira ponte de travessia da margem direita para a esquerda do canal principal do sistema Tabuleiros de Russas (Foto 1.2.3.6) segue-se em uma estrada carroçável no sentido quase que paralelo ao eixo do canal em estudo, percorrendo através de um terreno de topografia plana e monótona, constituído de sedimentos inconsolidados de composição quartzo-feldspática, em alguns locais ricos em minerais micáceos, resultantes da alteração “in situ” das rochas cristalinas, caracterizando as coberturas colúvio-eluviais indiferenciadas, formando tabuleiros profundamente dissecados pela erosão e recortados por um sistema de drenagem quase radial, de vales pouco profundos e entalhes suaves. A espessura desses terrenos apresenta variações de um local para o outro, porém, via de regra, raramente ultrapassam a 10 metros e muitas vezes são tão delgados que nos vales de pequenos riachos e córregos já afloram rochas cristalinas. Essa feição se evidencia ao longo do traçado projetado do canal, nos 12 quilômetros iniciais à jusante do Açude Curral Velho.



Foto 1.2.3.6 – Ponte de passagem sobre o canal principal do sistema Tabuleiros de Russas, à jusante do Açude Curral Velho.

São encontrados disseminadamente em vários pontos na extensão desse pediplano, vários afloramentos de rochas do cristalino, com formas e tamanhos variados, na maioria das vezes despontando ao nível da superfície do solo e em alguns locais formando grandes corpos (Foto 1.2.3.7). Esses afloramentos representam as rochas do Complexo Gnaissico-migmatítico, composto por uma associação litológica bastante variada, constituída por gnaisses e migmatitos, onde, nos gnaisses podem ocorrer zonas de biotita-gnaisses, muscovita-biotita-gnaisses, gnaisses bandados e, nos migmatitos as estruturas mais comuns são as dobradas, estromática, nebulítica e anatexítica, muitas vezes formando corpos homogêneos de estruturas difusas. É exatamente no domínio das litologias migmatíticas mais homogêneas em que o comportamento morfológico, de uma maneira geral, é condicionado a uma feição topográfica aplainada. A foliação medida nos afloramentos indica a direção preferencial segundo o “trend” regional NE-SW, concordante muitas vezes e algumas vezes recortada por fraturas de pequenas espessuras preenchidas por veios de quartzo e sílica criptocristalina, bem como por veios pegmatíticos contendo principalmente quartzo e feldspato (Foto 1.2.3.8). Geralmente nas lagoas existentes na área se concentram ocorrências de afloramentos das rochas descritas, como por exemplo: Lagoa das Bestas, Lagoa Siriema, Lagoa da Serra, e outras.



Foto 1.2.3.7 – Afloramento de rocha com estrutura granítica próximo ao eixo.



Foto 1.2.3.8 – Afloramento com veio de quartzo preenchendo fratura.

A partir do quilômetro 12 a cobertura de solo encontrada muda um pouco a característica, visto que a coloração se torna mais escura e o solo mais argiloso, com ocorrências locais de coberturas lateríticas e zonas contendo na superfície seixos de quartzo de tamanhos variados, chegando a blocos por vezes angulosos, por vezes abaulados além da presença de fragmentos de rocha com textura milonitizada e algumas vezes quartzítica. Na subida da elevação vista à frente desta área, no leito da estrada de acesso, há ocorrência de minerais metálicos de cor escura, maior densidade e faces bem definidas, parecendo ser rutilo.

Na faixa situada entre os quilômetros 13 a 15 do eixo projetado se destaca na paisagem plana um acidente topográfico (Foto 1.2.3.9), cuja cota do terreno que vinha em torno de 100 metros, salienta-se para 150 metros. Essa elevação acarretará uma passagem em túnel, com extensão de 2Km. Apesar de no percurso da investigação, a parte mais elevada do morro não ter sido visualizada por dificuldade de acesso, supõe-se, através de correlação de ocorrências identificadas em pontos coincidentes com o alinhamento das cristas, que a elevação seja constituída de rochas quartzíticas com direção NE-SW e mergulho acentuado. A elevação se apresenta em uma seqüência de cristas alinhadas ao longo de uma extensão de 6Km e largura de 600m, formando uma linha de cumeada com uma cobertura vegetal mais densa.



Foto 1.2.3.9 – Vista da elevação que acarretará passagem em túnel, salientando-se em relação à paisagem plana.

Na faixa compreendida entre os quilômetros 16 a 18, próximo à Fazenda Casinhas, ocorrem com muita intensidade afloramentos de rocha de textura cataclástica ou milonítica, indicando fenômenos associados a atividade tectônica. Esse tipo de rocha resulta do esmagamento de outras, sendo caracterizada pela textura fragmentada dos minerais (Foto 1.2.3.10). Geralmente associam-se esse tipo de ocorrência a falhamentos de transcorrência.



Foto 1.2.3.10 – Afloramento de rocha milonitizada, intensamente fraturada.

Ultrapassando a faixa citada, até o quilômetro 52, tem-se o domínio das rochas gnáissicas migmatizadas com bandeamento bem definido, exibindo freqüentemente estruturas do tipo estromática (Foto 1.2.3.11), condicionando ao terreno uma feição morfológica mais ondulada e por vezes mais acidentada. Nesse trecho a cobertura do terreno é formada por um solo de constituição arenosa, contendo essencialmente grãos de quartzo angulosos e subangulosos de coloração clara. Em diversos locais essa superfície é recoberta por seixos arredondados de quartzo, formando cascalheiras. Nos locais onde a formação do solo é proveniente da degradação “in situ” da rocha do embasamento, formam-se depósitos de constituição areno-

argilosa ou silto-argilosa de coloração mais escura, com tons avermelhados. Normalmente essas coberturas não ultrapassam a espessura de 2 metros.

Nessa faixa de terreno descrita, entre os quilômetros 43 a 52, numa extensão de 9Km, o processo executivo será através de escavação que atingirá em média 15 metros de profundidade, via de regra em material de terceira categoria, com utilização freqüente de explosivos.



Foto 1.2.3.11 – Afloramento de gnaiss migmatizado com estruturas estromáticas .

A partir do quilômetro 52, onde a marcação em projeto passa a adotar novamente um ponto “0” de quilometragem (Km 5+244 = Km 0), o terreno exibe mais um destaque topográfico, formando uma elevação em torno de 50 metros de altura em relação à cota do canal no local. Esta elevação está relacionada ao alinhamento da Serra do Félix (Foto 1.2.3.12), que a exemplo da elevação já descrita anteriormente entre os quilômetros 13 e 15, apesar de no percurso da investigação, a parte mais elevada do morro não ter sido visualizada por dificuldade de acesso, supõe-se também, através de correlação de ocorrências identificadas em pontos coincidentes com o alinhamento das cristas, que a elevação seja constituída de

rochas quartzíticas com direção NE – SW, intensamente fraturada. Sob essa elevação, já entre os quilômetros 1 a 2+500, o canal passará através de túnel, com extensão em torno de 1,5Km, o qual deverá ser escavado em rocha com as características descritas. Ao longo dessa extensão deverá ser feito uma inspeção geológica mais detalhada, procurando definir as características estruturais da rocha, aliada ao estudo de sub-superfície com realização de sondagens mistas, iniciadas a percussão e prosseguidas pelo método rotativo. O mesmo procedimento deverá ser aplicado à passagem descrita anteriormente sob a elevação existente entre os quilômetros 13 a 15.

Até o quilômetro 15 do traçado, que coincide com o Rio Pirangi, a topografia é mais suavizada, e o terreno é ainda caracterizado pelas rochas do embasamento cristalino, onde os afloramentos ocorrem mais espaçados e com textura mais homogeneizada. Nesse trecho o canal será executado predominantemente em aterro.



Foto 1.2.3.12 – Vista da elevação que fica no alinhamento da Serra do Félix, por onde o canal passará em forma de túnel.

Nas margens do Rio Pirangi, no terreno de solo silto-arenoso de coloração cinza clara e de pouca espessura, despontam inúmeros afloramentos de rochas gnáissicas granitizadas a nível da superfície do solo. No local da de interseção do canal com o mesmo rio, próximo à localidade de Zacarias, ocorrem, no leito, afloramentos de gnaisses com foliação segundo NW-

SE. O leito do rio é constituído de areia média e grossa, com recobrimento de seixos rolados de quartzo.

Pela margem esquerda do Rio Pirangi até próximo ao cruzamento do eixo do canal com a BR-116 (Km 85 da BR), o terreno é plano, arenoso, ainda com algumas ocorrências de afloramentos. A partir daí, seguindo para o Açude Pacajús, que recebe água do Rio Choró, numa extensão de aproximadamente 60 quilômetros, o traçado percorre um terreno de relevo suave, acentuado localmente por algumas elevações. Nessa região desenvolve-se a cultura do cajueiro em plantações que se distribuem em grandes áreas onde o solo é constituído por sedimentos arenosos do Grupo Barreiras, que podem atingir espessuras superiores a 20 metros.

Entre os quilômetros 45 e 51 o traçado segue bem próximo ao Canal do Trabalhador, que se desenvolve em um terreno de topografia suave, e é executado, ora em forma de aterro (Foto 1.2.3.13), com taludes internos revestidos com manta asfáltica, ora em corte no terreno formado por sedimentos do Grupo Barreiras sendo que, em alguns trechos o corte ultrapassa a camada de sedimentos entre 8 a 10 metros de espessura encontrando o embasamento cristalino até o fundo do canal, que se desenvolve sem utilização de manta de proteção de taludes (Foto 1.2.3.14).



Foto 1.2.3.13 – Canal do Trabalhador; trecho executado em aterro com manta asfáltica.



Foto 1.2.3.14 – Canal do Trabalhador, escavado em solo até aproximadamente 8m de profundidade, e a partir daí em rocha, até o fundo do canal.

Chegando próximo à ombreira esquerda do Açude Pacajús o traçado projetado do canal em estudo cruza o Canal do Trabalhador e corta o Rio Choró através de sifão com extensão de 2Km, entre os quilômetros 58 a 60, logo à jusante da parede do Açude Pacajús (Foto 1.2.3.15), de onde começam a surgir novamente os afloramentos de rochas gnáissicas migmatíticas do embasamento cristalino. À jusante do sangradouro do Açude Pacajús os afloramentos de gnaisses bandados, com foliação na direção NE-SW e mergulho sub-vertical, formam um visual exuberante do ponto de vista geológico (Foto 1.2.3.16).



Foto 1.2.3.15 – Leito do Rio Choró, à jusante do Açude Pacajús.



Foto 1.2.3.16 – Afloramento de gnaiss logo à jusante do sangradouro do Açude Pacajús.

Nas margens do lago do Açude Pacajús, por onde é projetado o eixo do canal, ocorrem afloramentos a nível superficial de solo até o quilômetro 65. Daí em diante o terreno exhibe uma topografia plana de relevo monótono onde o terreno é constituído de solo arenoso do Grupo Barreiras, passando ao norte da Cidade de Pacajús, seguindo o curso do Riacho Arerê a partir do quilômetro 75, cortando a Lagoa da Timbaúba e desembocando na bacia do Açude Pacajús ao chegar no quilômetro 83 do traçado. Ao longo do trecho compreendido entre os quilômetros 60 a 79 o processo executivo será predominantemente com aterro. Nas proximidades da desembocadura será atravessada uma elevação entre os quilômetros 79 e 83, obrigando a um corte que a partir do ponto mais alto poderá atingir 15 metros de profundidade.

Até o quilômetro 15 do traçado, que coincide com o Rio Pirangi, a topografia é mais suavizada, e o terreno é ainda caracterizado pelas rochas do embasamento cristalino, onde os afloramentos ocorrem mais espaçados e com textura mais homogeneizada. Nesse trecho o canal será executado predominantemente em aterro.

Ao longo de todo o traçado descrito pode-se afirmar que os terrenos aluvionares ocorrem de forma discreta nas margens de alguns riachos, apresentando, no leito, areias de granulação fina e média com pedregulhos de quartzo e coloração de tons claros. Nas margens, quando ocorrem, o solo apresenta composição areno-argilosa ou silto-argilosa com tonalidades mais escuras. As ocorrências de areias para agregados estão presentes em abundância nos leitos dos rios Jaguaribe, Banabuiú e Pirangi.

Com relação aos mananciais de materiais pétreos adequados para utilização no processo construtivo da obra, pode-se afirmar que são encontrados com facilidade e abundância nas áreas onde afloram as rochas cristalinas.

Já os materiais areno-argilosos para confecção de maciços compactados correm de forma mais escassa, via de regra em manchas com pequenas espessuras, principalmente nas áreas de predominância do cristalino.

No mapa geológico são indicados de forma preliminar alguns pontos dessas ocorrências, visualizados durante o percurso realizado para este estudo, considerados promissores para um estudo mais detalhado, onde serão levados em conta a qualidade e a disponibilidade de volume das ocorrências.

3.5.1.1. Macro-alternativa AG3

Essa alternativa tem uma extensão total de 188Km, desde a sua captação até o Açude Pacoti, com seis intercepções em rodovias estaduais e federal e oito passagens com sifão, somando um total de 25Km, além de 4Km de túneis em duas passagens.

Tem sua área de captação situada na localidade de São Brás, próximo ao leito do Rio Jaguaribe a aproximadamente 25Km à jusante do Açude Castanhão e a 7Km de São João do Jaguaribe, indo pela estrada de acesso que margeia o Rio Jaguaribe até o local.

Na área escolhida para a captação a faixa de aluvião pela margem esquerda do Rio Jaguaribe se estreita consideravelmente, praticamente deixando de existir (Foto 1.2.4.1). Bem próximo da margem esquerda o terreno sobe através de uma elevação onde ocorrem superficialmente vários afloramentos de rocha gnáissica, com superfície alterada e muito fraturada, milonitizada, com foliação segundo NW-SE, mergulhando 40º para NE, intensamente recortada por veios de quartzo e pegmatito com diversas dimensões.

O recalque será feito da cota 50,00m para a cota 150,00m. A partir daí o canal cortará o terreno plano, configurado por um extenso platô (Foto 4.2.18) formado por solos de sedimentos terciários, via de regra com escavação mecânica com profundidade média de 10 metros, numa extensão de aproximadamente 4 quilômetros, entre os quilômetros 3 a 7 do canal, cujo material escavado poderá ser aproveitado para aterro no trecho subsequente de 3 quilômetros sobre o cristalino, até o riacho Livramento (km 10), que será ultrapassado através de sifão com extensão de 3Km. Seguindo adiante o terreno é formado por rochas do complexo gnáissico-migmatítico, com cobertura de solo residual pouco espessa, com topografia mais acidentada, condicionada às ocorrências de grandes afloramentos de rochas cristalinas formando elevações que acarretarão alternâncias de corte e aterro, com predominância de aterro, numa extensão de aproximadamente 8Km, até atravessar o Riacho Santa Rosa, através de sifão com 6Km de extensão, seguindo a partir daí o mesmo traçado da alternativa AG2, já descrito.

Do ponto de vista estrutural o elemento marcante na área é a Falha de Jaguaribe, de movimento transcorrente, que intercepta o traçado do canal entre os quilômetros 3 e 4.



Foto 1.2.4.1 – Área de captação e da estação de bombeamento da alternativa AG3.



Foto 1.2.4.2 – Platô sedimentar por onde se desenvolve o traçado da alternativa AG3 entre os quilômetros 3 a 7.

3.5.1.1. Macro-alternativa AG4

A alternativa AG4 perfaz um total de 135 quilômetros, desde a captação até o Açude Pacoti. Intercepta dez leitos de rios e riachos, acarretando uma extensão total de 14 quilômetros de sifão. Corta apenas uma passagem em túnel, sob a Serra do Félix, com extensão de 2Km.

Inicia-se com a captação situada na localidade de Flores, a aproximadamente 57 quilômetros, pelo leito do Rio Jaguaribe, à jusante do Açude Castanhão. Bem próximo ao local, a aproximadamente 5Km à montante, o Rio Jaguaribe recebe a contribuição do Rio Banabuiú, seu maior afluente, e se divide em dois braços, formando o Rio Quixeré. A largura da faixa aluvionar nessa área é da ordem de 10Km, se estendendo pela margem direita, com espessuras que podem ultrapassar 30 metros em alguns trechos. Na margem esquerda do rio, onde se prevê a implantação do sistema de captação e elevação (Foto 1.2.5.1) o terreno é plano formado por sedimentos conglomeráticos contendo seixos de quartzo rolados em uma matriz areno-argilosa de cor avermelhada que constitui a camada de base do pacote sedimentar da Formação Faceira.



Foto 1.2.5.1 – Área de captação da alternativa AG4. No plano superior tem-se a margem esquerda do Rio Jaguaribe; em baixo o leito do rio.

Seguindo em direção perpendicular à BR-116 percorre-se por um extenso platô de relevo plano, formando um espesso pacote sedimentar com um solo areno-argiloso, de granulação fina, bastante homogêneo, de coloração avermelhada, podendo ultrapassar 10 metros de profundidade (Foto 1.2.5.2) e, em alguns locais é nítido o contato da camada mais homogênea com a camada de textura conglomerática (Foto 1.2.5.3), caracterizando os sedimentos da Formação Faceira.



Foto 1.2.5.2 – Corte do terreno mostrando os sedimentos da Formação Faceira.



Foto 1.2.5.3 – Nível conglomerático em contato com a camada mais homogênea dos sedimentos da Formação Faceira.

Logo após a travessia da BR-116 entra-se na área do perímetro de irrigação do Projeto Tabuleiros de Russas, interceptando o sistema de canais já existentes (Foto 1.2.5.4).

Nessa área, até os 10 quilômetros iniciais do traçado em estudo, o terreno se desenvolve por um relevo de topografia monótona e suave (Foto 1.2.5.5), até próximo à localidade de Bixopá. A partir daí o terreno é formado por uma cobertura de solo arenoso com tons claros, mantendo ainda uma topografia plana, cuja monotonia é quebrada eventualmente por afloramentos de rocha de estrutura granítica. Nesse trecho o processo executivo será em aterro, até o quilômetro 15, onde cruza o Córrego Bananeira, através de sifão com 3Km de extensão.



Foto 1.2.5.4 – Canal Principal do Projeto Tabuleiros de Russas, próximo ao Km 3 do traçado em estudo.

Em seguida a topografia passa a se comportar de forma mais acidentada, com presença de rochas cristalinas, onde nos locais de corte será exigido o uso de explosivos, numa extensão em torno de 11 quilômetros até o Rio Palhano, onde será necessário a execução de um sifão entre os quilômetros 30 a 33, numa extensão aproximada de 3Km. No trecho a seguir o processo de execução predominante é em aterro, até o quilômetro 39 que coincide com o leito do Riacho Escudeiro que exigirá outra passagem em sifão.

O predomínio das rochas do embasamento cristalino continua em toda essa extensão e, a partir do quilômetro 50 o traçado coincide com o mesmo percurso já descrito para as alternativas AG2 e AG3.



Foto 1.2.5.5– Vista do relevo plano na área do perímetro de irrigação do Projeto Tabuleiro de Russas.

O aspecto inconveniente desta alternativa é a intercepção do sistema de canais do Projeto Tabuleiro de Russas, que acarretará em diversas dificuldades no processo executivo.

3.5.1.1. Apresentação dos Resultados

Os resultados dos estudos geológicos realizados foram apresentados, através de mapas e perfis geológicos em escala de 1:25.000, no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

3.5.2. Descrição dos estudos geotécnicos

3.5.2.1. Introdução

Os estudos geotécnicos dessa fase de viabilidade foram executados nas Alternativas AG2, AG3 e AG4. Eles consistiram basicamente na investigação dos materiais componentes do perfil dos traçados previamente escolhidos e nos estudos de áreas para serem utilizados como jazidas.

As investigações foram, em geral, feitas a pá e picareta mas em algumas situações foram executadas sondagens a percussão e sondagens mista.

3.5.2.2. Descrição dos Processos de Investigação

a) Sondagens a Pá e Picareta

As sondagens a pá e picareta são perfurações manuais usando este instrumento onde é aberto um poço normalmente de 1,0 x 1,0m de abertura e profundidade variável, prosseguindo até o impenetrável a essa ferramenta, normalmente, solo residual.

b) Sondagens a Percussão

Na execução das sondagens a percussão são usados dois processos para avanço do furo. Inicialmente é usado o trado concha de 4" até ser encontrado o nível d'água ou material impenetrável a esta ferramenta. Em seguida o furo é revestido e prosseguido por lavagem.

Para extração das amostras é utilizado o amostrador padrão de 2" e 1 3/8" de diâmetros externo e interno, respectivamente, que é cravado no terreno por meio de golpes de um martelo de 65kg, com altura de queda de 75cm.

Durante a cravação do amostrador são registrados os números de golpes necessários a fazer o amostrador penetrar 15cm no terreno, até uma penetração total de 45cm. A soma dos golpes das duas últimas parcelas de 15cm, ou seja, dos 30cm finais de cravação, é apresentada sob forma de tabela e gráfico nos perfis de sondagens. Este número de golpes é denominado de "Standard Penetration Test (SPT)".

c) Sondagens Mista

Atingido o impenetrável à sondagem a percussão o processo de perfuração passa a ser executado por meio de sonda rotativa no caso em questão foi adotado o diâmetro NX (76mm).

O avanço da perfuração é feito usando coroas diamantadas e a operação é feita com água de circulação. As amostras são recuperadas em barriletes simples ou duplo, normalmente com 1,50m de comprimento. A cada avanço do barrilete é feita a retirada da amostra de rocha e essa operação recebe a denominação de manobra.

3.5.2.3. Sondagens no Chapadão

No local da chapada pela diretriz inicial da alternativa AG-2 foram programados e executados quatro furos de sondagens, previsto inicialmente para serem executados todos com sondagem mista. Mas de fato apenas um foi executado como previsto, furo SM-04.

O furo SM-04 foi executado com 40,0m de profundidade. Desse total 32,27m foram a percussão e 7,73 cm sonda rotativa. Examinado o perfil desse furo observa-se que a parte em solo apresenta boa resistência mecânica, com SPT's maiores que 33 golpes e material constituído de argila arenosa e material constituído de argila arenosa com pedregulhos de coloração amarela e vermelha. Com 32,27 m foi obtido o impenetrável e aí a perfuração foi prosseguida com sonda rotativa até os 40,0 m previstos encontrando-se rocha do tipo granodiorito-gnaiss medianamente consistente e extremamente fraturado. As percentagens de recuperação variaram de 15% a 94%. Outro registro importante é o fato de que o nível d'água foi encontrado a 25,80 m de profundidade. Esse furo locado na embocadura de entrada do túnel mostrou que o nível da rocha está abaixo do fundo do túnel e que este deveria ser escavado em solo com presença do nível d'água. Esse fato pesou bastante na decisão de abandonar esse traçado.

O furo SP-05 foi executado até 31,36 m quando foi encontrado o impenetrável, provavelmente o topo rochoso, examinando o perfil desta sondagem verifica-se que de 0,0 a 11,0m encontra-se uma areia fina e média de coloração vermelha e amarela os SPT's variam de 9 a 18 golpes. De 11,0 a 15,25 m continua a presença de areia fina e média amarela e vermelha com SPT's variando de 48 a 60 golpes. De 15,25 a 31.36 m é encontrado uma argila arenosa de cor vermelha com alta resistência mecânica SPT's da ordem de 60 golpes.

O furo SP-06 foi executado num local onde a cota do terreno é 18,0m abaixo da cota do furo SM-04. Ele foi executado até 15,09 m quando obteve o impenetrável examinando-se o perfil deste furo encontra-se de 0,0 a 5,0m areia fina e média pouco siltosa de cor amarela os SPT's encontrados são da ordem de 10 golpes. De 5,0 a 11,0m, encontra-se uma argila arenosa com pedregulhos de cor vermelha e amarela. A resistência mecânica é elevada, os SPT's encontrados variam de 38 a 60 golpes. De 11,0 a 15,09 m encontra-se um silte arenoso micáceo que é o solo residual de gnaiss. Se for observado a cota do impenetrável deste furo, 105,0m, verifica-se que é a mesma do furo SM-04 mostrando que o topo rochoso, no chapadão, se mantém na mesma cota. Finalmente executou-se o furo SP-07, cujo terreno nesse local está a 22,0m abaixo com relação ao furo SM-04. Esse furo foi executado até 8,45m

quando encontrou-se o impenetrável. Examinando o perfil deste furo, encontra-se de 0,0 a 3,80 m uma areia fina e média siltosa com pedregulhos de cor amarela. O SPT inicial é 5 golpes os demais variam de 12 a 60 golpes. De 3,80 a 8,45m encontra-se uma argila arenosa com pedregulhos e seixos rolados de cor vermelha e amarela. A resistência mecânica é elevada os SPT's estão em torno de 45 golpes.

Os resultados dessas sondagens foram apresentados, em forma de perfis individuais do subsolo nos desenhos nºs 5.1.1 a 5.1.4, no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

3.5.2.4. Sondagens Mista no Local da Captação

Foram executadas, no local da captação, duas sondagens mistas, SM-01 e SM-02. Nesse local a perfuração indicou a existência de um capeamento de slo variando de 1,00m a 1,40m, formado de areia fina e média, argilosa, com pedregulhos e seixos rolados, formando um solo maduro sobreposto diretamente na rocha cristalina que é composta de um granodiorito-gnaiss, o percentual de recuperação mínimo foi de 67%, portanto, pode-se considerar a rocha de boa qualidade e ideal para fundação da estação elevatória. Os perfis dessas sondagens foram apresentados no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

3.5.2.5. Sondagens a Percussão a Jusante do Dique Fusível

Tendo em vista que o dique fusível funciona como um sangradouro emergencial do Açude Castanhão e que a 40m a jusante deste passará a adutora da obra de transposição, achou-se por bem investigar esse trecho que vai aproximadamente do Km 0+200 ao Km 0+800 com a execução de três furos de sondagem a percussão SP-01, SP-02 e SP-03.

O furo SP-01 apresentou alta resistência mecânica à penetração com SPT's maiores do que 60 golpes. Em seu perfil geotécnico encontra-se uma camada com 2,30m de espessura constituída de argila arenosa, com pedregulhos e seixos rolado de cor amarela e vermelha. Pela elevação esse material pode ser um conglomerado da formação faceira ou mesmo solo maduro de rocha base. A partir de 2,30m foi encontrado o solo residual de gnaiss até a profundidade de 4,48m quando atingiu-se o impenetrável, provavelmente o topo rochoso são ou mesmo a rocha alterada.

O furo SP-02 apresentou uma resistência mecânica inferior ao SP-01, com SPT's da ordem de 25 golpes e apresentou em seu perfil uma camada de 3,0 m de espessura formada de argila arenosa com pedregulhos e seixos rolados de cor cinza e vermelha, provavelmente solo

maduro da rocha mãe. A partir de 3,0m encontra-se o solo residual de gnaiss até 5,53 m quando foi obtido o impenetrável ao trépano, indicando a presença de rocha sã ou rocha alterada de grande consistência.

O furo SP-03 foi executado já numa altitude bem mais elevada, cota 110,0m. A resistência mecânica dos 3,0 primeiros metros é baixa com SPT's de 5 golpes. De 3,0 a 10,0 m a resistência a penetração melhora um pouco passando para cerca de 17 golpes. Finalmente entre 10,0 e 12,25 m a resistência aumenta substancialmente passando para 60 golpes. De 0,0 a 1,0m encontra-se uma argila arenosa com pedregulhos de cor vermelha. De 1,0 a 10,0 m areia média de cor cinza. Finalmente entre 10,0 e 12,25 m encontra-se um silte arenoso micáceo de coloração vermelha e variegada possivelmente o solo residual. A perfuração foi interrompida com 12,25m, mas não foi obtido o impenetrável a lavagem.

3.5.2.6. Sondagens a Percussão entre os Km 8+800 e 11+600

Entre o Km 8+800 e Km 11+600, devido a elevação do terreno, o perfil do canal, passa, em corte, com altura elevada de terraplenagem. Nesse segmento optou-se por investigar o subsolo do eixo do canal através de sondagem a percussão.

A sondagem SP-4 foi executada no Km 8+800m, a perfuração atingiu 12,45m não foi encontrado o nível d'água, a cota da boca do furo é 137,880m. A perfuração foi iniciada a trado e prosseguida até 2,00m de profundidade, de 2,0m a 6,50m houve necessidade de revestir o furo.

De 0,00 a 0,20m encontra-se uma areia fina e média, pouco siltosa, com matéria orgânica, é a camada vegetal que não serve para terraplenagem, durante a execução, esse material deve ser estocado para reuso nas áreas degradadas.

De 0,20m a 6,00m encontra-se uma camada de areia fina e média, pouco argilosa, com SPT's variando de 3 a 20 golpes esse material é indicado para terraplenagem e é classificado como 1ª categoria.

De 6,00m a 12,45m encontra-se uma areia fina e média, argilosa. A resistência desse material varia de 28 a 40 golpes; esse material é excelente para terraplenagem, na sua extração deverá ser classificado como 1ª e 2ª categoria.

A sondagem SP-5 foi executada no Km 9+000m, a perfuração atingiu 16,45m, não foi encontrado nível d'água, a cota da boca do furo é 136,990m. Foram encontrados cinco

horizontes de materiais. A perfuração foi iniciada a trado e prosseguida até 3,0 metros. O furo foi revestido de 3,0m a 4,0m e de 12,0m a 16,45m foi necessário estabilizar o furo com bentonita.

De 0,00m a 0,20m encontra-se uma areia fina e média, siltosa, com matéria orgânica constituindo a camada vegetal. Esse material que é rico em nutrientes orgânicos deve ser retirado com cuidado e estocado para ser reutilizado nas áreas degradadas.

De 0,20m a 3,00m encontra-se uma camada de areia fina e média, pouco argilosa, fofa a medianamente compacta. Os SPT's desta camada variam de 4 a 9 golpes. Na extração dessa camada o material deve ser classificado como 1ª categoria. Esse material é indicado para constituição de aterros.

De 3,0m a 13,0m encontra-se uma areia fina e média, argilosa medianamente compacta a compacta com aparecimento de pedregulhos entre as cota 123,0m a 125,0m. Os SPT's desta camada variam de 12 a 17 golpes. Esse material é excelente para terraplenagem e em sua extração ele deverá ser classificado como material de 1ª categoria.

De 13,0m a 14,0m encontra-se uma areia fina e média, argilosa, com pedregulhos e seixos, compacta, cinza, o SPT desta camada é 25 golpes, a extração desse material deverá ser classificada como 1ª e 2ª categoria.

De 14,0m a 15,0m é atravessada uma camada de argila e com pedregulhos e seixos, dura cinza e amarela o SPT dessa camada é 29 golpes. A extração desse material, que é indicado para terraplenagem deverá ser classificada como material de 1ª e 2ª categoria.

De 15,0m a 16,0m encontra-se silte arenoso, pouco micáceo, com seixos rolados de quartzo, compacto e muito compacto, cinza e amarelo. É o solo residual de gnaisse que indica a proximidade da rocha. Os SPT's dessa camada são 41 e 39 golpes. A extração desse material deverá ser classificada como 2ª categoria. Esse material, também, pode ser utilizado na terraplenagem.

A sondagem SP-6 foi executada no Km 9+200 com 15,45metros de profundidade, atravessando cinco horizontes de material. A cota da boca do furo é 134,530m. Foi encontrado o nível d'água a 4,79metros, ou seja, na cota 129,74metros. O avanço do furo foi feito a trado até 4,0 metros. Daí até 12,0metros foi necessário revestir o furo, o restante da perfuração foi feita com o auxílio de lama bentonítica.

De 0,00m a 2,00m foi encontrado areia fina e média, siltosa, com pedregulhos, fofa cinza escura. Os SPT's desta camada são 2/44 golpes e 2 golpes. Esse material não é recomendado para execução de aterros. Sua extração será classificada como 1ª categoria. O destino desse material deve ser o lançamento em áreas de bota-fora, uma vez que a sua retirada será obrigatória por está numa zona de corte. De 2,00m a 4,00m encontra-se areia fina e média, argilosa, com pedregulho, fofa, cinza, vermelha e amarela variegada.

Os SPT's dessa camada são 2 e 4 golpes. Esse material é aproveitável para execução dos aterros e na sua extração ele será classificado como 1ª categoria. De 4,00m a 11,00m encontra-se uma camada de argila arenosa, com pedregulhos e seixos, rija e dura, cinza, vermelha e amarela variegada. Os SPT's desta camada são em sua maioria bastantes fortes e variam de 13 a 45/5 golpes. O material é indicado para execução de aterros, sua extração deverá ser classificada como material de 1ª e 2ª categoria, com predominância de material de 2ª categoria. A extração será dificultada pela presença do nível d'água. De 11,00m a 12,00m encontra-se um areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos e seixos medianamente compacta, cinza e amarela, o SPT desta camada é de 15 golpes. Esse material é aproveitável para a execução de aterros. Na sua extração esse material deverá ser classificado como 1ª categoria. De 12,0m a 15,45m encontra-se uma argilosa arenosa, com pedregulhos e seixos, dura, cinza e amarela. Os SPT's dessa camada são elevados, variando de 47 a 79/24 golpes. Esse material é indicado para execução de aterros, na sua extração até deverá ser classificado como 2º categoria.

A sondagem SP-7 foi executada no Km 9+400m, a perfuração atingiu 10,11 metros, a cota da boca do furo é 132,16 metros, foi encontrado o nível d'água com 3,52m, ou seja, na cota 128,64m. A perfuração foi executada a trado até 3,00m. Daí, até 3,80m, o furo foi revestido e de 3,80m até 10,11m a perfuração foi feita com o auxílio de lama bentonítica. A perfuração foi interrompida por obtenção do impenetrável 'a percussão. Nesses 10,11 metros de perfuração foram atravessados cinco horizontes de materiais diferentes.

De 0,00 a 1,00m encontra-se uma areia fina e média, pouco siltosa, com pedregulhos, fofa, cinza escuro. O SPT dessa camada é 3 golpes e esse material não serve para execução de aterros, sendo o seu destino as áreas de bota-fora.

De 1,00 a 3,00m encontra-se uma areia fina e média siltosa, com pedregulhos, fofa a medianamente compacta, amarela. Os SPT's dessa camada são 4 e 14 golpes. Esse material

não deve ser usado na confecção de aterros. Em sua extração ele será classificado como 1ª categoria e será lançado em áreas de bota-fora.

De 3,00 a 5,00m encontra-se uma areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos, medianamente compacta a muito compacta, cinza e amarela. Os SPT's dessa camada são 15 e 70/22 golpes o que sintoniza que esse material será classificado como 1ª e 2ª categoria durante a sua extração.

De 5,00 a 6,00m encontra-se argila arenosa, com pedregulhos e concreções, dura, cinza, amarela e vermelha. O SPT desta camada é 71/29 golpes. Esse material é indicado para construção de aterros e na sua extração ele será classificado como material de 2ª categoria. Finalmente, de 6,00m a 10,11m é encontrado uma argila arenosa, com pedregulhos e seixos rolados, dura, cinza e amarela. Os SPT's desta camada são bastante fortes, variam de 41 a 45/7 golpes. Esse material é indicado para uso na execução de aterros. Na extração desse material ele deve ser classificado como 2ª categoria.

A sondagem SP-8 foi executada no Km 9+660m, a perfuração atingiu 13,48m, a cota da boca do furo é 128,82m, foi encontrado o nível d'água com 5,22m, ou seja, na cota 123,60m. A perfuração foi executada a trado até 3,00m de profundidade. Daí, até 3,80m, o furo foi revestido e de 3,80m até 13,45m a perfuração foi ajudada pelo uso de lama bentonítica. Na perfuração desses 13,45m foram atravessadas quatro camadas de diferentes solos.

De 0,00 a 1,00m encontra-se uma areia fina e média, siltosa, pouco compacta, cinza escuro. O SPT dessa camada é 5 golpes, esse material não serve para reuso, sua extração será feita plenamente a lâmina de trator e portanto ele será classificado como material de 1ª categoria. A parte impregnada com humos deve ser estocada para cobrir as áreas que serão degradadas.

De 1,00 a 7,00m encontra-se uma areia fina e média, argilosa, com pedregulhos, medianamente compacta, cinza, amarela e vermelha. Os SPT's dessa camada variam de 13 a 45/12 golpes. Esse material serve para a confecção de aterros. A extração dele deverá utilizar escarificadores, portanto ela será classificada como material de 1ª e 2ª categoria.

De 7,00 a 9,00m passa-se por uma camada de argila arenosa, com pedregulhos e seixos rolados, dura, cinza, amarela e vermelha. Os SPT's dessa camada variam de 32 a 45/9 golpes. Com essa resistência a sua extração deverá utilizar escarificadores, fazendo com que ele seja classificado como material de 2ª categoria. Esse material é indicado para a execução de aterros. Finalmente de 9,00m a 13,45m encontra-se uma argila arenosa, com pedregulhos e

seixos rolados, dura, cinza e amarela. Os SPT's dessa camada variam de 11 a 35 golpes. Esse material é indicado para execução de aterros e durante a sua extração ele será classificado como material de 1ª e 2ª categoria.

A sondagem SP-9 foi executada no Km 9+800m do eixo do canal, a perfuração atingiu 10,45 metros, a cota da boca do furo é 124,94m, não foi encontrado o nível d'água. A perfuração foi executada com trado até 3,00 metros. Daí, até 3,80m, o furo foi revestido e de 3,80m até 10,45m a perfuração foi realizada com auxílio de lama bentonítica. Nesses 10,45m de perfuração foram atravessadas três camadas de diferentes tipos de solo.

De 0,10 a 0,60m encontra-se areia fina e média, pouco siltosa, com matéria orgânica, fofa, cinza e amarela. O SPT dessa camada é 4 golpes. Esse material trata-se de terra vegetal que deverá ser cuidadosamente explorada visando o seu estoque para reuso nas áreas a serem degradadas. Na sua extração ele será classificado como material 1ª categoria.

De 0,60 a 8,00m encontra-se uma areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos, pouco compacta a compacta, cinza e amarela. Os SPT's dessa camada variam de 8 a 25 golpes. Esse material é indicado na execução de aterros. A sua extração se dará de forma que ele será classificado como 1ª e 2ª categoria.

A sondagem SP-10 foi executada no Km 10+600m do eixo do canal de transposição, a perfuração atingiu 9,45m, a cota da boca do furo é 120,00m, não foi encontrado o nível d'água. A perfuração foi executada a trado até 3,00 metros. Daí, até 3,80m, o furo foi revestido e de 3,80m a 9,45m a perfuração foi ajudada pelo uso de lama bentonítica para estabilização das paredes do furo. Nesses 9,45m foram encontrado quatro horizontes de solos diferentes.

De 0,00 a 1,00m encontra-se uma areia fina e média, pouco siltosa, com pedregulhos, fofa, cinza escura. O SPT desta camada é 3 golpes, esse material não serve para reuso no canal e não tem matéria orgânica, portanto seu destino deve ser o lançamento em áreas a serem indicadas para bota-fora.

De 1,00 a 2,00m encontra-se areia fina e média, siltosa, com pedregulhos, pouco compacta, cinza. O SPT dessa camada é 5 golpes. Durante a extração desse material ele será classificado como 1ª categoria.

De 2,00 a 6,00m encontra-se areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos, medianamente compacta, cinza e amarela. Os SPT's dessa camada variam de 15 a 18 golpes.

Esse material serve para execução de aterros e sua exploração se dará de tal forma que ele será classificado como 1ª categoria.

De 6,00 a 9,45m encontra-se areia fina e média, argilosa, com pedregulhos, compacta e muito compacta, cinza e amarela. Os SPT's desta camada variam de 21 a 42 golpes. Esse material serve para ser usado na execução de aterros. A extração dele será de tal forma que será classificado como material de 1ª e 2ª categoria.

A sondagem SP-11 foi executada no Km 10+800m do eixo do canal de transposição, a perfuração atingiu a 12,40 metros e foi interrompida por ter sido encontrado o impenetrável ao trépano. A cota da boca do furo é 120,00m, não foi encontrado o nível d'água. A perfuração foi executada a trado até 3,0 metros. Daí, até 3,80 metros, o furo foi revestido e de 3,80m até 12,40m a perfuração foi auxiliada com o uso de lama bentonítica. Nesses 12,40m de perfuração foram encontrados cinco horizontes de solos diferentes.

De 0,00 a 0,30m encontra-se areia fina e média, siltosa, com matéria orgânica pouco compacta, cinza escura. Esse material deve ser estocado cuidadosamente para ser reusado nas áreas que serão degradadas. O SPT deste camada é 5 golpes, portanto na sua exploração ele será classificado como material de 1ª categoria.

De 0,30 a 2,00m encontra-se areia fina e média, siltosa, com matéria orgânica pouco compacta a medianamente compacta, cinza e amarela. Os SPT's desta camada são 5 e 9 golpes. Esse material não é indicado para executar aterros, portanto seu destino será a colocação em áreas de bota-fora. A extração desse material será feita de tal forma que ele será classificado como material de 1ª categoria.

De 2,00 a 4,00m encontra-se uma areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos, medianamente compacta e compacta, cinza e amarela. Esse material poderá ser empregado nas confecções dos aterros. Os SPT's dessa camada são 19 e 18 golpes, portanto durante sua extração ele será classificado como material de 1ª categoria.

De 4,00 a 7,00m encontra-se uma areia fina e média, argilosa, com pedregulhos, compacta e muito compacta, cinza e amarela. Esse material é indicado para construção de aterros. Os SPT's dessa camada são elevados, variam de 19 a 45/9 golpes, portanto na sua exploração ele será classificado como material de 1ª e 2ª categoria.

Finalmente de 7,00 a 12,40m encontra-se argila arenosa, com pedregulhos e seixos, dura, cinza e amarela, variegada. Esse material é indicado para construção de aterros. A resistência medida pelo SPT é muito elevada pois esses variam de 71/25 a 45/8 golpes, portanto na sua extração esses materiais serão classificados como 2ª categoria.

A sondagem SP-12 foi executada no Km 11+000m do eixo do canal de transposição, a perfuração atingiu 5,99 metros e foi interrompida por ter sido obtido o impenetrável a percussão. A cota da boca do furo é 118,24m, não foi encontrado o nível d'água. Nesses 5,99m de perfuração encontrou-se cinco horizontes de materiais diferentes.

De 0,00 a 0,20m encontra-se areia fina e média, pouco siltosa, com pedregulhos e matéria orgânica. Esse material deverá ser estocado para reuso nas áreas degradadas.

De 0,20 a 2,00m tem-se areia fina e média, siltosa, com pedregulhos, medianamente compacta, amarela. Esse material não é indicado para a construção de aterros e seu destino será o lançamento nas áreas de bota-fora, já que ele faz parte do corpo de uma escavação obrigatória. Os SPT's desta camada são 13 e 9 golpes. Sua extração utilizará, apenas, lâmina de trator, tratando-se pois de um material de 1ª categoria.

De 2,00 a 3,00m atravessa-se uma argila arenosa, com pedregulhos, dura, cinza e amarela. Esse material pode ser aproveitado no corpo dos aterros. O SPT desta camada é 20 golpes. Sua extração deve utilizar a ação conjunta de lâmina e escarificar, portanto um material classificado como 1ª e 2ª categoria.

De 3,00 a 5,00m encontra-se argila arenosa com pedregulhos e seixos, dura cinza, vermelha e amarela, variegada. Esse material é indicado à construção de aterros. Os SPT's destas camadas são 32 e 45/9 golpes. Na sua extração deve ser utilizado a lâmina e escarificador, portanto um material que será classificado como 2ª categoria.

De 5,00 a 5,99m encontrou-se um silte arenoso, pouco micáceo, com pedregulhos e seixos muito compacto, cinza, vermelho e amarelo, variegado. Esse material é o solo residual de gnaisse e serve para execução de aterros. O SPT desta camada é 55 golpes, portanto esse material será classificado como 2ª categoria. Chama-se, aqui, a atenção para o fato de que a profundidade atingida está acima da escavação prevista, significando que o restante da escavação pode ser em material de 3ª categoria.

A sondagem SP-13 foi executada no Km 11+200m do eixo do canal de transposição, a perfuração atingiu 3,35 metros e foi interrompida por ter sido atingido o impenetrável ao trépano de lavagem. A cota da boca do furo é 116,99m, não foi encontrado o nível d'água. Nesses 3,35 metros foram atravessados três horizontes de materiais diferentes. A perfuração foi feita a trado até 2,0 metros. Daí, até 2,50 metros, o furo foi revestido e de 2,50m a 3,35m a perfuração teve o emprego de lama bentonítica.

De 0,00 a 1,00m encontra-se areia fina e média, siltosa, fofa, cinza escura. Esse material não serve para ser aproveitado na construção do canal. O SPT dessa camada é 2/50 golpes. Esse material será escavado com lâmina de trator, portanto ele deverá ser classificado como material de 1ª categoria.

De 1,00 a 3,00m encontra-se areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos, fofa a muito compacta, amarela e cinza. Esse material é indicado para a construção de aterros. Os SPT's dessa camada são 2 e 45/9, portanto durante a sua extração ele deve ser classificado como material de 1ª e 2ª categoria. Finalmente de 3,00m a 3,35m encontra-se o solo residual de gnaisse na forma de silte arenoso, pouco micáceo, com pedregulhos e seixos, muito compacto, cinza. Durante a extração desse material ele será classificado como 2ª categoria. Chama-se, aqui, a atenção para o fato de que a profundidade atingida é muito inferior à escavação necessária, portanto nesse trecho haverá corte em 3ª categoria.

A sondagem SP-14 foi executada no Km 11+400m do eixo do canal de transposição, a profundidade atingida foi 8,57m e a perfuração foi interrompida por ter sido encontrado o impenetrável ao trépano de lavagem. A cota da boca do furo é 115,00m, não foi encontrado o nível d'água. Nesses 8,57m perfurados foram atravessados quatro horizontes de materiais diferentes. A perfuração foi feita com trado manual até 2,00m. Daí, até 2,50m, o furo foi revestido e finalmente de 2,50m até 8,57m o furo foi prosseguido com auxílio de lama bentonítica.

De 0,00 a 0,70m encontra-se areia fina e média, siltosa, com pedregulhos e matéria orgânica. Esse material deverá ser estocado para vir cobrir, futuramente, as áreas que serão degradadas. O SPT dessa camada é 2/50 golpes. Esse material quando explorado será escavado com lâmina de trator, portanto será classificado como material de 1ª categoria.

De 0,70 a 4,00m encontra-se argila arenosa, com pedregulhos, mole a dura, cinza, vermelha e amarela, variegada. Esse material é indicado para execução de aterros. Os SPT's dessa camada variam de 4 a 24 golpes. Durante a extração desse material deve ser usada a ação

conjunta de lâmina de trator e escarificadores, portanto na extração desse material ele será classificado como material de 1ª e 2ª categoria.

De 4,00 a 6,00m encontra-se argila arenosa, com pedregulhos e seixos, dura, cinza, vermelha e amarela, variegada. Esse material é aproveitável na terraplenagem. Os SPT's dessa camada são 70, 21 e 45/14 golpes. Esse material, quando explorado, necessitará do uso contínuo de escarificador, portanto ele será classificado como 2ª categoria.

De 6,00 a 8,57m encontra-se o solo residual de gnaiss na forma de silte arenoso, micáceo, com pedregulhos e seixos, muito compacto, cinza, amarelo e vermelho. Esse material pode ser empregado na construção dos aterros. Os SPT's dessa camada são 45/14, 74/21, 45/10, portanto a sua extração requer o uso contínuo de escarificador e ele será classificado como material de 2ª categoria.

A sondagem SP-15 foi executada no Km 11+600m do eixo do canal de transposição das águas do castanhão, a perfuração atingiu 6,27m e foi interrompida por ter sido encontrado o impenetrável ao trépano de lavagem. O avanço do furo foi feito a trado até 2,00m de profundidade. Daí, até 5,00m, o furo foi revestido e de 5,00m até 6,27m a perfuração prosseguiu com auxílio de lama bentonítica, a cota da boca do furo é 114,01m, não foi encontrado o nível d'água. Nesses 6,27m de perfuração foram atravessados quatro horizontes de materiais diferentes.

De 0,00 a 1,00m tem-se areia fina e média, siltosa, com pedregulhos, fofa, cinza escuro. Esse material não é adequado ao emprego na construção de aterros. O SPT dessa camada é 2 golpes, portanto na sua extração ele será classificado como material de 1ª categoria.

De 1,00 a 2,00m areia fina e média, pouco argilosa, com pedregulhos, medianamente compacta, cinza e amarela. Esse material é indicado para execução de aterros. O SPT desta camada é 10 golpes, portanto na sua extração ele será classificado como material de 1ª categoria.

De 2,00 a 4,80m encontra-se argila arenosa, com pedregulhos, rija e dura, cinza, amarela e vermelha, variegada. Esse material é indicado para a execução de aterros. Os SPT's dessa camada são 12, 12 e 45/12, portanto na extração desse material haverá necessidade eventual de utilização de escarificadores, o que faz com que ele seja classificado como material de 1ª e 2ª categoria. Finalmente, de 4,80m a 6,27m encontra-se argila arenosa, com pedregulhos e seixos, dura, cinza, vermelha e amarela, variegada. Esse material, também, pode ser

aproveitado na execução dos aterros. Os SPT's dessa camada são 45/13 e 45/8 golpes. Esse material é bastante resistente e sua extração exigirá o uso contínuo de escarificadores, portanto esse material será classificado como 2ª categoria.

Os perfis individuais das sondagens foram apresentados no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

3.5.2.7. Sondagens a Pá e Picareta no Eixo das Alternativas AG2, AG3 e AG4

Excluindo os segmentos já citados, nos demais trechos a investigação do subsolo foi feita através de sondagens a pá e picareta.

Na Alternativa AG2, no trecho Açude Castanhão / Açude Curral Velho, foram executados 83 poços a pá e picareta que são mostrados na Tabela A.1. No trecho Açude Curral Velho / Açude Pacoti, subtrecho Km 0 ao Km 52+440, foram executados 30 poços a pá e picareta que são mostrados na Tabela A.1. E finalmente no subtrecho Km 52+440=0 ao Km 82+400, da Alternativa AG-2, foram executados 24 poços que são mostrados na Tabela A.1. Os perfis individuais destes poços foram apresentados no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

Na Alternativa AG3, no trecho São Brás / Alternativa AG2, foram executados 11 furos que são mostrados na Tabela A.2. Os perfis individuais destes poços foram apresentados no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

Na Alternativa AG4, no trecho Flores / Alternativa AG2, foram executados 5 furos que são mostrados na Tabela A.3. Os perfis individuais destes poços foram apresentados no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

**QUADRO 3.5.1 - FUROS EXECUTADOS NO
TRECHO AÇ. CASTANHÃO / AÇ. CURRAL VELHO - ALTERNATIVA AG-2**

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
1	1,60	2+800	560.825,000	9.396.108,000
2	2,00	3+200	560.900,000	9.396.400,000
3	1,00	4+100	560.241,000	9.397.072,000
4	1,20	4+600	560.265,000	9.397.478,000
5	2,50	5+300	560.695,000	9.398.003,000
6	1,00	5+800	560.853,000	9.398.434,000
7	1,00	6+100	561.146,000	9.398.491,000
8	2,00	6+600	561.461,000	9.398.871,000
9	2,00	7+200	562.004,000	9.399.082,000
10	1,70	7+400	562.129,000	9.399.238,000
11	1,20	13+000	561.516,000	9.404.565,000
SIFÃO DO RIACHO LIVRAMENTO				
12	0,80	13+700	561.636,000	9.405.862,000
13	0,75	13+800	561.634,000	9.405.962,000
14	0,80	13+900	561.634,000	9.406.072,000
15	0,80	14+000	561.636,000	9.406.164,000
16	0,80	14+100	561.627,000	9.406.264,000
17	4,10	14+200	561.635,000	9.406.360,000
18	3,00	14+300	561.629,000	9.406.490,000
19	0,50	14+400	561.622,000	9.406.560,000
20	0,50	14+500	561.626,000	9.406.654,000
21	1,00	14+600	561.764,000	9.406.764,000
22	0,60	14+700	561.631,000	9.406.808,000
23	0,80	14+800	561.633,000	9.406.964,000
24	0,80	14+900	561.651,000	9.407.050,000
25	0,70	15+000	561.637,000	9.407.138,000
26	0,75	15+100	561.633,000	9.407.268,000
27	0,45	15+200	561.629,000	9.407.328,000
28	0,50	15+300	561.628,000	9.407.426,000
FIM DO SIFÃO				
29	0,76	15+800	561.673,000	9.407.306,000
30	0,66	16+200	561.670,000	9.407.706,000
31	0,60	16+500	561.751,000	9.407.985,000
32	0,70	17+000	561.925,000	9.408.382,000
33	0,50	17+800	561.906,000	9.408.792,000
34	0,70	18+200	562.672,000	9.409.164,000
35	0,70	18+700	562.766,000	9.409.406,000
36	0,60	19+200	562.873,000	9.409.412,000
37	0,75	19+800	562.800,000	8.410.250,000
38	0,80	21+200	562.950,000	9.411.200,000
39	0,40	22+000	563.181,000	9.411.924,000
40	0,85	22+300	563.174,000	9.412.224,000
41	0,70	24+100	563.100,000	9.413.900,000

**QUADRO 3.5.1 (continuação) - FUROS EXECUTADOS NO
TRECHO AÇ. CASTANHÃO / AÇ. CURRAL VELHO - ALTERNATIVA AG-2**

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
42	0,60	24+250	563.134,000	9.414.170,000
43	1,00	24+650	563.100,000	9.414.500,000
44	0,70	25+50	563.100,000	9.414.900,000
45	0,65	25+150	563.100,000	9.415.000,000
46	0,65	26+400	562.925,000	9.416.261,000
47	1,30	27+000	562.981,000	9.416.858,000
48	1,30	27+300	563.009,000	9.417.157,000
SIFÃO DO RIACHO SANTA ROSA				
49	0,60	29+350	563.950,000	9.419.000,000
50	0,75	29+550	563.950,000	9.419.000,000
51	1,00	30+100	563.939,000	9.419.574,000
52	0,60	30+600	563.685,000	9.420.005,000
53	2,80	31+50	563.432,000	9.420.436,000
54	0,60	31+650	563.178,000	9.420.867,000
55	0,40	32+150	562.924,000	9.421.297,000
56	0,60	32+650	562.696,000	9.421.742,000
57	1,40	33+200	562.493,000	9.422.199,000
58	0,75	33+500	562.400,000	9.422.500,000
59	0,65	33+600	562.290,000	9.422.655,000
FIM DO SIFÃO				
60	2,00	35+500	563.392,000	9.424.109,000
61	2,20	35+700	563.584,000	9.424.049,000
SIFÃO DO RIACHO CORCUNDA				
62	1,20	36+100	564.161,000	9.424.625,000
63	3,00	36+550	564.120,000	9.425.123,000
64	0,75	36+650	564.120,000	9.425.123,000
FIM DO SIFÃO				
65	2,00	38+000	564.078,000	9.425.621,000
66	2,50	39+300	564.946,000	8.426.039,000
67	1,80	39+700	565.345,000	9.426.012,000
68	1,70	40+000	565.648,000	9.425.988,000
69	1,60	40+500	566.040,000	9.426.220,000
70	1,00	40+800	566.263,000	9.426.445,000
71	2,20	42+000	566.273,000	9.426.956,000
72	1,60	42+200	567.540,000	9.427.029,000
73	3,50	42+200	567.778,000	9.427.048,000
74	2,00	43+200	568.452,000	9.427.383,000
75	4,00	44+100	568.961,000	9.427.929,000
76	3,50	44+400	568.883,000	9.428.219,000
77	4,50	44+900	569.193,000	9.428.543,000

**QUADRO 3.5.1 (continuação) - FUIROS EXECUTADOS NO
TRECHO AÇ. CASTANHÃO / AÇ. CURRAL VELHO - ALTERNATIVA AG-2**

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
SIFÃO DE MORADA NOVA				
78	0,80	48+300	570.560,000	9.431.440,000
79	4,00	48+750	570.600,000	9.431.904,000
80	4,00	49+300	570.577,000	9.432.440,000
81	4,50	49+750	570.600,000	9.432.900,000
82	4,00	50+000	570.520,000	9.433.200,000
83	4,00	50+350	570.430,000	9.433.500,000
FIM DO SIFÃO				

QUADRO 3.5.2 - FUROS EXECUTADOS NO

TRECHO AÇ. CURRAL VELHO / AÇ. PACOTI - ALTERNATIVA AG-2 – Subtrecho Km 0 ao Km 52+440

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
1	2,30	0+500	577.927,000	9.438.738,000
2	3,00	6+000	580.762,000	9.443.221,000
3	2,30	8+500	580.144,000	9.446.000,000
4	1,30	11+000	579.191,000	9.447.323,000
5	3,00	13+000	578.145,000	9.449.011,000
6	0,70	14+000	577.782,000	9.449.943,000
7	0,60	15+000	577.418,000	9.450.874,000
8	1,20	21+000	574.469,000	9.456.051,000
9	0,75	22+500	573.663,000	9.458.316,000
10	1,80	25+500	571.630,000	9.459.230,000
11	0,90	27+000	571.219,000	9.460.672,000
12	0,60	28+600	570.859,000	9.462.162,000
13	1,50	30+000	571.248,000	9.462.162,000
14	2,00	31+000	571.650,000	9.465.500,000
15	1,80	34+200	572.838,000	9.466.969,000
16	1,80	35+000	573.120,000	9.466.480,000
17	0,70	35+600	573.484,000	9.468.187,000
18	1,20	35+600	573.725,000	9.468.750,000
19	1,00	37+500	574.402,000	9.469.868,000
20	0,80	38+000	574.720,000	9.470.252,000
21	1,00	38+600	575.087,000	9.470.724,000
22	1,60	43+000	577.549,000	9.474.122,000
23	2,00	43+500	577.595,000	9.474.602,000
24	1,30	44+000	577.796,000	9.475.175,000
25	1,80	45+000	578.000,000	9.476.316,000
26	1,60	46+000	578.000,000	9.477.160,000
27	1,50	47+000	578.500,000	9.477.660,000
28	1,20	50+000	578.436,000	9.480.845,000
29	1,35	51+000	577.519,000	9.481.239,000
30	1,40	52+000	576.772,000	9.481.986,000

QUADRO 3.5.3
FUROS EXECUTADOS NO TRECHO AÇ. CURRAL VELHO / AÇ. PACOTI
ALTERNATIVA AG-2 – Subtrecho Km 52+440=0 ao Km 82+400

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
1	1,30	3+000	574.914,000	9.574.278,000
2	1,50	6+000	572.031,000	9.485.990,000
3	2,00	10+000	569.000,000	9.488.500,000
4	1,35	17+000	567.334,000	9.494.210,000
5	4,30	18+200	567.400,000	9.495.020,000
6	1,60	20+000	567.731,000	9.495.340,000
7	1,70	24+400	568.150,000	9.503.050,000
8	2,00	29+000	568.778,000	9.506.269,000
9	2,50	30+500	569.500,000	9.507.470,000
10	2,30	38+000	570.744,000	9.511.480,000
11	2,70	38+500	570.375,000	9.510.526,000
12	2,60	44+800	571.177,000	9.514.401,000
13	2,60	50+000	570.803,000	9.519.202,000
14	3,50	51+000	571.200,000	9.522.730,000
15	3,60	54+000	570.080,000	9.523.960,000
16	3,00	56+000	570.314,000	9.525.106,000
17	3,50	57+000	570.254,000	9.526.212,000
18	4,00	57+600	567.962,000	9.529.377,000
19	3,50	80+000	567.940,000	9.530.022,000
20	4,00	81+000	568.226,000	9.532.108,000
21	4,00	82+000	568.208,000	9.532.068,000
22	1,60	82+400	553.598,000	9.543.010,000
23	1,50		551.208,000	9.543.802,000
24	1,50		549.300,000	9.544.160,000

QUADRO 3.5.4
FUROS EXECUTADOS NO TRECHO AÇ. CURRAL VELHO / AÇ. PACOTI
ALTERNATIVA AG-3 – Subtrecho São Braz – Alternativa AG-2

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
1	2,00	0+000	572.000,000	9.412.661,000
2	2,00	1+000	572.086,000	9.412.000,000
3	2,00	2+000	572.764,000	9.411.309,000
4	2,50	3+000	573.128,000	9.410.420,000
5	2,00	4+000	573.618,000	9.409.832,000
6	0,75	5+000	574.110,000	9.409.124,000
7	0,40	6+000	574.911,000	9.408.688,000
8	0,85	7+000	575.700,000	9.409.284,000
9	0,80	8+000	576.352,000	9.409.770,000
10	0,60	9+000	577.179,000	9.410.464,000
11	2,20	10+000	577.622,000	9.411.194,000

QUADRO 3.5.5 - SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-RMF
FUROS EXECUTADOS NO TRECHO AÇ. CURRAL VELHO / AÇ. PACOTI
ALTERNATIVA AG-4 – Subtrecho Flores – Alternativa AG-2

Furo	Profundidade	Km	COORDENADAS	
			E	N
1	1,80	0+000	602.173,000	9.439.750,000
2	2,00	1+000	602.771,000	9.441.110,000
3	2,50	2+000	602.074,000	9.441.660,000
4	2,50	3+000	601.576,000	9.442.062,000
5	2,50	4+000	600.981,000	9.442.532,000

3.5.2.8. Estudos de jazidas

Para execução da terraplenagem do canal, nos trechos de aterro e para pavimentação dos caminhos de manutenção foram localizadas jazidas de materiais terrosos para os corpos dos aterros e materiais pedregulhosos para a execução do revestimento primário.

No trecho Açude Castanhão / Açude Curral Velho foram identificadas 16 jazidas de materiais terrosos e 8 jazidas de revestimento primário.

No trecho Açude Curral Velho / Açude Pacoti, foram identificadas, nesta fase, 14 jazidas de materiais terrosos.

As jazidas foram identificadas por inspeção visual e após escolhas foram feitos furos a pá e picareta, em geral, quando as condições permitiam eram feitos cinco furos, mas nem sempre isso era possível e nesses casos eram feitos menos furos.

As jazidas de revestimento primário foram estudadas com a execução de apenas um furo a pá e picareta.

3.5.2.9. Ensaios de laboratório

Nas ocorrências de materiais selecionados foram coletadas 62 amostras sobre as quais foram executados os seguintes ensaios de laboratório:

- Granulometria (por Peneiramento);
- Limite de Liquidez;
- Limite de Plasticidade;
- Compactação.

Os resultados desses ensaios foram apresentados no Relatório Final dos Estudos Setoriais.

3.5.2.10. Conclusões e recomendações

Analisando os resultados dos estudos geológicos e geotécnicos é possível chegar-se às seguintes conclusões:

- Em todas as alternativas, as características geológicas muito se assemelham ao longo do traçado, haja visto a predominância das rochas cristalinas pré-cambrianas em longo trechos. Em outros trechos se faz marcante também a presença de sedimentos terciários do Grupo Barreiras Indiviso, classificados predominantemente na Formação Faceira. Ocasionalmente são encontrados também quartzitos, xistos, filitos e calcários cristalinos do Grupo Ceará, bem como granitóides, granitos e granodioritos pertencentes às Rochas Plutônicas Granulares. As faixas aluvionares ocorrem nas margens de alguns rios de maior porte.
- De acordo com o levantamento geológico de campo para a Alternativa AG2, em mapas na escala 1:25.000, estima-se, em termos de percentuais, que o canal tem 47% de sua extensão atravessando regiões predominantemente de formações rochosas e 53% restantes em solo. Considerou-se como solo: aluviões, Formação Faceira e coberturas Tércio-Quaternárias com profundidades além de 2,00m (estimado). Essa estimativa

poderá sofrer alguma alteração, em virtude a escala de trabalho. Os segmentos rochosos e de solo são apresentados na Tabela A.4 a seguir.

- As ocorrências de areais são abundantes no trecho entre a captação e o Km 20, antes do Açude Curral Velho, ao longo do Rio Jaguaribe em várias alternativas de ocorrência; no trecho entre os Km 20 a 55=0 (Açude Curral Velho), nos rios Santa Rosa e Banabuiú; no trecho entre o Km 0 (Açude Curral Velho) e o Km 30 (BR-116), nos rios Banabuiú e Pirangi; e finalmente no trecho entre o Km 30 (BR-116) até o Açude Pacoti, nos rios Pirangi e Choro.
- As ocorrências de pedreiras são abundantes, em forma de afloramentos diversos em todo o trecho compreendido entre a captação e o Rio Pirangi.
- No trecho compreendido entre a captação e o Açude Curral Velho da Alternativa AG2 ocorrem com freqüência grandes áreas com seixos rolados de boa granulometria que poderão ser aproveitados como proteção de taludes.
- Em todas as alternativas, ao longo dos traçados, não há ocorrência de segmentos com geotecnia merecedora de um estudo mais aprofundado, ou seja, zonas de ocorrências de argila mole ou de maciços rochosos instáveis.
- As ocorrências de solos terrosos são em geral de pouca espessura, o que ocasionará a exploração de grandes áreas.
- Os materiais oriundos das escavações obrigatórias, entenda-se materiais terrosos, poderão ser aproveitados nos corpos dos aterros.
- Todos os solos encontrados, quer das jazidas, quer das escavações, possuem parâmetros geotécnicos que possibilitam a utilização em taludes usuais de corte e aterro sem comprometimento da estabilidade.

Quadro 3.5.6

Estimativa de extensões de solo e rocha ao longo do traçado do eixão

Trecho (Km)	Solo (Km)	Rocha (Km)	Km acumulado	Observação
0+600 a 0+600	-----	0,6	0,6	Captação
0+600 a 13+000	12,4	-----	13,0	
13+000 a 14+900	-----	1,9	14,9	
14+900 a 15+100	0,2	-----	15,1	
15+900 a 23+100	-----	8,0	23,1	
23+100 a 23+300	0,2	-----	23,3	
23+300 a 27+300	-----	4,0	27,3	
27+300 a 30+800	-----	3,5	30,8	
30+800 a 31+100	0,3	-----	31,1	
31+100 a 34+800	-----	3,7	34,8	
34+800 a 35+500	0,7	-----	35,5	
35+500 a 36+000	-----	0,5	36,0	
36+000 a 37+000	1,0	-----	37,0	
37+000 a 38+000	-----	1,0	38,0	
38+000 a 47+500	9,5	-----	47,5	
47+500 a 49+000	-----	1,5	49,0	
49+000 a 51+000	2,0	-----	51,0	
51+000 a 53+000	-----	2,0	53,0	
0+700 a 1+700	----	1,0	54,7	
1+700 a 3+800	2,1	-----	56,8	
3+800 a 4+900	-----	1,1	57,9	
4+900 a 6+800	1,9	-----	59,8	
6+800 a 8+000	----	1,2	61,0	
8+000 a 9+500	1,5	-----	62,5	
9+500 a 10+600	-----	1,1	63,6	
10+600 a 14+100	3,5	-----	67,1	
14+100 a 14+400	-----	0,3	67,4	
14+400 a 16+400	2,0	-----	69,4	
16+400 a 17+000	-----	0,6	70,0	
17+000 a 17+500	0,5	-----	70,5	
17+500 a 18+500	-----	1,0	71,5	
18+500 a 20+200	1,7	-----	73,2	
20+200 a 20+700	-----	0,5	73,7	
20+700 a 21+500	0,8	-----	74,5	
21+500 a 22+600	-----	1,1	75,6	
22+600 a 24+000	1,4	-----	77,0	
24+000 a 26+100	-----	2,1	79,1	
26+100 a 26+900	0,8	-----	79,9	
26+900 a 28+000	-----	1,1	81,0	
28+000 a 34+900	6,9	-----	87,9	
34+900 a 35+300	-----	0,4	88,3	
35+300 a 40+000	4,7	-----	93,0	
40+000 a 4+000	-----	16,0	109,0	Após a Serra do Félix
4+000 a 9+000	-----	5,0	114,0	
9+000 a 11+000	2,0	-----	116,0	
11+000 a 12+000	-----	1,0	117,0	
12+000 a 14+000	2,0	-----	119,0	
14+000 a 14+500	-----	0,5	119,5	
14+500 a 15+200	0,7	-----	120,2	

Continua...

Quadro 3.5.6

Estimativa de extensões de solo e rocha ao longo do traçado do eixão

...continuação

Trecho (Km)	Solo (Km)	Rocha (Km)	Km acumulado	Observação
15+200 a 18+000	-----	2,8	123,0	
18+000 a 21+500	3,5	-----	126,5	
21+500 a 26+500	-----	5,0	131,5	
26+500 a 28+200	-----	1,7	133,2	
28+200 a 31+800	3,6	-----	136,8	
31+800 a 32+200	-----	0,4	137,2	
32+200 a 46+000	13,8	-----	151,0	
46+000 a 58+200	12,2	-----	163,2	
58+200 a 58+800	-----	0,6	163,8	
58+800 a 59+700	0,9	-----	164,7	
59+700 a 61+800	-----	2,1	166,8	
61+800 a 62+200	0,4	-----	167,2	
60+200 a 63+300	-----	1,1	168,3	
63+300 a 63+500	0,2	-----	168,5	
63+500 a 69+500	-----	6,0	174,5	
69+500 a 71+000	1,5	-----	176,0	
71+000 a 75+000	-----	4,0	180,0	
75+000 a 77+000	2,0	-----	182,0	
77+000 a 78+000	-----	1,0	183,0	
78+000 a 79+200	1,2	-----	184,2	
79+200 a 83+000	-----	3,8	188,0	
Total	98,8	89,2	188,0	
	52,55%	47,45%		

Com relação à classificação dos materiais de escavação (Quadro 3.5.7), quando a seção do canal se desenvolver em corte, tem-se as seguintes situações:

- **Situação 1:** as escavações serão em solo, caracterizando material de 1ª categoria;
- **Situação 2:** escavações com profundidades até 1,50m serão em solo ou rocha alterada, caracterizando alternâncias de materiais de 1ª e 2ª categorias. Quando a escavação ultrapassar a profundidade de 1,50m, serão encontradas ocorrências de rocha alterada e sã, com predominância de rocha sã, caracterizando alternâncias de materiais de 2ª e 3ª categorias.

Quadro 3.5.7
Classificação dos materiais nas seções em corte

1º TRECHO	
LOCALIZAÇÃO	SITUAÇÃO
Km 0 ao Km 13	1
Km 13 ao Km 35	2
Km 35 ao Km 47	1
Km 47 ao Km 49	2
Km 49 ao Km 51	1
Km 51 ao Km 54	2

2º TRECHO	
LOCALIZAÇÃO	SITUAÇÃO
Km 0 ao Km 14	2
Km 14 ao Km 28	2
Km 28 ao Km 40	2
Km 40 ao Km 52=0	2
Km 0 ao Km 10	2
Km 10 ao Km 21	2
Km 21 ao Km 28	2
Km 28 ao Km 58	1
Km 58 ao 69	2
Km 69 ao 79	1
Km 79 ao 83	2

3.6. ESTUDOS PEDOLÓGICOS

3.6.1. Escopo dos Estudos

Os trabalhos constaram do levantamento e análise dos estudos existentes nas áreas irrigáveis, em especial nas seguintes:

- “Chapadão do Castanhão”, “Zona de Transição Morada Nova Sul” e “Zona de Transição Norte”, esta última que abrange também o atual projeto de irrigação Tabuleiros de Russas, todas anteriormente identificadas pelo DNOCS;
- região de Baturité, identificada pela extinta SUDEC;
- áreas de Ibicuitinga/Morada Nova e Pindoretama, identificadas neste estudo.

O Relatório Final dos Estudos Setoriais - Tomo I, descreve, detalhadamente, a metodologia aplicada na realização dos levantamentos, a caracterização das classes de solos mapeadas e sua interpretação para uso com irrigação, a abrangência das áreas e seus respectivos percentuais na formação do universo levantado, a representação espacial destas em cartas base do IPLANCE na escala de 1:200.000 e as fichas de perfis e de análises de laboratório.

Neste item do presente Relatório se busca rerepresentar, de modo bastante resumido, os mesmos Estudos Pedológicos desenvolvidos.

3.6.2. Métodos de Trabalho

Os solos mapeados representam associações de terras com potencial para uso agrícola intensivo, isto é, sob regime de irrigação, em especial por aspersão, microaspersão e gotejamento, apropriados aos solos arenosos e profundos.

Os métodos de trabalho utilizados são descritos a seguir.

a) Métodos de Trabalho de Campo

A etapa de campo foi desenvolvida com apoio na interpretação de aerofotos nas escalas 1:40.000 e 1:25.000 que compõem a cobertura aerofotogramétrica do Estado, e na produção de um “overlay” que serviu de base para os serviços de campo, cujas atividades de identificação das unidades de mapeamento levou em conta as características conjuntas de drenagem, relevo, vegetação e textura do solo.

Foram feitas várias incursões nas áreas através da densa malha viária carroçável, além das rodovias principais, que serviram de pontos de estudos gerais nos cortes de estradas, minitrincheiras, tradagens e outras formas visuais de observação para realização do mapeamento e legenda preliminar.

As descrições morfológicas e a coleta de material para análise de laboratório foram feitas com base na metodologia preconizada pela EMBRAPA SOLOS - Centro Nacional de Pesquisa de Solos divulgada através de Normas e Critérios para Levantamentos Pedológicos.

b) Métodos de Trabalho de Escritório

A primeira fase foi relativa às novas áreas que englobam uma faixa que se estende de Ibicuitinga até o limite do Projeto de Irrigação Tabuleiros de Russas, em fase final de implantação pelo DNOCS, e uma outra que abrange parte dos municípios de Aquiraz e de Pindoretama, a montante da CE-004.

Os trabalhos realizados para conclusão dessa fase compreenderam a delimitação e confirmação das manchas de solos com base nas observações de campo, no estabelecimento de uma legenda definitiva para as unidades de mapeamento, apoiado na interpretação dos dados morfológicos e analíticos dos perfis e, no enquadramento dessas unidades de mapeamento em classes de terra para irrigação, conforme as normas do "Bureau of Reclamation".

A segunda fase do trabalho de escritório partiu da reunião dos estudos e levantamentos de solos existentes em áreas influenciadas pelo caminamento do Eixo, e que oferecessem oportunidades de futuros aproveitamentos hidroagrícolas, tendo o mesmo como fonte de suprimento de água; os resultados desses estudos foram incorporados ao presente trabalho.

Foram selecionados perfis modais para caracterização das unidades de mapeamento dessas áreas, bem como, a indicação das respectivas classes de terras para irrigação.

c) Métodos de Trabalho de Laboratório

As amostras de solos coletadas foram analisadas no laboratório do DNOCS, segundo os métodos preconizados pela EMBRAPA SOLOS - Centro Nacional de Pesquisa de Solo, sendo consideradas as seguintes determinações analíticas:

- Análises Físicas: granulometria; densidade real e aparente; umidade a 1/3 e 15 atm; água útil;

- Análises Químicas: pH; condutividade elétrica; carbono, matéria orgânica e fósforo assimilável; complexo sortivo.

3.6.3. Solos

As classes de solos encontradas na área estudada foram classificadas segundo os critérios da EMBRAPA SOLOS – Centro Nacional de Pesquisa de Solo.

As classes de solos e as unidades de mapeamento são descritos a seguir.

a) Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Podzólico

Compreende solos profundos, com horizonte B latossólico, intermediários para podzólico, possuindo baixa saturação de bases (valor V menor que 50%), baixa capacidade de permuta de cations (valor T), baixa soma de bases trocáveis (valor S), com avançado grau de intemperização do material do solo; compreende a seguinte unidade:

- Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Podzólico A fraco textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

Apresenta horizonte A com espessura entre 40 e 85cm, de coloração escura, matiz 10 YR, valor e croma geralmente de 5 e 4 respectivamente, quando seco e úmido; textura arenosa, poroso, muito friável e está dividido em A1 e A3.

Possui um horizonte B muito espesso (40 a 210 cm a mais). A coloração quando úmido, varia entre bruno amarelado e amarelo avermelhado com matiz geralmente 10 YR, valor variável de 7,5 a 6, predominando o croma 6; cromas 6 e 8. Apresentam textura franco arenosa e franco argilo arenosa, de consistência muito friável a friável.

Os teores de fósforo assimilável e alumínio (Al+++), são baixos. São ácidos a fortemente ácidos.

Os solos desta unidade encontram-se cultivados com diversas culturas. Pode-se estimar que 70% da área total seja utilizada com agricultura, 20% ocupada com capoeira e os 10% restantes, com pecuária. Entre as culturas mais encontradas, podem-se citar: o feijão e o milho na época das chuvas, seguido do cultivo de mandioca no período de estiagem. Estas culturas geralmente estão localizadas entre cajueiros, com distância variável entre eles, geralmente esparsados.

A maior limitação ao uso agrícola destes solos decorre de sua baixa fertilidade natural, pois são provenientes de materiais pobres em reservas de minerais. São fortemente ácidos com valor S muito baixo.

Experimentos realizados em outras regiões, nesta classe de solos, demonstram que respondem bem à adubação química e orgânica. Dada as suas boas características físicas, deve-se fazer uso de adubos e corretivos de forma racional, a fim de aumentar sua produtividade.

Estes solos são permeáveis, porosos e de relevo plano, portanto susceptíveis à erosão. Por função destes fatores, são solos com condições limitadas para mecanização, entretanto são recomendáveis práticas conservacionistas simples.

Estão representados pela unidade LVd1, na área de Ocara.

b) Podzólico Vermelho Amarelo Escuro Latossólico

É caracterizada por apresentar horizonte B textural com saturação de base superior a 50% e caracter transicional para Latossolo, sendo solos bem a acentuadamente drenados; compreende a unidade descrita a seguir:

- Podzólico Vermelho Escuro Latossólico Eutrófico A fraco textura arenosa/média, relevo suave ondulado.

O horizonte A é fraco, com espessura entre 13 e 16 cm, cor bruno avermelhado escuro no matiz 5YR, textura areia franca, matéria orgânica varia de 0,8 a 1,5%, pH de 5,4 a 6,3 e capacidade de troca de cations entre 1,9 e 4,5 mE/100g de solo.

O horizonte B textural apresenta-se com cor normalmente vermelha, no matiz 2,5 YR, textura franco arenosa e franco argilo arenosa. O pH varia de 5,7 a 6,3 e a argila é de baixa atividade, entre 3 e 7 mE100g de argila. Admite a ocorrência de subhorizontes com saturação por bases inferior a 50%.

O horizonte C ocorre normalmente a mais de 200 cm, apresentando características físico-químicas que não constituem limitação para o desenvolvimento de sistemas radiculares profundos.

A capacidade de água disponível apresenta valores médios de 19 e 129 mm para 30 e 120cm de solo respectivamente e a taxa de infiltração variou entre 140 e 200 mm/h.

1º componente da unidade PEe1 na área dos Tabuleiros de Russas.

2º Componente da Unidade PV4, na área transição Morada Nova Sul.

c) Podzólico Vermelho Amarelo

Esta classe compreende solos com horizonte B textural, não hidromórficos, com argila de atividade baixa, ou seja, capacidade de troca de cations (T) após correção para carbono, menor que 24 mE para 100 gramas de argila. A saturação de bases é baixa, (valor inferior a 50%). Apresentam-se geralmente ácidos e fortemente ácidos e de baixa fertilidade natural. Normalmente são bem drenados, profundos a muito profundos. Possuem perfis bem diferenciados com seqüência de horizontes A, Bt e C. Esta classe compreende as unidades descritas a seguir:

- Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

São solos normalmente profundos ou moderadamente profundos, desenvolvidos dos sedimentos do terciário. Apresentam horizonte A de espessura média entre 25 e 50 cm, coloração entre bruno amarelado e bruno, matiz 10 YR e 5 YR, valores entre 4 e 5 e croma entre 3 e 6, considerando-se o solo em seu estado úmido. A textura encontra-se na faixa de areia a franco arenoso, são de estrutura em geral granular, fracamente desenvolvidas, friáveis e normalmente subdivididos em A1 e A3.

O horizonte B varia de espessura, podendo atingir valores entre 150 e 180cm, em certos casos até 200 cm; coloração vermelho claro e bruno forte, com matiz 2,5 e 7,5, valor 3 a 6 e croma 4 a 8. Textura varia de areia franca a argila arenosa. São friáveis quando úmidos, de baixa fertilidade natural, de acidez moderada a praticamente neutra, com baixo teor de alumínio e baixo teor de matéria orgânica.

Como inclusões nesta unidade, pode-se citar:

- Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico abruptico plíntico A fraco textura arenosa/argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano;
- Solonetz Solodizado A fraco textura argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
- Afloramentos de Rocha.

Estes solos encontram-se bastante cultivados com algodão, milho, feijão e algumas fruteiras.

A reserva mineral destes solos é pequena, portanto com o uso, a fertilidade natural decresce constantemente, sendo necessária a adubação, para manter a fertilidade e também para elevar o nível de nutrientes.

A maior limitação decorre da deficiência de água; embora possuam boa capacidade de retenção de água por ocasião de seca prolongada ocorrem problemas; com manejo adequado e aproveitando o curto período chuvoso, podem-se usar culturas anuais; as culturas permanentes somente com irrigação.

1º Componente da Unidade PV4, na área de Transição Morada Nova Sul.

1º Componente da Unidade PV5, na área de Ibicuitinga.

Representando a unidade PE1 na área de Ocara.

- Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico abrupático plintico A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

São solos profundos a moderadamente profundos derivados de rochas sedimentares do terciário, com transição abrupta entre os horizontes A e B e apresentando plintita no horizonte B.

O horizonte A é de espessura bastante variável entre 30 e 100 cm subdivididos em A1 e A3. Coloração de bruno amarelado a bruno escuro, matiz 10 YR e 7,5 YR, valor entre 4 e 5 e croma 3 e 4, estrutura granular com grão simples, ligeiramente duro ou macio e muito friável.

O horizonte B com espessura de 170 a mais de 200 cm, é geralmente de coloração variável de vermelho amarelado a amarelo, apresentando mosqueado proeminente e cores variegadas, com estrutura em blocos angulares e subangulares, forte a moderadamente desenvolvida. São duros ou muito duros e friáveis.

Apresentam elevada fertilidade natural, elevada acidez a moderadamente ácidos com baixos teores de fósforo solúvel.

Como inclusões nesta unidade pode-se citar o Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico A fraco textura arenosa/argilosa e/ou média fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado

Estes solos encontram-se cultivados com culturas de caju, mandioca, milho e feijão; outras áreas, principalmente as de vegetação secundária, são utilizadas com pastagem extensiva.

São de fertilidade natural média; por outro lado, a acidez vai aumentando com a profundidade, o mesmo acontecendo com o alumínio trocável. Desta forma, pode vir a prejudicar as culturas de raízes profundas. Devido o clima seco, apresentam também problemas de deficiência de água, principalmente para as culturas permanentes, com exceção de cajueiros que, em função da raiz pivotante de grandes dimensões, penetram até as camadas mais profundas do solo.

Não obstante o relevo, são susceptíveis à erosão, pois a grande diferença textural que apresentam entre o horizonte A arenoso e B argiloso determina uma infiltração rápida no horizonte superficial e lento na subsuperficial. Isto, além de promover armazenamento de água poderá provocar o escoamento superficial das água precipitadas por chuvas intensas, originando enxurradas que facilmente arrastarão o horizonte superficial, continuando o trabalho erosivo no horizonte subsuperficial. Portanto, na utilização destes solos, especial atenção deverá ser dada aos tratos convencionais.

A mecanização está limitada pela textura arenosa do horizonte superficial.

Estão representados pela unidade PE2 na área de Ocara.

- Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico Álico Abrúptico A fraco textura arenosa/média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado (PV1).

Apresentam perfil bem diferenciado, tendo em geral, A1, A3, B1t e B2t. O horizonte A é arenoso com cores variando do bruno ao vermelho amarelado, o horizonte Bt é de textura média com cores avermelhadas.

A associação desses dois caracteres, confere a esta classe o caráter abrúptico.

São solos muito profundos, friáveis e muito friáveis, porosos, bem acentuadamente drenados. A vegetação predominante nestes solos é a caatinga hiperxerófila.

O material originário é constituído por sedimentos provenientes da Formação Faceira.

As limitações ao uso destes solos estão relacionadas com a fertilidade natural baixa, a textura arenosa em superfície, a baixa capacidade de retenção de umidade, a acidez, o teor elevado de alumínio e a alta taxa de infiltração.

São solos com potencial para agricultura irrigada desde que corrigidas as deficiências com aplicação de corretivos e adubos orgânicos e químicos. O emprego de práticas conservacionistas, também é recomendado.

1º Componente da Unidade PV1, na área de Nova Jaguaribara.

- Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico Distrófico A fraco textura arenosa/média, relevo plano.

O horizonte A1 é fraco, com espessura em torno de 13cm, cor bruno escuro no matiz 10 YR e textura areia e areia franca. O teor de matéria orgânica varia próximo a 0,7%, pH entre 5,2 e 5,8 e capacidade de troca de cations entre 2,5 a 4,6 mE/100g de solo.

O horizonte B textural tem cores bruno forte ou amarelo avermelhado nos matizes 5YR, 7,5YR e 10YR. A textura é franca arenosa e franco argilo arenosa; o pH varia de 5,5 a 6,2, saturação por bases entre 60 e 70% e valor de T entre 7 e 15 mE/100g de argila.

O horizonte C, nessa série de solos apresenta boas características físico-químicas, semelhante ao horizonte B textural, não representando nenhuma restrição para o uso agrícola.

A taxa de infiltração varia entre 110 e 240mm/h e a capacidade de água disponível em torno de 20 e 103 mm para 30 e 120 cm de solo respectivamente.

2º Componente da Unidade PEe1, na área dos Tabuleiros de Russas.

3º Componente da Unidade PV3, na área dos Tabuleiros de Russas.

- Podzólico Vermelho Amarelo Latossólico Distrófico e Álico A fraco textura arenosa/média, relevo plano.

O horizonte A1 é fraco, com espessura variando de 5 a 29 cm, cores bruno forte a bruno claro nos matizes 10YR e 7,5YR e vermelho amarelado no matiz 5YR, textura franco arenosa e franco argilo arenosa. O pH varia de 4,3 e 5,8, saturação por bases entre 10 e 40%, argila de baixa atividade, inferior a 15 mE/100g de argila e saturação de alumínio variável, conferindo caráter álico ou distróficos a esses solos.

Os testes de infiltração, indicaram uma taxa muito alta, com valor médio de 185 mm/h; a capacidade de água disponível tem valores em torno de 21 e 123 mm para 30 e 120 cm de solo respectivamente.

2º Componente da Unidade AQd2, na área dos Tabuleiro de Russas.

Representa a unidade PV2, na área dos Tabuleiros de Russas.

- Podzólico Vermelho Amarelo Eutrófico plíntico A fraco textura arenosa/média, relevo plano.

A característica diferencial mais importante destes solos é a presença de plintita no horizonte B textural, que ocorre a partir de 50 a 130 cm de profundidade, resultando solos moderadamente drenados devido a presença desta camada de baixa permeabilidade.

O horizonte A apresenta cores bruno acinzentado escuro e bruno escuro, no matiz 10YR, textura arenosa, estrutura em grãos simples; consistência solto, muito friável, não plástico e não pegajoso.

A capacidade de troca catiônica, varia entre 3,5 e 4,8 mE/100g de solo; a soma de base é superior a 2 mE/100g d solo e o pH está entre 5,1 e 6,4.

O horizonte B textural apresenta cores nos matizes 5YR, 7,5YR e 10YR, valor 4 ou 6 e croma variando de 4 a 8. A plintita apresenta-se variegada ou com mosqueado abundante, na cor vermelha nos matizes 2,5YR e 10YR. A textura é franco arenosa e franco argilo arenosa, estrutura moderada, média em blocos angulares; consistência ligeiramente duro e extremamente duro, firme, plástico ou muito plástico e pegajoso ou muito pegajoso.

São de caráter eutrófico, saturação com bases entre 60 e 80%, argila de baixa atividade, capacidade de troca de cations de 9 a 19 mE/100g de argila e pH em torno de 5,0.

A capacidade de água disponível desses solos varia de 25 a 120 mm para 30 e 120 cm de solo, respectivamente. As taxas de infiltração são muito altas, de 100 a 200 mm/h.

1º Componente da Unidade PV3, na área dos Tabuleiros de Russas.

- Podzólico Bruno-Acinzentado Distrófico Álico A fraco textura arenosa/média relevo plano.

Caracterizam-se por apresentar nas camadas subsuperficiais, cores com valor 6 ou 7 e cromas entre 2 e 4, sendo de drenagem moderada a imperfeita.

O horizonte A é fraco com espessura variando de 6 a 17 cm, cores bruno escuro ou bruno acinzentado escuro no matiz 10 YR; textura areia ou areia franca; estrutura fraca, pequena

granular ou em blocos subangulares; consistência solto, muito friável, não plástico e não pegajoso. O teor de matéria orgânica varia de 0,7 a 0,9%, o pH de 5,2 a 6,4 e a capacidade de troca de cations de 2,1 a 4,7 mE/100g de solo.

O horizonte B textural tem cores variando de bruno claro acinzentado a bruno muito claro acinzentado no matiz 10YR; textura franco arenosa e franco argilo arenosa; estrutura fraca pequena ou média em blocos subangulares; consistência macio, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso. A atividade de argila é baixa, entre 10 a 15 mE/100g de argila, pH entre 4,8 e 5,9, saturação por bases entre 10 e 49% e saturação por alumínio variando entre 40 e 75%.

O horizonte C apresenta características semelhantes ao Bt, com cores acinzentadas no matiz 10YR, evidenciando certo grau de limitação por drenagem.

Os testes de infiltração realizados, indicaram taxas de infiltração muito rápidas para esses solos, com valor médio de 150 mm/h. A capacidade de água disponível varia em torno de 21 a 110 mm para 30 e 120 cm de solo respectivamente.

2º Componente da Unidade PV3, na área dos Tabuleiros de Russas.

c) Areias Quartzosas

Compreendem solos areno-quartzosos, profundos e muito profundos, com baixo teor de argila (< 15%), baixa saturação de bases (valor V menor que 50%), baixa a média saturação com alumínio e de baixa soma de bases trocáveis. Tem fertilidade natural baixa, são excessivamente drenados, moderada a fortemente ácidos. Possuem seqüência de horizontes A, C. Há pouca diferenciação entre os horizontes A e C, devido a pequena variação das características morfológicas, mas pode ser evidenciada uma diferença na cor.

Ocorre na área as unidades descritas a seguir:

- Areias Quartzosas Distróficas A fraco fase floresta antrópica de cajueiro relevo plano e suave ondulado.

São solos profundos com horizonte A de espessura entre 20 e 50 cm, de coloração normalmente bruno escuro, matiz 10 YR valor 3 e 4 e croma 3 e 5. São geralmente macio quando seco, muito friável quando úmido, não plástico e não pegajoso.

O horizonte C é muito espesso, via de regra até mais de 200 cm. Apresentam normalmente coloração amarelada com matiz 10 YR valor 4 a 6 e croma 4 a 5, sendo mais comum o 4.

Os solos componentes desta unidade são essencialmente utilizados com a cultura do cajueiro. Entretanto, aparecem áreas de consorciação do cajueiro com culturas de amendoim, feijão ou milho, mais comumente, quando a cultura de cajueiro está nos seus primeiros estágios de desenvolvimento vegetativo.

Unidade isolada AQd1 na área de Ocara.

- Areias Quartzosas Distróficas Álica Latossólica A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

Esta classe compreende solos areno-quartzosos, profundos, com baixos teores de argila. Apresentam-se ácidos, com saturação de bases inferior a 50% a altos teores de alumínio trocável. Tem fertilidade natural baixa, são bem acentuadamente drenados. Apresentam sequência de horizonte A, C1, C2, C3 e textura arenosa em todo o perfil. São solos intermediários para Latossolos, em função do gradiente textural e do avançado grau de intemperização.

São derivados da Formação Faceira, ocorrendo em relevo plano e suave ondulado com cobertura dos remanescentes da vegetação tipo caatinga hiperxerófila.

A maior parte da área apresenta-se coberta pela caatinga hiperxerófila. Encontram-se cultivados com cajueiro e em pequeníssima escala feijão e mandioca.

As principais limitações estão relacionadas com a fertilidade natural baixa, a textura arenosa em superfície e em todo o perfil, a baixa capacidade de retenção de umidade, a acidez, o teor elevado de alumínio e a alta taxa de infiltração.

1º Componente da Unidade AQd2, na área dos Tabuleiro de Russas.

2º Componente da Unidade PV1, na área de Nova Jaguaribara.

- Areias Quartzosas Distróficas A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

São solos profundos com horizonte A de espessura entre 25 e 30 cm, de coloração, normalmente bruno escuro e bruno amarelado, matiz 10 YR valor 3 e 5 e croma 3 e 4. São geralmente macio quando seco, muito friável quando úmido, não plástico e não pegajoso.

O horizonte C é muito espesso, via de regra até mais de 200 cm. Apresenta normalmente coloração bruno e amarelo brunado matiz 10 YR valor 4, 5 a 6 e croma 3, 6 e 8.

Quimicamente são solos com pH entre 5,2 e 5,6, CTC variando de 3,94 a 6,99 mE/100g de solo, soma de bases com valores entre 2,21 a 5,48 mE/100g de solo.

Os solos componentes desta unidade são essencialmente utilizados com a cultura do cajueiro.

2º Componente da Unidade PV5, na área de Pindoretama.

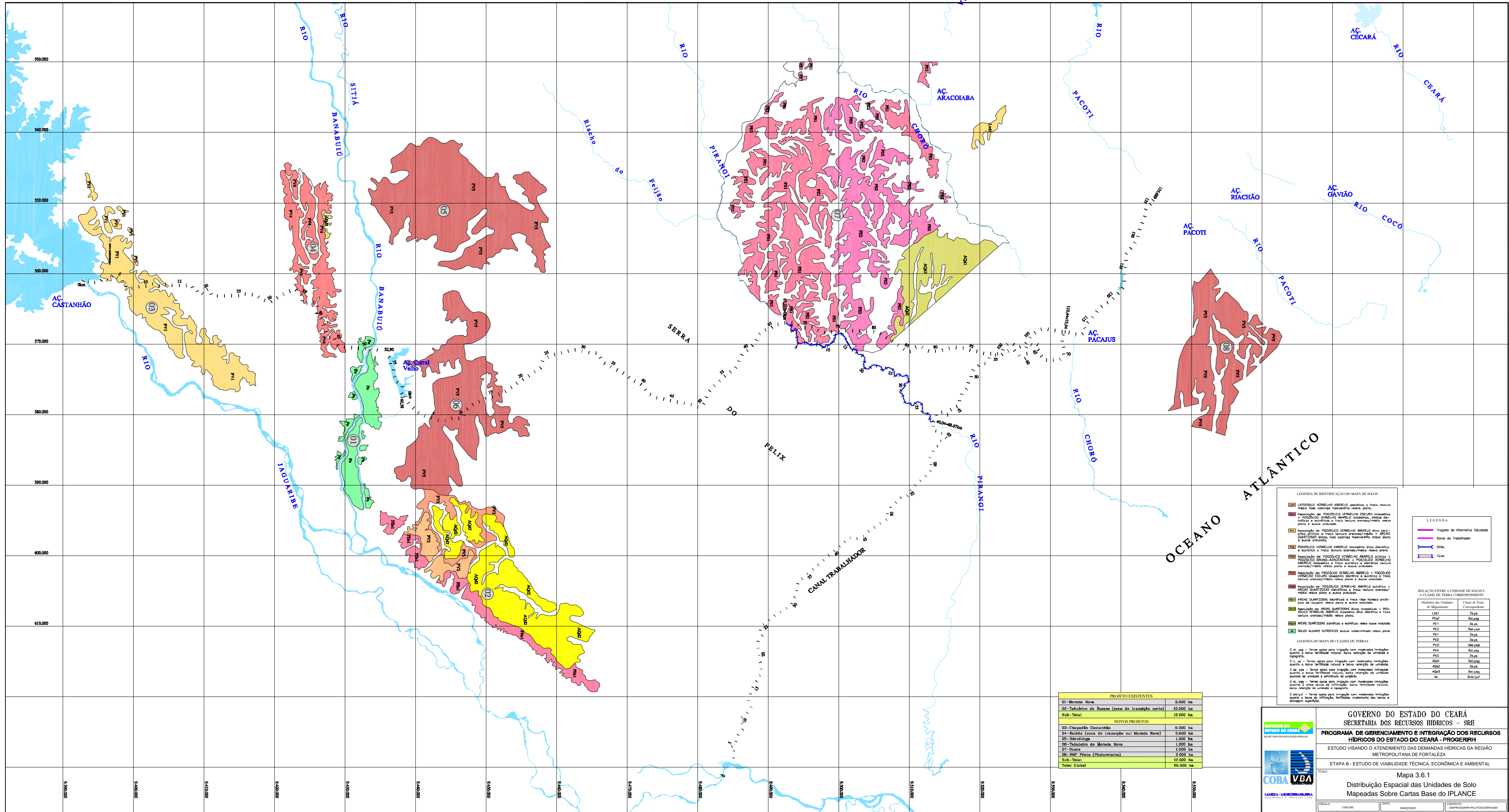
Unidade isolada AQd3, na área transição Morada Nova Sul.

3.6.4. Situação, Extensão e Distribuição das Unidades de Mapeamento

Símbolos das Unidades de Mapeamento	Área (ha)	Porcentagem em Relação a Área Total
LVd1	970	0,60
PEe1	3470	2,17
PE1	31840	19,88
PE2	18250	11,40
PV1	11450	7,15
PV2	2730	1,70
PV3	4080	2,55
PV4	8930	5,58
PV5	61490	38,39
AQd1	880	0,55
AQd2	15110	9,44
AQd3	160	0,10
TOTAL	160150	100,0

3.6.5. Mapa de Solos

A distribuição espacial das manchas de solos está mostrada no [Mapa 3.6.1](#), cuja legenda de identificação é a seguir discriminada.



LEGENDA DE IDENTIFICAÇÃO DO MAPA DE SOLOS

- 101 LATOSSOLO VERMELHO AMARELO pedregoso a fraca textura média, fase latossolo independente, relevo plano.
- 102 Associação de: POISSOLO VERMELHO ESCURO latossólico + POISSOLO VERMELHO AMARELO latossólico, semide- latossolo e eutróficos a fraca textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.
- 103 Associação de: POISSOLO VERMELHO AMARELO fraco argiloso, fraco a fraca textura arenosa/média + AREAS QUARTZOLÍTICAS fraca a fraca textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.
- 104 POISSOLO VERMELHO AMARELO latossólico fraco, fraco a fraca textura arenosa/média relevo plano.
- 105 Associação de: POISSOLO VERMELHO AMARELO fraco a fraco a fraca textura arenosa/média + POISSOLO VERMELHO AMARELO latossólico e fraco a fraco a fraca textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.
- 106 Associação de: POISSOLO VERMELHO AMARELO e POISSOLO VERMELHO ESCURO latossólico a fraco a fraca textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.
- 107 Associação de: POISSOLO VERMELHO AMARELO e AREAS QUARTZOLÍTICAS fraco a fraca textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.
- 108 AREAS QUARTZOLÍTICAS fraco a fraca a fraca textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.
- 109 Associação de: AREAS QUARTZOLÍTICAS fraco a fraca a fraca textura arenosa/média relevo plano.
- 110 AREAS QUARTZOLÍTICAS fraco a fraca a fraca textura arenosa/média relevo plano.
- 111 SOLOS ALIVIAIS EUTRÓFICOS textura indistinta relevo plano.

LEGENDA DO MAPA DE CLASSES DE TERRAS

- 2 st. 1st - Terra apta para irrigação com modernas técnicas de cultivo e boas condições naturais, boa retenção de umidade e capacidade.
- 2 st. 2 st - Terra apta para irrigação com modernas técnicas, porém a boa fertilidade natural é baixa retenção de umidade dentro de unidade e dificuldade de cultivo.
- 2 st. 3 st - Terra apta para irrigação com modernas técnicas, porém a boa fertilidade natural é baixa retenção de umidade dentro de unidade e dificuldade de cultivo.
- 2 st. 4 st - Terra apta para irrigação com modernas técnicas, porém a boa fertilidade natural é baixa retenção de umidade dentro de unidade e dificuldade de cultivo.
- 2 st. 5 st - Terra apta para irrigação com modernas técnicas, porém a boa fertilidade natural é baixa retenção de umidade dentro de unidade e dificuldade de cultivo.

LEGENDA

- Tropo de Alternativa Estudado
- Canal de Trabalhador
- Serra
- Terra

RELAÇÃO ENTRE A UNIDADE DE SOLOS E A CLASSE DE TERRA CORRESPONDENTE

Símbolo das Unidades de Mapeamento	Classe de Terra Correspondente
LM1	3st.1st
PE1	3st.1st
PE2	3st.1st
PV1	3st.1st
PV2	3st.1st
PV3	3st.1st
PV4	3st.1st
PV5	3st.1st
AD1	3st.1st
AD2	3st.1st
AD3	3st.1st
AD	3st.1st

PROJETO EXISTENTES

01-Morada Nova	3.000 ha
02-Tabuleiro de Ruessas (zona de transição norte)	10.000 ha
Sub-Total	13.000 ha

NOVOS PROJETOS

03-Chapadão Castanhão	6.000 ha
04-Roldão (zona de transição sul Morada Nova)	6.000 ha
05-Itabitinga	1.000 ha
06-Tabuleiro de Morada Nova	1.000 ha
07-Ucaira	1.000 ha
08-PMF Pindaíba (Pindaíba)	2.000 ha
Sub-Total	17.000 ha
Total Global	30.000 ha

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH

ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

ETAPA B - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL

TÍTULO: Mapa 3.6.1
Distribuição Espacial das Unidades de Solo Mapeadas Sobre Cartas Base do IPLANCE

ESCALA: 1:500.000 DATA: MAR/2001 CONTRATO: 008/PROGERIRH-PLN/CE/01/99

LVd1 – LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Podzólico A fraco textura média fase caatinga hipoxerófila relevo plano.

PEe1 – Associação de: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO Latossólico + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Latossólico, ambos distróficos e eutróficos A fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.

PE1 – PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO A fraco textura arenosa/argilosa fase caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

PE2 – PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO abruptico plintico A fraco textura arenosa/média e argilosa fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

PV1 – Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO ÁLICO abruptico plintico A fraco textura arenosa/média + AREIAS QUARTZOSAS ÁLICAS, fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

PV2 – PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO ÁLICAS Latossólico e Eutrófico A fraco textura arenosa/média relevo plano.

PV3 – Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO plintico + PODZÓLICO BRUNO-ACINZENTADO + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Latossólico A fraco eutrófico e distrófico textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.

PV4 – Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO + PODZÓLICO VERMELHO ESCURO DISTRÓFICO E EUTRÓFICO Latossólico A fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.

PV5 – Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO + AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado.

AQd1 – AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS A fraco fase floresta antrópica de cajueiro relevo plano e suave ondulado.

AQd2 – Associação de: AREIAS QUARTZOSAS ÁLICAS Latossólicas + PODZÓLICO VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO ÁLICO Latossólico A fraco textura arenosa/média relevo plano.

AQd3 – AREIAS QUARTZOSAS DISTRÓFICAS E EUTRÓFICAS relevo suave ondulado.

3.6.6. Classes de Terra para Fins de Irrigação

A classificação de terras para irrigação foi realizada com base nos critérios utilizados pelo United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation Manual, o qual consiste numa classificação sistemática das terras em classes estabelecidas pela diferenciação dos seus aspectos ecológicos, agrícolas e econômicos.

As terras são avaliadas nas suas condições de solo, topografia e drenagem. Através destas condições, fatores econômicos são inferidos, bem como outros fatores físicos entre os quais: necessidade de água e drenabilidade. O uso atual da terra é também indicado.

A identificação da classe é seguida por “s”, “t” e/ou “d” para indicar se a deficiência da terra é solo, topografia e/ou drenagem. As deficiências de s, t e d são explicadas também por letras;

Deficiências de Solo (s):

- k - pouca profundidade;
- v - textura arenosa;
- y - fertilidade baixa;
- x - rochoso e/ou pedregoso;
- i - altas taxas de infiltração;
- q - baixa retenção de umidade;

Deficiências de Drenagem (d):

- w - drenagem interna impedida ou lençol freático alto;
- f – inundação;
- o - bacias fechadas;

Deficiência de Topografia (t):

- g – declividade.

As classes de terra identificadas, e apresentadas no [Mapa 3.6.1](#), são descritas na seqüência.

- 3 st. ygg - Esta classe está representada pelas unidades PEe1 e PV4 que apresentam declividades entre 2 a 6%; são solos profundos, acentuadamente drenados e de baixa fertilidade.

São terras com condições moderadamente favoráveis para utilização agrícola sob irrigação. Os principais fatores limitantes são devidos a baixa fertilidade natural, a baixa capacidade de retenção de umidade ocasionando taxas de infiltração altas, o que ocorre com maior frequência nas irrigações e topografia. O aumento dos teores de matéria orgânica possibilita uma melhora significativa nas propriedades físicas e químicas destes solos.

Na seleção de culturas, as fruteiras são as mais indicadas, já que os solos oferecem boas condições físicas para seu desenvolvimento, podendo considerar-se também as culturas de ciclo curto que dão maior cobertura ao solo, incluindo na rotação, forrageiras leguminosas para eventual incorporação ao solo.

Dentre as várias culturas viáveis podem ser indicadas: abacaxi, amendoim, caju, coco, fumo, gergelim, goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá e pinha.

Devem ser recomendadas práticas conservacionistas, uma vez que estas terras apresentam áreas com maior declividade, sujeitos a maiores riscos de erosão.

- 3 s. yq – Terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto a baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade.

Esta classe é formada pelas unidades LVd1, PV1, PV2, PV5 e AQd2. São terras com relevo plano, ocupando os platôs e o terço superior das elevações. As limitações destes solos estão relacionadas à ocorrência de textura arenosa em superfície ou em todo o perfil, caso das Areias Quartzosas, e da posição que ocupam no relevo. Como decorrência destas características, apresentam-se acentuadamente drenados, com baixa retenção de umidade ocasionando altas taxas de infiltração e baixa fertilidade natural.

As práticas agrícolas recomendáveis para estes solos, como na totalidade das áreas agricultáveis levantadas, devem incrementar os teores de matéria orgânica e melhorar a estrutura do solo, através de práticas conservacionistas tais como: incorporação sistemática dos restos, culturas protetoras, adubação verde e rotação cultural.

Embora possam ser destinadas também à cultura de ciclo curto, a vocação natural dessa classe de terra são as culturas de ciclo longo entre as quais: maracujá, coco, goiaba, graviola, pinha, mamão, citrus, caju e manga.

- 3 sd. yqw – Terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto a baixa fertilidade natural, baixa retenção de umidade, excesso de umidade e deficiência de oxigênio.

Compreende a unidade de mapeamento PV3, que inclui solos Podzólicos plínticos ou bruno-acinzentados, caracterizados por apresentar deficientes condições de drenagem, devido a presença de camadas de baixa permeabilidade e por ocorrer, geralmente, em posições topográficas de terço médio e inferior das elevações.

No geral, são solos semelhantes aos dominantes na área com textura superficial arenosa, passando para textura média em profundidade com cores e mosqueamentos indicadores de excesso de umidade e deficiência de oxigênio nas épocas chuvosas do ano.

As limitações decorrem do baixo nível de fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de umidade e baixa permeabilidade para o caso dos solos plínticos.

Para esta classe de terras são recomendáveis culturas de ciclo curto, não sendo indicadas fruteiras de sistema radicular profundo e sensíveis a excessos de umidade no solo, já que isso poderá ocorrer durante os períodos chuvosos.

- 3 st. iyqq – Terras aptas para irrigação com moderadas limitações quanto às altas taxas de infiltração, baixa fertilidade natural, baixa retenção de umidade e topografia.

Dentre as terras consideradas irrigáveis na área estudada, as destas classe, que engloba as unidades AQd1 e AQd3, são as que apresentam limitações de solos mais acentuadas, as quais estão diretamente relacionadas com a textura arenosa dominante no perfil. Apresentam relevo suave ondulado com declividades entre 2 e 6%, sendo solos excessivamente drenados, de baixa capacidade de retenção de umidade, altas taxas de infiltração e baixa fertilidade natural.

As práticas agrícolas nestes solos, como na totalidade dos integrantes da área estudada devem incrementar o teor de matéria orgânica através de práticas de manejo, como incorporação dos restos das culturas, adubação orgânica, adubação verde e rotações de culturas. As culturas de ciclo longo são as mais recomendáveis, como coco, caju, maracujá, goiaba, citrus, graviola, pinha, dentre outras.

CAPÍTULO 4 MACRO-ALTERNATIVAS PARA A TRANSPOSIÇÃO

4. MACRO-ALTERNATIVAS PARA A TRANSPOSIÇÃO

4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O texto deste item faz uma síntese do estudo detalhadamente apresentado no relatório da Fase B1 – Formulação das Alternativas.

Faz-se referência unicamente às alternativas estudadas para o que se designou por “Sistema Adutor Leste”, compreendido entre a bacia hidrográfica do rio Jaguaribe e a Região Metropolitana de Fortaleza. O “Sistema Adutor Oeste”, que se desenvolve para jusante, entre o açude/ETA do Gavião e a região do porto do Pecém, é objeto de um relatório de análise de viabilidade independente atendendo a que estas obras são consideradas como estruturas complementares da transposição e portanto não são consideradas como parte integrante da transposição propriamente dita.

4.2. MACRO-ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA ADUTOR LESTE: SUB - EIXO SERTÃO CENTRAL

4.2.1. Antecedentes e Diretrizes Básicas

As primeiras idéias sobre a integração entre as bacias do Jaguaribe e das Metropolitanas, com o objetivo de reforçar o abastecimento da RMF, datam do início dos anos 80’, quando ainda não estava definida a implantação do ac. Castanhão, sendo o aç. Orós a principal fonte d’água para tal.

Naquela visão, a diretriz do eixo de integração passaria quase naturalmente pelos aç. Banabuiú e Pedras Brancas, dirigindo-se depois para o rio Choró ou Pirangi, de onde se conectaria ao sistema Pacoti/Riachão.

Com a implementação do Castanhão, a partir do qual deveria agora se originar a diretriz do eixo, foi inicialmente mantida a versão de ligação com os citados Banabuiú e Pedras Brancas. Esta diretriz ficou identificada como “Eixo Sertão Central Superior”.

Ocorre, contudo, que, quando da elaboração do já referido PGAM, ficou claramente estabelecido que certamente seria bem mais adequado um caminamento mais direto, baseado em uma diretriz ligando o Castanhão ao sistema Pacoti/Riachão: esta nova alternativa

seria muito mais curta, teria bombeamentos muito menores e atravessaria áreas de potencial de solos muito maior. Ela ficou identificada como “Eixo Sertão Central Intermediário”.

A [Figura 4.1](#) ilustra o conjunto dessas diretrizes.

Uma primeira variante da diretriz acima decorreria da alteração da captação, que se daria a 31 km a jusante do Castanhão no local São Brás, sendo similar à anterior a partir do aç. Curral Velho; ela ficou identificada como “Eixo Sertão Central Inferior São Brás”.

Uma segunda variante, designada “Eixo Sertão Central Inferior Flores”, teria a captação a 75 km do Castanhão, na localidade de Flores, se confundindo com as duas anteriores a partir da Serra do Félix.

Finalmente, uma outra diretriz seria através do aproveitamento do Canal do Trabalhador, cuja captação se situa em Itaiçaba, próximo da foz do rio Jaguaribe.

Uma visualização global mais detalhada das diretrizes originárias no Castanhão ou à jusante está mostrada na [Figura 4.2](#); elas foram todas analisadas no presente estudo.

Nessas diretrizes considerou-se o açude Pacoti como ponto final. Entretanto, em qualquer uma delas ainda estaria associada a ampliação da capacidade de transferência dos volumes escoados entre este açude e o açude Gavião, atualmente realizado através de sistema canal/túnel/canal.

4.2.2. Metodologia e Parâmetros Otimizados nos Traçados das Macro-Alternativas

A fim de consubstanciar tecnicamente as soluções adotadas foram empregados, em todos os casos, processos de otimização, inicialmente para a concepção otimizada das secções e obras-tipo componentes, e na seqüência para a definição dos traçados em planta, em função das condições de utilização otimizada de cada componente linear em perfil (adutoras x canal x túneis); a seleção final das macro-alternativas foi desenvolvida por análises de multi-objetivo.

Na concepção e utilização dos componentes, a otimização se deu a partir das séries de vazões aduzidas; os modelos de forma de canais foram traçados com base nos critérios de otimização definidos nas curvas paramétricas.



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

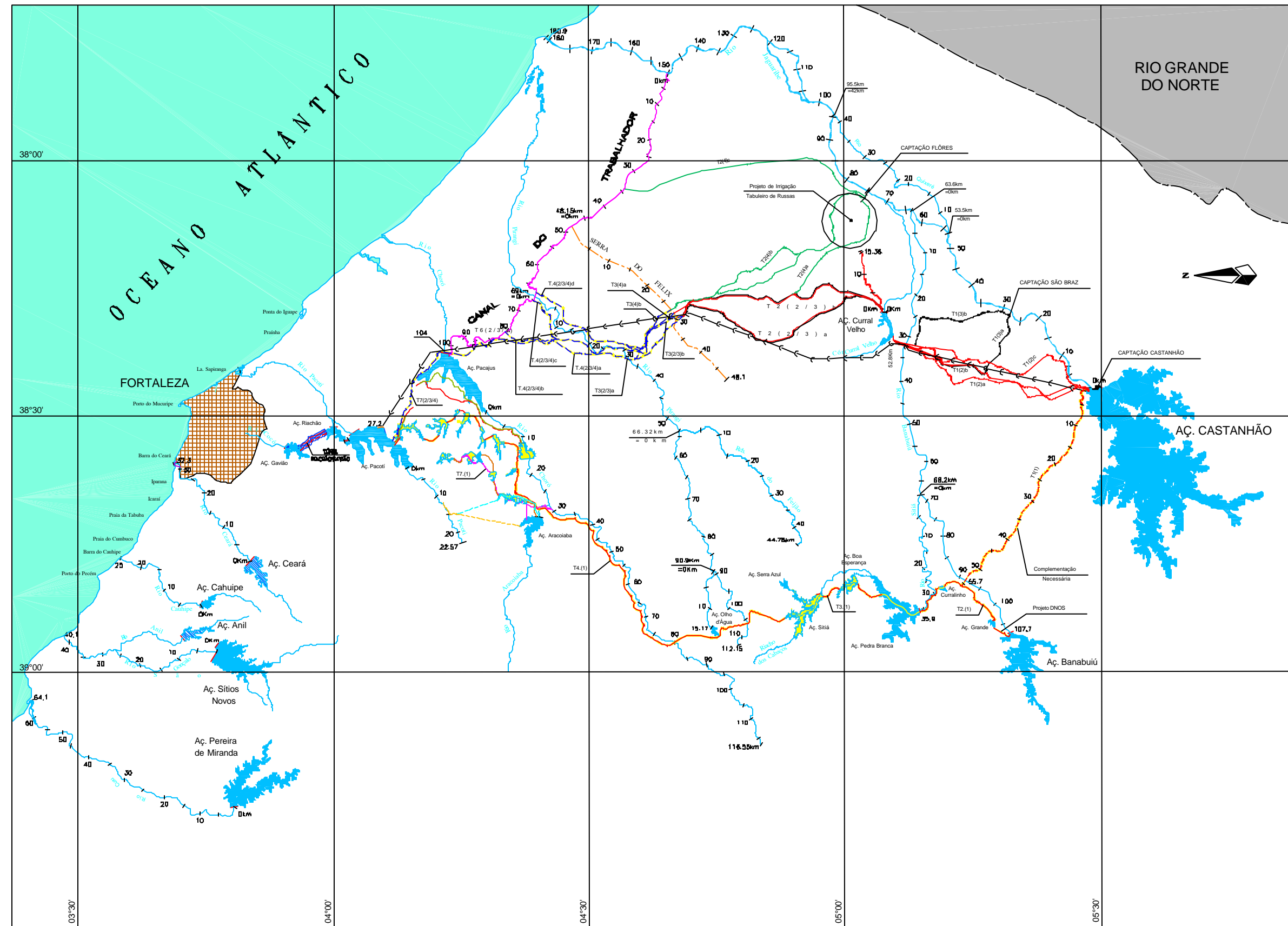
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH

ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO

TÍTULO: **Figura 4.1**
 Diretrizes Gerais do Eixo de Integração das Bacias Jaguaribe e Metropolitanas

ESCALA: 1/1.000.000 DATA: NOVEMBRO/2000 CONTRATO: 008/PROGERIRH-PILOTO/CE/SRH/2000



LEGENDA GERAL :

- Diretrizes da Alternativa Global Leste 1: Eixo Superior (DNOS - Complemento Previsto para o Estudo)
- Diretrizes da Alternativa Global Leste 2 : Eixo Intermediário. Castanhão
- Diretrizes da Alternativa Global Leste 3 : Eixo Intermediário. São Bráz
- Diretrizes da Alternativa Global Leste 4 : Eixo Inferior - Flores
- Diretrizes da Alternativa Global Leste 2 : Variante Adutora
- Diretrizes Coincidentes no Trecho para a Alternativas Indicadas
- Açude Existente
- Açude Projetado
- Açude à Projetar
- FORTALEZA

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIH
 ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
 RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Figura 4.2
 Delineamento Preliminar das Diretrizes dos Traçados Básicos e Variantes dos Trechos Componentes das Macro-Alternativas

Os critérios otimizados para os traçados foram, em resumo, os seguintes:

- a) pontos de equilíbrio de utilização dos componentes;
 - adutoras pressurizadas x canais: 8,0 m de altura;
 - canais x túneis: 15 a 20 m pelas curvas paramétricas, mas adotou-se 20 metros, como aproximação preliminar; e,
 - sifões (adutores de baixa pressão) x canais: 8 a 12 m, mas adotou-se 8 m, porque alturas superiores já exigem estudos mais detalhados da estabilidade dos taludes.
- b) declividades otimizadas para referência e estabelecimento das linhas d'água ou piezométricas:
 - para canais: $i = 0,20$ m/km, adotada como declividade geral de traçado, já considerando as perdas singulares nas obras de controle e especiais (a declividade de dimensionamento hidráulico otimizado somente pela secção corresponde aproximadamente a 0,15 m/km).
 - para túneis: 1,0 m/km; e,
 - para sifões invertidos = 1,0 m/km.

4.2.3. Descrição das Macro-Alternativas Estudadas

4.2.3.1. Generalidades

Cada macro-alternativa é sumariamente abordada a seguir e de uma forma exclusivamente descritiva dos trechos que a compõem; as justificativas de concepção e demais características foram apropriadamente mostradas no já citado relatório.

4.2.3.2. Macro-Alternativa Global AG1 - Sertão Central Superior (Castanhão / Banabuiú / Pedras Brancas/Choró/Pacoti)

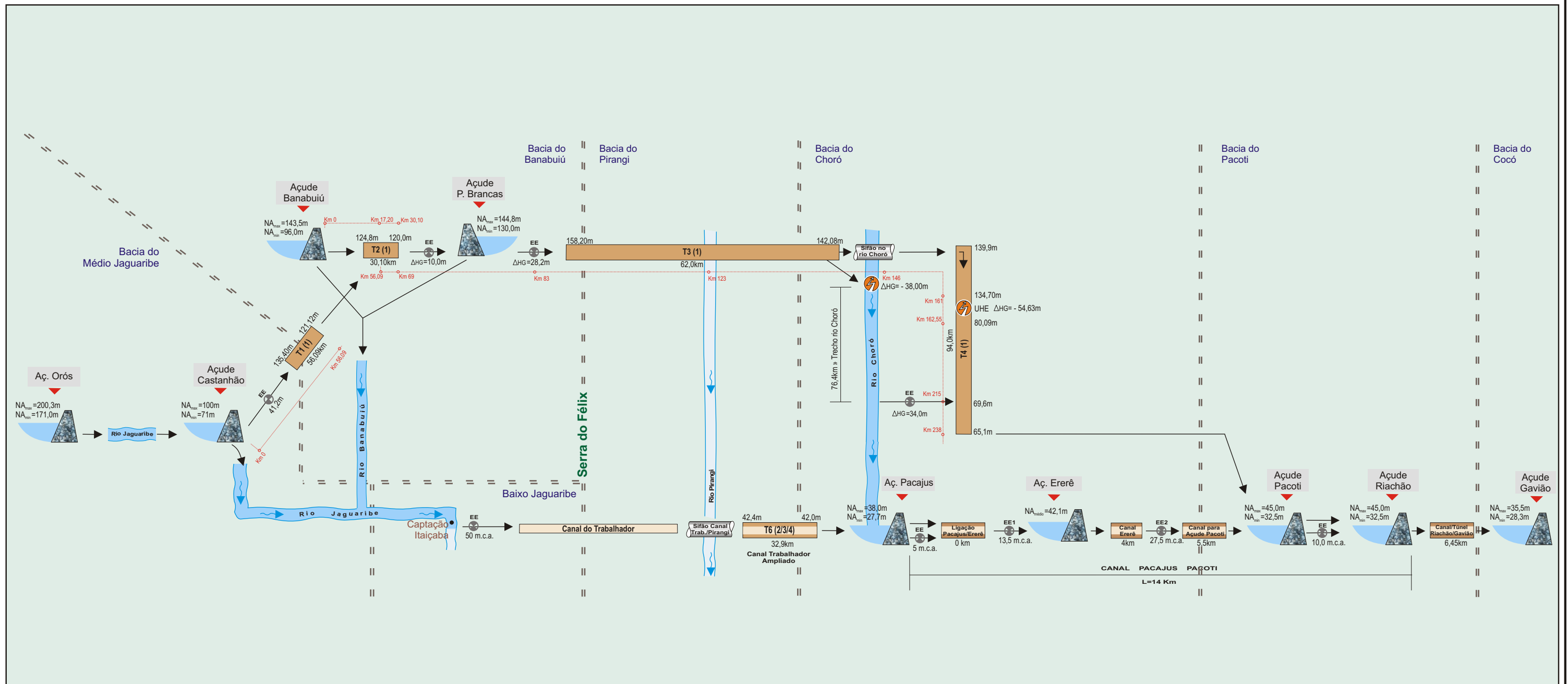
Este sistema adutor, mostrado nas [Figuras 4.3 e 4.4](#) compõe-se de quatro trechos principais e de duas variantes ao trecho final, com as seguintes principais características:

- a) Trecho T1 (1) \Rightarrow tem seu início na ombreira esquerda no açude Castanhão com a captação sendo feita através de uma das variantes de tomada d'água, adução e recalque, apresentadas em item apropriado. Ele desenvolve-se por 56,10 km até sua ligação com o ramal adutor

Banabuiú/Pedras Brancas, no km 56,10. O nível inicial de água no canal encontra-se na cota 135,40, alcançando a cota 121,12, no trecho final. As principais obras são representadas por um túnel com extensão de 1,15 km, entre os km 36,85 e 38,00; dois sifões, sendo o primeiro localizado no km 51, com 0,45 km de comprimento, formado pela travessia do Riacho Fundo e, o segundo, que corresponde a travessia do rio Banabuiú com 2,63 km de extensão, localizado entre os km 53 e 56;

b) Trecho T2 (1) ⇒ principia na obra de captação localizada na tomada d'água do açude Banabuiú (km 0), estendendo-se por 30,10 km e finalizando na estação elevatória, situada no km 69, a jusante da barragem Pedras Brancas, que recalca da cota 120, nível de água operacional da barragem de manutenção de nível, para a cota 130 correspondente ao nível de água mínimo operacional da barragem Pedras Brancas. O nível de água no canal adutor inicia com a cota 124,80, atingindo a cota 120 no km 61,70, numa extensão de 22,80 km. No km 61,70, local da barragem de manutenção a ser construída, o traçado do sistema adutor utiliza o lago reservatório formado pela mesma, numa extensão de 7,30 km até alcançar a estação elevatória do final do trecho. As principais obras referem-se à estação elevatória do Banabuiú e à barragem de manutenção e controle de nível;

c) Trecho T3 (1) ⇒ a estação elevatória instalada no final do trecho 2 (1), no lago reservatório, corresponde ao início do trecho 3 (1) que se estende por 76 km, finalizando na obra de travessia do rio Choró constituída por um sifão, no km 145. A estação elevatória do final do trecho 2 (1) recalca para um pequeno trecho em canal do km 69 ao km 69,40, totalizando 0,40m de extensão e nível de água na cota 130, fazendo a ligação desta elevatória com o reservatório Pedras Brancas. Do km 69,40 ao km 83, totalizando 13,60 km, o sistema adutor desenvolve-se no lago do açude Pedras Brancas, considerando-se para efeito de operação o nível mínimo do mesmo na cota 130. No final deste sub-trecho, situa-se a segunda elevatória que recalca da cota 130 para a cota 158,20, correspondendo ao nível d'água inicial do trecho em canal. Do km 83 ao km 145, numa extensão de 62 km, o sistema adutor desenvolve-se em canal com o final do trecho correspondendo à obra de travessia do rio Choró no km 145 e cota de chegada 142,08. As principais obras referem-se às duas estações elevatórias situadas a montante e a jusante da barragem Pedras Brancas, ao túnel situado entre os km 112 e 116,85, numa extensão de 4,85 km, ao sifão do km 123 com 350 m de extensão, ao sifão do km 145, correspondendo à obra de travessia do rio Choró com 3,10 km de comprimento e ao sifão do km 151 com 1,55 km de extensão;

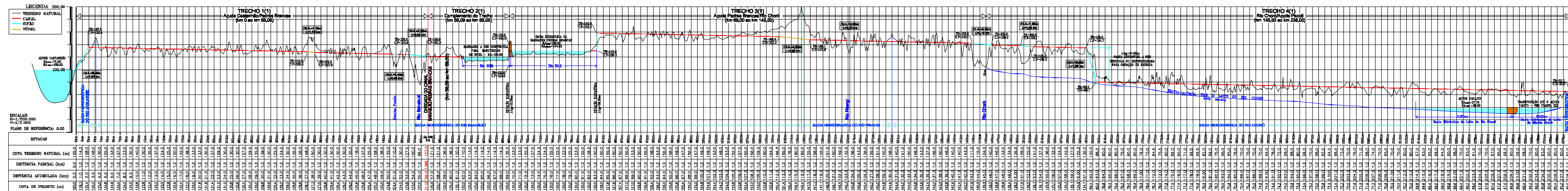
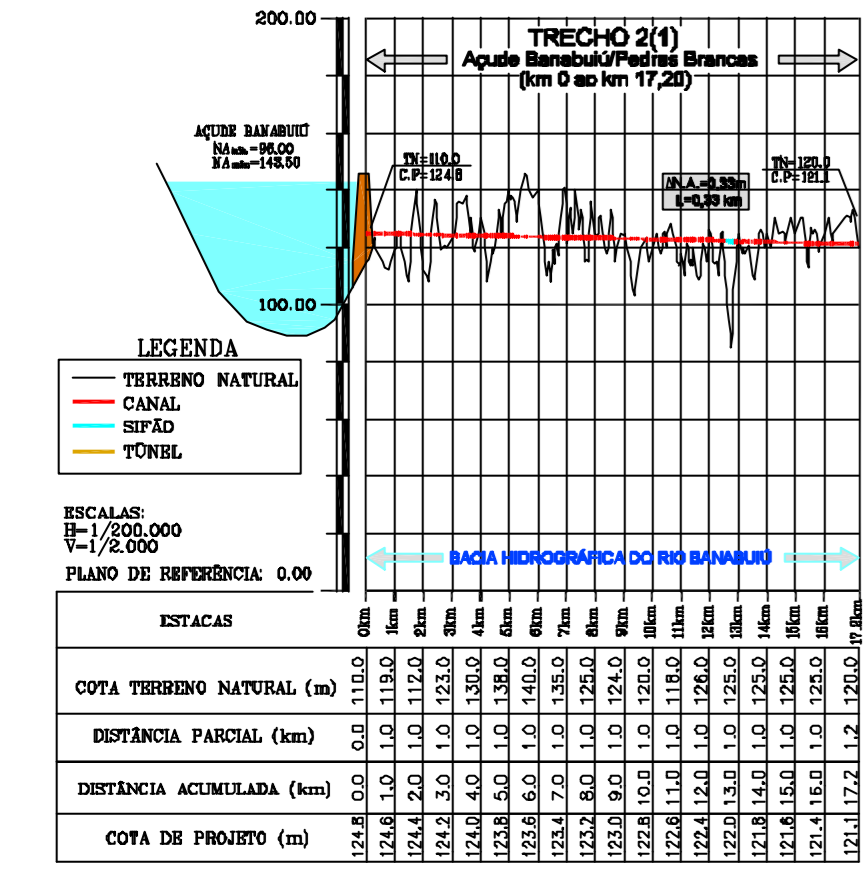
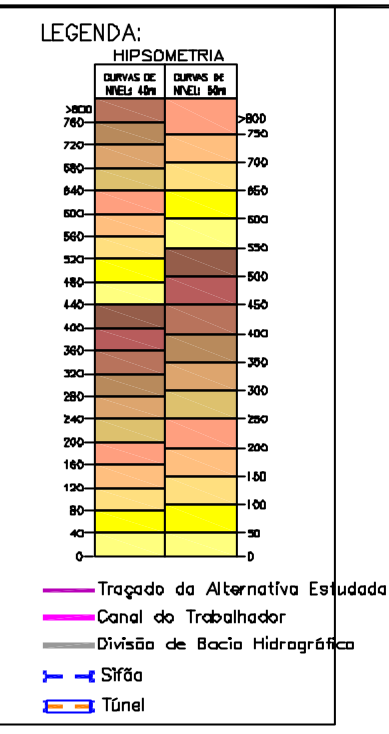
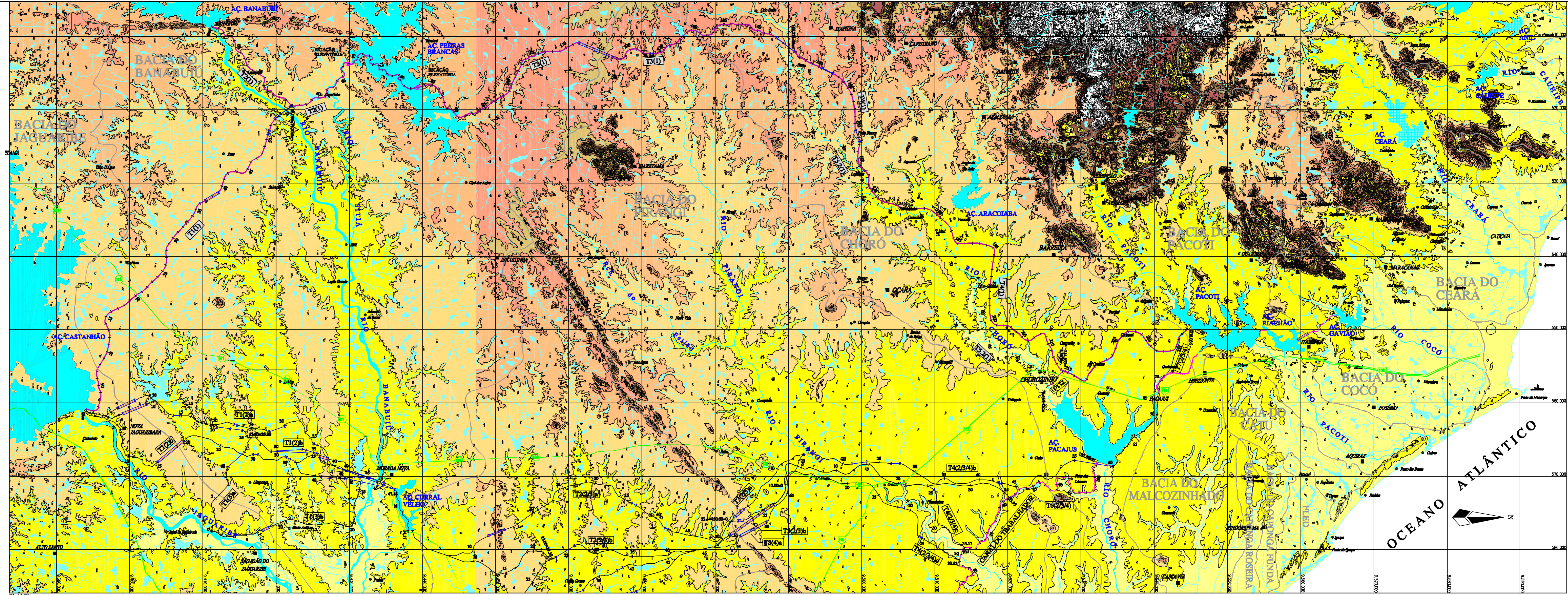


LEGENDA

- Trecho do Canal**
 Cota inicial Cota final
 Distância
- Canal a ser Ampliado**
- Estação Elevatória**
 ΔHG_m
- Sifão**

- Rio: Percurso das Águas do Projeto**
- Rio**
- Usina Hidroelétrica**
- Divisor de Bacia Hidrográfica**

	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
	ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
	RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS
TÍTULO:	Figura 4.3 Alternativa A.G-1 - Diagrama Esquemático



d) Trecho T4 (1) ⇒ compreende o trecho final do sistema adutor situado entre os km 145 e 238, correspondendo respectivamente à obra de travessia do rio Choró e à obra de chegada no açude Pacoti numa extensão de 93 km. Neste trecho, o sistema adutor em canal tem o nível de água inicial na cota 138,98, atingindo a cota 134,70 no início do trecho em queda, com extensão de 16,00 km. O trecho em queda constituído por tubulação com extensão de 1,55 km, tem uma carga disponível de $\Delta h_g = 134,60 - 78,60 = 56,10$ m, a ser dissipada ou disponibilizada para produção de energia. A parte final do trecho, a jusante da queda, tem o nível d'água inicial do canal na cota 80,09, atingindo o açude Pacoti na cota 65, numa extensão de 75,50 km. As obras principais estão relacionadas com a travessia do rio Choró, no km 145, representada pela obra do sifão com 3,10 km de extensão e pelo trecho em tubulação, numa extensão de 1,55 km, situada entre os km 161 e 162.

Os trechos 5.1 (1) e 5.2 (1) representam variantes ao traçado do trecho final do eixo do sistema adutor, sendo:

- Variante 1 ⇒ a vazão do sistema adutor no trecho 3 (1) será conduzida para calha do rio Choró a altura do km 145, correspondente à obra de transposição formada pelo sifão. Deste local até alcançar o km 215 do trecho T4 (1), toda a vazão fluirá através do leito do rio Choró atingindo o ponto de captação situado aproximadamente a altura do referido km. Do local de captação ao final do trecho, na obra de chegada ao açude Pacoti, a extensão total alcançará 26,80 km, com todo trecho em canal e nível médio de água na cota 68. Nesta variante serão eliminados a obra do sifão de passagem sob o rio Choró e 66 km de canais, e implantada a estação elevatória do rio Choró com desnível geométrico da ordem de 30m;
- Variante 2 ⇒ a vazão do sistema adutor será conduzida para calha do rio Choró, a altura do km 145, correspondente a obra de transposição formada pelo sifão. Deste local, toda a vazão será aduzida pela calha do rio Choró até o açude Pacajus, e deste, através de elevatórias e sistema de canais, para o açude Pacoti.

4.2.3.3. Macro-Alternativa Global AG2 – Sertão Central Intermediário (Castanhão / Curral Velho/Serra Félix/ac. Pacoti)

A alternativa AG2 liga o açude Castanhão ao açude Pacoti através de um traçado de 191,3 km de comprimento total, subdividido em 5 (cinco) trechos, em função de uma possível otimização do faseamento de implantação das condicionantes fisiográficas e das obras principais existentes, bem como a construir.

Na [Figura 4.5](#) apresenta-se, na forma de fluxograma, o esquema geral desta macro-alternativa com a indicação dos dados e informações básicas principais necessárias para entendimento da sua composição trecho a trecho, além das condições de interligação entre seus componentes.

A representação em planta (escala 1:200.000) e perfil (escalas h = 1:200.000 e v = 1:2000) é feita na [Figura 4.6](#), onde consta a identificação de cada trecho componente, caracterizados a seguir:

a) Trecho T1 (2) (Castanhão ⇒ Curral Velho): de forma semelhante ao trecho T1 (1) da alternativa AG1, este primeiro trecho de canal, também inicia na ombreira esquerda da barragem Castanhão, na cota 112,0 m, alimentado pelo sistema de captação, recalque e adução.

O seu traçado desenvolve-se por 53,6 km, atravessando 6 (cinco) importantes depressões, dentre as quais se destacam os vales do riacho do Livramento, riacho do Formoso e o rio Banabuiú, este último com leito, aproximadamente, na cota 45,0, e local da travessia por tubulações para transposição até o Canal Adutor I do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas.

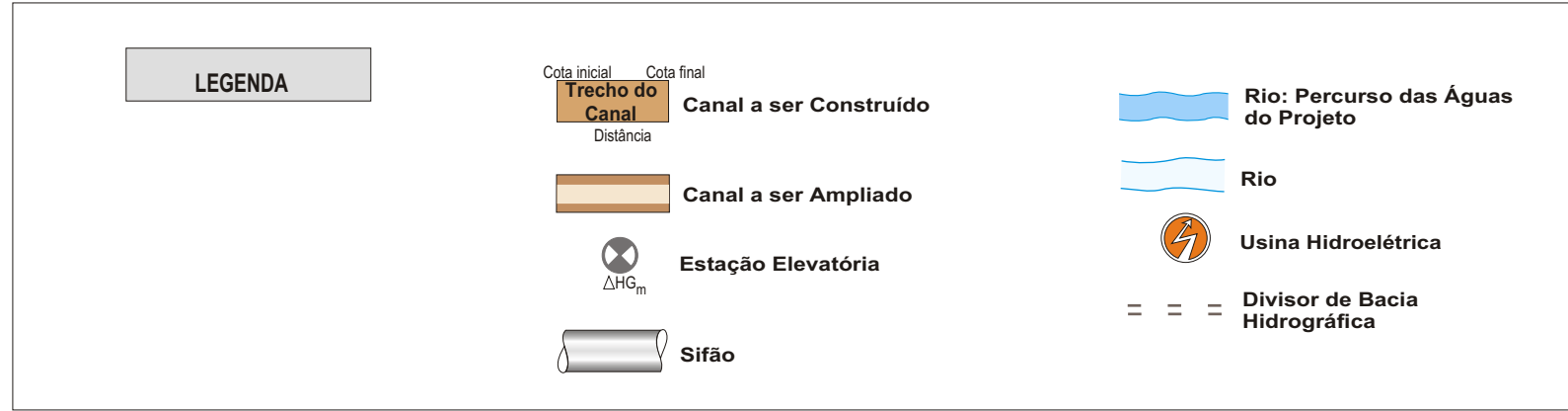
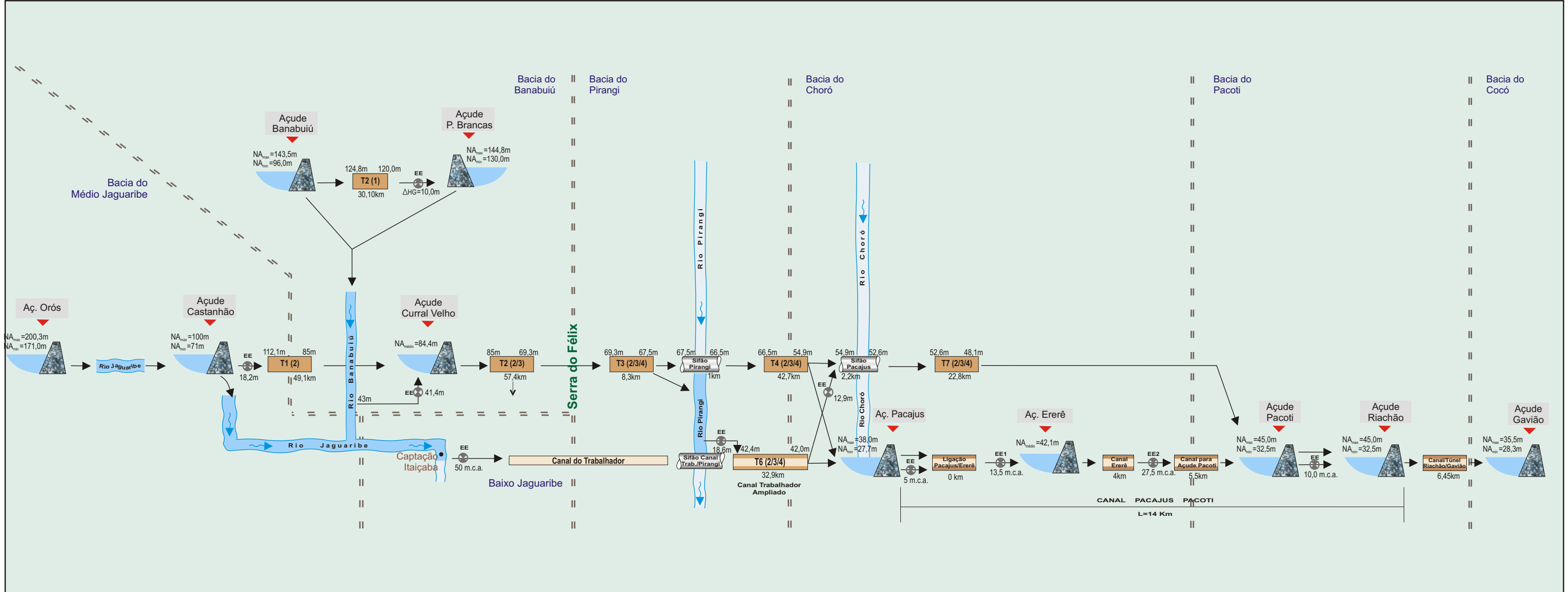
Como obras de grande importância, principalmente pelo custo de implantação, destacam-se 5 (cinco) sifões que totalizam o comprimento de 14,7 km, sendo o do Rio Banabuiú o maior com comprimento de 6,2 km;

b) Trecho T2 (2) (Curral Velho ⇒ Serra do Félix): inicia-se na cota 85,0 com a tomada d'água na ombreira esquerda da barragem Curral Velho, de forma similar e paralela à tomada existente para o canal adutor do projeto Tabuleiro de Russas.

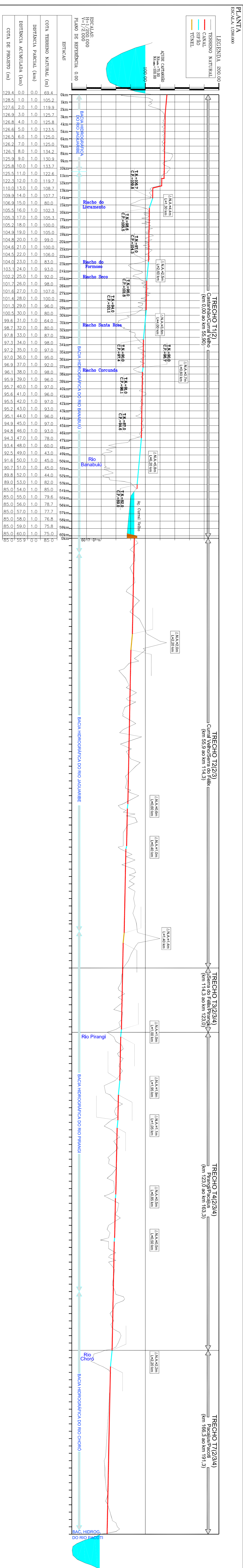
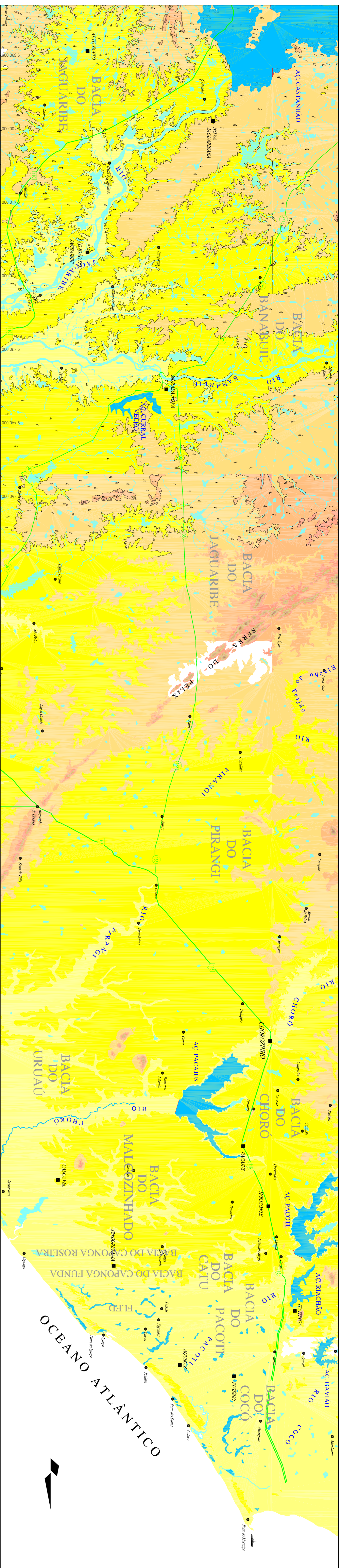
Em seu trecho inicial, segue o traçado do canal adutor de Russas, devendo, aproximadamente, no km 5, tomar o sentido Sul/Norte, até atingir as proximidades de um ponto de sela topográfica da Serra do Félix, onde, no km 52, dirige-se para a direção Noroeste para atravessá-la através de um túnel de 1,4 km de comprimento e piezométrica nas cotas inicial e final, 71,2 e 69,8, respectivamente.

Após o túnel da Serra do Félix, este trecho continua com um canal 3,4 km, para finalizar com 58,4 km de comprimento total e se integrar com subsequente trecho T3 (2/3/4), com piezométrica na cota 69,2m.

Como obras principais deste trecho, pode-se citar mais um túnel de 2,2 km, entre os km 13,0 e 15,2 e 2 (dois) sifões, que totalizam 1 km de tubulações.



 	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
	ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
	RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS
TÍTULO:	Figura 4.5 Alternativa A.G-2 - Diagrama Esquemático



PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS
HIDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HIDRICAS DA REGIÃO
METROPOLITANA DE FORTALEZA
RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS

FIGURA 4.6
Planta e Perfil da Composição Geral da
Macro-Alternativa AG2

COBA
VBA

LABORATÓRIO DE RECURSOS HÍDRICOS
ESTADUAL DO CEARÁ

TÍTULO

ESCALA

INDICADA

DATA

14/05/2011

c) Trecho T3 (2/3/4) (Serra do Félix ⇒ Pirangi): este pequeno trecho de 8,75 km faz a ligação ao rio Pirangi, em uma primeira etapa, e futuramente ao trecho T4 (2/3/4) na altura de Cristais. Corresponde, na realidade, a um sub-trecho da ligação maior Serra do Félix ⇒ Pacoti, que foi sub-dividida nos trechos T3 e T4 para facilitar a composição e análise da variante de faseamento dos investimentos, se inicialmente fosse construído somente o trecho T3 (2/3/4), descarregando diretamente no rio Pirangi, que alimentaria o trecho final do Canal do Trabalhador (denominado trecho T6).

Como obra principal deste trecho evidencia-se a transposição do rio Pirangi de 1km de comprimento, dos quais somente 400 m estão sendo associados ao trecho T3 (2/3/4). Como primeira aproximação considerou-se a divisão dos trechos na interseção com o rio Pirangi, que possivelmente, em uma 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 T4 subsequente, a linha piezométrica deverá atingir o valor de 66,5 m, conseqüentemente, restando uma carga de 14m, em relação ao leito do Pirangi.

d) Trecho T4 (2/3/4) (Pirangi ⇒ ac. Pacajus): este trecho que inicia no rio Pirangi, aproximadamente na cota 67 m, corresponde ao complemento da ligação Serra do Félix à ombreira direita da barragem Pacajus, cota aproximada 55, onde se inicia o trecho T7 (2/3/4/5). A sua implantação poderá ser adiada em função da viabilidade do aproveitamento do trecho final do Canal do Trabalhador, conforme comentado na descrição do trecho T3 (2/3/4) anteriormente.

Com comprimento total de 43,25 km deverá ter cinco sifões para travessia dos talwegues Pirangi (sendo somente metade do sifão incluído neste trecho), Serrote, Juazeiro, Baixio do Feijão e Córrego Grande, totalizando 4,6 km de tubulações, sendo portanto 38,4 km de canal a céu aberto.

De forma semelhante ao trecho final do Canal do Trabalhador, este trecho poderá, como uma variante de faseamento de investimentos, descarregar diretamente na bacia hidráulica do açude Pacajus, e daí ser transferido, em uma primeira etapa, para o açude Pacoti, através do sistema atual Pacajus/Ererê/Pacoti; este último deverá ter a sua viabilidade de ampliação comparada com a implantação de um novo trecho T7 (2/3/4) paralelo, ligando o final do trecho T4 ao açude Pacoti.

e) Trecho T7 (2/3/4/5) (Margem esquerda da barragem Pacajus \Rightarrow Bacia hidráulica do açude Pacoti): este trecho de 25 km de comprimento total, teria o objetivo principal de fazer o by-pass do açude Ererê/Pacajus.

Se inicia na cota 54,8 na ombreira esquerda do Pacajus com uma adutora /sifão de 2,2 km de comprimento, que atravessa o vale do rio Choró a jusante do maciço e do sangradouro da barragem Pacajus.

Como obras de maior relevância deste trecho pode-se citar a travessia na BR 116, o cruzamento (ou integração) com o sistema Pacajus/Ererê/Pacoti, atualmente em operação, a travessia do divisor Choró/Pacoti (aproximadamente na cota 48,2) e a descarga final na bacia hidráulica do próprio Pacoti, entre as cotas 45 e 38.

f) Trechos variantes T5 e T6 (leito do rio Pirangi e final do Canal do Trabalhador): mostrados na Figura 4.7, foram analisados como possíveis variantes de faseamento das obras e adiamento dos investimentos iniciais referentes ao trecho T4 (2/3/4).

O Trecho T5, com 40 km de comprimento, não corresponde, na realidade, à uma obra propriamente dita, mas simplesmente ao aproveitamento do leito natural do rio Pirangi até o cruzamento com o sifão do Canal do Trabalhador.

Neste cruzamento 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 alimentar o trecho final T6 – Pirangi \Rightarrow Pacajus), que assim deverá ser ampliado para vazões de pico de uma primeira fase de implantação do sistema global.

Ainda como componente desta variante, foi analisada a viabilidade técnico-econômica do trecho de montante do Canal do Trabalhador.

O trecho inicial do Canal do Trabalhador, (Itaiçaba \Rightarrow Pirangi) poderia operar para viabilizar o aproveitamento de possíveis vertimentos em Itaiçaba, como um eixo de desenvolvimento complementar de desenvolvimento da fruticultura de forma integrada com o Eixo Castanhão/RMF.

O Trecho T6 corresponde ao trecho final do Canal do Trabalhador, que seria ampliado da capacidade atual de aproximadamente 5,0 m³/s para uma capacidade correspondente à primeira fase de implantação do sistema global.

Conforme descrito para o trecho T5, corresponde à variante para possível faseamento dos investimentos, permitindo adiamento da implantação, ou mesmo eliminação, do trecho T4, previsto como segundo trecho da ligação direta Serra do Félix ⇒ Pacoti.

4.2.3.4. Macro-Alternativa Global AG3 - Eixo Central Inferior São Brás (Rio Jaguaribe em São Brás/Curral Velho/Serra do Félix/ac. Pacajus - ou rio Pirangi/Canal do Trabalhador/ac. Pacajus - /açude Pacoti).

Tem diretriz semelhante à da Macro-Alternativa AG2, também passando pela barragem Curral Velho, mas com a tomada d'água sendo feita no próprio rio Jaguaribe, 31,0 km a jusante do Castanhão nas proximidades da localidade de São Brás, onde já foi identificado um local e concebida, anteriormente, a captação do projeto de irrigação São Brás.

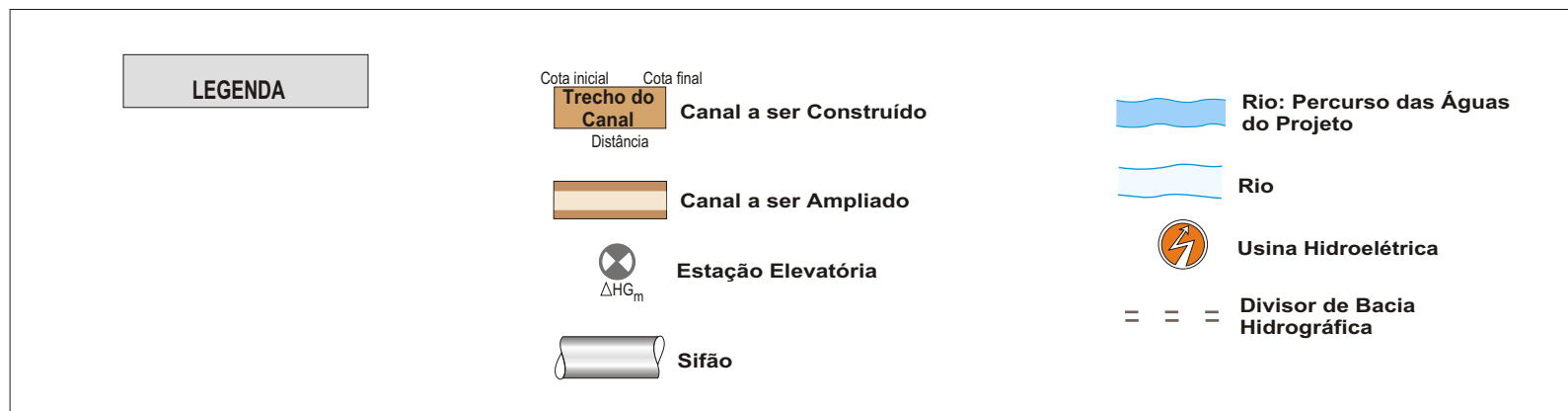
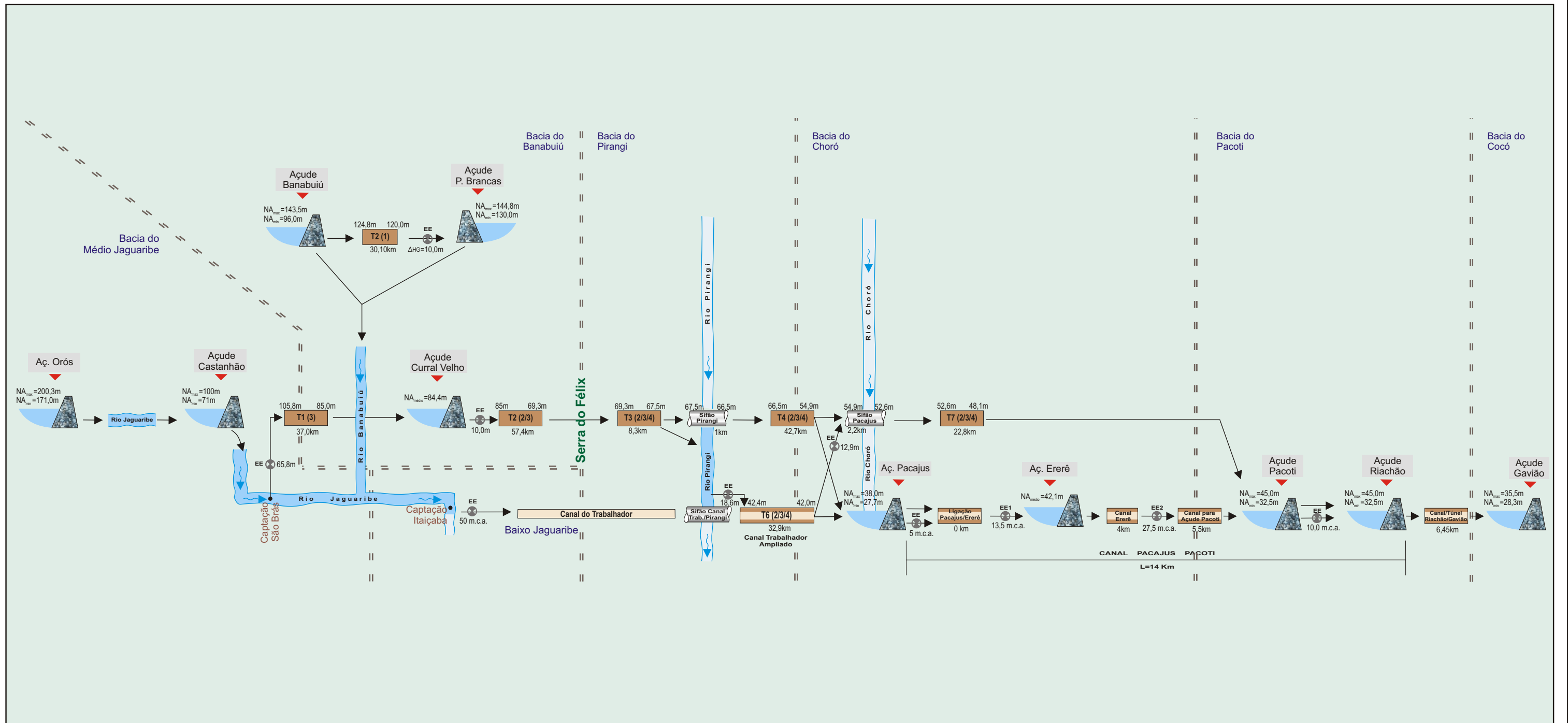
A Alternativa AG3 tem comprimento total de 179,2 km, subdividido em 5 trechos, e é muito semelhante à AG2, sendo idêntica nos trechos Curral Velho a Pacoti; difere, somente, quanto à captação no próprio rio Jaguaribe e ao primeiro trecho.

Na [Figura 4.7](#), apresenta-se, na forma de fluxograma, o esquema geral desta macro-alternativa com a indicação dos dados e informações básicas principais necessárias para entendimento da sua composição trecho a trecho, além das condições de interligação entre seus componentes.

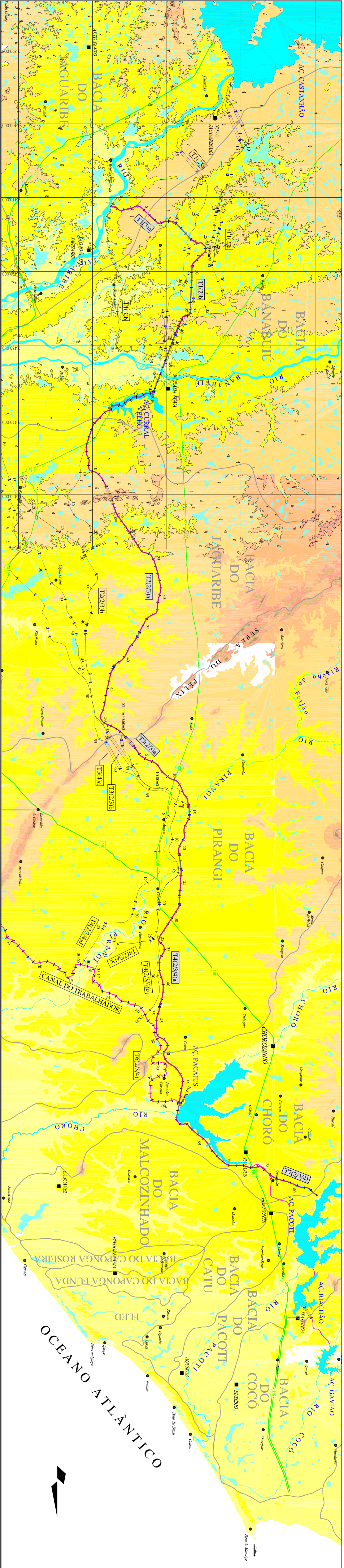
A representação em planta (escala 1:200.000) e perfil (escalas h = 1:200.000 e v = 1:2000) está feita na [Figura 4.8](#), onde consta a identificação de cada trecho componente, os quais são caracterizados nas descrições a seguir:

a) Trecho T1 (1) (Rio Jaguaribe ⇒ aç. Curral Velho): de forma similar ao primeiro trecho T1 (2) da AG2, faz a ligação de captação no rio Jaguaribe ao açude Curral Velho, atravessando os mesmos divisores e talvegues da alternativa AG2. Na realidade, só é diferente quanto às travessias do “chapadão” da margem esquerda do Jaguaribe e do riacho Livramento, pois a partir da margem esquerda deste talvegue segue, aproximadamente, o traçado do já citado T1 (2) primeiro trecho da AG2. Confirmando a similaridade, tem sifões totalizando 19,13 km de tubulação nos mesmos talvegues do T1 (2).

b) Trecho T2 (2/3), T3 (2/3/4) a T6 (2/3/4): são os mesmos trechos componentes e já descritos para as alternativas AG2, para transposição entre Curral Velho e o açude Pacoti, e ainda prevalecendo todas as mesmas variantes de faseamento para a ligação final Serra do Félix-açude Pacoti, com a utilização do Canal do Trabalhador.



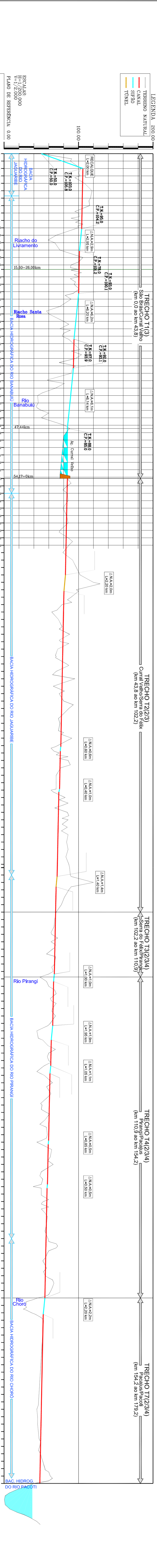
	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
	ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
	RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS
TÍTULO:	Figura 4.7 Alternativa A.G-3 - Diagrama Esquemático



PLANTA
ESCALA 1/200.000

LEGENDA 2000,00

- TERRENO NATURAL
- CANAL
- SIPO
- TUNEL



ESCALAS:
H=1/200.000
L=1/200.000
PLANO DE REFERENCIA: 0,00

ESTACAS

ESTACAS	COTA TERRENO NATURAL (m)	COTA DE PROJETO (m)	DISTANCIA PARCIAL (km)	DISTANCIA ACUMULADA (km)
0+00	77,9	1,0	0,0	50,0
0+10	105,8	2,0	1,0	103,0
0+20	105,6	3,0	1,0	102,0
0+30	105,4	4,0	1,0	108,0
0+40	105,2	5,0	1,0	118,0
0+50	105,0	6,0	1,0	116,0
0+60	104,8	7,0	1,0	115,0
0+70	104,6	8,0	1,0	100,0
0+80	104,4	9,0	1,0	102,0
0+90	104,2	10,0	1,0	100,0
0+100	103,4	11,0	1,0	70,0
0+110	102,4	12,0	1,0	68,0
0+120	101,4	13,0	1,0	75,0
0+130	101,1	14,0	1,0	106,0
0+140	100,9	15,0	1,0	90,0
0+150	100,7	15,6	0,6	100,0
0+160	100,6	16,6	1,0	101,0
0+170	100,4	17,6	1,0	94,0
0+180	100,2	18,6	1,0	96,0
0+190	99,3	19,6	1,0	90,0
0+200	98,3	20,6	1,0	75,0
0+210	97,3	21,6	1,0	60,0
0+220	96,3	22,6	1,0	80,0
0+230	95,3	23,6	1,0	75,0
0+240	94,3	24,6	1,0	78,0
0+250	93,8	25,6	1,0	93,0
0+260	93,6	26,6	1,0	90,0
0+270	93,4	27,6	1,0	96,0
0+280	93,2	28,6	1,0	96,0
0+290	92,4	29,6	1,0	90,0
0+300	91,4	30,6	1,0	60,0
0+310	90,4	31,6	1,0	69,0
0+320	89,4	32,6	1,0	45,0
0+330	88,4	33,6	1,0	46,0
0+340	87,4	34,6	1,0	50,0
0+350	86,4	35,6	1,0	50,0
0+360	85,4	36,6	1,0	81,0
0+370	85,0	37,6	0,56	83,3
0+380	85,0	38,6	1,0	79,5
0+390	85,0	39,6	1,0	78,5
0+400	85,0	40,6	1,0	77,6
0+410	85,0	41,6	1,0	76,6
0+420	85,0	42,6	1,0	75,7
0+430	85,0	43,8	1,17	75,0
0+440	84,8	44,8	1,0	85,0
0+450	84,6	45,8	1,0	85,0
0+460	84,4	46,8	1,0	86,0
0+470	84,2	47,8	1,0	79,0
0+480	84,0	48,8	1,0	84,0
0+490	83,8	49,8	1,0	86,0
0+500	83,6	50,8	1,0	75,0
0+510	83,4	51,8	1,0	86,0
0+520	83,2	52,8	1,0	87,0

4.2.3.5. Macro-Alternativa Global AG4 – Eixo Inferior Flores (Rio Jaguaribe em Flores/ Projeto Tabuleiro de Russas/Serra do Félix/aç. Pacajus - ou Rio Pirangi/Canal do Trabalhador/açude Pacajus/açude Pacoti)

Com captação na localidade de Flores, 78 km à jusante do Castanhão, corresponde à última possibilidade de captação no Jaguaribe integrada com o Projeto Tabuleiro de Russas.

Tal alternativa AG4, da mesma forma que a alternativa AG3, tem o objetivo principal de servir como referência de custos à alternativa AG2, ainda que operacionalmente ela apresente problemas semelhantes aqueles do Canal do Trabalhador.

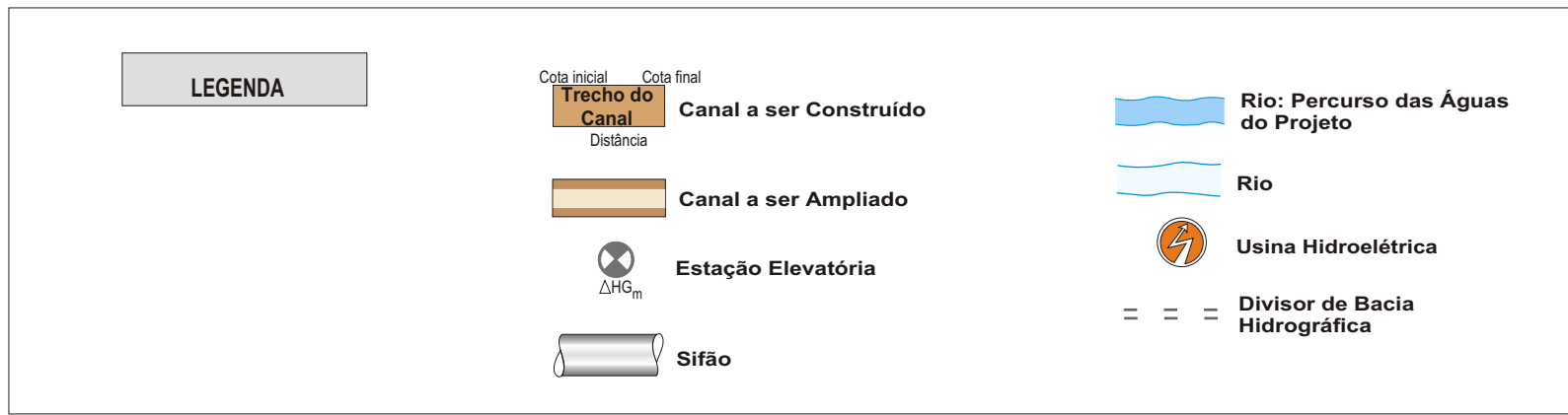
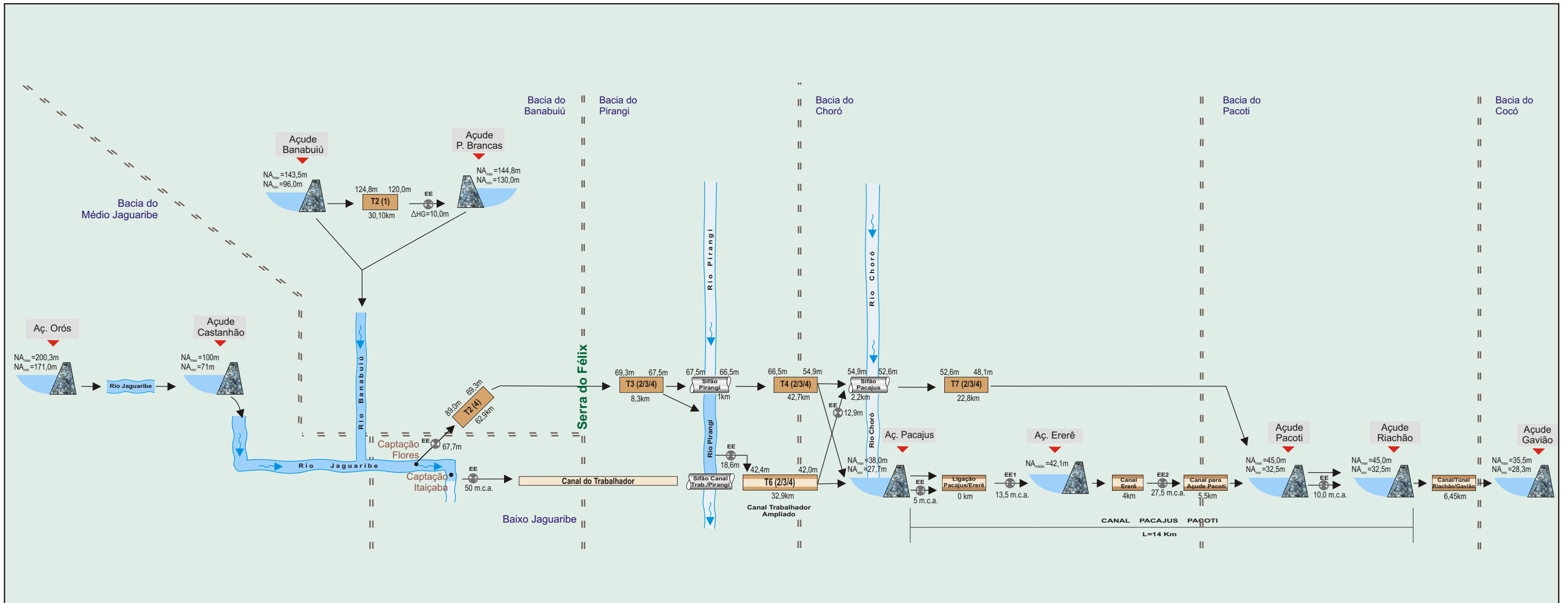
Com 139,9 km de comprimento total, a Alternativa AG4 difere da AG3 pelo local da captação, situado 47,0 km a jusante e, principalmente, por não passar pelo açude Curral Velho, atravessando a área irrigada do Projeto Tabuleiro de Russas no desenvolvimento do trecho único que liga a captação à Serra do Félix.

Na [Figura 4.9](#), apresenta-se na forma de fluxograma, o esquema geral desta macro-alternativa com a indicação dos dados e informações básicas principais necessárias para entendimento da sua composição trecho a trecho, além das condições de interligação entre seus componentes.

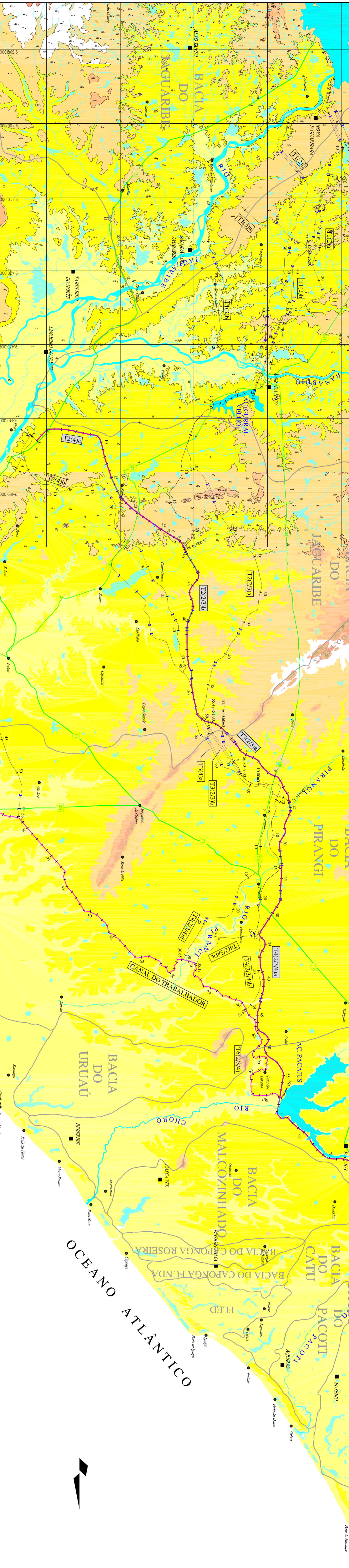
A representação em planta (escala 1:200.000) e perfil (escalas h = 1:200.000 e v = 1:2000) desta alternativa é feita na [Figura 4.10](#), onde consta a identificação de cada trecho componente, os quais são caracterizados nas descrições a seguir.

a) Trecho T2 (4) (Flores/Serra do Félix): com comprimento total de 62,9 km, liga a captação à Serra do Félix atravessando os principais talwegues com 5 (cinco) sifões totalizando 8,5 km de tubulações, para em seu final atravessar a Serra do Félix em túnel com solução idêntica à do trecho T2 (2/3) das alternativas AG2 e AG3.

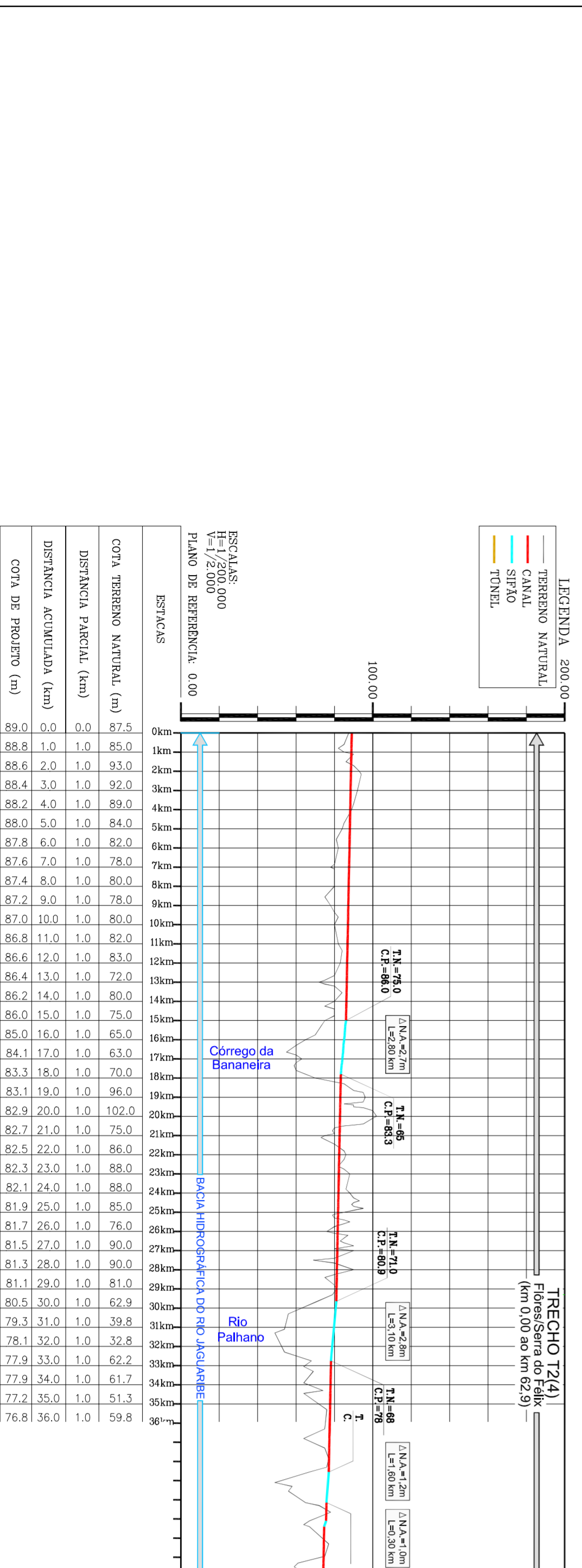
b) Trechos T3 (2/3/4) a T6 (2/3/4): de forma semelhante às alternativas AG2 e AG3, correspondem à ligação da Serra do Félix ao açude Pacoti e, portanto, são válidas todas as considerações apresentadas para estes trechos nas referidas alternativas, inclusive as variantes de faseamento a serem estudadas.



	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
	ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
	RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS
TÍTULO:	Figura 4.9 Alternativa A.G-4 - Diagrama Esquemático



PLANTA
 ESCALA 1/250.000



LEGENDA 200,00

- TERRENO NATURAL
- CANAL
- SILO
- TUNEL.

ESTACAS

ESTACAS	COTA TERRENO NATURAL (m)	COTA TERRENO PROPOSTO (m)
0,0	89,0	89,0
1,0	88,8	89,0
2,0	88,6	89,0
3,0	88,4	89,0
4,0	88,2	89,0
5,0	88,0	89,0
6,0	87,8	89,0
7,0	87,6	89,0
8,0	87,4	89,0
9,0	87,2	89,0
10,0	87,0	89,0
11,0	86,8	89,0
12,0	86,6	89,0
13,0	86,4	89,0
14,0	86,2	89,0
15,0	86,0	89,0
16,0	85,8	89,0
17,0	85,6	89,0
18,0	85,4	89,0
19,0	85,2	89,0
20,0	85,0	89,0
21,0	84,8	89,0
22,0	84,6	89,0
23,0	84,4	89,0
24,0	84,2	89,0
25,0	84,0	89,0
26,0	83,8	89,0
27,0	83,6	89,0
28,0	83,4	89,0
29,0	83,2	89,0
30,0	83,0	89,0
31,0	82,8	89,0
32,0	82,6	89,0
33,0	82,4	89,0
34,0	82,2	89,0
35,0	82,0	89,0
36,0	81,8	89,0

ESTRUTURAS

ESTRUTURAS	ESTACAS	TIPO
T1(2)A	0,00 - 0,00	T
T1(2)B	0,00 - 0,00	T
T2(2)A	21,00 - 21,00	T
T2(2)B	21,00 - 21,00	T
T2(2)C	21,00 - 21,00	T
T3(2)A	24,00 - 24,00	T
T3(2)B	24,00 - 24,00	T
T3(2)C	24,00 - 24,00	T
T4(2)A	31,00 - 31,00	T
T4(2)B	31,00 - 31,00	T
T4(2)C	31,00 - 31,00	T
T5(2)A	34,00 - 34,00	T
T5(2)B	34,00 - 34,00	T
T5(2)C	34,00 - 34,00	T
T6(2)A	35,00 - 35,00	T
T6(2)B	35,00 - 35,00	T
T6(2)C	35,00 - 35,00	T

ESTRUTURAS

ESTRUTURAS	ESTACAS	TIPO
T1(2)A	0,00 - 0,00	T
T1(2)B	0,00 - 0,00	T
T2(2)A	21,00 - 21,00	T
T2(2)B	21,00 - 21,00	T
T2(2)C	21,00 - 21,00	T
T3(2)A	24,00 - 24,00	T
T3(2)B	24,00 - 24,00	T
T3(2)C	24,00 - 24,00	T
T4(2)A	31,00 - 31,00	T
T4(2)B	31,00 - 31,00	T
T4(2)C	31,00 - 31,00	T
T5(2)A	34,00 - 34,00	T
T5(2)B	34,00 - 34,00	T
T5(2)C	34,00 - 34,00	T
T6(2)A	35,00 - 35,00	T
T6(2)B	35,00 - 35,00	T
T6(2)C	35,00 - 35,00	T

TRECHO T1(2/3/4) Flores/Serra do Félix (km 0,00 ao km 62,9)

TRECHO T2(2/3/4) Serra do Félix/Pirangi (km 62,9 ao km 71,6)

TRECHO T3(2/3/4) Pirangi/Pacoti (km 71,6 ao km 114,9)

TRECHO T4(2/3/4) Pacoti/Pacoti (km 114,9 ao km 139,9)

TRECHO T5(2/3/4) Pacoti/Pacoti (km 139,9 ao km 155,9)

TRECHO T6(2/3/4) Pacoti/Pacoti (km 155,9 ao km 198,9)

4.2.3.6. Macro-Alternativa AG5: Eixo Canal do Trabalhador

As características e condições operacionais atuais do Canal do Trabalhador já foram detalhadamente descritas no relatório de Diagnóstico, não se fazendo necessário comentários complementares para caracterização geral da obra.

No entanto vale mais uma vez ressaltar que o Canal do Trabalhador analisado como Eixo de Integração Jaguaribe/RMF apresenta acentuadas desvantagens em relação às alternativas mais à montante, tendo em vista que não permitiria a integração com os projetos de irrigação atendidos pelas alternativas AG2 e AG3, como o caso, por exemplo, do Tabuleiros de Russas.

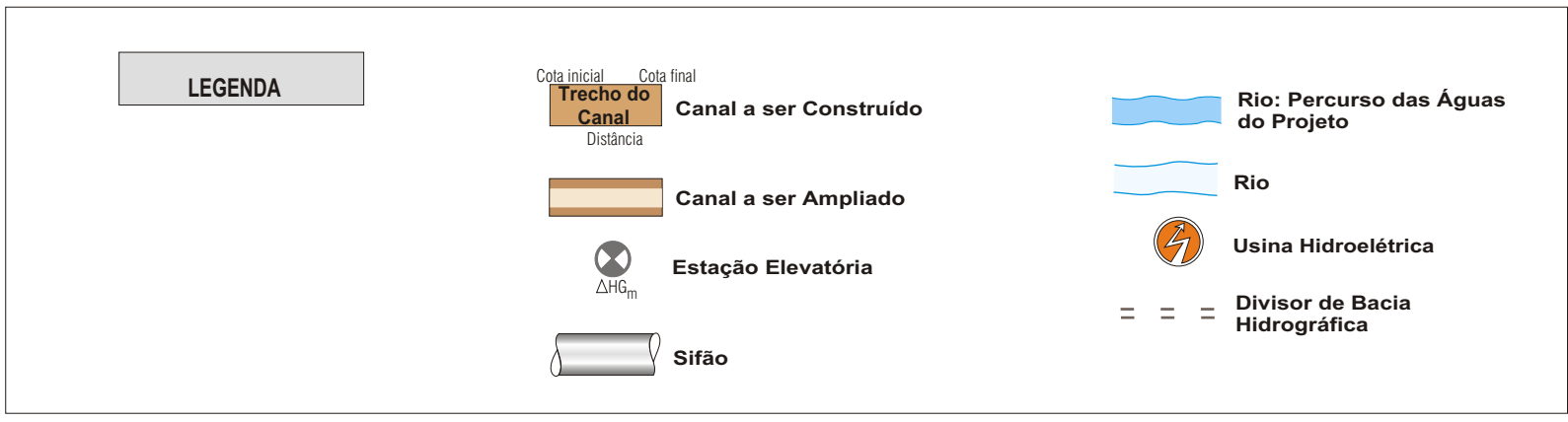
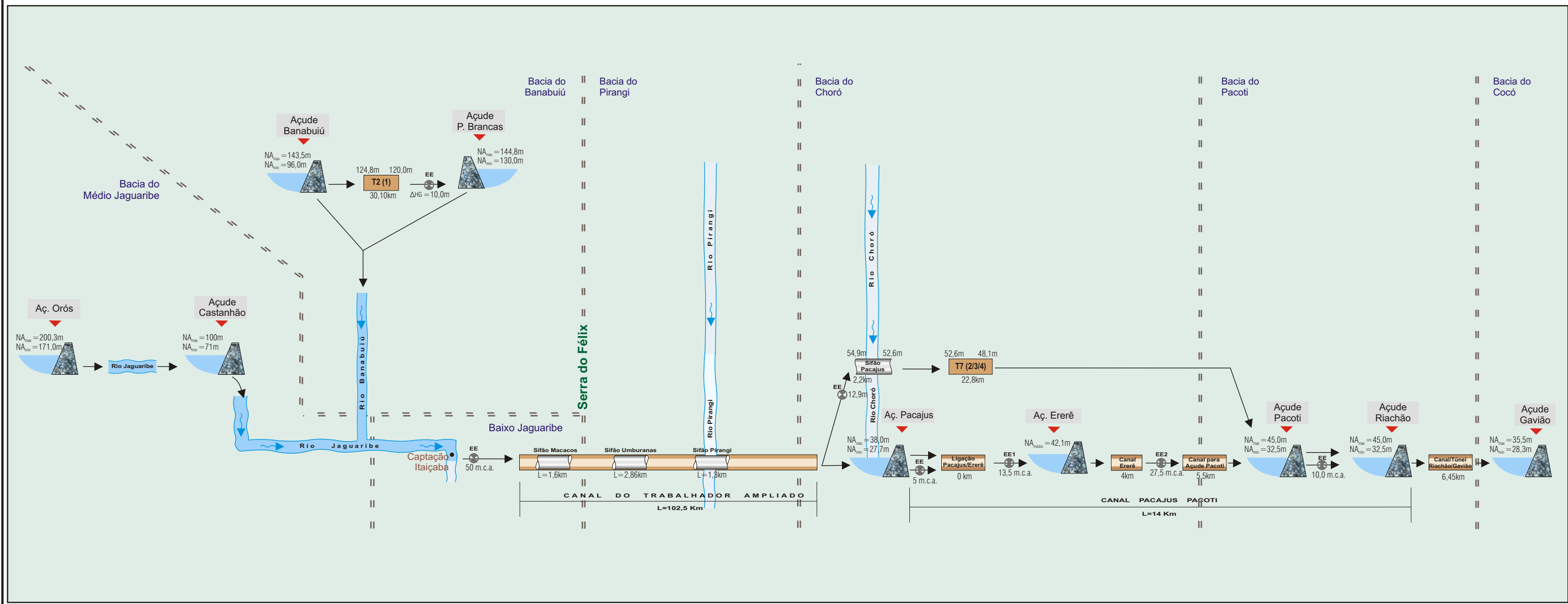
O Canal do Trabalhador foi também analisado considerando a sua integração parcial com outros eixos de traçados superiores, a partir da interseção destes com o rio Pirangi.

Esta possível integração com a utilização do “leito do Pirangi/trecho final do Canal do Trabalhador”, do Pirangi ao aç. Pacajus, foi estudada como uma variante de faseamento de investimentos, com objetivo de minimizar os investimentos iniciais do trecho Serra do Félix/ac. Pacoti que compõe as variantes das alternativas AG2, AG3 e AG4, inclusive avaliando-se os benefícios da complementariedade de vazões, tanto nos picos de demandas como nos períodos de vertimento em Itaiçaba.

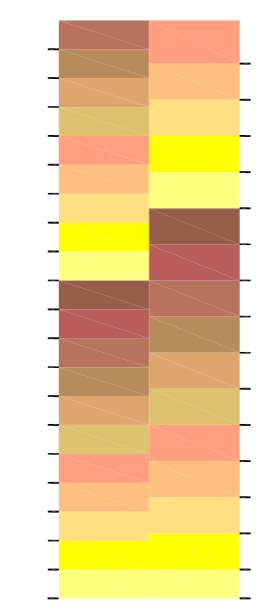
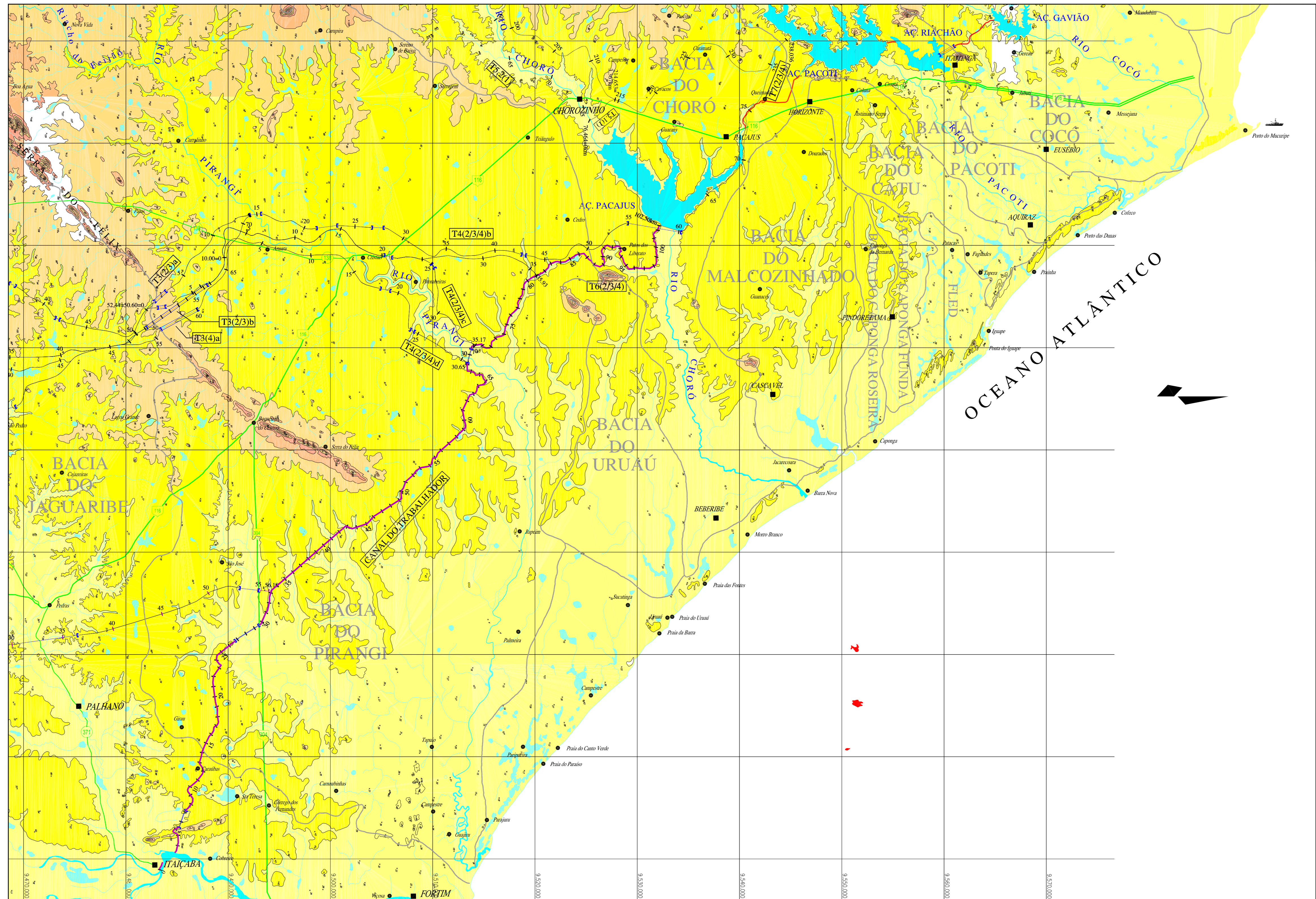
A utilização dos 102,5 km totais, ou de qualquer outro trecho do Canal, atualmente com capacidade nominal limitada a 6,0 m³/s (ainda que só possa escoar de fato 5m³/s), implica, especificamente sob o ponto de vista das condições hidráulicas, na necessidade de execução de importantes serviços, como a ampliação da seção útil de escoamento e a implantação de pelo menos 5 (cinco) elevatórias auxiliares intermediárias para compensar a declividade de projeto, que se apresenta (0,000012 m/metro) mais de dez (10) vezes inferior à declividade otimizada para um canal de porte semelhante.

Visto que a composição e caracterização global, trecho a trecho, do Canal do Trabalhador já foram feitas de forma bastante detalhada no relatório de Diagnóstico, apresenta-se, agora, para fim de homogeneização de informação com as alternativas a serem estudadas, o respectivo fluxograma funcional ([Figura 4.11](#)) e a sua caracterização em planta e perfil ([Figura 4.12](#)).

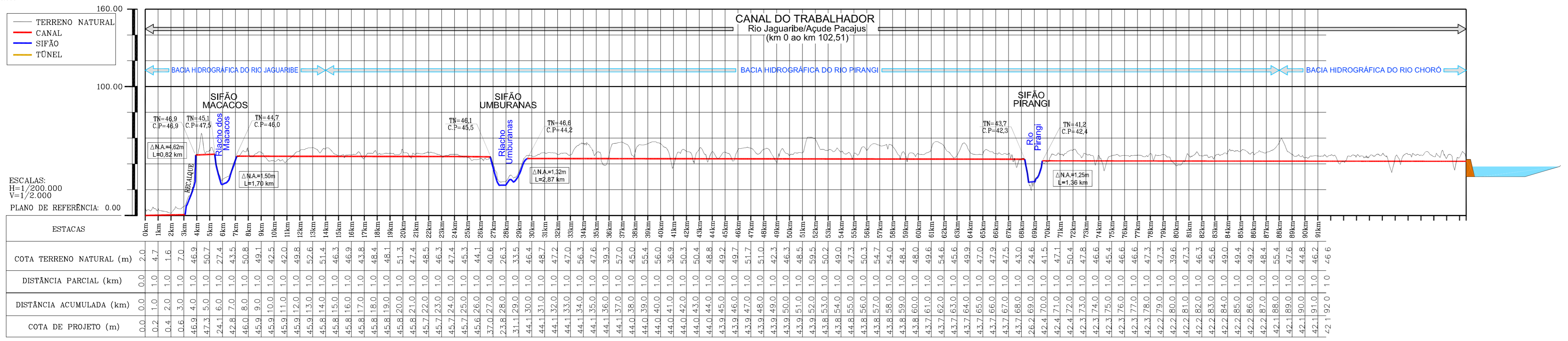
Deve-se observar que as condições operacionais e de ampliação dos trechos iniciais do Canal do Trabalhador são similares às que foram apresentadas para o trecho final rio Pirangi/ac. Pacajus, sendo necessária uma solução definitiva, para toda a extensão do Canal, que viabilize a transposição das vazões de final de plano.



	GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
	PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
	ESTUDO VISANDO O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
	RELATÓRIO DE FORMULAÇÃO DE ALTERNATIVAS
TÍTULO:	Figura 4.11 Alternativa AG-5 - Canal do Trabalhador Diagrama Esquemático



PLANTA
ESCALA: 1/200.000



ESCALAS:
H=1/200.000
V=1/2.000
PLANO DE REFERÊNCIA: 0.00

ESTACAS	0+00	1+00	2+00	3+00	4+00	5+00	6+00	7+00	8+00	9+00	10+00	11+00	12+00	13+00	14+00	15+00	16+00	17+00	18+00	19+00	20+00	21+00	22+00	23+00	24+00	25+00	26+00	27+00	28+00	29+00	30+00	31+00	32+00	33+00	34+00	35+00	36+00	37+00	38+00	39+00	40+00	41+00	42+00	43+00	44+00	45+00	46+00	47+00	48+00	49+00	50+00	51+00	52+00	53+00	54+00	55+00	56+00	57+00	58+00	59+00	60+00	61+00	62+00	63+00	64+00	65+00	66+00	67+00	68+00	69+00	70+00	71+00	72+00	73+00	74+00	75+00	76+00	77+00	78+00	79+00	80+00	81+00	82+00	83+00	84+00	85+00	86+00	87+00	88+00	89+00	90+00	91+00	92+00	93+00	94+00	95+00	96+00	97+00	98+00	99+00	100+00	101+00	102+00	103+00	104+00	105+00	106+00	107+00	108+00	109+00	110+00	111+00	112+00	113+00	114+00	115+00	116+00	117+00	118+00	119+00	120+00	121+00	122+00	123+00	124+00	125+00	126+00	127+00	128+00	129+00	130+00	131+00	132+00	133+00	134+00	135+00	136+00	137+00	138+00	139+00	140+00	141+00	142+00	143+00	144+00	145+00	146+00	147+00	148+00	149+00	150+00	151+00	152+00	153+00	154+00	155+00	156+00	157+00	158+00	159+00	160+00	161+00	162+00	163+00	164+00	165+00	166+00	167+00	168+00	169+00	170+00	171+00	172+00	173+00	174+00	175+00	176+00	177+00	178+00	179+00	180+00	181+00	182+00	183+00	184+00	185+00	186+00	187+00	188+00	189+00	190+00	191+00	192+00	193+00	194+00	195+00	196+00	197+00	198+00	199+00	200+00																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
COTA TERRENO NATURAL (m)	160,00	159,80	159,60	159,40	159,20	159,00	158,80	158,60	158,40	158,20	158,00	157,80	157,60	157,40	157,20	157,00	156,80	156,60	156,40	156,20	156,00	155,80	155,60	155,40	155,20	155,00	154,80	154,60	154,40	154,20	154,00	153,80	153,60	153,40	153,20	153,00	152,80	152,60	152,40	152,20	152,00	151,80	151,60	151,40	151,20	151,00	150,80	150,60	150,40	150,20	150,00	149,80	149,60	149,40	149,20	149,00	148,80	148,60	148,40	148,20	148,00	147,80	147,60	147,40	147,20	147,00	146,80	146,60	146,40	146,20	146,00	145,80	145,60	145,40	145,20	145,00	144,80	144,60	144,40	144,20	144,00	143,80	143,60	143,40	143,20	143,00	142,80	142,60	142,40	142,20	142,00	141,80	141,60	141,40	141,20	141,00	140,80	140,60	140,40	140,20	140,00	139,80	139,60	139,40	139,20	139,00	138,80	138,60	138,40	138,20	138,00	137,80	137,60	137,40	137,20	137,00	136,80	136,60	136,40	136,20	136,00	135,80	135,60	135,40	135,20	135,00	134,80	134,60	134,40	134,20	134,00	133,80	133,60	133,40	133,20	133,00	132,80	132,60	132,40	132,20	132,00	131,80	131,60	131,40	131,20	131,00	130,80	130,60	130,40	130,20	130,00	129,80	129,60	129,40	129,20	129,00	128,80	128,60	128,40	128,20	128,00	127,80	127,60	127,40	127,20	127,00	126,80	126,60	126,40	126,20	126,00	125,80	125,60	125,40	125,20	125,00	124,80	124,60	124,40	124,20	124,00	123,80	123,60	123,40	123,20	123,00	122,80	122,60	122,40	122,20	122,00	121,80	121,60	121,40	121,20	121,00	120,80	120,60	120,40	120,20	120,00	119,80	119,60	119,40	119,20	119,00	118,80	118,60	118,40	118,20	118,00	117,80	117,60	117,40	117,20	117,00	116,80	116,60	116,40	116,20	116,00	115,80	115,60	115,40	115,20	115,00	114,80	114,60	114,40	114,20	114,00	113,80	113,60	113,40	113,20	113,00	112,80	112,60	112,40	112,20	112,00	111,80	111,60	111,40	111,20	111,00	110,80	110,60	110,40	110,20	110,00	109,80	109,60	109,40	109,20	109,00	108,80	108,60	108,40	108,20	108,00	107,80	107,60	107,40	107,20	107,00	106,80	106,60	106,40	106,20	106,00	105,80	105,60	105,40	105,20	105,00	104,80	104,60	104,40	104,20	104,00	103,80	103,60	103,40	103,20	103,00	102,80	102,60	102,40	102,20	102,00	101,80	101,60	101,40	101,20	101,00	100,80	100,60	100,40	100,20	100,00	99,80	99,60	99,40	99,20	99,00	98,80	98,60	98,40	98,20	98,00	97,80	97,60	97,40	97,20	97,00	96,80	96,60	96,40	96,20	96,00	95,80	95,60	95,40	95,20	95,00	94,80	94,60	94,40	94,20	94,00	93,80	93,60	93,40	93,20	93,00	92,80	92,60	92,40	92,20	92,00	91,80	91,60	91,40	91,20	91,00	90,80	90,60	90,40	90,20	90,00	89,80	89,60	89,40	89,20	89,00	88,80	88,60	88,40	88,20	88,00	87,80	87,60	87,40	87,20	87,00	86,80	86,60	86,40	86,20	86,00	85,80	85,60	85,40	85,20	85,00	84,80	84,60	84,40	84,20	84,00	83,80	83,60	83,40	83,20	83,00	82,80	82,60	82,40	82,20	82,00	81,80	81,60	81,40	81,20	81,00	80,80	80,60	80,40	80,20	80,00	79,80	79,60	79,40	79,20	79,00	78,80	78,60	78,40	78,20	78,00	77,80	77,60	77,40	77,20	77,00	76,80	76,60	76,40	76,20	76,00	75,80	75,60	75,40	75,20	75,00	74,80	74,60	74,40	74,20	74,00	73,80	73,60	73,40	73,20	73,00	72,80	72,60	72,40	72,20	72,00	71,80	71,60	71,40	71,20	71,00	70,80	70,60	70,40	70,20	70,00	69,80	69,60	69,40	69,20	69,00	68,80	68,60	68,40	68,20	68,00	67,80	67,60	67,40	67,20	67,00	66,80	66,60	66,40	66,20	66,00	65,80	65,60	65,40	65,20	65,00	64,80	64,60	64,40	64,20	64,00	63,80	63,60	63,40	63,20	63,00	62,80	62,60	62,40	62,20	62,00	61,80	61,60	61,40	61,20	61,00	60,80	60,60	60,40	60,20	60,00	59,80	59,60	59,40	59,20	59,00	58,80	58,60	58,40	58,20	58,00	57,80	57,60	57,40	57,20	57,00	56,80	56,60	56,40	56,20	56,00	55,80	55,60	55,40	55,20	55,00	54,80	54,60	54,40	54,20	54,00	53,80	53,60	53,40	53,20	53,00	52,80	52,60	52,40	52,20	52,00	51,80	51,60	51,40	51,20	51,00	50,80	50,60	50,40	50,20	50,00	49,80	49,60	49,40	49,20	49,00	48,80	48,60	48,40	48,20	48,00	47,80	47,60	47,40	47,20	47,00	46,80	46,60	46,40	46,20	46,00	45,80	45,60	45,40	45,20	45,00	44,80	44,60	44,40	44,20	44,00	43,80	43,60	43,40	43,20	43,00	42,80	42,60	42,40	42,20	42,00	41,80	41,60	41,40	41,20	41,00	40,80	40,60	40,40	40,20	40,00	39,80	39,60	39,40	39,20	39,00	38,80	38,60	38,40	38,20	38,00	37,80	37,60	37,40	37,20	37,00	36,80	36,60	36,40	36,20	36,00	35,80	35,60	35,40	35,20	35,00	34,80	34,60	34,40	34,20	34,00	33,80	33,60	33,40	33,20	33,00	32,80	32,60	32,40	32,20	32,00	31,80	31,60	31,40	31,20	31,00	30,80	30,60	30,40	30,20	30,00	29,80	29,60	29,40	29,20	29,00	28,80	28,60	28,40	28,20	28,00	27,80	27,60	27,40	27,20	27,00	26,80	26,60	26,40	26,20	26,00	25,80	25,60	25,40	25,20	25,00	24,80	24,60	24,40	24,20	24,00	23,80	23,60	23,40	23,20	23,00	22,80	22,60	22,40	22,20	22,00	21,80	21,60	21,40	21,20	21,00	20,80	20,60	20,40	20,20	20,00	19,80	19,60	19,40	19,20	19,00	18,80	18,60	18,40	18,20	18,00	17,80	17,60	17,40	17,20	17,00	16,80	16,60	16,40	16,20	16,00	15,80	15,60	15,40	15,20	15,00	14,80	14,60	14,40	14,20	14,00	13,80	13,60	13,40	13,20	13,00	12,80	12,60	12,40	12,20	12,00	11,80	11,60	11,40	11,20	11,00	10,80	10,60	10,40	10,20	10,00	9,80	9,60	9,40	9,20	9,00	8,80	8,60	8,40	8,20	8,00	7,80	7,60	7,40	7,20	7,00	6,80	6,60	6,40	6,20	6,00	5,80	5,60	5,40	5,20	5,00	4,80	4,60	4,40	4,20	4,00	3,80	3,60	3,40	3,20	3,00	2,80	2,60	2,40	2,20	2,00	1,80	1,60	1,40	1,20	1,00	0,80	0,60	0,40	0,20	0,00
DISTANCIA PARCIAL (km)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

4.3. ANÁLISE SÓCIO-ECONÔMICA-AMBIENTAL DAS MACRO-ALTERNATIVAS

4.3.1. Critérios da análise

A fim de se desenvolver uma comparação e seleção das macro-alternativas de acordo com um processo consistente abrangendo todos os fatores envolvidos, dentro de uma técnica multi-objetiva, foram concebidos diversos critérios agrupados por rubrica, as quais por sua vez constituíram uma Matriz de Comparação, que possibilitava facilmente uma visualização comparativa consolidada e objetiva.

Tais critérios compreenderam:

- Os aspectos de construção, operação e manutenção, incluindo o nível de interferência da construção com estruturas atuais que têm de permanecer em operação;
- Os benefícios agregados, em especial a integração com projetos de irrigação existentes ou planejados;
- Os impactos sócio-econômicos, abrangendo as dimensões social, econômica, institucional e cultural;
- Os impactos ambientais adversos, com destaque para os aspectos de poluição da água;
- O nível de dificuldade de gestão face aos conflitos entre usuários;
- Os custos de implantação e O&M.

As macroalternativas foram enquadradas nesses critérios, através de uma conceituação semi-qualitativa que varia dos conceitos muito baixo ao muito alto.

4.3.2. A matriz de comparação

A Matriz de Comparação, de modo consolidado, está mostrada no [Quadro 4.1](#).

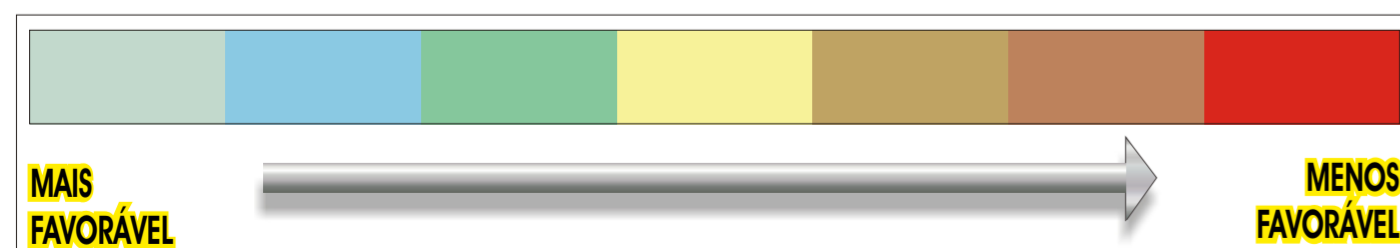
Face à importância do sistema de captação, elaborou-se preliminarmente uma outra matriz exclusiva para o mesmo, como mostrado no [Quadro 4.2](#).

Da mesma forma, os aspectos socio-econômicos e ambientais foram alvos de matrizes específicas, apresentadas nos [Quadros 4.4 e 4.6](#).

Quadro 4.1
MATRIZ DE COMPARAÇÃO DAS MACRO-ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	PRINCIPAIS INTERFERÊNCIAS 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 À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO					DIMENSÃO SOCIAL	DIMENSÃO ECONÔMICA	DIMENSÃO POLÍTICO INSTITUCIONAL	DIMENSÃO CULTURAL	POLUIÇÃO DA ÁGUA ADUZIDA					VARIANTE	MONTANTE DA CAPTAÇÃO	NO SISTEMA DE ADUÇÃO	RELATIVOS À INFRA-ESTRUTURA			RELATIVOS À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO		CUSTO GLOBAL													
	DESCRIÇÃO	NÍVEL RELATIVO DE INTERFERÊNCIA	COMPLEXIDADE DE CONSTRUÇÃO DA CAPTAÇÃO	INTERFERÊNCIA DA CONSTRUÇÃO COM ESTRUTURAS EXISTENTES	COMPLEXIDADE DE OPERAÇÃO DA CAPTAÇÃO	COMPLEXIDADE DIRETAMENTE ASSOCIADA ÀS CONDIÇÕES DE SOLO/GEOLOGIA/GEOTECNIA DO TRAÇADO		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	RISCO DE SALINIZAÇÃO DA ÁGUA ADUZIDA					RISCO DE POLUIÇÃO POR AGROTÓXICOS	RISCO DE POLUIÇÃO POR EFLUENTES SANITÁRIOS	DANOS A FLORA E A FAUNA	VARIANTE	MONTANTE DA CAPTAÇÃO				NO SISTEMA DE ADUÇÃO	OBRAS DE CAPTAÇÃO	OBRAS DE ADUÇÃO	INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO	CAPTAÇÃO E ADUÇÃO		INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO	CUSTO GLOBAL											
						DISPONIBILIDADE DE MATERIAL DE CONSTRUÇÃO PI ATERRO	DIFICULDADES DE ESTIMAÇÃO E CONTROLE DE CUSTOS DURANTE A CONSTRUÇÃO				FACILIDADES DE INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO EXISTENTES OU NOVOS	NÍVEL RELATIVO DE BENEFÍCIO																																	
AG1	1. OBRA DE ALIMENTAÇÃO E CAPTAÇÃO DO AÇUDE PEDRAS BRANCAS	MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	ALTA	MÉDIA	ALTA	ALTA	MÉDIO	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	BAIXA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	ALTO	MUITO BAIXO	MÉDIO	ALTO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MÉDIO	ALTO	ALTO	MÉDIO	ALTO	ALTO	ALTO	BAIXO	ALTO													
																	TRAÇADO VARIANTE	ALTO	MÉDIO	ALTO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO												
																	1. CHAPADÃO DO CASTANHÃO (5000ha)	ALTA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO BAIXO	MUITO BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO		
																	2. ROLDÃO (TRANSIÇÃO SUL) (2500ha)	ALTA						TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	BAIXO	MUITO BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO
																	3. IBICUTINGA (2500ha)	ALTA						TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO
4. TABULEIRO DE RUSSAS (10300ha)	ALTA	TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO						MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO															
5. RMF PILOTO (3000ha)	ALTA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO						MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO															
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 TÚNEL PACOTI/GAVIÃO	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	BAIXA	BAIXA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO BAIXO	MUITO BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO												
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	BAIXO	MUITO BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO													
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO						
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO						
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	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 TÚNEL PACOTI/GAVIÃO	BAIXA	MÉDIA	NULA	ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	ALTA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO												
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO													
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO							
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO							
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	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 TÚNEL PACOTI/GAVIÃO 5. COMPATIBILIZAÇÃO COM A INFRA-ESTRUTURA DO PROJETO TABULEIRO DE RUSSAS JÁ IMPLANTADO	BAIXA	MÉDIA	NULA	ALTA	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTO	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	BAIXA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	MÉDIO	BAIXO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	MÉDIO														
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MUITO ALTO	MÉDIO	BAIXO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO													
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	MÉDIO	BAIXO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO							
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	BAIXO	MUITO ALTO	MÉDIO	BAIXO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	TRAÇADO VARIANTE	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO	MÉDIO							
		MÉDIA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	MÉDIO	BAIXO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MÉDIO	BAIXO	BAIXO	MÉDIO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	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	MÉDIO	BAIXA	MÉDIA	MÉDIA	BAIXA	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	ALTO	BAIXO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	BAIXO														
		MÉDIA															TRAÇADO VARIANTE	ALTO	MUITO ALTO	ALTO	BAIXO	TRAÇADO VARIANTE	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO														
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	ALTO	BAIXO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO														
		ALTA															TRAÇADO VARIANTE	ALTO	MUITO ALTO	ALTO	BAIXO	TRAÇADO VARIANTE	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO															
		ALTA															TRAÇADO DE REFERÊNCIA	BAIXO	MUITO ALTO	ALTO	BAIXO	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	MUITO ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO	ALTO																

© Projeto Eixo/Resumo... Matriz Comparação Alternativas.cdr



Quadro 4.2 - Matriz Comparativa das Variantes da Captação

MACRO- -ALTERNATIVA DA TRANSPosição	VARIANTE DA CAPTAÇÃO	VAZÃO MÁXIMA DERIVADA (m³/s)	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA CAPTAÇÃO					CUSTO			AVALIAÇÃO QUALITATIVA DAS VARIANTES					OBSERVAÇÕES	
			Tomada de água (-)	Comprimento de adutoras (m)	Cota do início da adução (m)	Potência instalada (MW)	Energia (a) consumida (GWh/ano)	Custo de Construção (MR\$)	Custo de Operação (MR\$/ano)	Custo total atualizado (b) (MR\$)	Custo de construção e operação	Complexidade de construção da captação	Interferência da construção com obras existentes	Complexidade da operação da captação	Interferência com operação de outros aproveitamentos		Potenciais problemas de qualidade da água
AG1 Eixo Superior (Captação no açude Castanhão)	A1-V1a Derivação nas tubulações da tomada de água (E.B. na margem esquerda)	22	Derivação na tomada existente Bombeamentos adicionais na adução.....	3.500	135,0	18,9	79,7	59,3	5,31	91,1	Moderado	Ligeira	Moderada	Ligeira	Elevada	Ligeira	Grupos de velocidade variável Mais de uma etapa de bombeamento
	A1-V1b Derivação nas tubulações da tomada de água (E.B. na margem direita)	22	Derivação na tomada existente Bombeamentos adicionais na adução.....	3.500	135,0	18,9	79,7	59,3	5,31	91,1	Moderado	Ligeira	Moderada	Ligeira	Elevada	Ligeira	Grupos de velocidade variável Mais de uma etapa de bombeamento
	A1-V2 Tomada integrada na barragem em concreto (E.B. na margem esquerda)	22	Nova torre de tomada de água Bombeamentos adicionais na adução.....	2.900	135,0	18,4	77,0	54,2	5,10	84,7	Baixo	Moderada	Severa	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Grupos de velocidade variável Mais de uma etapa de bombeamento
	A1-V3a Captação no interior do reservatório Castanhão (E.B. junto ao vertedouro fusível)	22	Nova torre de tomada de água Bombeamentos adicionais na adução.....	1.100	135,0	17,1	69,0	53,1	4,60	80,7	Baixo	Elevada	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Grupos de velocidade variável Mais de uma etapa de bombeamento
	A1-V3b Captação no interior do reservatório Castanhão (E.B. junto à barragem em concreto)	22	Nova torre de tomada de água Bombeamentos adicionais na adução.....	2.400	135,0	18,1	74,8	56,1	4,98	85,9	Baixo	Elevada	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Grupos de velocidade variável Mais de uma etapa de bombeamento
	A1-V4 Captação a jusante do açude Castanhão (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação Bombeamentos adicionais na adução.....	2.700	135,0	23,1	131,2	60,8	8,41	110,1	Elevado	Moderada	Nula	Moderada	Moderada	Ligeira	Mais de uma etapa de bombeamento
AG2 - Eixo Intermediário A (Captação no açude Castanhão)	A2-V1a Derivação nas tubulações da tomada de água (E.B. na margem esquerda)	22	Derivação na tomada existente	3.100	127,0	16,6	66,0	53,4	4,43	80,1	Baixo	Ligeira	Moderada	Ligeira	Elevada	Ligeira	Grupos de velocidade variável
	A2-V1b Derivação nas tubulações da tomada de água (E.B. na margem direita)	22	Derivação na tomada existente	3.100	127,0	16,6	66,0	53,4	4,43	80,1	Baixo	Ligeira	Moderada	Ligeira	Elevada	Ligeira	Grupos de velocidade variável
	A2-V2 Tomada integrada na barragem em concreto (E.B. na margem esquerda)	22	Nova torre de tomada de água	2.500	127,0	16,1	63,3	50,3	4,25	75,9	Baixo	Moderada	Severa	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Grupos de velocidade variável
	A2-V3a Captação no interior do reservatório Castanhão (E.B. junto ao vertedouro fusível)	22	Nova torre de tomada de água	800	127,0	14,8	55,7	48,0	3,76	70,7	Baixo	Elevada	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Grupos de velocidade variável
	A2-V3b Captação no interior do reservatório Castanhão (E.B. junto à barragem em concreto)	22	Nova torre de tomada de água	1.900	127,0	15,7	60,6	49,3	4,07	73,8	Baixo	Elevada	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Ligeira	Grupos de velocidade variável
	A2-V4 Captação a jusante do açude Castanhão (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação	2.300	127,0	20,8	117,5	56,6	7,55	100,9	Elevado	Moderada	Nula	Moderada	Moderada	Ligeira	
AG3 - Eixo Intermediário B (Captação em São Brás)	A3-V1 Bombeamento para o açude Curral Velho (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação	2.000	105,8	18,7	106,9	52,4	6,87	92,7	Moderado	Moderada	Nula	Elevada	Severa	Moderada	
	A3-V2 Bombeamento para o açude Morada Nova (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação Bombeamentos adicionais na adução.....	200	57,0	5,0	26,2	19,3	1,73	29,6	Elevado	Moderada	Nula	Severa	Severa	Moderada	Mais de uma etapa de bombeamento
AG4 - Eixo Inferior (Captação em Flores)	A4-V1 Bombeamento para a cota 87,70 - Serra do Félix (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação	2.500	87,7	19,6	112,0	57,2	7,22	99,6	Elevado	Moderada	Nula	Elevada	Severa	Elevada	
	A4-V2 Bombeamento a cota 70,00 - Canal do Trabalhador (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação Bombeamentos adicionais na adução.....	1.800	70,0	14,6	82,5	45,6	5,35	77,2	Elevado	Moderada	Nula	Severa	Severa	Elevada	Mais de uma etapa de bombeamento
AG5 - Canal do Trabalhador	A5-V1 Bombeamento para a cota 59,00 (E.B. na margem esquerda)	22	Açude e canal de derivação	800	59,0	12,3	69,1	34,6	4,44	60,7	Elevado	Moderada	Severa	Severa	Severa	Elevada	Mais de uma etapa de bombeamento
			Bombeamentos adicionais na adução.....			7,3	42,9	29,3	2,84	46,2							

NOTAS: (a) - Energia calculada para o ano horizonte de projeto (2030);
 (b) - Considera-se a atualização da energia com a taxa de 12%, 40 anos de operação e a série real de volumes anuais derivados.
 (c) - Não se considerou o custo de bombeamentos adicionais ao longo da adução.

(a) Foi adotada a seguinte classificação relativa ao grau crescente de complexidade de execução ou operação da captação:

1 - Nula; 2 - Moderada; 3 - Elevada; 4 - Severa

Ainda que os fatores que compõem tais matrizes tenham sido detalhadamente analisados em relatórios anteriores, em especial nos de “Formulação de Alternativas” e “EIA/RIMA”, e sejam em parte auto-explicativas, reapresenta-se a seguir uma sucinta análise dos fatores mais importantes.

4.3.2.1. Relativos a Captação

As variantes de captação possíveis dentro de cada macro-alternativa foram objeto de uma análise comparativa, em que se avaliou as dimensões das obras a realizar e se estimou a energia necessária para o bombeamento, tendo-se concluído o seguinte:

A1) Macro-alternativa "AG1 – Eixo Superior" (captação d'água no açude Castanhão)

As variantes consideradas mais adequadas para a captação de água no açude Castanhão são a tomada de água por derivação das adutoras existentes da tomada de água do açude, com implantação da estação de bombeamento na margem esquerda e a tomada de água no interior do reservatório com construção de uma estrutura submersa integrando a tomada de água e a estação de bombeamento.

A2) Macro-alternativa "AG2 – Eixo Intermediário A (captação d'água no açude Castanhão)"

À semelhança da macro-alternativa AG1, as variantes consideradas mais adequadas para a captação de água no açude Castanhão são a tomada de água por derivação das adutoras existentes da tomada de água do açude, com implantação da estação de bombeamento na margem esquerda e a tomada de água no interior do reservatório com construção de uma estrutura submersa integrando a tomada de água e a estação de bombeamento.

Esta alternativa é a que conduz a menores custos de energia, dado que faz uso do nível de armazenamento no reservatório do Castanhão. A macro-alternativa AG1 também faz uso dessa energia, contudo a altura total de elevação é superior.

A3) Macro-alternativa "AG3 – Eixo Intermediário B (Captação em São Brás)"

As variantes definidas para esta macro-alternativa estão associadas a diferentes traçados e comprimentos de adução, pelo que a seleção entre variantes de captação só poderá ser realizada em conjunto com a adução.

Relativamente às macro-alternativas AG1 e AG2, apresenta a desvantagem de significativa maior altura de elevação e conseqüentemente conduzir a maiores custos em energia.

A4) Macro-alternativa "AG4 – Eixo Inferior (Captação em Flores)"

Tal como para a alternativa anterior as variantes definidas para esta macro-alternativa estão associadas a diferentes traçados e comprimentos de adução, pelo que a seleção entre variantes de captação só poderá ser realizada em conjunto com a adução.

Relativamente às macro-alternativas AG1 e AG2, apresenta a desvantagem de significativa maior altura de elevação e conseqüentemente conduzir a maiores custos em energia. Relativamente à macro-alternativa AG3 não existem diferenças significativas na altura de elevação, embora a macro-alternativa AG4 conduza a maiores custos de energia.

A5) Macro-alternativa "AG5 – Eixo Canal do Trabalhador"

Relativamente a esta macro-alternativa não foram definidas variantes, uma vez que as soluções a adotar se encontram fortemente dependentes de estruturas já existentes.

No [Quadro 4.2, anteriormente apresentado](#), consta a matriz comparativa individualizada das variantes da captação d'água do sistema de transposição Castanhão-RMF. Nesta matriz são indicadas as principais características da captação, os custos de investimento e operação e uma avaliação qualitativa dos resultados obtidos.

Para a avaliação qualitativa do interesse das variantes apresentadas foi definido um conjunto de parâmetros qualitativos que qualificam a captação:

- Custo de construção e operação;
- Complexidade de construção da captação;
- Interferência da construção com obras existentes
- Complexidade da operação da captação
- Interferência com operação de outros aproveitamentos
- Potenciais problemas de qualidade da água

Foi considerada a seguinte classificação para avaliação do interesse das diferentes variantes da captação sob distintos pontos de vista: nula; moderada; elevada; severa. Esta classificação, embora qualitativa, permite avaliar a solução considerada mais equilibrada.

4.3.2.2. Relativos ao Sistema de Adução

a) Alternativa AG-1

Esta alternativa é a mais extensa entre todas, com 238km. Tem como ponto favorável o local da captação, muito bom do ponto de vista geotécnico. Por outro lado contém cerca de 85% do traçado atravessando rochas cristalinas do Sertão Central com pequena cobertura de solos. Os volumes de cortes serão praticamente em materiais de 3ª categoria. Está previsto, também, a execução de elevatórias em três locais tendo uma altura de recalque muito maior. O custo dessa alternativa deverá ser o mais elevado.

b) Alternativa AG-2

Essa alternativa é a segunda mais extensa, com 191,3 km. Tem a captação no mesmo local da alternativa AG-1, portanto num local bem adequado para implantação da obra. A extensão do traçado atravessando formações cristalinas é de 71% do todo. Nessa alternativa são esperados grandes movimentos em materiais da 2ª e 3ª categoria. Deve-se, também, encontrar alguma dificuldade na localização de materiais para construção.

c) Alternativa AG-3

Essa alternativa tem a captação direta no rio Jaguaribe, sendo o local da estação elevatória favorável do ponto de vista geotécnico. Sua extensão é de 179,2 km, com 91% do traçado coincidente com o da alternativa AG-2, a maioria das características da alternativa AG-2 pertencem, também, a essa alternativa.

d) Alternativa AG-4

Essa alternativa, como a alternativa AG-3, tem início no próprio rio Jaguaribe, só que na região de Flores, em local não muito favorável, do ponto de vista morfológico e geotécnico, já que nesse local a margem esquerda do Jaguaribe, após receber o Banabuiú, forma um grande terraço aluvionar. Tem extensão de 139,9 km dos quais 110,6 km é igual ao traçado da alternativa AG-2. Do ponto de vista dos materiais do trecho 69% da extensão está em cima de formações cristalinas rasa, o que implicará nas escavações predominando em material de 3ª categoria. Deve-se ter dificuldades com a determinação de caixas de empréstimos para aterros.

e) Alternativa AG-5

Essa alternativa é a mais curta entre todas; deverá ter cerca de 100 km. A captação será uma ampliação daquela existente, para o Canal do Trabalhador, em Itaiçaba, sendo as condições geotécnicas favoráveis. O trecho tem só 17% da região com afloramentos rochosos mais superficiais. Mesmo assim, nesses locais o capeamento de solo é muito mais espesso do que nas outras regiões, com as escavações devendo ser em grande parte todas em materiais de 1ª categoria. À esta alternativa estão associados todos os problemas inerentes à ampliação do Canal do Trabalhador para uma vazão cerca de quatro vezes a original.

4.3.2.3. Relativos à Operação e Manutenção

Do ponto de vista do funcionamento hidráulico e de operação, considerou-se que as diferentes alternativas de captação se dividiam em duas categorias:

- as macro-alternativas com captação d'água no açude Castanhão minimizam o custo da energia dispendida no bombeamento, dado que possibilitam a utilização da energia disponível entre o nível de água no reservatório do Castanhão e o leito do rio Jaguaribe, contudo este é o local mais distante de Fortaleza originando um maior comprimento para a adução;
- as macro-alternativas com captação d'água no próprio rio Jaguaribe minimizam o comprimento da adução, mas implicam maiores custos de bombeamento e dificuldades mais acentuadas de manutenção das estruturas de captação; uma pequena parte da energia adicional de bombeamento poderia ser recuperada na central hidrelétrica prevista no projeto do açude Castanhão. Estas macro-alternativas exigem ainda o controle das vazões no percurso entre o açude Castanhão e a seção do rio onde se situa a tomada de água, em relação à quantidade de água liberada no açude, tempo de percurso e períodos diários de ocorrência, e também no que diz respeito à garantia da qualidade da água; além do mais, 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, a obras de maior porte.

4.3.2.4. Relativos aos Benefícios Agregados com Irrigação

As macro-alternativas apresentam diferentes graus de integração com os principais projetos de irrigação beneficiáveis, listados abaixo:

- Chapadão do Castanhão (5000 ha), a implantar;

- Roldão (2500 ha), a implantar;
- Ibicuitinga (1000 ha), a implantar;
- Tabuleiros de Morada Nova (1000 ha), a implantar;
- Tabuleiro de Russas (10300 ha), implantado, mas com sérios problemas de garantia do suprimento de água;
- RMF Piloto (3000 ha), a implantar.

Nesta perspectiva, dependendo do posicionamento da captação, elas têm as seguintes características genéricas:

- captções à montante, isto é, no açude Castanhão: permitem a integração com todos os projetos de irrigação implantados e previstos na região do Sertão Central;
- captções intermediárias, em São Brás e Flores: possibilitam a integração de uma parte dos projetos de irrigação implantados e previstos, principalmente o de Tabuleiros de Russas;
- captação à jusante, em Itaíçaba: não permite a alimentação dos projetos de irrigação.

A facilidade de integração com estes projetos de irrigação traduz-se ainda na capacidade potencial de cada macro-alternativa de materializar-se em um “Eixo de Desenvolvimento Econômico” da região do Sertão Central.

Dentro da rubrica “Nível Relativo de Benefício”, na Matriz de Comparação, estão embutidos os critérios Geração de Empregos Diretos e Indiretos, calculados apenas com base na irrigação e população atendida. Note-se que, para essa avaliação qualitativa, foram considerados os totais populacionais e de empregos diretos e indiretos calculados para cada alternativa, sendo a classificação efetuada em termos relacionais entre as alternativas; admitiu-se que, para cada hectare irrigado, seriam gerados 1,21 empregos diretos, e ainda uma relação de 1:2 entre empregos diretos e indiretos.

O [Quadro 5.3](#) a seguir apresenta os totais populacionais e de empregos consolidados para cada alternativa identificada.

4.3.2.5. Relativo aos Impactos Socio-Econômicos

A Matriz de Comparação incorpora, também, as condições sócio-econômicas, políticas e culturais, centrando sua atenção diferencial para as regiões onde se inserem as macro-alternativas.

O [Quadro 5.4](#), já referido, apresenta a específica matriz socio-econômica detalhada nos seus diversos aspectos. Ela está embasada no paradigma do Desenvolvimento Humano (DH) do PNUD, que considera tais aspectos no conceito amplo por ele assumido: a necessidade de crescimento econômico implícita na noção de DH. Portanto, necessariamente a análise comparativa deve ser enfocada na direção do desenvolvimento para as pessoas, das pessoas e pelas pessoas.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento não se limita, nem tem como objetivo último, o crescimento econômico. Ele abriga, além do conceito de produtividade, os de sustentabilidade, equidade e participação social.

Esse estudo, sob a ótica sócio-econômica, estrutura-se em quatro dimensões essenciais para a consecução dos seus objetivos, referenciadas pelos conceitos explicitados, a saber:

- Social – a partir, especialmente, do investimento no capital humano, representado pela oferta de igual oportunidade de acesso às pessoas à aquisição de conhecimento e pelo exercício pleno de uma habilitação profissional; pelo reconhecimento do poder de mobilização social das comunidades e de sua capacidade de responder aos estímulos no sentido de construção de seus projetos de vida pessoais e coletivos;
- Econômica – como opção pelo crescimento acelerado com competitividade e por inserção dinâmica da área na economia regional e estadual, estimulando as forças endógenas do crescimento e a expansão do mercado interno;
- Político-institucional – a partir da incorporação de um modelo de gestão integrada e descentralizada, apoiado na cidadania e calcado no reconhecimento da capacidade local para organizar-se e conduzir o processo de desenvolvimento sustentável;
- Cultural – a partir de um processo de reconhecimento do potencial cultural local e da necessidade de preservá-lo, aproveitá-lo e expandi-lo.

Dado o caráter da análise, dentre a ampla gama de opções para o DH, foram definidos 13 (treze) indicadores de impacto.



Quadro 4.3 - Estimativa dos Empregos e População agregados a cada Alternativa de Transposição

Macro-Alternativa	Área Irrigada Atendida			População Atendida				Empregos		
	Projetos Implantados (ha)	Projetos A Implantar (ha)	Irrigação Difusa (ha)	Rural (hab.)	Centros Urbanos (hab.)	RMF + entorno (hab.)	Total	Diretos	Indiretos	Total
AG1 ou ESCSp	0	5.000	3.507	126.246	93.226	5.573.786	5.793.258	12.353	24.705	37.058
AG2 ou ESCIt	10.300	13.500	612	94.940	50.346	5.573.786	5.719.072	30.815	61.630	92.445
AG3 ou ESCIf-B	10.300	13.500	612	94.940	50.346	5.573.786	5.719.072	30.815	61.630	92.445
AG4 ou ESCIf-F	0	8.000	612	94.940	18.770	5.573.786	5.687.495	11.065	22.130	33.195
AG5 ou Ampliação do Canal do Trabalhador	1.000	3.000	0	96.742	7.627	5.573.786	5.678.154	5.000	10.000	15.000

Crítérios para a estimativa do número de empregos associados à agricultura irrigada:

1- Irrigação Intensiva:

a) Empregos Diretos: 1,21 empregos por hectare irrigado para mão-de-obra não qualificada e 0,04 qualificada;

b) Empregos Indiretos: a relação adotada é 1:2, ie, cada emprego direto gera dois empregos indiretos.

2 - Irrigação Difusa:

a) Empregos Diretos: 1,74 empregos por hectare irrigado;

b) Empregos Indiretos: a relação adotada é 1:2, ie, cada emprego direto gera dois empregos indiretos.

Quadro 4.4 - Matriz de Impactos Socioeconômicos

		DIMENSÃO SOCIAL							DIMENSÃO ECONÔMICA				DIMENSÃO POLÍTICO INSTITUCIONAL	DIMENSÃO CULTURAL
		Elevação da expectativa de vida ao nascer	Controle de ocorrência de doenças de veiculação ou origem hídrica	Acesso e aquisição de conhecimentos	Desenvolvimento do capital humano	Promoção da sustentabilidade dos núcleos populacionais	Densidade Demográfica x Deslocamento de Populações	Distribuição de renda	Elevação do PIB municipal per capita	Elevação capacidade produtiva e da produtividade	Geração de novas oportunidades de emprego e renda	Integração dos assentamentos rurais existentes ou em implantação	Nível de complexidade para mobilização e organização social	Preservação de usos e costumes e da história das comunidades
AG1	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	médio	alto	baixo	baixo	alto	alto	médio	médio	médio	baixo	médio	alto	baixo
	TRAÇADO VARIANTE	médio	alto	baixo	baixo	alto	alto	médio	médio	médio	baixo	médio	alto	baixo
AG2	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	médio	alto	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	alto	médio	alto	médio	baixo
	TRAÇADO VARIANTE	médio	alto	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	alto	médio	alto	médio	baixo
AG3	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	médio	alto	baixo	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	médio	alto	médio	baixo
	TRAÇADO VARIANTE	médio	alto	baixo	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	médio	alto	médio	baixo
AG4	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	médio	alto	baixo	baixo	alto	médio	alto	alto	alto	médio	alto	médio	baixo
	TRAÇADO VARIANTE	médio	alto	baixo	baixo	alto	médio	alto	alto	alto	médio	alto	médio	baixo
AG5	TRAÇADO DE REFERÊNCIA	médio	alto	baixo	baixo	baixo	inexistente	baixo	alto	alto	baixo	inexistente	médio	baixo
	TRAÇADO VARIANTE	médio	alto	baixo	baixo	baixo	inexistente	baixo	alto	alto	baixo	inexistente	médio	baixo

positivo alto médio baixo
nulo inexistente
negativo baixo médio alto

Para uma melhor compreensão das dimensões e dos impactos considerados, são sumarizados a seguir os principais conceitos:

- Dimensão – sub-sistema integrante de um amplo e complexo sistema social; conjunto de variáveis que caracteriza um corte analítico da sociedade humana;
- Impacto – ação, impressão e repercussão forte, profunda, de origem endógena ou exógena, que repercutem num processo sócio-econômico, político-institucional e cultural, envolvendo os atores sociais – individual e coletivamente – e os cenários em seus múltiplos componentes. Quando o impacto é considerado Positivo (+), há possibilidade de transformação ou de superação no sentido de resposta às dimensões preconizadas pelo DH; quando o impacto se mostra Negativo (-), correlaciona-se o fenômeno aos aspectos considerados adversos quando da implantação do projeto. O impacto poderá ser considerado Inexistente se a variável analisada não sofre interferência com a implantação do projeto.

Detalhadamente, para cada dimensão, são apresentados na seqüência os conceitos e a magnitude dos impactos analisados:

Dimensão Social:

- Elevação da expectativa de vida ao nascer: a elevação da expectativa de vida ao nascer ou índice de longevidade, é um indicador síntese da qualidade de vida das pessoas. Este impacto foi considerado como positivo médio em todas as alternativas, por não ser a água a única variável a contribuir na elevação deste índice, pois ela é parte de um conjunto de fatores que agem de modo integrado para a consecução deste objetivo;
- Controle da ocorrência de doenças de veiculação ou origem hídrica: doenças responsáveis, em parte, pela mortalidade infantil e pela contaminação dos recursos hídricos durante o período chuvoso. Segundo as diretrizes preconizadas para a implantação do projeto, a passagem do eixo de desenvolvimento por regiões onde atualmente se detectam a ocorrência destas doenças, provoca um impacto positivo alto em todas as alternativas, considerando o acesso a água potável associado ao imperativo de um trabalho integrado Estado-Município-comunidades, para a promoção da educação sanitária e ambiental, objetivando a correta utilização deste recurso hídrico;

- Acesso e aquisição de conhecimentos: mensurada em função da taxa de alfabetização de adultos, taxa de escolarização real do ensino fundamental e taxa combinada de matrícula nos três níveis de ensino, que traduzem o nível educacional da população. Em que pese a motivação da população e a sua disposição em participar da gestão e dos benefícios do eixo, o impacto é ainda considerado positivo baixo, em todas as alternativas, face aos níveis educacionais pouco expressivos observados nas regiões interceptadas pelos traçados estudados;
- Desenvolvimento do Capital Humano: analisado com vistas à participação ativa da sociedade na intervenção e qualificação para as ocupações agropecuárias e para as novas ocupações. Este impacto também é diretamente condicionado ao índice educacional da população, principalmente no que se refere à formação voltada às ocupações agropecuárias. Da mesma forma que o anterior, este impacto foi considerado como positivo baixo em todas as alternativas, exceto para alternativa AG2, que é positivo alto, uma vez que na região por ela interceptada registra-se um maior número de escolas agrícolas;
- Promoção da sustentabilidade dos núcleos populacionais: considerando parâmetros de crescimento econômico, combinados à preservação dos recursos naturais. O impacto é positivo alto, considerando-se a gestão social e ambiental do eixo, para as alternativas AG1 AG2, AG3 e AG4. Na Alternativa AG5, correspondente ao trecho onde se encontra o Canal do Trabalhador, há predominância de grandes propriedades e encontra-se margeada por núcleos populacionais desorganizados/em situação de ocupação irregular. O impacto nesta alternativa, portanto, é negativo baixo, visto a necessidade adicional de intervenção para a organização social comunitária, dessas populações;
- Densidade demográfica x deslocamento de populações: quanto menor for a densidade demográfica, menor o número de pessoas atingidas para fins de deslocamento com a implantação do projeto e, portanto, menor impacto social adverso. Este impacto é positivo alto para as alternativas AG1, AG2 e AG3, cujas densidades populacionais são baixas. O impacto é positivo médio para a AG4 e inexistente para a AG5, face à existência do Canal do Trabalhador;
- Distribuição de renda: mensurada pela distribuição da renda individual e familiar verificada nas regiões do projeto, observando-se que quanto melhor for esta distribuição maior o alcance social da alternativa. Impacto positivo alto nas alternativas AG2, AG3 e AG4, nas quais observa-se uma maior frequência de pequenas e médias propriedades, o que denota uma melhor distribuição de terras e renda. O impacto é positivo médio

para a alternativa AG1, onde se observa um maior número de latifúndios e maior concentração de renda; e é positivo baixo para alternativa AG5, por ser nesta alternativa mais expressivo o número de grandes propriedades e a concentração de renda mais elevada, quando comparada com as demais.

Dimensão Econômica:

- Elevação do PIB municipal per capita: mensurado pela divisão do PIB municipal pelo número de habitantes, resultando numa medida do nível de riqueza de uma região. Este indicador tem uma relação direta com o objetivo do eixo de desenvolvimento. O impacto positivo é médio na alternativa AG1 em consequência da menor quantidade de áreas irrigáveis ao longo deste traçado, o que limita a perspectiva de aumento da produção e produtividade agrícola, aliando-se a esse fator a inexistência de uma tradição de agricultura irrigada na região. O impacto é positivo alto nas demais alternativas face ao número mais expressivo de terras irrigáveis e a natural vocação das áreas por elas interceptadas para o desenvolvimento da agricultura irrigada;
- Elevação da capacidade produtiva e da produtividade nas áreas interceptadas: quantificada considerando-se os índices de produção e produtividade observados e o potencial dos recursos disponíveis em terra, capital e trabalho. O impacto positivo é médio para alternativa AG1 e alto para as demais alternativas pelas mesmas razões apresentadas no item anterior;
- Geração de novas oportunidades de emprego e renda: analisado em função do potencial de desenvolvimento de novas oportunidades econômicas, além da agropecuária. O impacto é considerado positivo médio para as alternativas AG2, AG3 e AG4, onde se observa um número mais significativo de núcleos populacionais envolvidos/interessados na ampliação das oportunidades de geração de emprego e renda. Para as alternativas AG1 e AG5 o impacto positivo é baixo, face ao menor número de pessoas disponíveis e em condições de proceder uma diversificação de trabalho e renda, sobretudo pela existência marcante de latifúndios em seus trechos e relações de trabalho atrasadas;
- Integração dos assentamentos rurais existentes ou em implantação: analisado com base no número de assentamentos rurais identificados ao longo do traçado das alternativas. O impacto é positivo alto para as alternativas AG2, AG3 e AG4, onde se observa um número mais significativo de assentamentos rurais. Na alternativa AG1 o

impacto positivo é considerado médio em função do decréscimo no número de assentamentos rurais existentes. O impacto é inexistente na alternativa AG5;

Dimensão Político-institucional

- Nível de complexidade para a mobilização e a organização social: analisado com base no número de organizações formais da sociedade civil e o número de associados identificados na região. O impacto é positivo alto na alternativa AG1 e positivo médio para as demais alternativas, considerando diferenciais de mobilização social, movimentos sociais e de quantidade de organizações formais existentes.

Dimensão Cultural

- Preservação de usos e costumes e da história das comunidades: analisado a partir da relação entre a preservação e as mudanças culturais advindas com a intervenção propiciada pelo Eixo de Desenvolvimento. Este impacto é negativo baixo para todas as alternativas.

Finalmente, é importante ressaltar que as quatro dimensões sócio-econômicas, político-institucionais e culturais analisadas se complementam com as demais, principalmente a ambiental, uma vez que, a necessidade de preservação e regeneração do ambiente para o futuro constitui-se em uma imposição ética, sobretudo em relação à questão hídrica.

4.3.2.6. Relativo aos Impactos Ambientais

a) Metodologia Adotada

A metodologia adotada para quantificar a hierarquização dos impactos ambientais das diferentes macro-alternativas utiliza a atribuição de conceitos para cada um dos fatores ambientais considerados relevantes na área do estudo, os quais comporão a matriz de avaliação correspondente; a estes fatores são inicialmente atribuídos pesos específicos seguindo os critérios que serão discriminados posteriormente. O somatório dos pesos dos fatores determina o potencial de cada alternativa alterar o meio natural ou sofrer influência do meio. Quanto mais baixo o escore, mais negativos os impactos ambientais associados à macro-alternativa analisada.

Foram selecionados como fatores relevantes na área do estudo os riscos de poluição da água aduzida, no que se refere à poluição por efluentes sanitários, agrotóxicos e salinização, bem como os danos à flora e à fauna associados a cada macro-alternativa de traçado.

Fatores como intersecção com áreas de preservação ambiental e terras indígenas não foram considerados, tendo em vista que a unidade de conservação posicionada mais próxima dos traçados das macro-alternativas - Estação Ecológica do Castanhão, posicionada na Serra da Micaela - dista mais de 20 km do trecho inicial das macro-alternativas AG1 e AG2, sequer tendo risco de haver pressão antrópica, de forma indireta, sobre sua área. Quanto às terras indígenas, não existem reservas no território das bacias interceptadas pelas macro-alternativas estudadas, constituindo 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. Ressalte-se, no entanto que suas terras distam mais de 30,0 km do traçado da macro-alternativa AG1, não havendo riscos de geração de pressão antrópica sobre a área da reserva

Os riscos de danos aos patrimônios arqueológico e paleontológico apresentam-se iguais para as cinco macro-alternativas, não servindo como instrumento de análise comparativa. Com efeito, estas interceptam uma região considerada rica nestes tipos de patrimônios pelos órgãos competentes, com sítios arqueológicos identificados nos municípios de Morada Nova, Limoeiro do Norte, Russas, Banabuiú, Quixadá, Capistrano, Baturité e Chorozinho, e ocorrências paleontológicas nos municípios de Alto Santo, Morada Nova, Limoeiro do Norte, Russas, Banabuiú, Quixadá, Aracoiaba e Pacajus. Desta forma, qualquer que seja a macro-alternativa selecionada, esta deverá ser alvo de um levantamento detalhado do local das obras e das áreas de empréstimos para identificação de possíveis sítios arqueológicos e paleontológicos.

Quanto aos riscos de importação de espécies ícticas daninhas, estes não serão considerados pela análise, uma vez que se apresentam iguais qualquer que seja a macro-alternativa de traçado adotada. Com efeito, as bacias hidrográficas receptoras da água aduzida pelo sistema adutor proposto já estão enfrentando problemas de infestação por espécies piscícolas predadoras (piranhas e pirambebas) provenientes da Bacia do Jaguaribe, tendo o Canal do Trabalhador como meio de disseminação das referidas espécies, 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 das lagoas e pequenos reservatórios marginais ao canal, efetuada pelos proprietários dos imóveis periféricos, fato constatado na região da Bacia do Pirangi. Assim sendo, qualquer que seja a alternativa selecionada deverão ser detectadas as áreas afetadas por este problema, bem como se obter subsídios para formulação de medidas corretivas e de controle do estoque de piranhas e pirambebas.

Por fim, os impactos ambientais associados a cada macro-alternativa serão qualificados e quantificados através de um sistema de “ranking” com base nos fatores abaixo discriminados:

a1) Riscos de Poluição da Água Aduzida por Efluentes Sanitários

A avaliação deste critério levou em conta as vazões de efluentes sanitários gerados pelos núcleos urbanos posicionados ao longo de cada macro-alternativa, agregados pelos respectivos trechos em leito natural e reservatórios que integram o seu percurso, tendo sido atribuída a seguinte pontuação:

Vazão de Efluentes Sanitários (l/s)	Pontuação	Conceito
0,0 - 10,0	5	Muito Baixo
10,1 - 50,0	3	Baixo
50,1 - 150,0	2	Médio
> 150,0	0	Alto

Para o cálculo das vazões de esgotos associadas a cada macro-alternativa, foi considerado um consumo per capita de água igual a 145 l/hab/dia para os núcleos urbanos com população inferior a 5.000 habitantes, 158 l/hab/dia para os com população entre 5.000 e 20.000 habitantes, 172 l/hab/dia para os com contingentes populacionais entre 20.000 e 100.000 habitantes, tendo sido admitido uma razão esgoto/água igual a 0,80.

a2) Riscos de Poluição da Água Aduzida por Agrotóxicos

A avaliação deste critério levou em conta o fato da poluição hídrica por agrotóxicos ter correlação direta com a área irrigada, tendo maior probabilidade de ocorrência à medida que aumenta a área explorada. Assim sendo, foi considerada a extensão de área irrigada ao longo dos trechos em leito natural de cada macro-alternativa, sendo levadas em conta as áreas irrigadas existentes e potenciais, considerando, neste último caso, a sua probabilidade de viabilização, ou seja, se estas já contam com estudos ou não, tendo sido adotado o seguinte método:

- a classificação das áreas a serem irrigadas de acordo com o nível de estudos adotou a atribuição de pesos para definição da probabilidade de viabilização das áreas potenciais. Assim sendo, as áreas em operação tiveram suas extensões territoriais computadas integralmente, enquanto que para as áreas previstas que contam apenas

com Estudos de Viabilidade/Projeto Executivo ou com Estudos Preliminares foi considerado que apenas 50,0% e 25,0% de suas áreas, respectivamente, seriam realmente efetivadas; obteve-se desta forma a área total efetivamente irrigada a nível de cada macro-alternativa;

- a pontuação de cada macro-alternativa levou em conta a extensão da área total efetivamente irrigada, tendo sido atribuída a seguinte pontuação:

Extensão Total das Áreas Irrigadas (ha)	Pontuação	Conceito
< 1.500	5	Baixo
1.500 - 5.000	4	Médio
5.000 - 10.000	2	Alto
> 10.000	1	Muito Alto

Para as macro-alternativas onde os riscos de poluição por agrotóxicos apresentam-se nulos, foi adotada a pontuação máxima, acrescida de mais um ponto, sendo atribuído para estas o conceito Muito Baixo.

As áreas irrigadas associadas à cada macro-alternativa estão mostradas no [Quadro 4.5](#).

a3) Riscos de Salinização da Água Aduzida

A avaliação deste critério levou em conta a integração ao sistema adutor de açudes posicionados em regiões onde predominam solos com elevados teores de sais nos horizontes sub-superficiais (Planossolos Solódicos e Solonertz Solodizados) nas suas bacias de contribuição e a sua repercussão sobre a qualidade da água aduzida, tendo adotado o seguinte método:

- a pontuação atribuída ao traçado das macro-alternativas com base na integração com açudes que apresentam solos salinos na sua bacia de contribuição se deu da seguinte forma:

Solos Salinos	Pontuação
Ausentes ou manchas com pequena extensão territorial	5
Manchas com média extensão territorial	3
Manchas com grande extensão territorial	0

Quadro 4.5
Áreas Irrigadas Existentes e Potenciais (ha)

DISCRIMINAÇÃO	SITUAÇÃO ATUAL	MACROALTERNATIVAS									
		AG ₁		AG ₂		AG ₃		AG ₄		AG ₅	
		REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE
IRRIGAÇÃO INTENSIVA											
• Xique-Xique	Implantado Parcialmente	-	-	-	-	560	560	560	560	560	560
• Altinho	Implantado	-	-	-	-	-	-	204	204	204	204
• Jaguaruana	Em Operação	-	-	-	-	-	-	-	-	202	202
• Jaguaribe/Apodi	Em Operação	-	-	-	-	-	-	3.669	3.669	3.669	3.669
• Jaguaribe/Apodi	Projeto Executivo	-	-	-	-	-	-	1.724	1.724	1.724	1.724
• Apodi - Ceará	Estudo de Viabilidade	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	5.000
• Baixo Jaguaribe	Projeto Executivo	-	-	-	-	-	-	10.000	10.000	10.000	10.000
• Chapadão do Castanhão	Estudo de Viabilidade	-	-	-	-	-	-	5.000	5.000	5.000	5.000
• Tabuleiros de Russas (1ª Etapa)	Fase Final de Implantação	-	-	-	-	-	-	10.300	10.300	10.300	10.300
• Tabuleiros de Russas (2ª Etapa)	Estudos Preliminares	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	5.000
• Transição Sul de Morada Nova	Estudo de Viabilidade	-	-	-	-	-	-	5.000	5.000	5.000	5.000
• Projeto Piloto Ibicuitinga	Apenas Identificado	-	-	-	-	-	-	3.000	3.000	3.000	3.000
• Morada Nova	Em Operação	-	-	-	-	-	-	3.611	3.611	3.611	3.611
• Banabuiú	Em Operação	-	-	-	-	-	-	94	94	94	94
• Projeto Piloto RMF	Apenas Identificado	-	3.000	-	3.000	-	3.000	-	3.000	-	3.000
• Eixo Jaguaribe/Icapuí	Estudo de Viabilidade	-	-	-	-	-	-	-	-	5.000	5.000
• Quixeré	Em Operação	-	-	-	-	-	-	-	-	198	198
• Santo Antônio de Russas	Em Operação	-	-	-	-	-	-	-	-	189	189

Quadro 4.5 (continuação)
Áreas Irrigadas Existentes e Potenciais (ha)

DISCRIMINAÇÃO	SITUAÇÃO ATUAL	MACROALTERNATIVAS									
		AG ₁		AG ₂		AG ₃		AG ₄		AG ₅	
		REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE
IRRIGAÇÃO DIFUSA											
• Área a Jusante do Açude Choró - Limão-	Em Operação	-	158	-	-	-	-	-	-	-	-
• Área a Jusante do Açude Choró - Limão	Potencial	-	109	-	-	-	-	-	-	-	-
• Área a Montante do Açude Pacajus	Potencial	-	3.245	-	-	-	-	-	-	-	-
• Alto Santo	Em Operação	-	-	-	-	531	531	531	531	531	531
• Alto Santo	Potencial	-	-	-	-	39	39	39	39	39	39
• São João do Jaguaribe	Em Operação	-	-	-	-	-	-	2.053	2.053	2.053	2.053
• São João do Jaguaribe	Potencial	-	-	-	-	-	-	153	153	153	153
• Banabuiú	Em Operação	-	-	-	-	-	-	384	384	384	384
• Limoeiro do Norte	Em Operação	-	-	-	-	-	-	1.580	1.580	1.580	1.580
• Morada Nova	Em Operação	-	-	-	-	-	-	339	339	339	339

- a nota de cada macro-alternativa foi o somatório das notas dos reservatórios de acordo com a tabela apresentada anteriormente. Para as macro-alternativas que não contavam com reservatórios ao longo do seu traçado, foi atribuída a pontuação máxima;
- a macro-alternativa que obteve a pontuação máxima teve nota 5 (cinco), apresentando, portanto, um baixo risco de salinização da água aduzida, enquanto que a macro-alternativa com pontuação mínima teve nota 0 (zero), o que significa um risco elevado de salinização da vazão aduzida. A macro-alternativa de pontuação intermediária teve sua nota calculada por interpolação entre os valores máximo e mínimo, apresentando risco médio.

a4) Danos a Fauna e a Flora

A avaliação deste critério levou em consideração a extensão da área a ser desmatada para implantação das obras de adução em cada macro-alternativa. A pontuação, de acordo com a extensão da área afetada, se deu da seguinte forma:

Área Afetada (ha)	Pontuação	Conceito
< 3.000	5	Baixo
3.001 - 4.000	3	Médio
> 4.000	0	Alto

b) A Matriz de Impactos Ambientais

A Matriz de Impactos Ambientais concernentes a cada macro-alternativa, como anteriormente citado, está apresentada no [Quadro 4.6](#).

Um sucinto comentário dos impactos ambientais associados a cada macro-alternativa e a sua pontuação específica é apresentada no texto seguinte, objetivando referendar o conceito final que consta na matriz.

Quadro 4.6 – Matriz de Impactos Ambientais

Macro-Alternativas		Poluição da Água Aduzida			Danos a Flora e a Fauna	Total
		Efluentes Sanitários	Agrotóxicos	Salinização		
AG ₁	Referência	2	6	0	0	8
	Variante	0	4	0	3	7
AG ₂	Referência	5	6	5	3	19
	Variante	5	5	5	3	18
AG ₃	Referência	3	5	5	3	16
	Variante	3	4	5	3	15
AG ₄	Referência	2	1	5	5	13
	Variante	2	1	5	5	13
AG ₅	Referência	0	1	5	5	11
	Variante	0	1	0	5	6

Legenda de Cores:

	Muito Baixo
	Baixo
	Médio
	Alto
	Muito Alto

b1) Riscos de Poluição da Água por Efluentes Sanitários

Inicialmente foram identificados os núcleos urbanos posicionados às margens dos trechos em leito natural e na retaguarda de reservatórios integrados a cada macro-alternativa de traçado do sistema adutor que possam exercer influência sobre a qualidade da água aduzida através do aporte de efluentes sanitários. Posteriormente foram calculadas as vazões de esgotos de cada núcleo urbano, as quais foram agregadas por trechos de acordo com os traçados de referência e variante de cada macro-alternativa, sendo os resultados apresentados no [Quadro 4.7](#).

Quadro 4.7
Aporte de Efluentes Sanitários (l/s)

Trechos em Leito Natural/Reservatórios	AG ₁		AG ₂		AG ₃		AG ₄		AG ₅	
	Referência	Variante	Referência	Variante	Referência	Variante	Referência	Variante	Referência	Variante
• Açude Castanhão/São Brás	-	-	-	-	15,99	15,99	-	-	-	-
• Açude Castanhão/Flores	-	-	-	-	-	-	121,30	121,30	-	-
• Açude Castanhão/Itaiçaba	-	-	-	-	-	-	-	-	198,11	198,11
• Rio Choró	-	61,10	-	-	-	-	-	-	-	-
• Rio Pirangi/ Canal do Trabalhador/Açude Pacajus	-	-	-	7,44	-	7,44	-	7,44	-	-
• Rio Pirangi/ Canal do Trabalhador/Sifão Pacajus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Açude Arrojado Lisboa	52,87	52,87	-	-	-	-	-	-	-	-
• Açude Pedras Brancas	61,06	61,06	-	-	-	-	-	-	-	-
• Açude Pacajus/Açude Pacoti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57,8
TOTAL	113,93	175,03	-	7,44	15,99	23,43	121,30	128,74	198,11	255,91

Na macro-alternativa AG5, a água captada próxima a cidade de Itaiçaba, na região do Baixo Jaguaribe, percorre até este ponto cerca de 130 km após ser liberada no rio Jaguaribe. Ao longo deste percurso as cargas poluidoras de efluentes sanitários aportantes ao referido curso d'água, que perfazem ao todo 198,11 l/s, apresentam como principais contribuintes os núcleos urbanos de Russas (42,39 l/s), Limoeiro do Norte (41,28 l/s), Tabuleiro do Norte (18,58 l/s) e Jaguaruana (16,15 l/s). As cidades de São João do Jaguaribe, Quixeré e Alto Santo, além de alguns pequenos povoados, embora contribuam com um menor volume de esgotos, por estarem posicionadas às margens do rio Jaguaribe ou a menos de 10km deste, também contribuem para a elevação do seu nível de poluição. Nesta macro-alternativa, merece ainda atenção, quanto ao seu potencial poluidor, a cidade de Morada Nova, que se encontra situada às margens do Banabuiú, principal tributário do rio Jaguaribe, a apenas 28 km da confluência destes rios, contribuindo com uma carga de 37,42 l/s para a poluição destes cursos d'água.

Na variante desta macro-alternativa, o sistema se interliga diretamente ao açude Pacajus, o qual conta com as cidades de Pacajus (42,93 l/s), Chorozinho (8,02 l/a), Barreiras (5,85 l/a) e o povoado de Itaipaba (1,0 l/s), posicionados a sua retaguarda, sofrendo o aporte de 57,8 l/s de efluentes sanitários, o que eleva o valor final do volume de efluentes sanitários associados à macro-alternativa AG₅ para 255,11 l/s, no traçado variante.

Na macro-alternativa AG3 aparecem como principais contribuintes de cargas poluidoras de efluentes sanitários as cidades de Alto Santo (5,1 l/s) e Iracema (10,1 l/s), que lançam seus efluentes a cerca de 20 km e 40 km do rio Jaguaribe, respectivamente, e os povoados de Castanhão (0,79 l/s) e Barra do Figueiredo, este último posicionado a menos de 8 km do ponto de captação d'água em São Brás. O volume de efluentes que aporta a esta alternativa perfaz ao todo 15,99 l/s.

Na macro-alternativa AG4 o volume de esgotos afluentes ao rio Jaguaribe apresenta-se mais intenso. Além das cidades de Alto Santo e Iracema, aparecem como contribuintes os núcleos urbanos de São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte e Morada Nova, bem como os povoados de Castanhão, Peixe Gordo (0,49 l/s) e Flores (3,99 l/s), perfazendo ao todo um aporte de, no mínimo, 121,3 l/s.

Na variante, em leito natural, do Trecho Pirangi/Pacoti, comum às macro-alternativas AG2, AG3 e AG4, as contribuições das cargas de efluentes sanitários apresentam-se pouco expressivas, dado o número reduzido de núcleos urbanos posicionados na Bacia do Pirangi. Apenas os povoados Aruaru (5,41 l/s), em Morada Nova, Serra do Félix (1,34 l/s), em Beberibe, e

Pitombeiras (0,69 l/s), em Cascavel, posicionados próximos ao trecho da variante, apresentam vazões mais elevadas, perfazendo ao todo 7,44 l/s, o que eleva o volume de esgotos aportantes às referidas macro-alternativas para 7,44 l/s, 23,43 l/s e 128,74 l/s, respectivamente. Ressalte-se que a macro-alternativa AG2 não terá aporte de esgotos, visto que se desenvolve integralmente através de canais/tubulações, não contando com trechos em leito natural.

A macro-alternativa AG1 recebe o aporte de efluentes sanitários através dos açudes Arrojado Lisboa, que conta com as cidades de Quixeramobim (35,51 l/s) e Senador Pompeu (17,36 l/s) posicionadas à sua retaguarda, e Pedras Brancas, que conta com a cidade de Quixadá (61,06 l/s) a cerca de 40 km a montante da sua bacia hidráulica. O volume total de efluentes aportante à esta macro-alternativa perfaz 113,93 l/s.

Já na variante em leito natural do trecho Choró/Pacoti, pertencente à macro-alternativa AG1, dos núcleos urbanos que contribuem com o aporte de esgotos ao rio Choró, 87,5% apresentam vazões inferiores a 10,0 l/s. Aparece como principal contribuinte o núcleo urbano de Baturité com um aporte de 27,87 l/s de carga poluidora. Merece, ainda, destaque Aracoiaba (9,33 l/s), Capistrano (6,57 l/s) e Itapiúna (4,13 l/s), perfazendo os demais povoados posicionados ao longo do rio Choró 7,35 l/s. O volume de esgotos aportante à esta macro-alternativa se eleva para 175,03 l/s no traçado variante.

Diante do exposto, pode-se afirmar que os riscos de poluição da água aduzida pelo aporte de efluentes sanitários lançados diretamente nos trechos em leito natural ou através de seus tributários, apresentam-se bastante elevados nas macro-alternativas AG1(variante) e AG5, moderado nas macro-alternativas AG1 e AG4, baixo na macro-alternativa AG3 e muito baixo na macro-alternativa AG2, conforme pode ser visualizado no [Quadro 4.8](#). Observa-se que os traçados das variantes sempre apresentam um nível de poluição superior aos dos traçados de referência, qualquer que seja a macro-alternativa analisada, embora muitas vezes sejam classificadas com o mesmo conceito.

b2) Riscos de Poluição da Água Aduzida por Agrotóxicos

Identificadas as áreas irrigadas existentes e potenciais associadas aos trechos em leito natural, estas tiveram suas extensões territoriais agregadas por traçados, de referência e variantes, de cada macro-alternativa de acordo com nível de estudos ou probabilidade de viabilização, sendo obtidos os valores apresentados no [Quadro 4.9](#).

Quadro 4.8 - Avaliação dos Níveis de Poluição por Efluentes Sanitários

Discriminação		Vazão de Efluentes Aportantes (l/s)	Pontuação	Conceito
AG ₁	R	113,93	2	Médio
	V	175,03	0	Alto
AG ₂	R	-	5	Muito Baixo
	V	7,44	5	Muito Baixo
AG ₃	R	15,99	3	Baixo
	V	23,43	3	Baixo
AG ₄	R	121,30	2	Médio
	V	128,74	2	Médio
AG ₅	R	198,11	0	Alto
	V	255,11	0	Alto

NOTA: R - Referência e V - Variante

Posteriormente, foram aplicados aos valores obtidos os percentuais definidores da probabilidade e viabilização das áreas potencialmente irrigáveis, como forma de se obter a área total efetivamente irrigada, em cada macro-alternativa, ou seja, 100% da extensão territorial para as áreas irrigadas em operação, 50,0% para as áreas com estudos de viabilidade ou projeto executivo e 25,0% para as áreas com estudos preliminares ou apenas identificadas. Com base nos resultados obtidos, conforme [Quadro 4.10](#), foi atribuída a pontuação específica de cada macro-alternativa, obtendo-se os conceitos retratados no [Quadro 4.11](#).

A poluição hídrica associada à questão do uso de agrotóxicos apresenta-se bastante significativa nas macro-alternativas AG5 e AG4, ambas com trechos em leito natural ao longo do rio Jaguaribe. Na macro-alternativa AG5 constata-se, ao longo dos rios Jaguaribe, Banabuiú e Palhano, a presença de diversos perímetros irrigados em operação (Jaguaribe/Apodi, Morada Nova, Banabuiú, Quixeré, Santo Antônio de Russas e Jaguaruana), perfazendo uma área superior a 19 mil ha, além de uma faixa com irrigação difusa que se estende desde o açude Castanhão até as imediações da cidade de Russas (cerca de 4,9 mil ha).

Quadro 4.9
Agregação das Áreas Irrigadas de Acordo com o Nível dos Estudos

DISCRIMINAÇÃO	MACROALTERNATIVAS									
	AG1		AG2		AG3		AG4		AG5	
	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE
ÁREAS COM IRRIGAÇÃO INTENSIVA (ha)										
• Em Operação, Implantada ou em Implantação	-	-	-	-	560	560	18.438	18.438	19.027	19.027
• Com Estudo de Viabilidade ou Projeto Executivo	-	-	-	-	-	-	21.724	21.724	31.724	31.724
• Com Estudos Preliminares ou Apenas Identificado	-	3.000	-	3.000	-	3.000	3.000	6.000	8.000	11.000
ÁREAS COM IRRIGAÇÃO DIFUSA (ha)										
• Em Operação	-	158	-	-	531	531	4.887	4.887	4.887	4.887
• Potencial	-	3.354	-	-	39	39	192	192	192	192

Quadro 4.10
Áreas Efetivamente Irrigadas Segundo as Macro-alternativas

DISCRIMINAÇÃO	AG1		AG2		AG3		AG4		AG5	
	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE	REFERÊNCIA	VARIANTE
ÁREAS COM IRRIGAÇÃO INTENSIVA (ha)										
	-	750	-	750	560	1.310	30.050	30.800	36.889	37.689
• Em Operação, Implantada ou em Implantação	-	-	-	-	560	560	18.438	18.438	19.027	19.027
• Com Estudo de Viabilidade ou Projeto Executivo	-	-	-	-	-	-	10.862	10.862	15.862	15.862
• Com Estudos Preliminares ou Apenas Identificado	-	750	-	750	-	750	750	1.500	2.000	2.750
ÁREAS COM IRRIGAÇÃO DIFUSA (ha)										
	-	1.835	-	-	551	551	4.983	4.983	4.983	4.983
• Em Operação	-	158	-	-	531	531	4.887	4.887	4.887	4.887
• Potencial	-	1.677	-	-	20	20	96	96	96	96
TOTAL	-	2.585	-	750	1.111	1.861	35.033	35.783	41.872	42.622

Quadro 4.11 - Avaliação dos Riscos de Poluição por Agrotóxicos

Discriminação		Área efetivamente irrigada (ha)	Pontuação	Conceito
AG1	R	-	6	Muito Baixo
	V	2.585	4	Médio
AG2	R	-	6	Muito Baixo
	V	750	5	Baixo
AG3	R	1.111	5	Baixo
	V	1.861	4	Médio
AG4	R	35.033	1	Muito Alto
	V	35.783	1	Muito Alto
AG5	R	41.872	1	Muito Alto
	V	42.872	1	Muito Alto

NOTA: R - Referência e V - Variante.

As áreas potencialmente irrigáveis que contam com Estudos de Viabilidade/Projetos Executivos respondem por cerca de 15,9 mil ha, enquanto que as áreas estudadas a nível preliminar, ou apenas identificadas, atingem 2 mil ha no traçado principal e 3 mil na variante. A macro-alternativa AG5 conta, portanto, com 41,87 mil ha efetivamente irrigados, que se elevam para 42,87 mil ha na variante, sendo este acréscimo atribuído à área do Projeto Piloto RMF, apenas identificado, no território das Bacias Metropolitanas (rios Choró e Pirangi).

Na macro-alternativa AG4 é eliminada a contribuição dos perímetros Quixeré, Jaguaruana e Santo Antônio de Russas, todos de pequeno porte, sendo a área com irrigação difusa semelhante à da macro-alternativa AG5. Dentre as áreas potencialmente irrigáveis previstas na macro-alternativa AG5 são eliminadas, no traçado da macro-alternativa AG4, o Eixo Jaguaribe/Icapuí (5.000 ha), Tabuleiros de Russas (2ª Etapa) e o Apodi/Ceará, estes dois últimos com 5.000 ha cada. A macro-alternativa AG4 responderia por uma área efetivamente irrigada de pouco mais de 35 mil ha.

A macro-alternativa AG3, por sua vez, apresenta como principal contribuinte para o aporte de agrotóxicos, o perímetro Xique-Xique (560 ha), implantado parcialmente, e a faixa com agricultura irrigada desenvolvida pela iniciativa privada, compreendida entre o açude

Castanhão e o ponto de captação d'água posicionado a 8 km do povoado de Barra do Figueiredo (531 ha em operação e 20 ha de área potencial).

As macro-alternativas AG1 e AG2 se desenvolvem integralmente em canais/tubulações, não contando com trechos em leito natural, razão pela qual não apresentam riscos de poluição de água aduzida pelo aporte de agrotóxicos.

Na variante, em leito natural, do trecho Pirangi/Pacoti, comum às macro-alternativas AG2, AG3 e AG4, os riscos de poluição por agrotóxicos podem, a priori, ser considerados reduzidos, não sendo constatada a presença de áreas irrigadas em operação ao longo do rio Pirangi neste trecho. Em contrapartida, a perenização deste rio, caso seja adotada a variante em leito natural, poderá resultar em riscos de aporte de agrotóxicos a este curso d'água associado à área do Projeto Piloto RMF, apenas identificado.

Na variante, em leito natural, do trecho Choró/Pacoti da macro-alternativa AG1, constata-se a presença de áreas irrigadas pela iniciativa privada ao longo do rio Choró, imediatamente a montante do ponto de lançamento da vazão na calha do referido rio. Além disso, a presença de solos aluviais e de manchas esparsas de Podzólicos ao longo do rio, aliadas à sua perenização, caso seja adotada esta variante, certamente induzirão ao desenvolvimento da agricultura irrigada pelo setor privado, visto que há um potencial de quase 1,7 ha ao longo do trecho em leito natural.

Merece ressalva, ainda no contexto desta macro-alternativa, tanto no traçado de referência como na variante, a integração do açude Pedras Brancas ao sistema adutor. O referido reservatório, segundo estudos desenvolvidos no âmbito do Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe, apresenta 11,75% da superfície do seu espelho d'água ocupada por macrófitas, denotando a ocorrência de um processo de eutrofização de suas águas. Tal processo tem como causa provável o aporte de fertilizantes e pesticidas carregados pelo riacho Carisco da região agrícola existente nos sítios Montreal, Douro e São Paulo. Além disso, o tempo de residência das águas neste reservatório é muito elevado, da ordem de mais de uma centena de semanas, o que resulta numa propensão natural do reservatório ao estabelecimento de processos de eutrofização.

Em suma, os riscos de poluição da água aduzida pelo aporte de agrotóxicos apresentam-se muito elevados nas macro-alternativas AG4 e AG5, moderados nas macro-alternativas AG3 (variante) e AG1 (variante), baixos nas macro-alternativas AG2 (variante) e AG3 e muito baixos nas macro-alternativas AG1 e AG2.

b3) Riscos de Salinização da Água Aduzida

A macro-alternativa AG1, por integrar os açudes Pedras Brancas e Arrojado Lisboa ao sistema adutor, apresenta riscos de salinização da água aduzida relativamente elevados. Com efeito, o açude Pedras Brancas apresenta uma alta propensão à salinização de suas águas, enquanto que no Arrojado Lisboa este risco é considerado médio. Tal situação encontra-se diretamente associada à presença de solos com elevados teores de sais nos horizontes sub-superficiais (Planossolos) nas suas bacias de contribuição. Além disso, o já referido tempo de residência da água no açude Pedras Brancas acentua os riscos de salinização.

As demais macro-alternativas não apresentam riscos de salinização da água aduzida.

Com efeito, as macro-alternativas AG2 e AG3 integram nos seus traçados o açude Curral Velho, que além de não contar com manchas de solos salinos na sua bacia de contribuição é de muito pequeno porte, com período de renovação de suas águas baixo. A macro-alternativa AG4, por sua vez, não conta com reservatórios integrados ao seu traçado. Constitui exceção neste caso apenas a variante da AG5, onde o sistema adutor se interliga ao açude Pacajus. Tal situação deve-se ao fato do açude Pacajus, parte integrante do sistema hídrico da Região Metropolitana de Fortaleza, apresentar riscos elevados de salinização de suas águas pois conta com grandes manchas de Planossolos e Solonetz na sua bacia de contribuição; as águas deste açude, ao serem bombeadas para o sistema Pacoti/Riachão, causam um incremento na salinidade deste sistema que, em seguida, é repassada para o açude Gavião.

Em síntese, pode-se afirmar que os riscos de salinização da água aduzida são elevados nas macro-alternativas AG₁ e AG₅ (variante) e baixos nas demais.

b4) Danos a Flora e a Fauna

Os desmatamentos executados nas áreas das obras de engenharia provocarão a erradicação da cobertura vegetal nas áreas das faixas de domínio dos canais, túneis e adutoras, resultando em perdas relativamente significativas no patrimônio florístico.

A macro-alternativa AG1, com cerca de 4,9 mil ha a serem desmatados, é a que causaria maior impacto à flora e à fauna regional; entretanto, se for adotada a sua variante, este impacto tornar-se-ia menor (3,4 mil ha).

As macro-alternativas AG2 e AG3 responderiam, cada uma, pelo desmatamento de 3,4 mil, apresentado, portanto, um impacto moderado sobre o meio biótico.

Por sua vez, as macro-alternativas AG4 e AG5 apresentariam impactos relativamente baixos sobre o bioma, quando comparados com as demais, com áreas a serem desmatadas da ordem de 2,7 mil ha e 2,5 mil ha nos traçados de referência, caindo para 2,5 mil e 2,0 mil ha nas variantes, respectivamente.

c) Conclusões e Recomendações

Os impactos ambientais das cinco macro-alternativas propostas para o Eixo Castanhão/RMF foram analisados a nível de viabilidade, sendo a hierarquização obtida utilizada somente como referência para a seleção da macro-alternativa mais viável em termos ambientais.

A macro-alternativa AG2 foi a que apresentou melhor nível de pontuação, atingindo 19 pontos, apresentando como vantagem o baixo risco de poluição da água aduzida por efluentes sanitários, resíduos de agrotóxicos e salinização; além disso, a referida macro-alternativa não obteve notas nulas em nenhum dos quesitos analisados, conforme pode ser visualizado na matriz apresentada; sua variante apresenta um escore ligeiramente inferior ao traçado de referência (18 pontos), dada a possibilidade de poluição da água aduzida pelo aporte de agrotóxicos através do trecho em leito natural, embora estes riscos sejam relativamente pequenos quando comparados com as outras alternativas.

A macro-alternativa AG1 apresentou impactos adversos significativos nos quesitos "Danos a Flora e a Fauna" e "Riscos de Salinização da Água Aduzida". Os riscos de poluição por agrotóxicos são muito baixos, enquanto que os de poluição por efluentes sanitários são considerados moderados; sua variante, em leito natural, por sua vez, reduz os danos ao bioma, embora os níveis de salinização permaneçam os mesmos, dado que a integração dos açudes Arrojado Lisboa e Pedras Brancas ao sistema adutor não será eliminada. Esta variante apresenta ainda riscos elevados de poluição por efluentes sanitários e riscos moderados no que se refere a contaminação da água aduzida por agrotóxicos.

Nas macro-alternativas AG4 e AG5 os riscos de poluição da água aduzida por agrotóxicos apresentam-se bastante elevados, não sendo recomendável sua adoção, embora no cômputo geral das notas estas não tenham atingido um escore muito baixo. A poluição por efluentes sanitários apresenta-se moderada na macro-alternativa AG4 e alta na AG5. Quanto aos riscos de salinização da água aduzida, estes apresentam-se baixos para a macro-alternativa AG4 e AG5; ressalte-se, no entanto, que a variante da AG5 apresenta riscos elevados de salinização da água aduzida, dada a integração com o açude Pacajus. No global obteve-se um baixo escore para a AG5 (nota 6).

A macro-alternativa AG3, por sua vez, apresentou impactos baixos para praticamente todos os quesitos analisados obtendo entre 15 e 16 pontos de escore. Entretanto os níveis de poluição da água aduzida por efluentes sanitários e agrotóxicos, embora considerados baixos, tornam a adoção desta bem menos recomendável se comparada à AG2.

Além das medidas mitigadoras normalmente adotadas em obras hidráulicas, tais como reassentamento da população desalojada, relocação de infra-estruturas de uso público e recuperação de áreas de empréstimos, sugere-se, ao nível do presente estudo, a adoção das seguintes medidas durante a implementação e operação do projeto:

- utilização de controles biológicos (peixes) para reduzir a proliferação de doenças de veiculação hídrica, devendo estes ser introduzidos nos reservatórios que integram o sistema adutor;
- utilização de grades ou redes para conter a migração inter-bacias hidrográficas de ictiofauna daninha;
- controle da erosão do solo ao longo do traçado do sistema adutor, com a utilização de plantio direto e de estruturas de contenção de sedimentos, principalmente nos trechos onde o canal se desenvolve sobre terrenos com textura arenosa;
- implantação de projetos de esgotamento sanitário nas cidades posicionadas a montante dos reservatórios integrados ao sistema adutor, com destaque para o que servirá de fonte hídrica para o empreendimento;
- controle do uso e manejo de agrotóxicos, através da difusão de técnicas modernas de controle de pragas, além de treinamento e capacitação dos irrigantes e conscientização dos agricultores em geral quanto aos riscos do uso desordenado de pesticidas;
- levantamento detalhado do local das obras e áreas de empréstimos para a identificação de possíveis sítios arqueológicos, paleontológicos e espeleológicos.

4.3.2.7. Relativos às Dificuldades de Gestão

O nível de dificuldade de gestão foi avaliado levando-se em conta a dependência dos usuários de montante e jusante, ou seja, a dificuldade de controle da retirada de água por usuários diversos. Consiste, portanto, em um aspecto comparativo puramente qualitativo, ainda que extremamente importante e muito óbvio.

Visando facilitar a comparação, esse critério de análise foi sub-dividido em dois campos: nível de dificuldade de gestão a montante da captação e nível de dificuldade de gestão no sistema

de adução. Ainda de forma a caracterizar adequadamente as dificuldade de gestão associada à cada alternativa, essa comparação se deu tanto nos traçados principais de referência, quanto nas variantes.

Essa avaliação qualitativa encontra-se na Matriz de Comparação apresentada no [Quadro 4.1](#). As magnitudes foram atribuídas a cada alternativa ponderando-se as observações individualizadas (critério absoluto) com a relação entre elas, resultando numa escala que se estende do muito baixo ao muito alto, no sentido do mais favorável ao menos favorável.

Observe-se que, sob o aspecto ora abordado, as alternativas AG2 e AG3 se equivalem e sobressaem-se como as mais favoráveis. Por outro lado, a alternativa AG5, correspondente ao traçado do Canal do Trabalhador surge como a menos adequada.

Analisando cada uma das macro-alternativas, atribuiu-se a AG1 baixa magnitude para a dificuldade de gestão da captação, tanto no traçado de referência quanto na variante, uma vez que a mesma se dá diretamente no açude Castanhão; já com relação ao sistema de adução, estabeleceu-se o conceito médio para o traçado de referência, e muito alto para a variante: tais conceitos justificam-se pelo fato de que, sendo canal (estado efetivo de todo o percurso das águas no traçado de referência e apenas parte do percurso quando se trata da variante), o controle da vazão seria bem menos complexo do que se liberada no próprio talvegue do rio Choró. Sob o ponto de vista relativo entre as cinco alternativas, a magnitude “média” atribuída a complexidade de gestão da AG1 decorreria do maior percurso total e, em consequência, de usuários agrícolas potenciais distribuídos de forma mais dispersa ao longo de todo o traçado.

Centrando a análise apenas no que se refere aos usuários a montante da captação, concluiu-se que a AG2, da mesma forma que a AG1, seria classificada como de baixa complexidade de gestão, ao passo que a AG3, por ter sua tomada d’água situada a jusante do Castanhão, possibilitando uma possível má utilização da vazão liberada pelo reservatório pelos usuários situados até o local da tomada d’água, recebe a classificação Médio Baixa.

No que tange à AG4, o nível de complexidade sofre um incremento em relação a AG3, pela distância maior entre o Castanhão e a tomada d’água, atingindo um patamar considerado como médio.

Por sua vez, a AG5 foi classificada como de complexidade de gestão muito alta, por ter sua tomada d’água locada no ponto situado mais a jusante, inclusive após o percurso de quase

todo o Baixo Jaguaribe, o que dificultaria sobremaneira o controle das demandas hídricas, bem como a negociação entre as bacias doadora e receptora.

4.3.2.8. Relativos aos Custos

No processo de comparação e seleção da macro-alternativa, desenvolveu-se uma estimativa de custos, a qual, além dos próprios componentes usuais de captação e adução, considerou, também, a infra-estrutura complementar para atendimento dos projetos de irrigação integráveis com o Projeto; tal procedimento se justificava pela necessidade de se efetuar uma análise comparativa entre alternativas homogêneas, que apresentassem um mesmo nível de benefício global, ou seja, atendessem tanto as demandas da RMF como os projetos de irrigação beneficiáveis, discriminados anteriormente.

A apresentação detalhada dos critérios, metodologia empregada, custos unitários e definição das curvas paramétricas utilizados constam do relatório “Formulação de Alternativas”, sendo presentemente transcritos somente os resultados finais então obtidos.

De qualquer forma, deve-se ressaltar que a estimativa de custos desenvolvida se baseou nos seguintes elementos fundamentais:

- Para cada macro-alternativa foram associados, quando necessários, os projetos complementares que permitiriam o suprimento dos mesmos projetos de irrigação;
- As macro-alternativas AG1, AG2 e AG3, se iniciavam com vazões de 22 m³/s e atingiam, ao final, a RMF com 19 m³/s; por sua vez, as AG4 e AG5 tinham uma vazão única de 19 m³/s, com projetos complementares de integração com vazão total máxima de 9 m³/s;
- Nos custos da captação foram avaliados os custos de construção a partir de uma solução-tipo, detalhada a nível de projeto básico, introduzindo-se para as variantes as alterações com base em funções de custo habituais para obras de derivação, adutoras, canais de sucção/recalque e estações de bombeamento; os custos de operação abrangeram os de energia consumida, à base de R\$ 0,06/kWh, os de manutenção, à base anual de 0,5% para obras civis e 1,0% para equipamentos, atualizados para vida útil de 40 anos à taxa de 12% a.a.;
- Nos custos da infraestrutura de adução – canais, sifões e túneis - foram utilizados elementos cartográficos obtidos em escala 1:25000, e empregadas curvas parametrizadas, determinadas por processos de otimização, para túneis, canais (em

função da altura de corte/aterro, vazões e características geológicas do terreno) e adutoras (em função da vazão e material).

No [Quadro 4.12](#) apresenta-se um resumo dos custos relativos a infra-estrutura de captação, adução e energia consumida, para as diversas macro-alternativas e para as obras complementares de integração com os projetos de irrigação. Os custos relativos a infra-estrutura de captação e adução encontram-se divididos em 1ª e 2ª etapa, correspondendo ao faseamento temporal das obras em duas etapas

Quadro 4.12 - Consolidação dos Custos das Macro Alternativas

	CUSTOS RELATIVOS A INFRA-ESTRUTURA (MILHÕES DE REAIS)									CUSTOS RELATIVOS A OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO EM VALORES PRESENTES (MILHÕES DE REAIS)		CUSTO GLOBAL (MILHÕES DE REAIS)	
	OBRAS DE CAPTAÇÃO			OBRAS DE ADUÇÃO			SUB-TOTAL DE OBRAS DO EIXO			INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO	CAPTAÇÃO E ADUÇÃO		INTEGRAÇÃO COM PROJETOS DE IRRIGAÇÃO
	1ª Etapa	2ª Etapa	Total	1ª Etapa	2ª Etapa	Total	1ª Etapa	2ª Etapa	Total				
AG1	41,49	17,78	59,27	660,30	25,23	685,53	701,79	43,01	744,80	40,43	91,07	5,35	881,66
AG2	37,38	16,02	53,40	426,48	43,21	469,69	463,86	59,23	523,09	25,76	80,74	3,75	633,34
AG3	36,67	15,71	52,38	417,28	49,37	466,66	453,95	65,09	519,04	39,14	92,73	7,41	658,31
AG4	40,01	17,15	57,15	338,90	25,12	364,01	378,90	42,26	421,16	110,91	99,61	11,26	642,94
AG5	44,74	19,17	63,92	255,99	7,27	263,25	300,73	26,44	327,17	110,91	106,94	11,26	556,27

Na maioria dos aspectos de custo analisados, a alternativa AG1 apresentou valores bastante acentuados em relação às outras; conseqüentemente, seu custo global foi classificado como alto.

A alternativa AG5, apesar de apresentar um alto custo para as obras de captação e de integração com os projetos de irrigação, foi a que teve menor custo global, sendo então classificado como baixo.

As alternativas AG2, AG3 e AG4 apresentam custos globais bastante próximos, sendo o da AG3 um pouco mais elevado; desta forma classificou-se o custo das alternativas AG2 e AG4 como médio, e o da AG3 como médio alto.

A [Figura 4.13](#) a seguir apresenta o gráfico comparativo dos custos globais e de seus principais componentes, para todas as macro-alternativas estudadas.

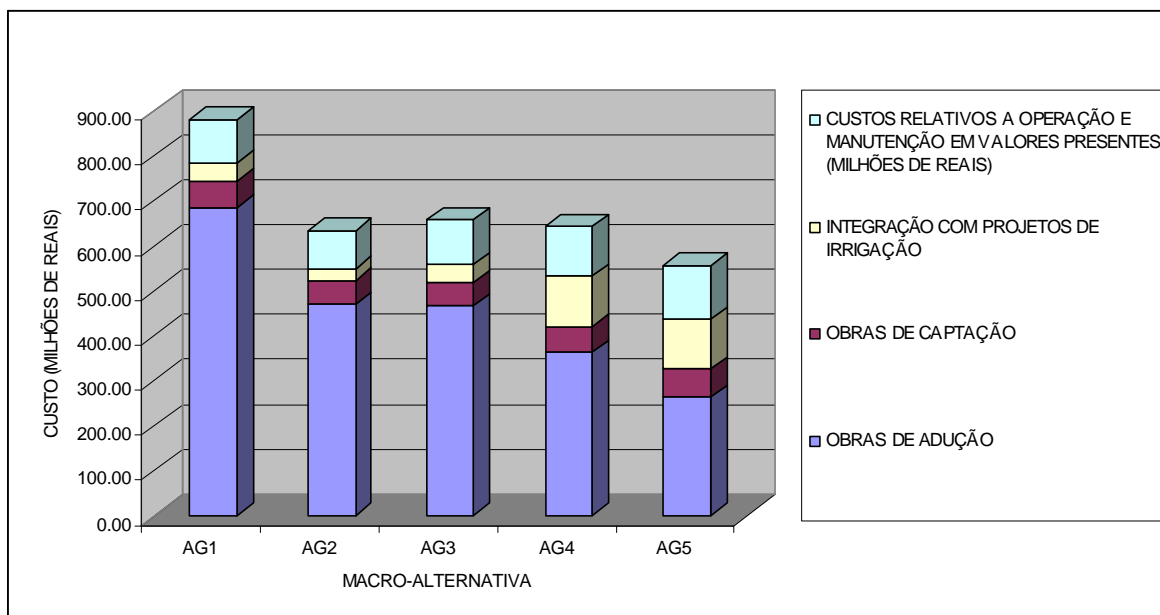


Figura 4.13 – Comparação do Custo Global das Macro-Alternativas

4.3.3. Seleção da melhor alternativa

Analisando os diversos aspectos apresentados na Matriz de Comparação, concluiu-se que a alternativa AG2, embora não sendo a de menor custo, destacou-se claramente como a mais indicada para diretriz do Eixo Jaguaribe/Metropolitanas.

Dentre todas as vantagens apresentadas por esta alternativa AG2, destacam-se os seguintes aspectos como sendo os mais relevantes:

- captação diretamente no Castanhão, evitando os problemas ambientais de qualidade da água e as dificuldades de gestão relacionados às alternativas que captam água a jusante;
- facilidade de integração com os projetos de irrigação prioritários do Jaguaribe, indicando um alto potencial de indução ao desenvolvimento social e econômico da faixa de influência do projeto;
- valor do custo total, relativo entre as alternativas, classificado como médio, tendo o menor custo de operação entre todas;
- apresentou os maiores benefícios para a região doadora, implicando em uma maior facilidade de negociação do projeto junto ao Comitê de usuários da bacia do Jaguaribe.

CAPÍTULO 5

DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO ADOTADA PARA A TRANSPOSIÇÃO

5. DETALHAMENTO DA SOLUÇÃO ADOTADA PARA A TRANSPOSIÇÃO

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

O “Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza” efetua a transposição de água bruta do rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza (“Eixo de Integração Castanhão-RMF”), sendo constituído pela captação no açude Castanhão, integrando uma estação de bombeamento, e por uma adução por gravidade em canal com cerca de 202 km de desenvolvimento.

As adutoras da captação fazem a ligação entre a tomada de água do açude Castanhão, na margem direita do rio Jaguaribe até um ponto alto no Chapadão do Castanhão, do lado da margem esquerda, onde se inicia o canal adutor, seguindo um traçado aproximado Sul-Norte, atravessando o rio Banabuiú em Morada Nova, a Serra do Félix próximo da BR116, o Rio Pirangí também junto à estrada BR116, o rio Choró a jusante do açude Pacajús e terminando no sistema existente de açudes Pacoti-Riachão-Gavião na Região Metropolitana de Fortaleza. Ao longo do traçado do canal adutor existem vários trechos em sifão, para travessia das linhas de água mais importantes, diversas obras especiais, e um conjunto de estruturas correntes de controle operacional e de segurança de exploração da adução (seccionamentos, descargas de superfície, descargas de fundo, pontilhões, etc.).

No presente capítulo é efetuada a descrição detalhada da solução adotada para o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza que, como anteriormente indicado, corresponde ao traçado global definido pela Macro-alternativa AG2 (Açude Castanhão – Açude Curral Velho – Serra do Félix – Rio Pirangí – Açude Pacajús – Açudes Pacoti-Riachão-Gavião), selecionada para a transposição das águas do rio Jaguaribe para a RMF.

As principais obras e travessias especiais situadas ao longo do traçado do Sistema Adutor foram objeto de uma análise técnica e econômica de variantes, visando definir a melhor solução para cada situação, tendo em consideração o traçado geral da Macro-alternativa AG2. Estes estudos específicos de otimização e comparação técnica e econômica de variantes foram apresentados no Relatório Parcial da presente fase dos estudos “Etapa B – Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental, Fase B5 - Seleção da Melhor Alternativa”, tendo conduzido à definição do traçado definitivo adotado para o Sistema Adutor e das características principais a adotar para as obras a projetar.

Foram designadamente consideradas variantes para as seguintes zonas ou trechos específicos da adução, onde se considera viável a consideração de soluções distintas quer relativamente ao próprio traçado da adução quer à concepção das obras:

- Captação d'água no açude Castanhão;
- Travessia de Nova Jaguaribara (componente do Trecho 1);
- Traçado da adução entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix (componente do Trecho 2);
- Travessia da Serra do Félix (componente do Trecho 2);
- Traçado da adução entre o rio Pirangí e o açude Pacajús (componente do Trecho 3);
- Ligação hidráulica entre os açudes Pacajús e Pacoti (componente do Trecho 4).
- Ligação hidráulica entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião (componente do Trecho 4).

A otimização das características dos diferentes tipos de obras, como sejam seções de vazão de canais e tubulações, incluindo a definição das respetivas curvas paramétricas de custo de execução, foi realizada no âmbito do relatório da “Fase B1 – Formulação de Alternativas”.

O presente relatório consta fundamentalmente da caracterização da solução adotada para a captação e adução, contudo apresenta-se igualmente a recapitulação resumida dos estudos apresentados no referido Relatório Parcial da Fase B5 e Relatório Final da Fase B1.

Na seção 5.2 é efetuada a descrição geral do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, no que diz respeito às suas características físicas e funcionamento hidráulico. Na seção 5.3 é indicada a concepção e as características adotadas para as diferentes obras correntes que integram a adução, designadamente as seções de canais, seções de sifões, concordâncias canais-tubulações, obras de operação e segurança, acessos e drenagem).

Nas seções 5.4 a 5.8 procede-se à descrição e caracterização detalhada das obras que compõem cada um dos trechos do Sistema Adutor, sendo indicadas as variantes estudadas, justificadas as soluções adotadas, e detalhadas as características das obras e travessias especiais existentes em cada trecho. A captação d'água no açude Castanhão, pela sua importância, foi objeto de descrição específica na seção 5.4, embora constitua uma das partes do Trecho 1 do Sistema Adutor, sendo as seções 5.5 a 5.8 relativas aos Trechos 1 a 4, respetivamente.

A seção 5.9 diz respeito à estimativa de custo de implementação da adução e ao faseamento previsto para a realização das obras.

Relativamente ao sistema adutor complementar previsto para atender as demandas hídricas da zona Oeste da cidade de Fortaleza, que faz a ligação entre o final do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza e a zona industrial e portuária do Pecém (Sistema Adutor Gavião-Pecém), a sua análise e o respetivo detalhamento são objeto do Tomo 2 do presente relatório.

5.2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA

5.2.1. Descrição da solução adotada

Como se referiu anteriormente a solução adotada para a transposição do rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza (Eixo de Integração Castanhão-RMF) consiste na execução de uma adução que integra a captação no açude Castanhão (estação de bombeamento e adutoras de sucção e de recalque) e a adução gravítica até ao açude Gavião, situado na Região Metropolitana de Fortaleza (canais, sifões, obras correntes e obras especiais).

O Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza é dimensionado para a captação e transporte de uma vazão máxima de 22 m³/s no trecho de montante e de 19 m³/s nos trechos de jusante, possuindo um desenvolvimento total de 202,2 km. As principais obras a executar são as seguintes:

- Estação de bombeamento, situada imediatamente a jusante do açude Castanhão, dimensionada para uma vazão de 22 m³/s e dispendo de uma potência instalada de 17,6 MW.
- Adutoras de sucção e de recalque, possuindo um desenvolvimento total de 3,3 km e constituídas por duas tubulações paralelas de diâmetros 2200/2500 mm cada.
- Canais adutores com um desenvolvimento total de cerca de 161,8 km (excluindo as adutoras dos sifões).
- Trechos de adutoras gravíticas em sifão, com um desenvolvimento total de cerca de 36,0 km, constituídas por duas tubulações paralelas de diâmetros 2500 a 2800 mm.
- Ampliação do canal de ligação entre os reservatórios dos açudes Pacoti e Riachão, com um desenvolvimento total de cerca de 0,8 km.

- Túnel e canal de ligação entre os reservatórios dos açudes Riachão e Gavião, com um desenvolvimento de 1,1 km em túnel e de 6,7 km em canal. A adução termina no reservatório do açude Gavião.

No Desenho 777-B5-RF-01 na escala 1:250 000, apresenta-se a localização do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, representado sobre as cartas topográficas 1:100 000 do estado do Ceará.

A planta e perfil geotécnico ao longo da adução é apresentado no Desenho 777-B5-RF-02 (9 folhas) à escala 1:50 000.

No Desenho 777-B5-RF-03 (16 folhas) representa-se o traçado em planta e em perfil do Sistema Adutor na escala 1:25 000, sendo indicada a linha piezométrica de projeto calculada ao longo de todo o traçado.

Os Desenhos 777-B5-RF-04 a 09 apresentam o detalhamento, na escala 1:5000, das soluções adotadas para determinados trechos e obras especiais da adução (captação, travessias dos rios Banabuiú, Pirangí e Choró, e ligação entre os açudes Riachão e Gavião).

5.2.2. Descrição dos trechos do Sistema Adutor

Tendo em consideração o possível faseamento de implantação e de licitação das obras, a adução foi repartida nos seguintes trechos principais, definidos por pontos de passagem geográficos importantes:

- Trecho 1 : Açude Castanhão – Açude Curral Velho (54,7 km), que integra a estação de bombeamento do Castanhão e as adutoras de sucção e de recalque.
- Trecho 2 : Açude Curral Velho – Rio Pirangí (69,7 km); Este trecho inicia-se na captação no açude Curral Velho e termina na seção do sifão do rio Pirangí junto à travessia do leito desse rio.
- Trecho 3 : Rio Pirangí – Açude Pacajús (43,7 km); Este trecho é a continuação do Trecho 2 e termina a montante do sifão do rio Choró, junto à ombreira direita do açude Pacajús.
- Trecho 4 : Açude Pacajús – Açude Gavião (34,1 km); Este trecho é a continuação do Trecho 3 e inclui a ampliação dos trechos de ligação entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião.

A numeração indicada para os trechos foi consolidada no presente relatório, relativamente aquela apresentada em relatórios anteriores de análise de macro-alternativas e de variantes, atendendo a que na solução adotada determinados trechos da adução não foram considerados. Designadamente, os anteriores trechos 2 e 3, que constituem uma unidade, formam agora o Trecho 2 e, em consequência, o anterior trecho 4 é agora designado por Trecho 3, mantendo-se a mesma abrangência. Os anteriores Trechos 5 e 6 não foram incluídos na solução final, sendo portanto o último trecho da adução designado por Trecho 4, substituindo a designação anterior de trecho 7.

Cada um destes trechos do Sistema Adutor divide-se ainda em diversos sub-trechos, constituindo partes de obra individualizadas, que se identificam mais adiante.

Cada um dos trechos indicados constitui uma parte de obra que poderá ser implementada de forma independente, seqüencialmente de montante para jusante, possibilitando a entrada em serviço faseada do Sistema Adutor. Será assim possível atender determinadas utilizações de água prioritárias, antecipadamente à entrada em funcionamento da totalidade da adução.

No Quadro 5.2.1 apresenta-se uma síntese descritiva das características dos diferentes trechos do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza.

5.2.3. Funcionamento hidráulico

5.2.3.1. Dados de base

O funcionamento hidráulico do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza é definido em função da possibilidade de concretizar uma adução por gravidade com origem num ponto elevado situado próximo do local de captação no Açude Castanhão e terminando no sistema de açudes Pacoti-Riachão-Gavião, que atualmente abastece Fortaleza.

Verifica-se também que, atendendo à orografia da região atravessada, será possível a consideração de um único escalão de bombeamento, situado a montante da adução.

A linha piezométrica ao longo da adução é definida pelas cotas dos níveis de água nos reservatórios existentes ao longo do traçado da adução e pela vazão a transportar por cada trecho da adução. No Quadro 5.2.2 indicam-se as cotas dos níveis de exploração considerados em cada um desses reservatórios.

Quadro 5.2.1
Síntese Descritiva dos Trechos do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza

TRECHO	SUB-TRECHO	DESCRIÇÃO	Estaca Inicial (km)	Estaca Final (km)	Comprimento (km)	COMPONENTES PRINCIPAIS	Comprimento (km)
TRECHO 1	1.1 a 1.4	Açude Castanhão - Açude Curral Velho	-0,8	53,9	54,7	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DO CASTANHÃO	0,00
						ADUTORAS DA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	3,30
						CANAIS ADUTORES	35,90
						ADUTORAS DE SIFÕES	15,50
TRECHO 2	2.1 a 2.3	Açude Curral Velho - Rio Pirangi	-0,4	69,3	69,7	CANAIS ADUTORES	58,85
						ADUTORAS DE SIFÕES	10,85
TRECHO 3	3.1 a 3.3	Rio Pirangi - Açude Pacajús	69,3	113,0	43,7	CANAIS ADUTORES	36,65
						ADUTORAS DE SIFÕES	7,05
TRECHO 4	4,1	Açude Pacajus - Açude Pacoti	113	138,5	25,5	CANAIS ADUTORES	30,36
	4,2	Açude Pacajus - Açude Gavião	0	0,8	8,6	ADUTORAS DE SIFÕES	2,64
	4,3	Açude Riachão - Açude Gavião	0	7,8	7,8	TÚNEL	1,10
TOTAL						CANAIS	161,76
						ADUTORAS	39,34
						TÚNEL	1,10
TOTAL GERAL							202,20

Origens dos estaqueamento: Trecho 1 - Açude Castanhão (estação de bombeamento)
 Trechos 2, 3 e 4.1 - Açude Curral Velho.
 Trecho 4.2 - Reservatório do Açude Pacoti.
 Trecho 4.3 - Reservatório do Açude Riachão.

Quadro 5.2.2

Cotas dos níveis de água nos açudes existentes

Açude	Rio	Níveis de exploração do reservatório		
		Mínimo	Médio ou de dimensionamento	Máximo
Castanhão	Jaguaribe	71,00	81,00	100,00
Curral Velho	-	-	84,40	84,40
Pacajús	Choró	27,70	38,00	38,00
Erêrê	-	-	42,10	42,10
Pacoti	Pacoti	27,00	45,00	45,00
Riachão	-	32,50	45,00	45,00
Gavião	-	28,30	35,50	35,50

As cotas piezométricas a montante e a jusante do sistema adutor correspondem aos níveis de água nos reservatórios dos açudes Castanhão e Gavião.

As cotas piezométricas ao longo da adução serão essencialmente condicionadas pela necessidade de alimentação do açude Curral Velho, situado num ponto intermédio da adução, e pelo objetivo de entrega da água derivada no sistema de açudes interligados Pacoti-Riachão-Gavião. O reservatório Curral Velho faz parte do Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas, cujas necessidades hídricas serão parcialmente satisfeitas pelo novo Sistema Adutor.

Os estudos de demandas hídricas, recursos hídricos e o balanço hídrico realizado para a região de influência do Sistema Adutor, conduziu à definição das vazões de dimensionamento do Sistema Adutor. Resultou assim a vazão de dimensionamento de 22 m³/s para os trechos a montante do açude Curral Velho (Trecho 1) e de 19 m³/s para os trechos a jusante desse ponto (Trechos 2, 3 e parte do Trecho 4). A diferença de 3,0 m³/s resulta, como se referiu, da necessidade de fornecimento de parte das vazões transportadas para o Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas.

A vazão de dimensionamento do sistema hidráulico de ligação entre os açudes Pacoti-Riachão-Gavião (restante parte do Trecho 4) será de 22 m³/s, representando um incremento 3,0 m³/s em relação à vazão transportada até ao reservatório Pacoti, atendendo a que esse reservatório irá receber vazões adicionais mobilizadas pelo açude Pacajús (transportadas através do sistema elevatório existente Pacajús-Erêrê-Pacoti) e pelo próprio açude Pacoti.

Em termos de funcionamento hidráulico poderá assim dividir-se a adução em dois trechos principais, o primeiro entre o açude Castanhão e o açude Curral Velho e o segundo entre esse açude e o açude Pacoti. Verifica-se ainda que o sistema hidráulico existente no trecho final entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião, terá de ser ampliado para garantir o transporte das vazões adicionais transportadas pelo novo Sistema Adutor até ao açude Pacoti.

5.2.3.2. Adução Castanhão-Curral Velho (Trecho 1)

Para o primeiro trecho do Sistema Adutor, entre o açude Castanhão e o açude Curral Velho, será obrigatoriamente necessário considerar a elevação da vazões derivadas atendendo ao déficit de energia existente de 13,4 m entre os níveis mínimo e máximo dos dois açudes. Terão de se adicionar ainda as perdas de energia ao longo de uma adução com cerca de 46 km de comprimento para o transporte da vazão de dimensionamento de 22,0 m³/s.

Os estudos realizados nas fases anteriores concluíram que a cota otimizada a montante do primeiro trecho, ou seja a jusante da captação e no início do trecho gravítico, é de 127,00 m, pelo que a energia disponível neste primeiro trecho gravítico será de 42,6 m, bastante superior à energia mínima estritamente necessária. Considerou-se assim a existência de uma perda de energia localizada de cerca de 11,0 m, situada num ponto intermédio desse trecho, possibilitando a futura instalação de uma central mini-hídrica. Esta perda de energia é originada pela necessidade de compatibilizar a linha piezométrica do trecho gravítico com as cotas topográficas no início da adução (zona do Chapadão do Castanhão que apresenta cotas mínimas da ordem de 130 m), conduzindo simultaneamente à minimização do comprimento total da adução para jusante.

5.2.3.3. Adução Curral Velho-Pacoti (Trechos 2, 3 e parte do Trecho 4)

A linha piezométrica no trecho do Sistema Adutor entre o açude Curral Velho e o açude Pacoti é definida pela variação dos níveis de água nesses dois reservatórios, ou seja entre a cota constante de 84,40 m a montante (Curral Velho) e as cotas a jusante (Pacoti) mínima de 27,00 m e máxima de 45,00 m.

A energia mínima disponível no segundo trecho é assim de 39,40 m, viabilizando a adução por gravidade da vazão de dimensionamento desse trecho de 19,0 m³/s.

Num ponto intermédio deste trecho verifica-se a existência de uma zona de cotas elevadas, correspondente à travessia da Serra do Félix, onde a linha de cumeada se desenvolve

perpendicularmente à adução, apresentando cotas mínimas da ordem de 95,0 m. Será nesse ponto exigido uma travessia com a realização de escavações importantes ou em túnel.

Interessará assim que a adução neste trecho apresente menores inclinações para o canal e maiores diâmetros para os sifões, de forma a permitir reduzir as perdas de energia e conseqüentemente do volume de escavação ou comprimento de túnel necessário.

A necessidade de chegada ao açude Pacoti com uma cota piezométrica superior ao seu nível de pleno armazenamento, que se situa na cota 45,00 m, conduz também à necessidade de limitação das perdas de carga nesse trecho.

5.2.3.4. Ligação Pacoti-Riachão (parte do Trecho 4)

A ligação hidráulica entre os açudes Pacoti e Riachão, realizada por gravidade, é atualmente constituída por um canal com um comprimento de aproximadamente 0,8 km, e de seção trapezoidal com uma largura de rasto de 7,0 m e taludes laterais inclinados a 2:1 (H:V). Este canal foi previsto para uma vazão de aproximadamente 7 m³/s, com uma altura máxima de escoamento de 2,0 m. A soleira do canal encontra-se à cota 39,00 m, sendo o perfil longitudinal do canal aproximadamente horizontal.

Um segundo sistema hidráulico de emergência, constituído por uma estação de bombeamento e um canal a cotas mais elevadas, possibilita a utilização da capacidade morta do açude Pacoti, quando este reservatório desce abaixo da cota de soleira do canal gravitário.

Os níveis de água a montante do canal, no reservatório Pacoti, variam entre as cotas máxima de 45,0 m e mínima de 27,0 m, e os níveis de água a jusante, no reservatório Riachão, entre as cotas máxima também de 45,0 m e mínima de 32,5 m.

Considerando que se trata de um canal de fundo não revestido, adotou-se uma rugosidade de Manning-Strickler com o valor de 45 m^{1/3}/s, resultando uma curva de vazão como se apresenta na Figura 5.2.1. Verifica-se que para a vazão de 7 m³/s a inclinação da superfície da água é de 0,012%, o que representa uma diferença de cotas de 0,1 m, entre os níveis de água nos dois reservatórios. O canal possibilitará assim o transporte por gravidade da vazão máxima para um nível mínimo no reservatório de montante (Pacoti) à cota 42,10 m.

Considera-se que na situação futura a ligação Pacoti-Riachão deverá continuar a funcionar por gravidade, sem necessidade de recorrer a bombeamento (exceto quando se utiliza o sistema para aproveitamento da capacidade morta do açude Pacoti), e com condições de escoamento

idênticas às atuais, ou seja mesma perda de energia no canal para a vazão máxima. A ampliação será dimensionada para a vazão total de 22 m³/s do Sistema Adutor nesse trecho.

Assim, o canal de ligação Pacoti-Riachão deverá ser ampliado para uma largura de soleira de 10,0 m e deverá proceder-se ao aprofundamento do rasto em 1,0 m em todo o seu desenvolvimento, mantendo a atual inclinação dos taludes e a mesma altura (cota) de escoamento. Poderá, em alternativa utilizar-se uma seção hidráulica composta equivalente, que garanta a mesma capacidade de vazão para idêntica altura de escoamento. A curva de vazão do novo canal encontra-se representada na Figura 5.2.1.

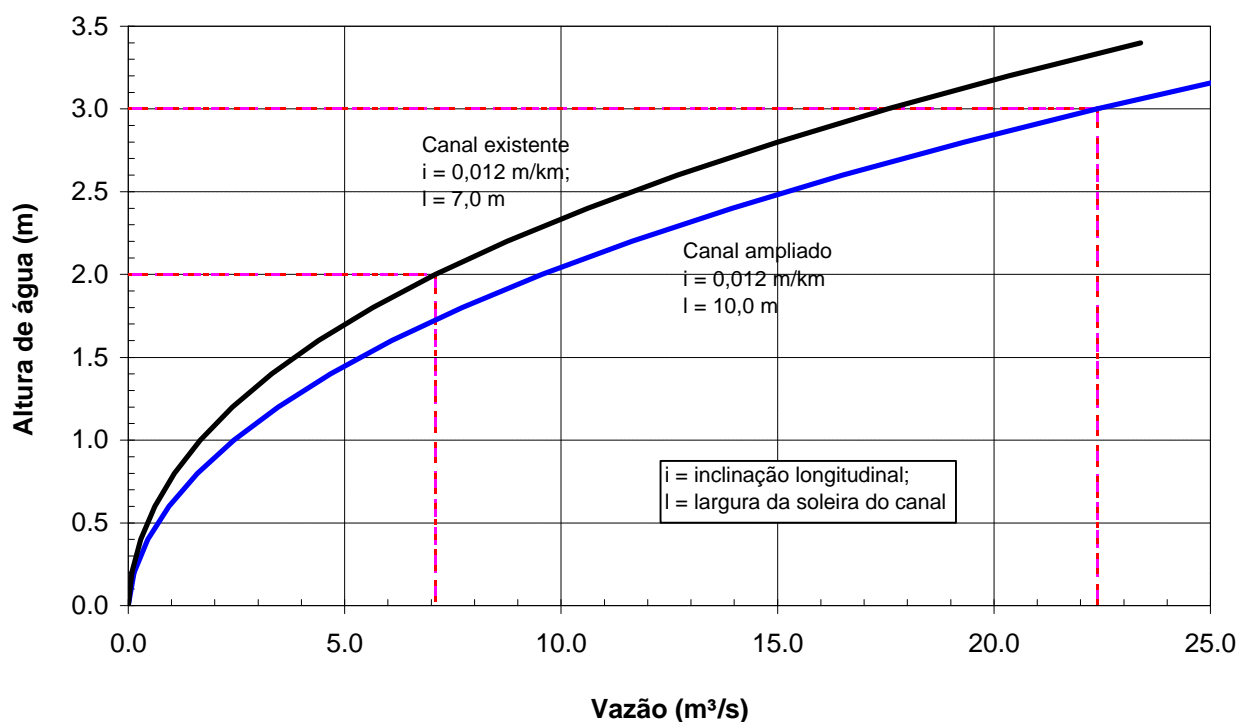


Figura 5.2.1

Curvas de capacidade de vazão do canal de ligação entre os açudes Pacoti e Riachão

5.2.3.5. Ligação Riachão-Gavião (parte do Trecho 4)

A ligação hidráulica entre os açudes Riachão e Gavião é atualmente constituída por um túnel com um comprimento de aproximadamente 1,1 km, seguido por um canal com 5,7 km de desenvolvimento, funcionando por gravidade. O túnel é precedido por uma obra de entrada constituída por um canal escavado no reservatório do açude Riachão de aproximadamente 0,8 km de comprimento, possuindo uma estrutura com comportas na seção de entrada do túnel para isolamento deste.

O túnel apresenta uma seção em ferradura em que a altura máxima é igual a 3,12 m e cuja altura na base mede 2,56 m. O canal a jusante apresenta uma seção retangular com uma largura de rasto de 4,9 m, taludes praticamente verticais, e uma altura máxima de escoamento igual a 3,35 m. A geometria do canal a montante é irregular, correspondendo ao alargamento de uma linha de água natural afluente ao reservatório.

Este sistema hidráulico canal-túnel-canal foi previsto para uma vazão máxima de aproximadamente 7 m³/s, para as condições de operação adotadas (níveis nos reservatórios a montante e a jusante). A soleira do canal encontra-se à cota 30,00 m, sendo o perfil longitudinal do túnel aproximadamente horizontal, possuindo o canal a jusante uma inclinação de aproximadamente 0,015%.

Os níveis de água a montante do canal, no reservatório Riachão, variam entre as cotas máxima de 45,0 m e mínima de 32,5 m, e os níveis de água a jusante, no reservatório Riachão, entre as cotas máxima de 35,5 m e mínima de 28,3 m.

Considerando que se trata de um túnel não revestido considerou-se uma rugosidade de Manning-Strickler de 50 m^{1/3}/s, sendo que para o canal escavado em rocha de fundo também não revestido, adotou-se uma rugosidade com o valor de 40 m^{1/3}/s, resultando a curva de vazão apresentada na Figura 5.2.2.

Verifica-se que para a vazão de dimensionamento de 7,0 m³/s e inclinação da superfície da água de 0,015% a altura de escoamento é de 4,5 m, inferior à profundidade do canal relativamente ao nível máximo no reservatório (35,5-30,0=5,5 m). Esta inclinação da superfície de água representa uma diferença de cotas de 0,9 m, entre o nível de água no reservatório de jusante e a embocadura de saída do túnel. Verifica-se ainda que para a vazão de dimensionamento o escoamento no interior do túnel ocorre em pressão.

Sendo assim determinou-se a curva de vazão do circuito hidráulico para um determinado nível de água no reservatório de jusante (Gavião), em função da vazão transportada e das perdas de carga no sistema constituído por canal-túnel-canal, ou seja do desnível geométrico entre os dois reservatórios. Os cálculos foram inicialmente feitos para a situação atual, sendo a respetiva curva de vazão representada na Figura 5.2.2.

O sistema atual possibilitará assim o transporte da vazão máxima com um desnível entre os dois reservatórios de cerca de 0,80 m, ou seja considerando o nível máximo do reservatório de jusante (Gavião) na cota 35,50 m, o nível mínimo no reservatório a montante (Riachão) será de 36,80 m, resultando uma capacidade não utilizável nesse reservatório ainda importante.

Em resultado dos estudos anteriormente realizados de análise de variantes, a solução mais adequada para ampliação da capacidade de vazão desta ligação consiste na duplicação do túnel existente e na ampliação do canal a jusante.

Considera-se que na situação futura a ligação Riachão-Gavião deverá continuar a funcionar por gravidade, sem necessidade de recorrer a bombeamento, e com condições de escoamento idênticas às atuais, ou seja com mesma perda de energia no sistema canal-túnel-canal para a vazão máxima, de cerca de 1,0 m.

O novo túnel será dimensionado para a vazão de 15 m³/s, considerando-se que o atual sistema continua em operação para a capacidade atual de 7 m³/s, resultando a capacidade de vazão total de 22,0 m³/s prevista para este trecho. Na ampliação dos canais a montante e a jusante do túnel será considerada a vazão total de 22 m³/s. A curva de vazão do novo sistema canal-túnel-canal encontra-se representada na Figura 5.2.2.

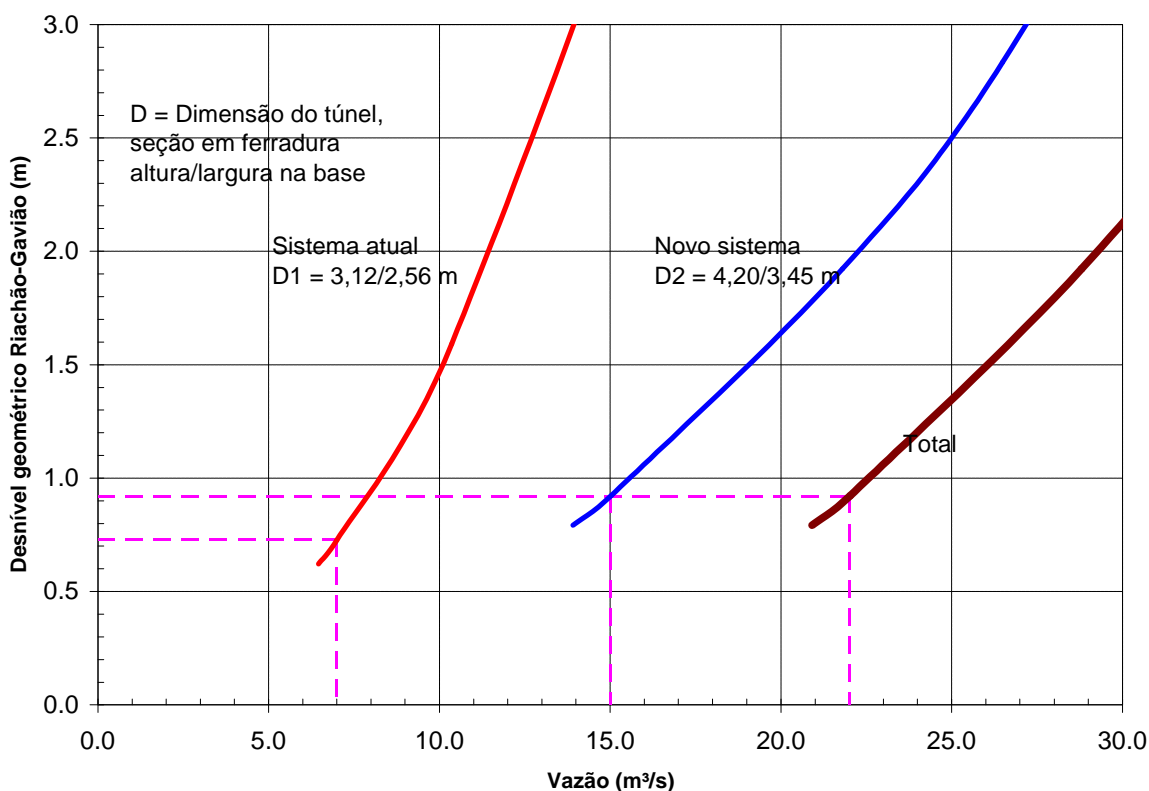


Figura 5.2.2
Curvas de capacidade de vazão do canal-túnel-canal de ligação entre os açudes Riachão e Gavião

O novo túnel terá um traçado paralelo ao existente, e uma extensão idêntica. Considerou-se a adoção de uma seção também em ferradura, com uma altura máxima de 4,20 m e largura na base de 3,45 m. Para a ampliação do canal para jusante do túnel, adotou-se a largura de soleira de 8,0 m e taludes inclinados a 1:0,5 (H:V). Poderão contudo adotar-se outras seções com capacidade de vazão equivalente, quer para o túnel quer para o canal.

5.2.3.6. Linha piezométrica

De acordo com os estudos de otimização da seção de escoamento em canal para o transporte das vazões de dimensionamento de cada trecho e do cálculo diâmetro econômico a adotar para as tubulações dos sifões em cada um dos trechos da adução (ver relatório final da Fase B1), resultaram as seguintes perdas de energia a considerar no dimensionamento hidráulico:

- Trecho entre o açude Castanhão e o açude Curral Velho – Trecho 1 (vazão de 22 m³/s):
 - Trechos em canal0,00015 m/m
 - Trechos em sifão0,00900 m/m
- Trecho entre o açude Curral Velho e o açude Pacoti – Trechos 2, 3 e parte do Trecho 4 (vazão de 19 m³/s):
 - Trechos em canal (Curral Velho-Serra do Félix)0,00015 m/m
 - Trechos em canal (Serra do Félix-Pacoti)0,00020 m/m
 - Trechos em sifão0,00850 m/m

Estes valores incluem perdas de carga localizadas ao longo das estruturas hidráulicas de transição sifão-canal e em obras de controle operacional dos canais.

Para a inclinação longitudinal de 0,15 m/km a altura de escoamento será de 2,33 m para a vazão de 22 m³/s e de 2,16 m para a vazão de 19,0 m³/s, resultando folgas de respectivamente 0,67 e 0,84 m relativamente à altura total da seção de 3,00 m. A velocidade média de escoamento será de aproximadamente 1,1 m/s para ambas as situações.

Considerando a inclinação longitudinal de 0,20 m/km a altura de escoamento será de 2,16 m para a vazão de 22 m³/s e de 2,00 m para a vazão de 19,0 m³/s, resultando folgas de respectivamente 0,84 e 1,00 m, caso se adote uma altura de seção também de 3,00 m. Nestes trechos a altura da seção poderá ser reduzida para cerca de 2,50 m. A velocidade média de escoamento será de aproximadamente 1,2 m/s para ambas as situações.

Para os trechos de adutora em sifão verifica-se que a pressão máxima é sempre inferior a 6 bar e para as adutoras da captação a pressão máxima é de 8 bar.

Nos trechos em sifão a velocidade de escoamento para a vazão de 22 m³/s será de 2,0 m/s (considerando uma tubulação de diâmetro 2 500 mm e outra de 2 800 mm) e para a vazão de 19 m³/s será de 1,9 m/s (duas tubulações de diâmetro 2 500 mm).

No Quadro 5.2.3 e Figura 5.2.3 apresenta-se a linha piezométrica calculada ao longo de toda a adução, sendo apresentados valores das cotas piezométricas para o início e fim de cada um dos quatro trechos principais em que dividiu a adução.

As perdas de carga totais em cada um dos trechos, indicadas no Quadro 5.2.3., são as seguintes:

- Trecho 1 : Açude Castanhão – Açude Curral Velho (54,7 km) 50,6 m
- Trecho 2 : Açude Curral Velho – Rio Pirangí (69,7 km) 18,0 m
- Trecho 3 : Rio Pirangí – Açude Pacajús (43,7 km) 11,7 m
- Trecho 4 : Açude Pacajús – Açude Gavião (34,1 km) 11,0 m

No Desenho 777-B5-RF-03 é representada a linha piezométrica de projeto ao longo do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza. No Anexo 1 apresenta-se o cálculo das perdas de carga ao longo da adução e a respetiva linha piezométrica detalhada.

5.2.4. Estação de bombeamento

No estudo de demandas realizado também no âmbito do presente Projeto (Etapa A - Diagnóstico), foi estimada a evolução anual dos volumes e das vazões captadas e aduzidas pela transposição Castanhão-Fortaleza até ao ano horizonte de projeto.

No Quadro 5.2.4 e na Figura 5.2.4 é indicada a série de vazões bombeadas na estação elevatória do Castanhão e respetiva energia consumida.

Verifica-se que a evolução da vazão prevista para a transposição, permite considerar o faseamento da execução das obras da captação, embora o crescimento inicial estimado das demandas seja bastante rápido.



Quadro 5.2.3
Perdas de carga e cotas piezométricas ao longo do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza

TRECHO	SUB-TRECHO	DESCRIÇÃO	Estaca Inicial (1) (km)	Estaca Final (1) (km)	Comprimento (km)	Vazão (m³/s)	Perda de carga (m)	Cotas piezométricas (m)	
								Montante	Jusante
TRECHO 1	Captação	Adutora de sucção	-0,8	0,0	0,8	22,0	2,40	81,00 (3)	78,60
	Captação	Estação de bombeamento	0,0	0,0	0,0	22,0	-54,00	78,60	132,60
	Captação	Adutora de recalque	0,0	2,5	2,5	22,0	5,60	132,60	127,00
	1.1 a 1.4	Açude Castanhão - Açude Curral Velho	2,5	53,9	51,4	22,0	42,60	127,00	84,40 (3)
TRECHO 2	2.1 a 2.3	Açude Curral Velho - Rio Pirangi	-0,4	69,3	69,7	19,0	17,98	84,40 (3)	66,42
TRECHO 3	3.1 a 3.3	Rio Pirangi - Açude Pacajús	69,3	113,0	43,7	19,0	11,56	66,42	54,86
TRECHO 4	4,1	Açude Pacajus - Açude Pacoti	113	138,5	25,5	19,0	9,86	54,86	45,00
	4,2	Açude Pacoti - Açude Gavião	0	0,8	0,8	22,0	0,10	45,00 (3)	44,90
	4,3	Açude Riachão - Açude Gavião	0	7,8	7,8	22,0	1,00 (2)	44,90	35,50 (3)
PERDA DE CARGA TOTAL							90,10	-	-
ALTURA DE ELEVAÇÃO TOTAL							-54,00	-	-
ENERGIA TOTAL							144,10	-	-

(1) - Origem do estaqueamento: Trecho 1 - Açude Castanhão (estação de bombeamento)
 Trechos 2, 3 e 4.1 - Açude Curral Velho.
 Trecho 4.2 - Reservatório do Açude Pacoti.
 Trecho 4.3 - Reservatório do Açude Riachão.

(2) - Perda de carga mínima para a vazão de dimensionamento.

(3) - Cotas piezométricas definidas pelo nível máximo em reservatórios.

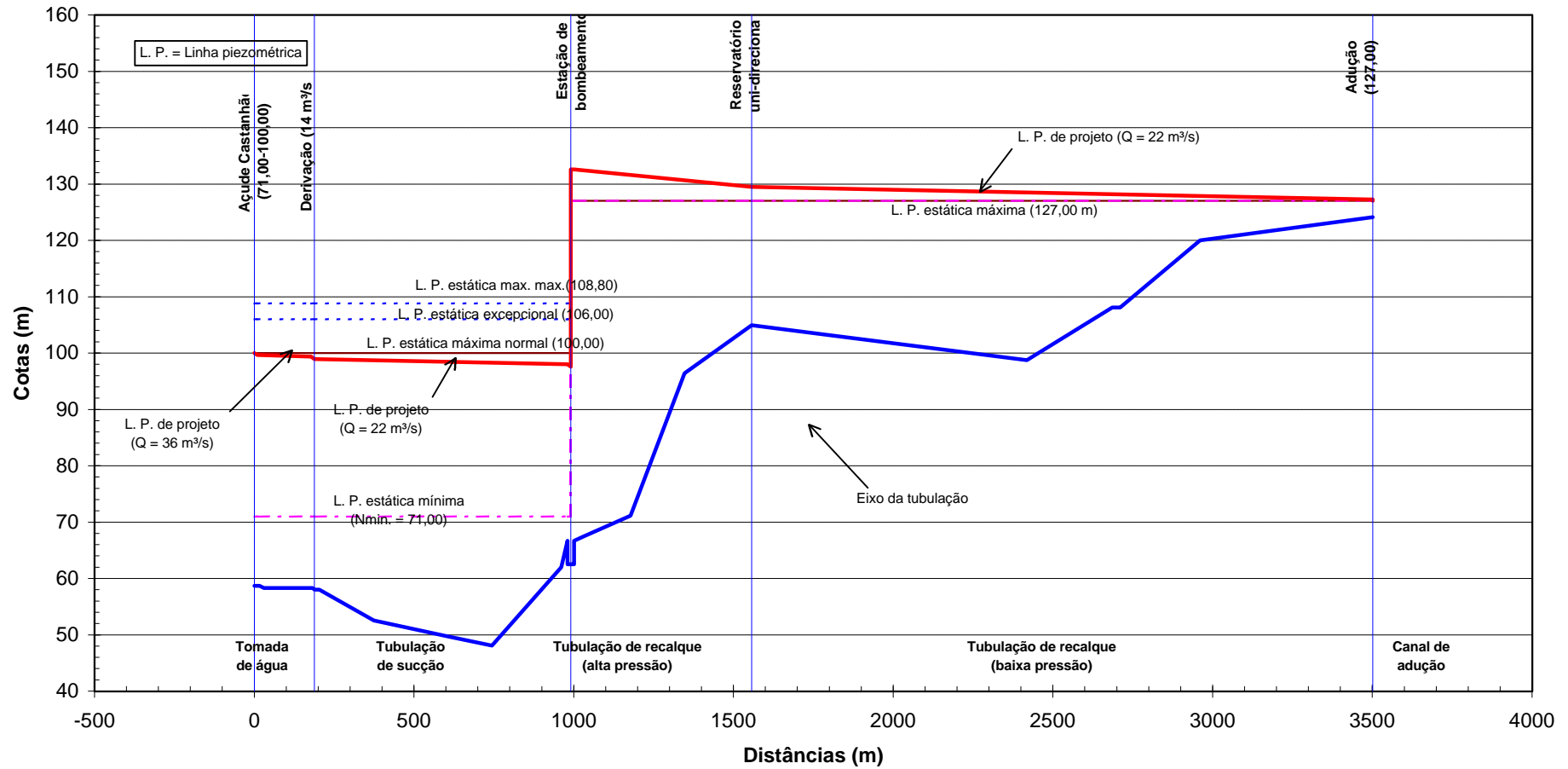


Figura 5.2.3 (folha 1/5)
Linha piezométrica ao longo do Sistema Adutor (Captação d'Água no Açude Castanhão)

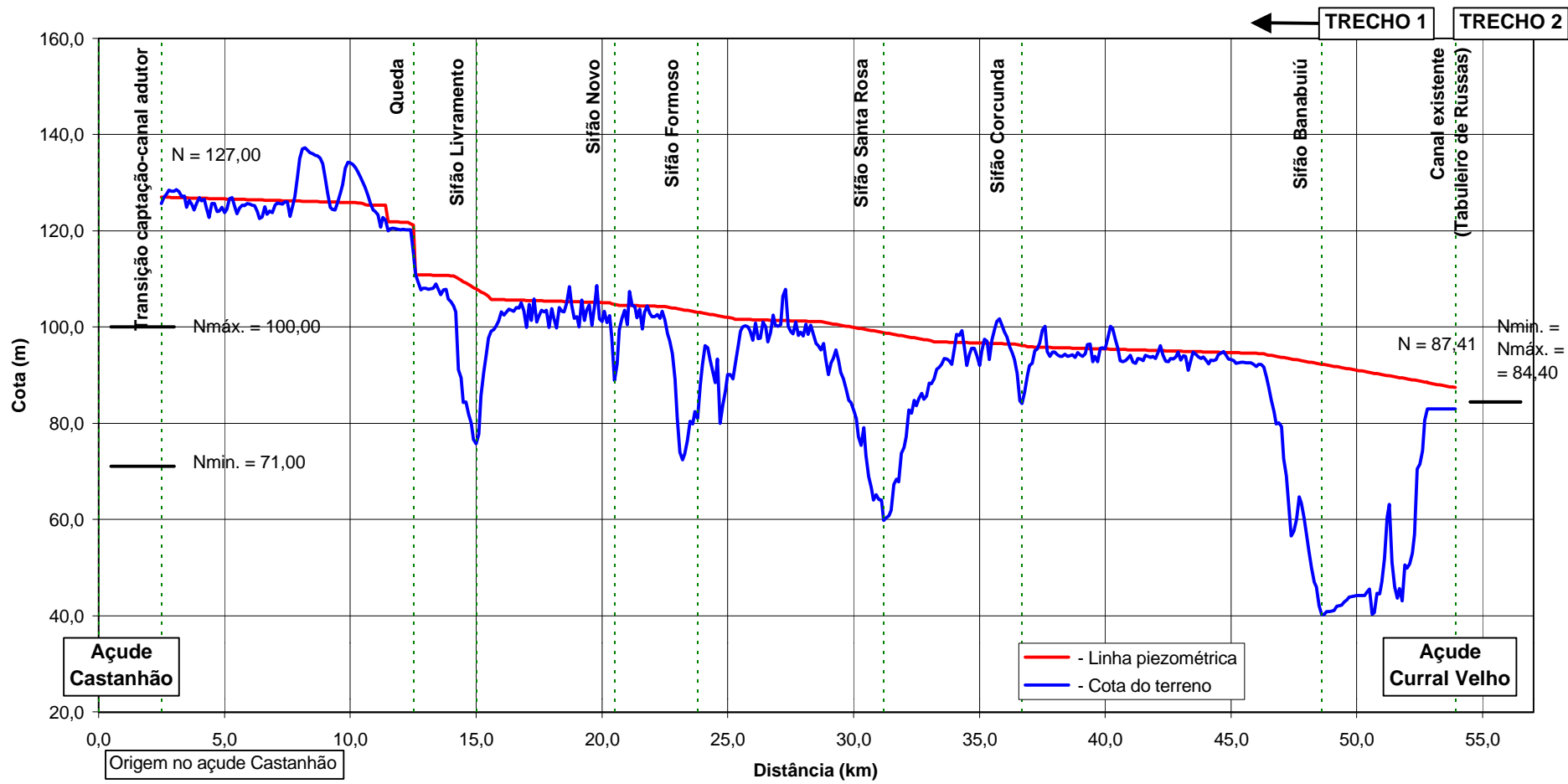


Figura 5.2.3 (folha 2/5)
 Linha piezométrica ao longo do Sistema Adutor (Trecho 1 - Açude Castanhão-Açude Curral Velho)

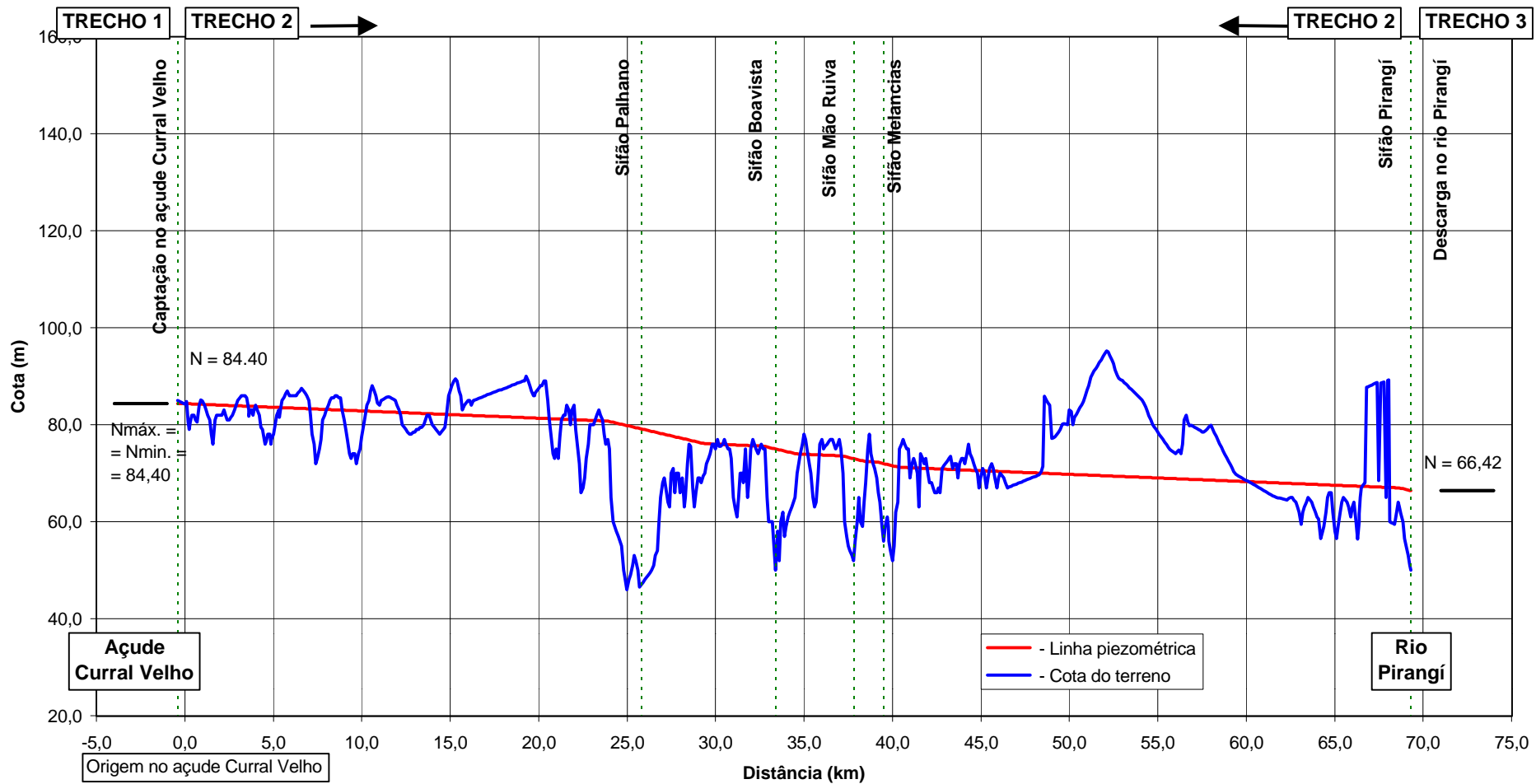


Figura 5.2.3 (folha 3/5)
 Linha piezométrica ao longo do Sistema Adutor (Trecho 2 - Açude Curral Velho - Rio Pirangí)

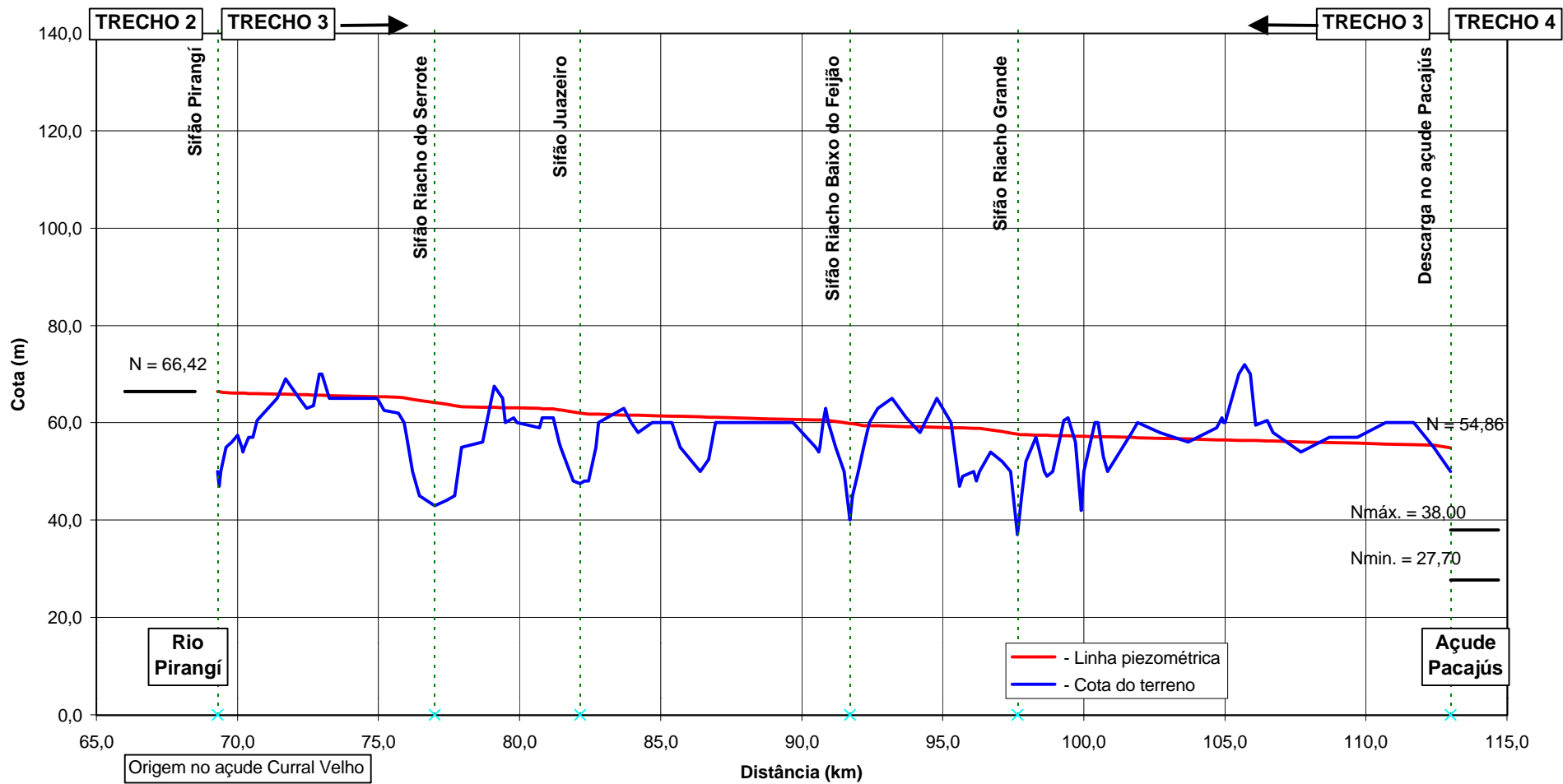
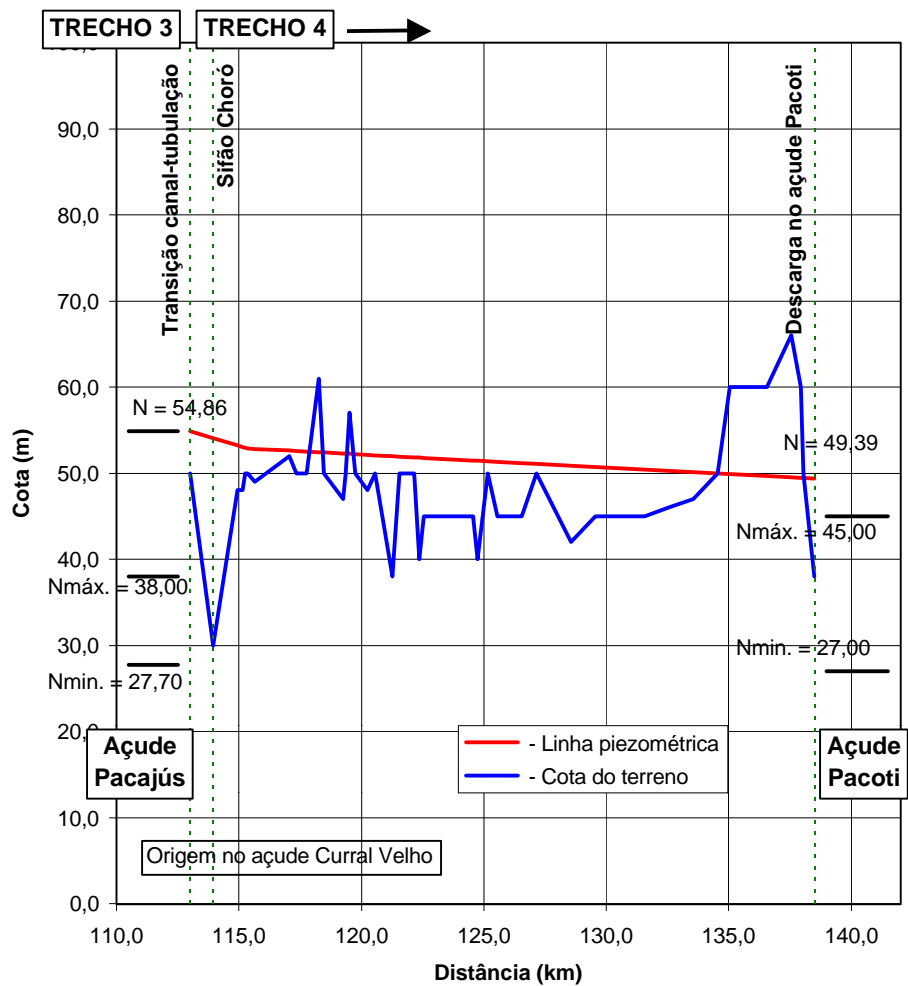
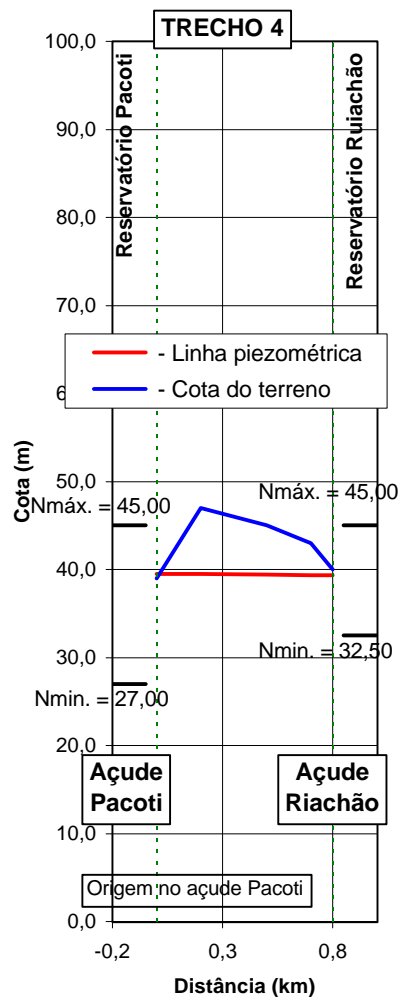


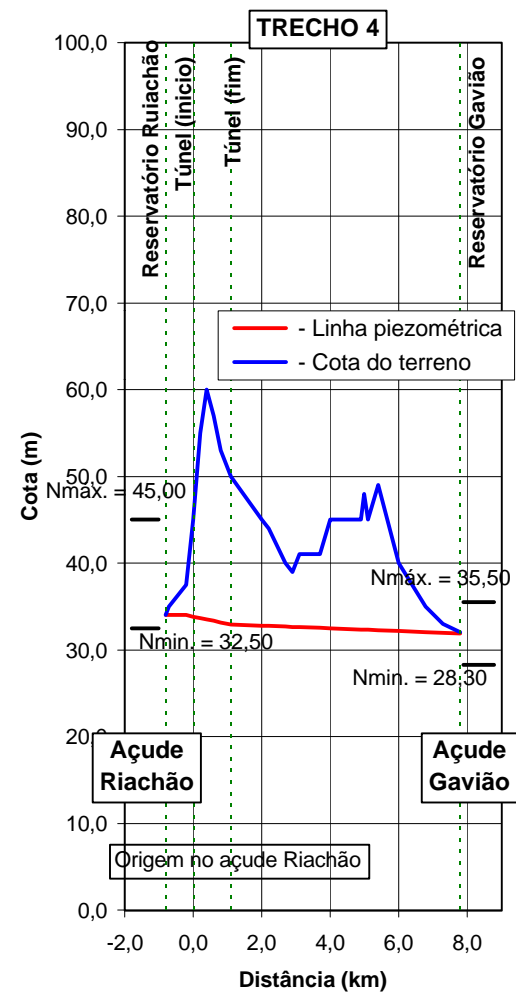
Figura 5.2.3 (folha 4/5)
 Linha piezométrica ao longo do Sistema Adutor (Trecho 3 - Rio Pirangí - Açude Pacajús)



Sub-trecho 4.1 :
Açude Pacajús-Açude Pacoti



Sub-trecho 4.2 :
Açude Pacoti-Açude Riachão



Sub-trecho 4.3 :
Açude Riachão - Açude Gavião

Figura 5.2.3 (folha 5/5)
Linha piezométrica ao longo do Sistema Adutor (Trecho 2 - Açude Pacajús - Açude Gavião)

Quadro 5.2.4
Evolução anual dos volumes, vazões e energia consumida
na estação de bombeamento do Castanhão

ANO	Vazões bombeadas na Estação Elevatória do Castanhão (hm³/ano)	Tempo de funcionamento (horas)	Consumo de energia (GWh)
1999 - atual	0,0	0	0,0
2000	0,0	0	0,0
2001	0,0	0	0,0
2002	0,0	0	0,0
2003	0,0	0	0,0
2004	0,0	0	0,0
2005	211,4	2.669	29,1
2006	228,3	2.882	31,4
2007	245,2	3.096	33,8
2008	262,1	3.309	36,1
2009	279,0	3.523	38,4
2010	295,9	3.736	40,8
2011	304,4	3.843	41,9
2012	312,8	3.950	43,1
2013	321,3	4.056	44,2
2014	329,7	4.163	45,4
2015	338,2	4.270	46,6
2016	346,6	4.377	47,7
2017	355,1	4.483	48,9
2018	363,5	4.590	50,1
2019	372,0	4.697	51,2
2020	380,5	4.804	52,4
2021	388,9	4.910	53,6
2022	397,4	5.017	54,7
2023	405,8	5.124	55,9
2024	414,3	5.231	57,1
2025	422,7	5.337	58,2
2026	431,2	5.444	59,4
2027	439,6	5.551	60,5
2028	448,1	5.658	61,7
2029	456,5	5.764	62,9
2030	465,0	5.871	64,0
2031	465,0	5.871	64,0
2032	465,0	5.871	64,0
2033	465,0	5.871	64,0
2034	465,0	5.871	64,0
2035	465,0	5.871	64,0
2036	465,0	5.871	64,0
2037	465,0	5.871	64,0
2038	465,0	5.871	64,0
2039	465,0	5.871	64,0
2040	465,0	5.871	64,0
Média	385,2	4.863	53,0

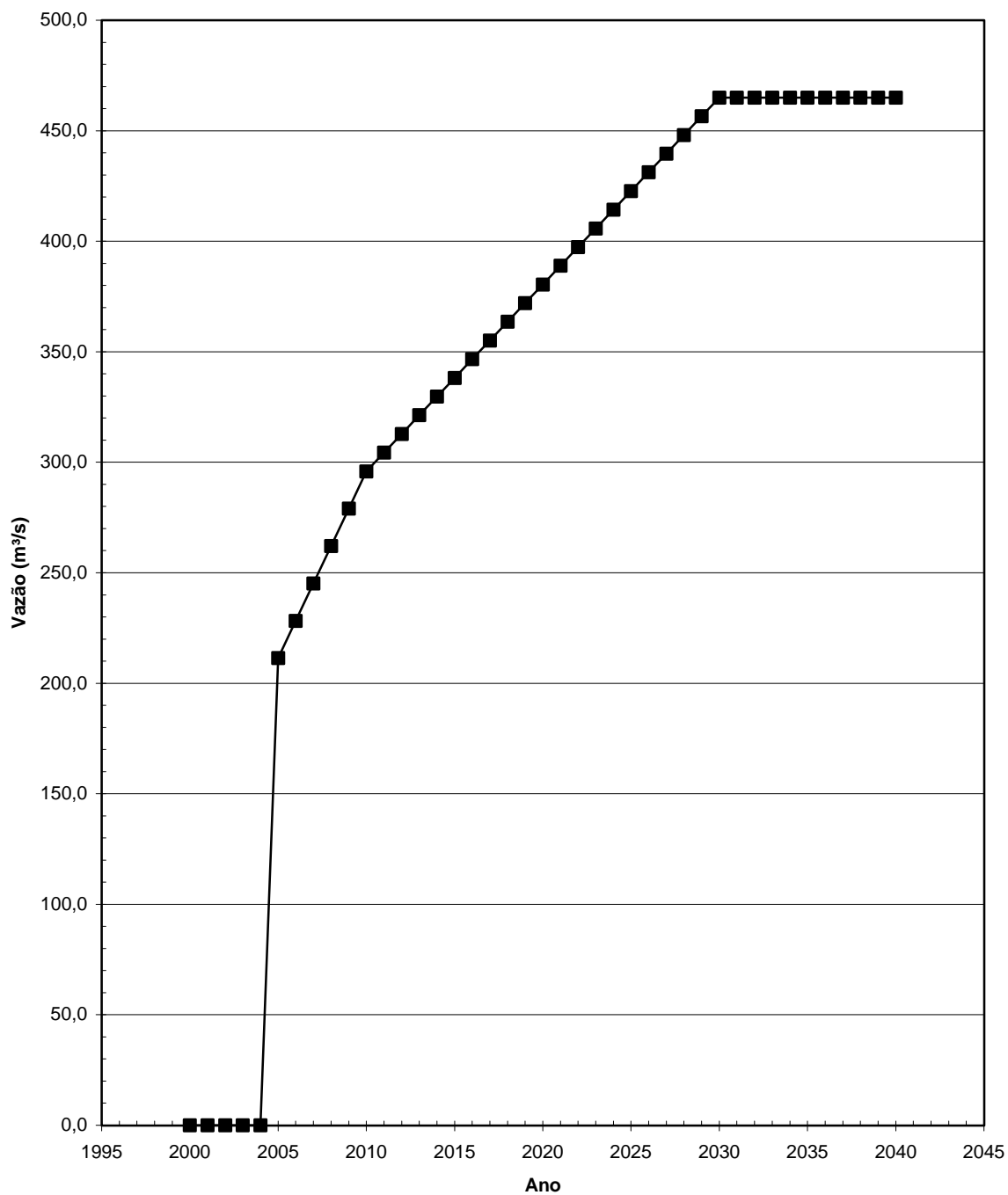


Figura 5.2.4
Evolução anual das vazões
na estação de bombeamento do Castanhão

5.3. CONCEPÇÃO DE CANAIS, SIFÕES E OBRAS CORRENTES

5.3.1. Considerações gerais

Na presente seção descreve-se a concepção e as características das seções adotadas para canais, adutoras e das obras correntes existentes ao longo do Sistema Adutor, designadamente:

- Seções de canais adutores.
- Seções de adutoras em tubulação (sifões).
- Obras de concordância canais-tubulações.
- Descargas de segurança e descargas de fundo.
- Obras de secionamento nos canais.
- Passarelas e pontilhões.

É também feita a recapitulação dos cálculos de otimização das seções de vazão de canais e tubulações realizados nas fases anteriores do estudo.

As obras da captação e as diferentes travessias e obras especiais previstas ao longo do traçado do Sistema Adutor são descritas nas seções 5.4 a 5.8.

5.3.2. Considerações sobre otimização das seções de vazão

A metodologia de concepção das obras fundamenta-se na comparação financeira entre os custos das diversas alternativas de dimensionamento, para selecionar a opção ótima de projeto. Os custos são calculados em função das curvas paramétricas de custo das obras principais e das condições otimizadas de utilização das mesmas.

As seções de vazão adotadas resultaram assim de uma otimização entre os custos de investimento para construção e o valor atualizado da energia consumida em perdas de carga durante o período de vida útil dessas obras. São também considerados os custos de manutenção ao longo desse período.

O processo de otimização pode ser mais facilmente entendido através da sua formalização matemática como um problema de otimização, da forma que se apresenta a seguir.

- $X_i = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ -> Conjunto de Variáveis de Decisão - Características das obras (geometria, declividade, altura média de corte/aterro, etc)
- $Q = \{Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n\}$ -> Parâmetros do Modelo - Condições operacionais (Séries de Vazões Aduzidas, etc)
- $PO = \{PO_1, PO_2, PO_3, \dots, PO_n\}$ -> Parâmetros do Modelo – Custos operacionais Unitários (custo de energia, taxa de desconto, etc)
- $PC = \{PC_1, PC_2, PC_3, \dots, PC_n\}$ -> Parâmetros do Modelo – Custos Construtivos Unitários (custos unitários das obras e materiais)

Função de Custo

- CT_i = Custo Total para alternativa de dimensionamento “i”
- CO_i = Custo Operacional para alternativa de dimensionamento “i”
- CC_i = Custo de Construção Para alternativa de dimensionamento “i”
- $CT_i = CO_i + CC_i$
- $CT_i(X_i, Q, PC, PO) = CO_i(Q, PO) + CC_i(X_i, PC)$

Função Objetivo

- $\text{Min}[CT_i(X_i, Q, PC, PO)]$

Características Ótimas de Projeto

- $X^* = \{X_1^*, X_2^*, X_3^*, \dots, X_n^*\}$

Onde

- $CT^*(X^*, Q, PC, PO) = \text{Min}[CT_i(X_i, Q, PC, PO)]$

Os resultados referentes a este processo de otimização foram apresentados no Relatório Final da Fase B1.

5.3.3. Trechos em canal

Considerando a evolução da série de demanda até a vazão de final de plano de 22 m³/s, obteve-se a seção ótima de projeto, através do processo de otimização descrito

anteriormente, adotando-se como referência o conjunto de seções tipo revestidas em concreto ($k = 70$) similares às recomendadas na publicação Design of Small Canal Structures do Bureau of Reclamation. Posteriormente adaptou-se a seção escolhida a condicionantes construtivas obtendo-se finalmente para seção de projeto as seguintes características geométricas:

- altura total = 3 m (para limitar a escavação em rocha e minimizar problemas de subpressão);
- largura do fundo = 5 m (a fim de facilitar o trânsito de máquinas e equipamentos no fundo do canal, durante a execução do mesmo, e obter demais facilidades construtivas verificadas na execução do canal do trabalhador que apresenta esta mesma largura de fundo);
- inclinação dos taludes laterais da seção hidráulica = 1:1,5 (V:H).

A Figura 5.3.1 apresenta a geometria da seção hidráulica tipo para os canais adutores, para situações de aterro, corte em solo (materiais de categoria 1 e 2) e duas situações de corte em rocha (materiais de categoria 3).

Nos trechos em corte, em que a seção hidráulica for totalmente escavada em rocha, poderá considerar-se a utilização de uma seção alternativa, também com formato trapezoidal, apresentando a largura da base igual a 5 (cinco) metros, a altura igual a 6 (seis) metros e os taludes com inclinação de 1:4. As paredes laterais deste tipo de seção hidráulica não serão revestidas ($k=0,30$ estimado), contudo o fundo será regularizado com uma camada de 0,10 m de espessura de concreto ($k=0,70$).

A seção hidráulica do canal, representada na Figura 5.3.2, será revestida com manta impermeabilizante, composta de uma membrana de PVC de 1mm de espessura colada a outra de geotêxtil de 200g/m² não trançado (ou outra solução similar que apresente as mesmas características de trabalhabilidade, resistência, impermeabilização e concretagem dos taludes do canal) sob uma camada de concreto de 0,08 m de espessura para proteção mecânica.

A [Figura 5.3.3](#) a seguir apresenta a curva de capacidade de vazão do canal para diversas alturas de lâmina d'água em escoamento normal.

Estão previstas juntas de dilatação e contração no sentido transversal do canal, sendo as de retração a cada 3,5 m e as de contração a cada 35 m, ou seja, uma em cada dez juntas transversais será de contração. No sentido longitudinal serão executadas duas juntas de retração (uma em cada parede lateral) no terço médio da altura do canal, ou seja, a um metro do fundo da seção hidráulica.

Seção em aterro

Seção em corte em rocha (3ª categoria – Tipos 1 e 2)

Seção em corte em solo (1ª e 2ª categorias – Tipo 3)

**Figura 5.3.1 - Seções de escoamento dos trechos em canal
(Vazão de 19 ou 22 m³/s)**

(arquivo AUTOCAD)

Figura 5.3.2

**Seção transversal padrão do canal adutor
(Vazão de 19 ou 22 m³/s)**

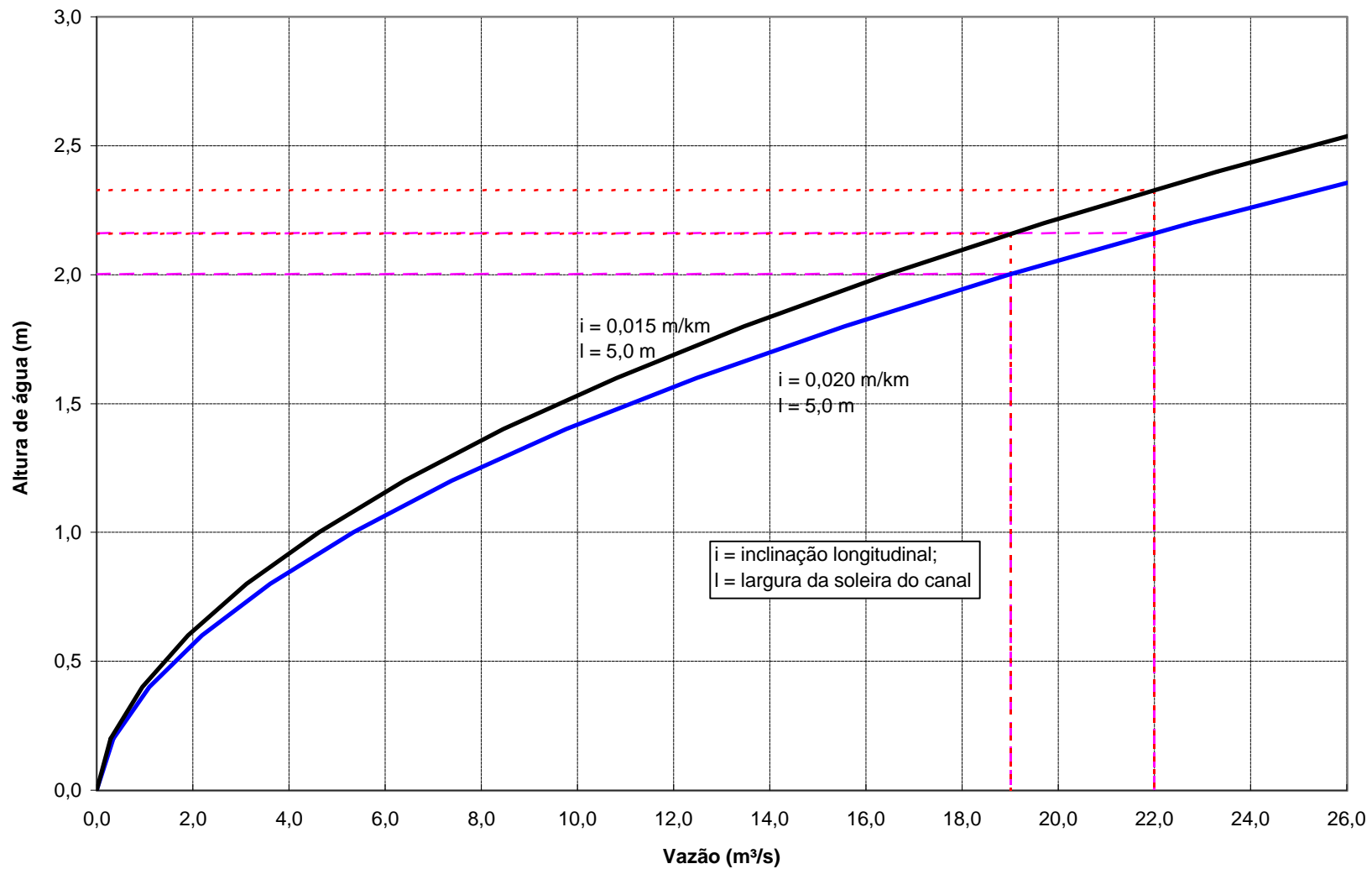


Figura 5.3.3
Curvas de capacidade de vazão das seções em canal

Os taludes de corte em solo terão uma inclinação de 1:1,5 e escalonamentos a cada 6 m de altura e na transição entre corte em solo e corte em rocha. Nos escalonamentos existirão bermas com 6 m de largura e declividade 2% na direção das valetas de drenagem. A proteção dos taludes de corte em solo será feita a partir do plantio de grama nativa. Os taludes de corte em rocha terão inclinação de 1:4, sem escalonamento e com bermas junto ao topo da seção hidráulica com 4 m de largura.

Os trechos em aterro terão taludes com inclinação variável de acordo com a altura do maciço de aterro. Desta forma os primeiros cinco metros a partir do topo da seção hidráulica serão executados com inclinação de 1:1,5, os cinco metros seguintes com inclinação de 1:2 e a partir de dez metros a declividade será de 1:2,5. Ao lado do topo da seção hidráulica existirá uma berma de 6 m de largura, de cada lado do canal, revestida com piçarra, a ser utilizada como estrada de OPM.

O traçado dos trechos em canal foi desenvolvido objetivando-se o menor comprimento ao longo da diretriz selecionada nos estudos de variantes, respeitando-se, contudo, as condições de relevo e de utilização otimizada de seções tipo em canal e tubulação, considerando os custos globais de investimento, manutenção e energia, a valores presentes para 30 anos de vida útil do projeto.

Ainda na definição do traçado, procurou-se manter o canal preferencialmente em aterro, evitando assim custos excessivos relativos a cortes profundos em rocha e eventuais futuros problemas de subpressão que gerassem a necessidade de dispositivos de drenagem profunda.

5.3.4. Trechos em Tubulações Gravitárias (Sifões Invertidos)

O diâmetro adotado para as tubulações dos sifões, assim como das adutoras de sucção e de recalque, resultou de uma otimização entre os custos de investimento para construção da tubulação e o valor atualizado da energia consumida em perdas de carga durante o período de vida útil das tubulações. São também considerados os custos de manutenção ao longo desse período.

Foram considerados diferentes diâmetros de tubulações, número de tubulações, condições de instalação e pressões de serviço, de forma a estabelecer para cada situação específica qual o diâmetro que conduz ao menor custo global.

Foi considerada como solução base o escoamento das vazões de dimensionamento previstas de 19 e 22 m³/s. Considerou-se um coeficiente de perda de carga de Manning-Strickler de 90 m^{1/3}/s e um rendimento médio dos grupos de 85%.

Em função dos resultados obtidos foram adotados os seguintes diâmetros para as tubulações de adutoras:

- 2 x 2 500 mm para os sifões nos trechos com vazão de dimensionamento de 19 m³/s, resultando uma velocidade de escoamento de 1,94 m/s e perda de carga de 0,85 m/km.
- 1 x 2 500 + 1 x 2 800 mm para os sifões nos trechos com vazão de dimensionamento de 22 m³/s, resultando uma velocidade de escoamento de 2,00 m/s e perda de carga de 0,90 m/km.
- 2 x 2 500 mm para as tubulações de sucção da captação, resultando uma velocidade de escoamento de 2,2 m/s e perda de carga de 1,16 m/km.
- 2 x 2 200 mm para as tubulações de recalque da captação de maior pressão (a montante do reservatório uni-direcional), resultando uma velocidade de escoamento de 2,9 m/s e perda de carga de 2,30 m/km.
- 2 x 2 500 mm para as tubulações de recalque da captação de menor pressão (a jusante do reservatório uni-direcional), resultando uma velocidade de escoamento de 2,2 m/s e perda de carga de 1,16 m/km.

Considerou-se sempre a utilização de duas tubulações, quer para os sifões quer para as adutoras da captação, embora em termos de custos de instalação a solução de uma única apresente sempre um custo inferior. A utilização de duas tubulações permitirá contudo o faseamento da sua construção, com o benefício econômico associado. A importante vazão prevista e as questões de segurança de exploração e facilidade de manutenção aconselham também a utilização de duas tubulações.

As tubulações serão enterradas sempre que o topo rochoso estiver sistematicamente abaixo de 4 m de profundidade. Quando o mesmo for aflorante ou quando houver uma mudança muito acentuada na declividade do terreno, as tubulações serão aéreas, apoiadas sobre pilares ou blocos de concreto de altura variável. Nas situações intermediárias, quando a profundidade do topo rochoso estiver sistematicamente entre 0 m e 4 m, as tubulações serão semi enterradas.

O traçado foi desenvolvido objetivando-se o menor comprimento dos sifões, respeitando-se, contudo, as condições de relevo e de interferência com infra-estruturas existentes.

O traçado em planta e geralmente em alinhamento reto e o traçado em perfil procura minimizar o número de pontos de inflexão de pendente, de forma a evitar a necessidade de blocos de ancoragem. Nas mudanças de direção da tubulação, quer em planta quer em perfil (significativas), serão construídos blocos de ancoragem em concreto, devendo assim procurar fazer-se coincidir essas duas curvas.

A inclinação mínima admitida para as tubulações será de 0,5% nos trechos descendentes e de 0,2% nos trechos ascendentes, de forma a garantir a saída do ar em direção aos pontos altos do traçado. A inclinação máxima admitida é de 20%, embora ocorram sempre inclinações substancialmente inferiores aquela.

Para além dos equipamentos previstos nas estruturas de concordância a montante e a jusante do sifão, descritas em outra seção, os únicos equipamentos hidromecânicos do sifão consistem na descarga de fundo localizada no ponto de menor cota. A montante de cada bloco de ancoragem será instalada uma junta de dilatação, permitindo deslocamentos axiais. Serão ainda previstas entradas de homem ao longo das tubulações.

Nos pontos altos do traçado e de forte mudança de inclinação serão instaladas ventosas para saída de ar dissolvido no escoamento, permitindo simultaneamente a entrada e saída de ar em grande para enchimento e esvaziamento da tubulação e proteção em regimes transitórios. As ventosas serão instaladas no interior de caixas, protegidas dos elementos. Nos pontos baixos do traçado existirão descargas de fundo para permitir o esvaziamento da tubulação.

5.3.5. Obras de Drenagem (longitudinal e transversal)

5.3.5.1. Considerações gerais

A proteção dos canais é feita através de obras de drenagem longitudinal e transversal com o objetivo de evitar a sua destruição, parcial ou total, e o carreamento de material erosionado das encostas e bermas para dentro dos canais, reduzindo a sua capacidade de escoamento.

Apresenta-se, a seguir, um resumo dos conceitos e dos critérios a considerar no dimensionamento hidráulico dessas obras.

5.3.5.2. Critérios hidrológicos

a) Dados Pluviométricos

Utilizam-se os seguintes postos pluviométricos com série histórica de 85 anos:

- Carnaúbas, localizado muito próximo ao trecho;
- São João Jaguaribe.

b) Determinação das vazões

Para as sub-bacias hidrográficas, com áreas de drenagem inferior a 3,5 km², o processo de transformação da chuva em escoamento superficial é feito através do método racional, que resume-se na utilização da seguinte expressão matemática:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A$$

onde:

- Q - é a vazão de pico em m³/s;
- C - é o coeficiente de escoamento superficial, um fator adimensional;
- i - é a intensidade da precipitação de projeto em mm/h;
- A - é a área de drenagem da bacia hidrográfica em km².

A intensidade da chuva é obtida através do quociente entre o total precipitado máximo com período de retorno de 50 anos (para bueiros) e 10 anos (para as canaletas de proteção e demais obras de microdrenagem) e a duração da tormenta, considerada igual ao tempo de concentração da bacia. Uma vez que os tempos de concentração estão entre 8 e 32 min, os correspondentes totais precipitados para estas durações são obtidos através da interpolação linear entre as chuvas de projeto de 6 minutos e 1 hora, conforme a equação abaixo:

$$P = 0,959 \times t_c + 18,04$$

Onde $t_{c \text{ mínimo}} = 5$ minutos.

O coeficiente de runoff adotado é de 0,22.

5.3.5.3. Critérios hidráulicos

a) Canaletas

O cálculo da lâmina d'água do escoamento nas canaletas foi realizado através da seguinte expressão:

$$\text{Fórmula de Manning : } V = (1 / n) \times Rn^{2/3} \times \sqrt{i}$$

onde: V - velocidade média de escoamento em m/s;
 n - coeficiente de rugosidade, admitido igual a 0,015
 R_h - raio hidráulico em m;
 i - declividade longitudinal em m/m.

O cálculo da velocidade média de escoamento foi realizado através de :

$$\text{Equação da continuidade : } Q = V \times S$$

onde: Q - vazão pico em m³/s;
 V - velocidade média em m / s ($0,80 \leq V \leq 6,0$ m/s);
 S - área da seção “molhada “ em m².

As canaletas típicas a serem utilizadas são as seguintes:

Local	Tipo de estrutura
Proteção de crista, bermas ou pé de talude	1/2 cana de concreto - ϕ 400 mm
Trecho a montante do túnel	Canaleta trapezoidal – 40 x 40 cm
Trecho de jusante do túnel	Canaleta trapezoidal – 60 x 60 cm
Ligação entre caixas	Tube de concr. armado - ϕ 500 mm
Rápido	1/2 cana de concreto - ϕ 500 mm
Proteção de pé de talude	Canaleta triangular

b) Bueiros

O dimensionamento hidráulico dos bueiros considera as seguintes premissas:

- Entrada e saída não-submersas ($H_w < 1,5.D$);
- Coeficiente de rugosidade de Manning admitido igual a 0,015;
- Coeficiente K_e admitido igual a 0,50;
- Velocidade de escoamento $V < 4,0$ m/s;
- Controle na entrada;
- Regime de escoamento subcrítico.

A equação que dimensiona esta condição de funcionamento é a seguinte:

$$Q = C_d \cdot A_c \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_e + v^2/2 \cdot g - h_c - \Delta h)}$$

Onde : h_e - carga estabelecida na entrada do bueiro;
 A_c - área da seção transversal do bueiro em m^2 ;
 C_d - coeficiente de vazão - $C_d=0,95$
 V - velocidade média de escoamento em m/s ;
 h_c - altura crítica em m ;
 Δh - perda de carga entre o emboque e desemboque do bueiro.

Os bueiros, sejam de seção circular, quadrada ou retangular, terão os muros de ala em concreto armado, com ângulo em relação ao eixo do bueiro de 30° e proteção com bacia de dissipação em enrocamento no seu desemboque.

5.3.6. Estruturas de transição canal-tubulações

A estrutura de transição entre os trechos em canal e as adutoras é constituída por uma estrutura em concreto com forma convergente em planta, fazendo a transição entre a seção trapezoidal do canal e a seção retangular da zona de entrada/saída dos sifões. Esta estrutura termina/inicia-se numa parede perpendicular à direção do escoamento onde se situam as duas aberturas retangulares de entrada/saída das tubulações em pressão, uma por tubulação.

A transição entre as seções retangulares do início do escoamento em pressão e as tubulações circulares das adutoras dos sifões é efetuada no interior de um bloco em concreto. Este bloco em concreto tem a função principal de absorver os esforços gerados pelas tubulações, seja geradas por variações de temperatura seja por desvios angulares em planta, eliminando-se a necessidade de se prever blocos de ancoragem ao longo do traçado dos sifões.

Nas aberturas de transição para o escoamento em pressão são previstas ranhuras para instalação de “stoplog” de manutenção em entrada de tubulação.

Algumas destas estruturas, geralmente a montante dos trechos em sifão funcionam simultaneamente como obras de seccionamento da adução, possuindo comportas a montante das aberturas de entrada em pressão. Esta obra consiste no acoplamento de comportas planas verticais nas estruturas de transição de entrada de sifões e reservatórios, que naturalmente já exigiriam uma obra de controle pelo menos tipo “stoplog” para operações de manutenção, e ainda minimizar as perdas de cargas e os custos de uma outra obra independente.

As dimensões de quantidades das comportas, neste caso, estão condicionadas aproximadamente às dimensões das tubulações dos sifões ou galerias de entrada em reservatórios.

5.3.7. Comportas de Controle Operacional (Nível e Vazão)

Embora cientes de que o presente canal adutor Castanhão-RMF não irá operar sistematicamente como um canal de distribuição com tomada d'água ao longo de seu desenvolvimento, decidiu-se, em função do seu longo comprimento e do atendimento das demandas dos projetos previstos ao longo de seu traçado, considerar na sua concepção obras de controle operacional.

Considerando-se mais especificamente condição mista de distribuição e adução, com preponderância desta última, que certamente não exigirá a necessidade de variações rápidas das vazões aduzidas, adotou-se um sistema de obras de controle de níveis e vazões, compostas de comportas planas corrediças verticais motorizadas e automatizadas. Atendendo às condições de muito baixa frequência de operação e pequenas cargas hidráulicas, considerase que este tipo de comportas é mais recomendável, tanto em função do custo do equipamento como da própria obra civil, e até da facilidade de fornecimento e manutenção.

A localização e distribuição das obras de controle foi feita em função dos condicionantes topográficos e do aproveitamento de obras obrigatórias, como concordâncias de entradas de tubulações/sifões e de reservatórios. Objetivou-se, desta forma, conceber um esquema operacional, de modo a manter as variações máximas de 30 a 60 cm nos níveis de controle da água para as diferentes condições de demanda e etapas do projeto, considerando-se que através da automação das comportas previstas seja possível limitar a variação dos níveis, em qualquer trecho ou local, ao máximo de 45 cm em qualquer período de 24 horas.

Com tais premissas e condições de utilização e etapas de vazões operacionais do projeto, consideraram-se dois tipos de obras de controle com comportas: sendo uma tipo para utilização entre dois trechos de canais e outra tipo que consistiu no aproveitamento das obras de montante dos trechos em tubulação/sifão e reservatórios de controle e compensação de vazão. Estas obras serão espaçadas em média entre cerca de 3 a 5 km.

Cada estrutura de controle será equipada com 3 comportas iguais, sendo duas instaladas na 1ª Etapa de construção e a restante na 2ª Etapa. A estrutura de concreto é constituída por duas zonas de transição, a montante e a jusante, entre a seção trapezoidal do canal e a seção retangular das comportas. Na zona central da estrutura serão instaladas as comportas e previstas ranhuras para "stoplog" de manutenção em cada célula/comporta.

5.3.8. Estruturas Vertedouras de Segurança Associada a Comportas de Esvaziamento do Canal

Para garantir a segurança do canal em casos emergenciais de ocorrência de vazões superiores a capacidade de cada trecho e para permitir o esvaziamento para eventual manutenção, previu-se uma estrutura tipo com dupla função de descarga de segurança e de fundo. Esta obra é composta por uma soleira vertedoura em superfície livre, com canal lateral, associada a uma descarga de fundo equipada com duas comportas planas verticais para esvaziamento do trecho.

Tendo-se em consideração que se trata de um sistema adutor de grande extensão, com elevada quantidade de obras controle e conseqüentemente com maior probabilidade de ocorrência de eventual vazão excessiva ou fechamento indevido de comportas em qualquer um dos trechos, considerou-se o dimensionamento desta estrutura para a capacidade de cerca de metade da vazão máxima de cada trecho.

5.3.9. Sistema Viário de OPM

a) Estradas de Serviço

Durante a etapa de execução da obra, serão construídas estradas de serviço com a finalidade principal de interligar os canteiros com as áreas de jazidas, permitir o trânsito de veículos e equipamentos de construção e dar acesso a fontes de água e instalações industriais previstas nos canteiros de obra.

A necessidade de construção destas estradas, bem como a localização das mesmas dependerá fundamentalmente do plano de execução da empreiteira responsável pela obra, desta forma a mesma será responsável por tais serviços.

Na definição do traçado destas vias, deverão ser aproveitados tanto quanto possível o traçado dos caminhos já existentes, bem como a própria faixa de domínio do canal.

Os trabalhos relativos a construção das estradas de serviço, constituem-se basicamente no desmatamento, raspagem e revestimento primário ao longo dos caminhamentos projetados.

b) Interferências com as Estradas Estaduais

O canal interfere com rodovias estaduais em diversos pontos distintos ao longo do seu traçado, designadamente com a CE-269, nas proximidades da cidade de Nova Jaguaribara, com a CE-

371 e CE-138 na travessia do rio Banabuiú e junto a Morada Nova. A adução interfere igualmente com a BR-116 em dois locais entre a Serra do Félix e o Açude Pacoti. As principais travessias de rodovias são identificadas mais adiante na seção 5.3.10.

Nos trechos em canal poderão considera-se duas soluções de travessia: em galeria de seção retangular ou em tubulação, exigindo-se em ambos os casos a execução de estruturas em concreto a montante e a jusante da travessia que garantam a transição entre as duas seções sem originar perdas de energia excessivas.

Nos trechos de adutoras, a passagem em rodovias estaduais deverá ser feita com as tubulações enterradas e envelopadas em concreto sob a rodovia.

c) Sistema Viário de OPM do Sistema Adutor e Integração com Vias Locais

O sistema viário de OPM do canal é composto basicamente por duas vias que se desenvolvem paralelamente ao caminhamento do sistema adutor, sobre as bermas laterais dos canais e ao lado das tubulações dos sifões como via propriamente dita ou como passagem molhada nos trechos de travessia dos leitos dos riachos.

As vias apresentam geralmente largura de seis metros, em cada lado do canal ou adutora, e são revestidas com piçarra ou material equivalente. Nas seções de corte em rocha considerou-se apenas uma via de acesso de um dos lados, prevendo-se do outro lado um acesso de apenas 1,5 m de largura.

Previram-se também diversos pontos de acesso ao interior do canal para facilitar a execução de operações de limpeza e manutenção.

A integração das vias de OPM com o sistema viário local se dá a partir de obras complementares denominadas de pontilhões, que foram locados nos cruzamentos entre o canal e as vias locais principais. A descrição e localização destas obras apresenta-se a seguir.

d) Passarelas para Pedestres e Animais

Foram previstas, ao longo do traçado, passarelas para permitir a travessia do canal por pedestres e animais. As passarelas foram distribuídas de forma que a distância entre esta e uma outra estrutura transversal ao canal (comporta, pontilhão ou concordância canal-sifão) não fosse superior a 500 m.

e) Pontilhões

As obras de pontilhões correspondem a estruturas de concreto armado transversais ao canal com o objetivo de permitir a passagem de veículos, pedestres e animais sobre o canal adutor, quando o mesmo intercepta as vias de acesso secundárias.

5.3.10. Interferências com infra-estruturas públicas

Outros pontos de interferência com infra-estruturas de uso público identificados ao longo do traçado do Sistema Adutor são os seguintes:

- Rodovia CE-269 (pavimentada): permite o acesso à cidade de Nova Jaguaribara, sendo interceptada em dois pontos (via principal e alça de contorno).
- Perímetro Irrigado Xique-Xique: interceptado na área prevista para expansão, permitindo a integração com o canal principal deste perímetro.
- Rodovia CE-266 (em leito natural): permite o acesso à cidade de Banabuiú e ao povoado de Roldão.
- Rodovia CE-265 (pavimentada): interliga Morada Nova a Limoeiro do Norte via BR-116.
- Rodovia CE-371 (pavimentada): interliga Morada Nova a Jaguaratama, sendo interceptada na ponte sobre o rio Banabuiú, na qual as tubulações do sifão serão acopladas.
- Rodovia CE-138 (pavimentada): interliga Morada Nova à BR-116 (Cristais), sendo interceptada próximo de Aruaru.
- Rodovia BR-116 (pavimentada): interliga a capital do estado ao sul do país, sendo interceptada em dois pontos (próximo a Cristais e na periferia de Pacajús).
- Estradas vicinais que permitem o acesso às propriedades rurais e povoados da região.
- Trechos de rede elétrica de baixa tensão.
- Gasoduto interceptado logo após o canal efetuar a ultrapassagem do açude Pacajús.
- Cabo óptico Embratel interceptado nos pontos onde o canal cruza a BR-116 (acima do boqueirão do Cesário).
- Adutora interceptada na periferia de Pacajús.
- Perímetro Irrigado de Morada Nova: canal principal de adução; diques de proteção de terra compactada; margeia a área de 8 lotes agrícolas do perímetro K; margeia a área da estação experimental do perímetro; canais secundários de alvenaria que conduzem a água para as quadras hidráulicas; cercas e estradas principais e secundárias.
- Passagens molhadas no rio Pirangí que servem como fontes hídricas para as localidades de Aruaru e Cristais.

5.4. CAPTAÇÃO D'ÁGUA NO AÇUDE CASTANHÃO

5.4.1. Introdução

A captação d'água no açude Castanhão constitui a origem do Sistema Adutor, realizando a derivação e bombeamento das vazões armazenadas no reservatório desse açude em direção a um ponto alto da margem esquerda do vale do rio Jaguaribe, onde se localiza a seção de montante do canal adutor.

A análise das variantes alternativas para a captação d'água no açude Castanhão foi objeto de um relatório específico: "Relatório de Análise de Alternativas para a Captação d'Água no Açude Castanhão, COBA/VBA/HARZA, Novembro 2000". Posteriormente foram elaborados os Projetos Básico e Executivo da solução adotada para a captação: "Captação d'Água no Açude Castanhão, Projeto Básico, COBA/VBA/HARZA, Dezembro-Agosto 2001" e "Captação d'Água no Açude Castanhão, Projeto Executivo, COBA/VBA/HARZA, Dezembro 2001".

A solução adotada para a captação d'água no açude Castanhão, consiste na derivação das tubulações da tomada de água do açude existente e na implantação da estação de bombeamento na margem esquerda do rio Jaguaribe, imediatamente a jusante do açude Castanhão. Adutoras de sucção e de recalque, com uma extensão total de 3,3 km, farão a ligação entre a tomada de água e um ponto alto da margem esquerda do rio Jaguaribe, junto à cidade de Nova Jaguaribara.

Seguidamente faz-se uma breve referência às alternativas analisadas e faz-se a descrição geral da solução selecionada para a captação d'água.

5.4.2. Variantes analisadas

No estudo realizado foram definidas e analisadas as seguintes três variantes principais para a concepção da captação (Figura 5.4.1):

- Variante 1 : Derivação nas tubulações da tomada de água do açude Castanhão;
- Variante 2 : Tomada de água no paramento em concreto do açude Castanhão;
- Variante 3 : Captação no interior do reservatório do açude Castanhão.

Figura 5.4.1
Variantes para a Captação d'Água no Açude Castanhão

Estas três variantes consideram as seguintes duas soluções alternativas relativamente à concepção da estação de bombeamento:

- Solução A : Implantação da estação de bombeamento em pé-de-barragem (variantes 1 e 2).
- Solução B : Implantação da estação de bombeamento no interior do reservatório (variante 3).

Seguidamente recapitulam-se e resumem-se as principais vantagens e inconvenientes das variantes consideradas:

Variante 1 : Derivação das tubulações da tomada de água do açude Castanhão

A captação será realizada por utilização da estrutura existente de tomada de água da barragem, sendo construída uma derivação na tubulação dessa tomada de água.

Esta solução para a tomada de água é mais simples em termos construtivos, exigindo contudo a travessia do rio Jaguaribe a jusante do açude Castanhão com a conseqüentemente necessidade de proteção da tubulação contra níveis de água elevados e fundação da tubulação numa zona aluvionar. O comprimento das tubulações de sucção e de recalque são os mais extensos em relação às restantes variantes.

Nesta variante a captação ficará física e operacionalmente dependente da tomada de água do açude Castanhão existente, que é utilizada também por outros aproveitamentos.

Variante 2 : Tomada de água no paramento em concreto do açude Castanhão

Nesta solução, a captação será integrada no corpo em concreto rolado do açude, construindo-se uma nova estrutura de tomada de água e uma tubulação atravessando a barragem junto à ombreira esquerda.

Esta solução apresenta como principais vantagens tornar independentes a operação da captação da transposição e da atual tomada de água, possibilitando a realização de uma estrutura de tomada com entrada a dois ou mais níveis.

A estrutura de tomada de água será mais complexa em relação à variante 1, havendo a necessidade de instalação de diversos equipamentos hidromecânicos (grades, comportas, válvulas, juntas, tubulações, etc.). Verifica-se ainda a necessidade de modificação do projeto

da barragem e do respectivo programa de trabalhos. Em compensação haverá uma redução no comprimento do circuito hidráulico e será evitado o atravessamento do rio Jaguaribe.

Variante 3 : Captação no interior do reservatório do açude Castanhão

Esta variante considera a localização da captação e da estação de bombeamento no interior do reservatório do açude Castanhão, submersas, do lado da ombreira esquerda da barragem.

A consideração de estruturas independentes evita, ou minimiza, interferências entre as diferentes infra-estruturas, quer construtivas quer operacionais. À semelhança da variante 2 esta solução apresenta como vantagens relativamente à variante 1, a facilidade e segurança de operação e a possibilidade de realização de uma estrutura de tomada com entrada a dois ou mais níveis. Esta solução minimiza o comprimento total das tubulações e reduz as perdas de carga no bombeamento e em consequência conduz a menores custos de energia.

Como desvantagens constata-se que o tipo de grupos selecionado tem características mais específicas que os das restante variantes (que são de fabrico mais corrente), e a relativa complexidade da construção da estação de bombeamento.

Solução adotada

No Quadro 5.4.1 apresenta-se um resumo das principais características das variantes consideradas para a captação. De referir que os custos e características técnicas consideradas na comparação de variantes correspondem a uma solução preliminar para o Sistema Adutor em que a vazão de dimensionamento era de 27 m³/s (na solução adotada a vazão de dimensionamento é de 22 m³/s) e a cota a jusante de 112,00 m (na solução adotada a elevação é realizada para a cota 127,00 m). A análise comparativa então realizada mantém-se válida para os valores finais de dimensionamento adotados.

Em resultado da comparação técnico-econômica realizada a solução adotada para a captação corresponde à variante 1, ou seja, a tomada de água consistindo na derivação das tubulações da tomada de água do açude existente, e considerando a estação de bombeamento implantada na margem esquerda do rio Jaguaribe, imediatamente a jusante do açude Castanhão.

Quadro 5.4.1
Resumo das características principais das variantes da captação

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	UNIDADES	VARIANTE 1 - DERIVAÇÃO NAS CONDUTAS DE TOMADA DE ÁGUA DO AÇUDE CASTANHÃO	VARIANTE 2 - CAPTAÇÃO NO PARAMENTO EM CONCRETO DO AÇUDE CASTANHÃO	VARIANTE 3 - CAPTAÇÃO NO INTERIOR DO RESERVATÓRIO CASTANHÃO
Tomada de água		Dependente da tomada existente	Independente da tomada do açude	Independente da tomada do açude e do próprio açude
Sucção e Recalque		Atravessamento do rio Jaguaribe		
Comprimento de tubulação 2xDN2800	m	750	300	-
Comprimento de tubulação 2xDN2400	m	750	750	-
Comprimento de tubulação DN3200	m	-	-	500
Canal de admissão	m	-	-	1.200
Canal de adução (1)	m	1.000	1.000	-
Estação de bombeamento		Execução simples	Execução simples	De construção mais complexa que as restantes variantes
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	27,00	27,00	27,00
Altura manométrica média	m	23,83	23,16	21,24
Potência (hidráulica) máxima	MW	14,50	14,30	13,70
Estrutura de transição captação-adução		Situação idêntica para todas as variantes	Situação idêntica para todas as variantes	Situação idêntica para todas as variantes
Equipamentos		Equipamentos (grupos) correntes	Equipamentos (grupos) correntes	Equipamentos mais complexos
Tomada de água		Comporta vagão, ensecadeiras e grades	Comporta vagão, ensecadeiras e grades	Comporta vagão, ensecadeiras e grades
Sucção e Recalque		Tubulações em aço, instaladas aéreas	Tubulações em aço, instaladas aéreas	Tubulações em aço, instaladas aéreas
Estação - Equipamentos eletromecânicos		8 grupos eixo vertical de 2,5 MW	8 grupos eixo vertical de 2,5 MW	4 grupos eixo vertical de 5,0 MW
Estação - Equipamentos elétricos		Velocidade variável, suprimento de energia a 69 kV	Velocidade variável, suprimento de energia a 69 kV	Velocidade variável, suprimento de energia a 69 kV
CUSTO DE CONSTRUÇÃO				
Custo total de construção civil, R\$	R\$	14.381.779	13.099.909	16.740.060
Custo total de equipamentos, R\$	R\$	30.934.000	31.774.000	27.044.000
Custo total geral, R\$	R\$	45.315.779	44.873.909	43.784.060
CUSTO DE ENERGIA				
Consumo de energia	GWh/ano	35,41	34,43	31,57
Custo anual estimado	R\$/ano	1.526.255	1.490.198	1.385.306
Custo atualizado (taxa de 12% em 40 anos)	R\$	8.592.817	8.389.817	7.799.273
CUSTO ATUALIZADO COM ENERGIA		53.908.596	53.263.726	51.583.333

NOTAS: (1) - Nas variantes V1 e V2 é necessária a construção adicional de 1000 m de canal para atingir o mesmo local de implantação da estrutura de transição captação-adução adotado para a variante V3.

(2) - Os valores indicados correspondem a uma solução preliminar para o Sistema Adutor (vazão de 27 m³/s e cota a jusante de 112,00 m) e não à solução final adotada (vazão de 22 m³/s e cota a jusante de 127,00 m).

As diferenças de custo estimados entre as diferentes variantes, quer de investimento quer de operação (energia), de cerca de 3% relativamente à variante de menor custo, não são consideradas significativas de forma a condicionar a escolha da solução a adotar. Assim, a escolha desta solução deveu-se fundamentalmente aos seguintes aspetos de natureza técnica:

- O edifício da estação de bombeamento é convencional, de simples concepção e execução.
- Evita-se a necessidade de coordenação da construção da tomada de água com a construção do corpo em concreto rolado do açude Castanhão e interferência com as obras em execução pelo DNOCS.
- O traçado da tubulação de recalque é bastante favorável sob os pontos de vista de implantação e hidráulico, embora não corresponda à variante com menor desenvolvimento do circuito hidráulico.
- A fundação das estruturas será realizada a pequena profundidade, em terrenos com características adequadas e já razoavelmente conhecidas, evitando demoradas e complexas investigações geotécnicas e eventuais incertezas nos resultados obtidos, que poderiam comprometer o prazo de realização do projeto e/ou obra ou o seu custo estimado.

Considera-se que as vantagens indicadas são suficientes para justificar esta solução, mesmo considerando que sistema de captação, designadamente a tomada de água, ficará dependente de estruturas existentes de tomada de água do açude Castanhão, e que foram projetadas para funcionamento simultâneo como tomada de água e descarga de fundo do açude.

Seguidamente descreve-se as características das diferentes obras que irão integrar a captação d'água no açude Castanhão.

5.4.3. Descrição da captação

5.4.3.1. Características gerais e localização

A captação de água compreenderá essencialmente a estação de bombeamento e as adutoras de sucção e de recalque, elevando as vazões derivadas no açude Castanhão para uma zona alta da margem esquerda do rio Jaguaribe, situada junto do limite urbano da cidade de Nova Jaguaribara, local onde terá início a adução por gravidade (Desenho 777-B5-RF-04).

As estruturas de captação situam-se na margem esquerda do rio Jaguaribe, junto à barragem do Castanhão, distando cerca de 200 km de Fortaleza. Essa barragem, atualmente em construção, situa-se no rio Jaguaribe a cerca de 180 km da foz no Oceano Atlântico, sendo facilmente acessível pela rodovia federal BR116. O acesso à estação de bombeamento será realizado através de estradas a construir com origem na cidade de Nova Jaguaribara.

A concepção geral prevista para a captação integrará assim as seguintes obras componentes principais:

- Tomada de água na tubulação (do lado esquerdo) da estrutura existente de tomada de água do açude Castanhão;
- Estação de bombeamento implantada na margem esquerda do rio Jaguaribe;
- Adutoras de sucção e de recalque, fazendo a ligação entre a tomada de água, a estação de bombeamento e um ponto alto na margem esquerda do rio Jaguaribe, junto à cidade de Nova Jaguaribara.
- Estrutura de transição entre as adutoras de recalque em pressão e a adução por gravidade em superfície livre.

Será utilizada a tomada de água existente do açude Castanhão, que servirá em simultâneo as necessidades da transposição, as demandas do vale do Jaguaribe e a função de descarga de fundo do açude. A captação da transposição ficará assim hidráulicamente dependente da tomada de água atualmente existente.

5.4.3.2. Estação de bombeamento

A estação de bombeamento ficará implantada na margem esquerda a jusante da barragem, numa plataforma aproximadamente à cota 65,00 m, ficando assim acima do nível máximo de água a jusante da barragem, estimada em 63,40 m para a enchente de dimensionamento do vertedouro (valor indicado no projeto do açude Castanhão). A cota fixada para a plataforma da estação de bombeamento é semelhante à cota das plataformas da margem direita que envolvem as estruturas hidráulicas anexas ao açude Castanhão. As condições topográficas do local selecionado garantem amplo espaço para a implantação do edifício da estação, da sub-estação e áreas de circulação envolventes.

A estação de bombeamento será implantada de forma a garantir o NPSH mínimo a montante dos grupos, proporcionando condições de funcionamento adequadas, sem cavitação. Este condicionamento, a cumprir para a situação de nível mínimo de exploração no reservatório de montante (cota 71,00 m), definirá a cota máxima de instalação das bombas e em consequência do piso dos grupos.

O número e tipo de grupos, 8 grupos de eixo vertical sendo 1 de reserva, foi determinado em função das regras de operação previstas para a transposição, da variação dos níveis de água a montante e a jusante, e do custo de aquisição, instalação, operação e manutenção dos equipamentos.

Atendendo à grande variação sazonal do nível de água no açude Castanhão, foi necessário recorrer a grupos de velocidade variável. Os equipamentos de variação de velocidade, embora de elevado custo, têm a vantagem de otimizar o rendimento dos grupos para cada situação de bombeamento, adequando-se à variação de nível no reservatório. Considerou-se a instalação dos grupos abrigados no interior de um edifício e previram-se instalações para pessoal de exploração.

Considerando que os níveis mais baixos de operação do reservatório ocorrem com uma frequência muito reduzida, admite-se para essa situação a operação dos grupos fora dos parâmetros ótimos de funcionamento, com rendimento menor. Para as situações em que os níveis de água no reservatório se encontram a cotas mais baixas, próximo do nível mínimo de exploração previsto (71,00 m), a que corresponde um aumento da altura geométrica, aceita-se a redução da vazão máxima derivada.

Como anteriormente se referiu, prevê-se a possibilidade de faseamento da instalação dos grupos de bombeamento, considerando a instalação numa primeira fase de metade dos grupos e respetivas instalações elétricas (inversores de frequência, transformadores, etc.). O edifício da estação de bombeamento será construído numa única fase.

A estação de bombeamento possuirá um hall de descarga e de montagem, com uma ponte rolante desenvolvendo-se sobre a sala dos grupos. Os equipamentos elétricos ficarão também abrigados no interior do mesmo edifício. As dimensões do edifício em planta serão de aproximadamente 65 m por 28 m.

A vazão total final prevista para a estação de bombeamento é, como descrito anteriormente, de 22,0 m³/s.

A altura manométrica total varia com o nível de água a montante no reservatório do Castanhão, o nível na entrada do canal adutor, e a vazão total recalçada. O nível à entrada no canal adutor será praticamente constante a cota 127,00. O nível no reservatório do Castanhão varia entre as cotas 71,00 e 100,00.

A altura geométrica de recalque varia assim entre 27,0 e 56,0 m, sendo as perdas de carga totais nas tubulações de montante e jusante a estação estimadas em 8,0 m para a vazão máxima de projeto. A altura manométrica máxima é assim de 61,6 m.

Considera-se que a vazão de 22,0 m³/s é garantida para a altura manométrica máxima a 54,0 m (nível a montante no reservatório Castanhão de 81,0 m), admitindo-se a redução da vazão bombeada para níveis a montante inferiores.

Outros equipamentos a prever na estação de bombeamento para além dos grupos, inversores de frequência e instalações elétricas são os seguintes: válvulas de seccionamento a montante e a jusante de cada grupo, válvula anti-retorno a jusante dos grupos, grupos de drenagem, ponte rolante.

5.4.3.3. Adutoras de sucção e de recalque

O circuito hidráulico da captação compreenderá adutoras de sucção e de recalque fazendo a ligação entre a tomada de água, a estação de bombeamento e a estrutura de ligação ao canal de adução. A localização da estação de bombeamento, o traçado das adutoras e a localização da estrutura de transição tubulação-canal, definem o comprimento total do circuito hidráulico, de aproximadamente 3,3 km.

Para as dimensões de tubulação exigidas pela importante vazão a transportar, o material a utilizar na construção das adutoras de sucção e de recalque deverá ser o aço, que se considera corresponder à solução mais econômica, sendo simultaneamente uma solução tecnicamente adequada e permitindo grande flexibilidade de traçado e facilidade de ligação aos diferentes componentes da captação. Serão utilizadas duas tubulações, quer na sucção quer no recalque.

Um estudo econômico específico conduziu à definição do diâmetro econômico a adotar para as adutoras de sucção e de recalque em função das respectivas pressões de dimensionamento (2xDN 2200 ou 2 xDN 2500 mm).

A adutora de sucção inicia-se na câmara de válvulas a jusante do derivante das tubulações da tomada de água do açude, próximo da câmara das válvulas dispersoras, atravessando o rio Jaguaribe a jusante da barragem e terminando na estação de bombeamento situada na outra margem.

O atravessamento do rio Jaguaribe será efetuado com um traçado em planta próximo do pé de jusante do paramento em concreto, de forma a interessar terrenos com cotas mais elevadas. Admitiu-se a instalação enterrada em vala, e considerou-se a proteção da tubulação para as sub-pressões. Nos trechos de atravessamento das calhas do rio Jaguaribe previu-se o envelopamento em concreto.

A adutora de recalque desenvolve-se desde a estação de bombeamento até a um ponto alto onde se localiza a ligação ao canal de adução. Esta adutora tem um traçado sempre ascendente atravessando um terreno com pendente aproximadamente constante, intersetando ao longo do seu trajeto uma pequena linha de água.

A relativamente longa extensão da adutora de sucção poderá resultar na necessidade de instalação de dispositivos para controle das variações de pressão, contudo em resultado da análise realizada do funcionamento em regime transitório previu-se apenas a instalação de ventosas junto da estação de bombeamento. Para a adutora de recalque será certamente necessária a proteção contra o choque hidráulico, atendendo à existência de um ponto alto num ponto intermédio do seu traçado. O dispositivo de proteção mais adequado para esta situação consiste na instalação de um reservatório unidirecional no referido ponto alto.

As condições de instalação das tubulações e dos diversos órgãos acessórios foram já descritos na seção 5.3.

5.4.3.4. Tomada d'água

A tomada de água deverá garantir a captação do caudal máximo previsto para as diferentes condições de exploração do reservatório Castanhão consideradas, designadamente deverá considerar as variações do nível de água no reservatório, de cerca de 30 m, desde o nível mínimo de exploração previsto até ao nível máximo em situação de enchente. Deverão também ser considerados os níveis máximos normais de operação e níveis médios, havendo eventualmente também a necessidade de definir outros níveis mínimos de operação a que correspondem determinadas condicionantes de operação da captação.

Verifica-se que a tubulação da tomada de água do açude, com diâmetro de 3 700 mm, possui capacidade adequada para o transporte simultâneo das vazões destinadas aos projetos de irrigação a jusante do açude e à transposição para a RMF.

A tomada de água será desta forma realizada através de uma bifurcação a construir nas tubulações existentes da tomada de água da barragem, próximo da estrutura das válvulas dispersoras do açude. Poderá considerar-se a utilização da derivação existente destinada no futuro à alimentação de central hidroelétrica, e que atualmente se encontra obturada por uma junta cega.

No interior de uma câmara junto ao local da derivação é prevista a instalação de duas válvulas de seccionamento tipo borboleta, uma por tubulação, de forma a possibilitar a inspeção e manutenção individual de cada tubulação.

Apesar da necessidade de realização da derivação na tomada existente, poderá considerar-se que a interferência da captação com as estruturas do açude Castanhão não é muito significativa, podendo ser realizada facilmente mesmo após a conclusão da barragem.

5.4.3.5. Transição Captação-Adução

A transição entre as tubulações de recalque e o canal de adução deverá proporcionar o controlo do funcionamento dos grupos da estação de bombeamento e garantir adequadas condições hidráulicas para a admissão da vazão aduzida.

O regime de funcionamento previsto para a transposição, em que é fixado um valor constante de vazão a transferir em cada momento, não exige a criação de dispositivos de controlo da operação do sistema com capacidade de regulação do arranque e paragem dos grupos em função dos níveis de água a jusante. Será apenas necessário efetuar o controlo da segurança

do funcionamento, estabelecendo níveis máximos e mínimos de água na estrutura de transição tubulação-canál, para alarme e indicação de paragem aos grupos, em caso de ocorrência de situações de emergência (transbordamento do canal ou rotura das tubulações ou do canal).

Verifica-se também que a reduzida inclinação do canal adutor (0,015%), com regime de escoamento lento, proporciona um adequado controlo por jusante do nível de água e da dissipação de energia na transição entre o escoamento em pressão (rápido) e em superfície livre (lento).

As condições de funcionamento hidráulico descritas possibilitam a adoção de uma concepção simplificada para a estrutura de transição entre o recalque (tubulações) e a adução (canal), dispondo de uma capacidade de armazenamento de água mínima e sem dispositivos específicos para controlo do nível de água; a capacidade de armazenamento e o controlo de nível de água são assegurados pelo volume de água no canal.

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

Nesta estrutura serão instaladas quatro comportas de secionamento, duas por tubulação sendo uma ensecadeira da outra, permitindo o isolamento entre as tubulações e o canal, e garantindo a possibilidade de esvaziamento de uma das tubulações mantendo a captação operacional.

Como se referiu anteriormente a cota do nível máximo de água no canal foi fixada em 127,00 m, definindo a localização em planta da estrutura que deverá ser compatível com a altimetria do terreno e o traçado do canal.

5.4.3.6. Acessos

É prevista a construção de uma estrada de acesso à estação de bombeamento, com origem na rodovia de ligação entre a cidade de Nova Jaguaribara e a BR116, cujo traçado acompanhará a adutora de recalque, com um desenvolvimento total de cerca de 2,5 km, largura de 5,0 m e pavimento de asfalto.

A área exterior de implantação da estação de bombeamento será delimitada por uma vedação, definindo um recinto com áreas para circulação, com gramado e iluminação.

5.5. TRECHO 1 : AÇUDE CASTANHÃO - AÇUDE CURRAL VELHO

5.5.1. Descrição geral do Trecho 1

O Trecho 1 do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza desenvolve-se entre a captação d'água no açude Castanhão e o açude Curral Velho, integrando trechos em canal, trechos em adutora e possuindo diversas obras especiais ao longo do seu traçado. A origem da quilometragem adotada encontra-se na estação de bombeamento, junto do açude Castanhão.

A vazão de dimensionamento deste trecho é idêntica à da captação, ou seja 22 m³/s, sendo o seu funcionamento hidráulico por gravidade.

Este trecho apresenta um desenvolvimento total de 51,4 km (neste comprimento excluem-se as adutoras da captação com 3,3 km de extensão, mas inclui o canal de ligação ao açude Curral Velho com 1,0 km de desenvolvimento), dos quais 15,8 km correspondem a adutoras (sifões) e os restantes a 35,6 km a canais, tendo sido dividido nos seguintes sub-trechos:

- Sub-trecho 1.1 : Inicia-se a jusante da adutora de recalque (km 2+500) e termina no emboque de montante do sifão Livramento; integra dois trechos de canal, uma estrutura de dissipação de energia e um canal-reservatório, com um total de 11,6 km de desenvolvimento, sendo 0,3 km em adutora.
- Sub-trecho 1.2 : Inicia-se no emboque de montante do sifão Livramento e termina no emboque de montante do sifão Formoso; integra dois trechos em canal e dois sifões (Livramento e Novo), com um total de 8,5 km de comprimento, sendo 1,6 km em sifão.
- Sub-trecho 1.3 : Inicia-se no emboque de montante do sifão Formoso e termina no emboque de jusante do sifão Santa Rosa; integra um trecho em canal e dois sifões (Formoso e Santa Rosa), com um total de 10,6 km de comprimento, sendo 7,1 km em sifão.
- Sub-trecho 1.4 : Inicia-se no emboque de jusante do sifão Santa Rosa e termina no emboque de jusante do sifão Banabuiú; integra dois trechos em canal e dois sifões (Corcunda e Banabuiú), com um total de 19,7 km de desenvolvimento, sendo 6,8 km em sifão.

No Quadro 5.5.1 resumem-se as principais características físicas dos sub-trechos do Trecho 1 do Sistema Adutor.

Quadro 5.5.1 - Síntese Descritiva dos Subtrechos do Trecho1 (Açude Castanhão – Açude Curral Velho)

Subtrecho	Nome	Descrição	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (km)	Comprimento de Adutoras (km)	Comprimento de Canais (km)	Comprimento Total (km)
CAPTAÇÃO, ELEVATÓRIA E ADUTORA DE RECALQUE	Adutora de sucção	Adutoras de sucção da tomada d'água até à estação de bombeamento	-0,8	0,0	0,8	3,3	0,0	3,3
	EB	Estação de Bombeamento	0,0	0,0	0,0			
	Adutora de recalque	Adutoras de recalque da estação de bombeamento ao Canal 1	0,0	2,5	2,5			
SUBTRECHO 1.1 (Jusante da adutora de recalque ao emboque de montante do sifão Livramento)	Canal 1a	Canal do Final Recalque ao Início Canal Reservatório	2,5	10,5	8,0	0,3	11,3	11,6
	Canal Reservatório	Canal Reservatório com 0,9 Km de extensão	10,5	11,4	0,9			
	Canal 1b	Canal Reservatório até início da queda concentrada	11,4	12,3	0,9			
	Adutora 1	Tubulação forçada na queda concentrada	12,3	12,6	0,3			
	Canal 2	Canal do Final do Canal Reservatório ao início Sifão do Livramento	12,6	14,1	1,5			
SUBTRECHO 1.2 (emboque de montante do sifão Livramento ao emboque de montante do sifão Formoso)	Adutora 3 (Sifão)	Sifão do Livramento	14,1	15,5	1,4	1,6	6,8	8,4
	Canal 3	Canal do Sifão do Livramento ao sifão Novo	15,6	20,4	4,8			
	Adutora 4 (Sifão)	Sifão Novo	20,4	20,6	0,2			
	Canal 4	Canal do Sifão Novo ao Sifão Formoso	20,6	22,6	2,0			
SUBTRECHO 1.3 (emboque de montante do sifão Formoso/Seco ao emboque de jusante do sifão Santa Rosa)	Adutora 5 (Sifão)	Sifão do Formoso	22,6	25,3	2,7	7,1	3,5	10,6
	Canal 5	Canal do Sifão Formoso ao Sifão Santa Rosa	25,3	28,8	3,5			
	Adutora 6 (Sifão)	Sifão do Santa Rosa	28,8	33,2	4,4			
SUBTRECHO 1.4 (emboque de jusante do sifão Santa Rosa ao emboque de jusante do sifão Banabuiú)	Canal 6	Canal do Sifão Santa Rosa ao Sifão Corcunda	33,2	36,5	3,3	1,4	12,9	14,3
	Adutora 7 (Sifão)	Sifão do Corcunda	36,5	36,9	0,4			
	Canal 7	Canal do Sifão Corcunda ao Sifão Banabuiú	36,9	46,5	9,6			
	Adutora 8 (Sifão)	Sifão do Banabuiú	46,5	52,9	6,4			
	Canal 8	Ampliação do canal de ligação ao açude Curral Velho	52,9	53,9	1,0			
TOTAL						13,7	34,5	48,2

NOTA: Estaqueamento com origem no açude Castanhão (estação de bombeamento)

Ao longo deste trecho existem diversas obras hidráulicas correntes para controle operacional (comportas) e segurança do funcionamento (descargas de superfície e descargas de fundo), para além das necessárias estruturas de transição entre os canais e as tubulações dos sifões, passadiços e pontões para reposição de acessos, obras de drenagem transversal e longitudinal, etc.

No Trecho 1 existem também determinados trechos, travessias ou obras localizadas que apresentam características específicas, exigindo a implantação de estruturas especiais, designadamente:

- A travessia da zona urbana da cidade de Nova Jaguaribara, que condiciona o traçado inicial deste trecho, nomeadamente a cota piezométrica no início do trecho gravítico e exige a execução de trechos em galeria para a reposição dos acessos à cidade. Este trecho inicial foi objeto de uma análise específica de variantes nas fases anteriores dos estudos, que se recapitula na seção 5.5.2.
- Reservatório de compensação, situado aproximadamente ao km 10+500 da adução, que possibilita a alimentação contínua do canal para jusante (24 horas/dia) e o funcionamento da estação de bombeamento por um menor período de tempo diário.
- Queda concentrada, situada aproximadamente ao km 12+600 da adução, imediatamente após a travessia do Chapadão do Castanhão, onde a transição entre dois trechos de canal a cotas distintas se faz através de tubulações em pressão. Neste local poderá posteriormente ser utilizada a energia disponível, através da instalação de turbinas e com restituição das vazões turbinadas para o canal a jusante.
- A travessia do rio Banabuiú, onde o traçado do respetivo sifão é fortemente condicionado pela interferência com infra-estruturas existentes, nomeadamente pela ponte-barragem existente no leito menor do rio (ver seção 5.5.3).
- Ligação do sifão do Banabuiú ao canal existente do Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas, que fará o transporte das vazões do Sistema Adutor até ao açude Curral Velho. Será necessário o aumento da capacidade de vazão desse canal para atender à vazão final do Sistema Adutor.

Nas seções seguintes apresenta-se inicialmente a descrição do traçado do trecho e de suas obras componentes. São também indicadas as variantes principais do traçado analisadas para

este trecho do Sistema Adutor, designadamente da travessia da cidade de Nova Jaguaribara e da travessia do rio Banabuiú.

As características hidráulicas de escoamento e as seções de vazão de cada trecho, seja em canal seja em adutora, são indicadas em seções anteriores (5.2 e 5.3).

5.5.2. Descrição do traçado do Trecho 1

5.5.2.1. Premissas básicas para definição do traçado

A captação no açude Castanhão, a integração com os projeto de irrigação Chapadão do Castanhão e a passagem pelo Curral Velho em sua cota máxima ($N_{a_{max}} = 87,00$) se evidenciam como os condicionantes mais relevantes da definição do traçado do trecho Castanhão-Curral Velho do Sistema Adutor.

A cota do patamar onde se inicia a adução gravitaria (127,00 m), imediatamente após a adutora de recalque ultrapassar a via principal de acesso à Nova Jaguaribara, foi definida em função de se obter, no primeiro subtrecho, um canal cujo traçado se desenvolvesse sobre a mancha de solos irrigáveis do Chapadão do Castanhão. Esta decisão de projeto foi tomada pela SRH visando aumentar a facilidade de integração do sistema adutor com o projeto de irrigação do Chapadão do Castanhão e evitar ainda a obrigatoriedade da construção de um túnel para travessia do chapadão, implicando, contudo, em custos de energia mais elevados, relativamente ao bombeamento para a cota otimizada de início da adução gravítica (112,00 m).

A solução adotada para a travessia de Nova Jaguaribara corresponde assim a um compromisso entre a necessidade de minimizar o consumo de energia de bombeamento e de compatibilizar os interesses da irrigação local e do traçado do trecho inicial do Sistema Adutor, reduzindo o porte das obras complementares necessárias para os projetos de irrigação a implantar na Chapada do Castanhão.

No traçado deste trecho inicial foram também ponderados os aspetos ligados à interferência com as infra-estruturas da zona urbana de Nova Jaguaribara, o que levou à adoção de um traçado complexo para essa zona.

Foi previsto no projeto a construção de um canal reservatório, com capacidade de acumulação de 174 mil m³, entre aproximadamente o km 10+500 e o km 11+500. Este reservatório tem função de permitir que o canal, nos trechos de jusante, opere em regime diário contínuo e que

a estação de bombeamento funcione intermitentemente, de forma a evitar o consumo de energia no horário de tarifa de energia de ponta.

A elevação do patamar de início do sub-trecho inicial em adução gravitória implica na necessidade de projetar uma estrutura de dissipação de energia na descida do Chapadão do Castanhão, mais exatamente no km 12+600. Futuramente poderá ser associada a esta estrutura de dissipação uma minicentral hidroelétrica com potência instalada igual à cerca de 1 650 kW.

5.5.2.2. Descrição do traçado

O Trecho 1 – Castanhão-Curral Velho do Sistema Adutor Castanhão–RMF, conforme mencionado, estende-se ao longo de 54,7 km (incluindo adutoras da captação), constituindo-se em um sistema composto por estação de bombeamento (ver seção 5.4), adutoras de sucção e recalque (ver seção 5.4), canais e sifões que proporcionam a transposição de águas a partir da barragem Castanhão até o açude Curral Velho, localizado no município de Morada Nova e integrante do Sistema Adutor do Projeto de Irrigação do Tabuleiro de Russas, sendo a captação e demais subtrechos descritos a seguir.

A adução inicia-se nas tubulações da tomada d'água da barragem do Castanhão, através de uma estrutura de derivação nas mesmas, e segue por duas tubulações de sucção, com DN 2500 mm e 0,8 km de comprimento, até a estação de bombeamento. A partir da estação de bombeamento, a adução se desenvolve em duas tubulações de recalque, com DN 2200 mm nos primeiros 0,55 km e DN 2500 mm nos 1,95 km seguintes, até o início da adução gravitória localizada no km 2+500 (o quilometro zero localiza-se na estação de bombeamento, no início da adutora de recalque), 100 m após a travessia da CE 269 pelas tubulações de recalque, no acesso à cidade de Nova Jaguaribara. Estas adutoras perfazem um comprimento total de 3,3 km entre tubulações de sucção e de recalque. A captação e as adutoras da captação são tratadas detalhadamente na seção 5.4.

A transição entre as adutoras de recalque e a adução gravitória ao km 2+500 marca o início do subtrecho 1.1, que termina ao km 14+100. Este subtrecho é composto quase exclusivamente de canais, com comprimento total de 11,3 km, dos quais cerca de 2,0 km de apresentam-se em corte na travessia do Chapadão do Castanhão, gerando assim um grande volume de material a ser aproveitado na execução dos aterros nos trechos subseqüentes. Existe um curto trecho de 0,3 km de adutora, correspondente à tubulação forçada da queda concentrada.

É neste trecho que se localiza o canal reservatório (km 10,5 a 11,4) e a estrutura de dissipação de energia (km 12,6).

No km 14+100 inicia-se o subtrecho 1.2, com 8,5 km de comprimento, que se estende até o emboque de montante do sifão Formoso ao km 22+600. No início do subtrecho localiza-se o emboque de montante do sifão do Livramento, cujo comprimento é de 1,4 km. Este subtrecho é composto ainda pelo menor sifão do primeiro trecho, o sifão Novo com 0,2 km de comprimento. Do total comprimento do trecho 6,9 km são em canal e 1,6 km são em adutora.

O subtrecho 1.3 apresenta uma extensão total de 10,6 km, correspondendo a 3,5 km de canal e 7,1 km em adutora gravitária para travessia do riacho Formoso (2,7 km de comprimento) e do riacho Santa Rosa (4,4 km de comprimento). O início coincide com a transição de montante do sifão dos riachos Formoso e Seco no km 22+600, sendo o final localizado na transição de jusante do sifão do riacho Santa Rosa ao km 33+200.

O último subtrecho do trecho 1, designado por subtrecho 1.4, apresenta uma extensão total de 19,7 km, correspondendo a 12,9 km de canal e 6,8 km em adutora gravitária para travessia do riacho Corcunda (0,4 km) e do rio Banabuiú (6,4 km). Inicia-se na transição de jusante do sifão do riacho Santa Rosa, ao km 33+200, e desenvolve-se até o final do sifão do rio Banabuiú, km 52+900, desaguando no Canal Adutor I do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas de onde segue para o açude Curral Velho. Neste subtrecho deverá se localizar a futura integração do canal com o projeto de irrigação do Roldão (Morada Nova Transição Sul).

O trecho 1, mais precisamente o sub-trecho 1.4, compreende também o próprio Canal Adutor I do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas, com uma extensão de cerca de 1,0 km. Este canal existente não terá capacidade disponível para o transporte da vazão total prevista de 22 m³/s na Etapa 2 de implementação do Sistema Adutor, pelo que terá de ser ampliado, embora seja suficiente para a vazão nominal da Etapa 1 de 11 m³/s.

Ao longo do traçado do Trecho 1 são previstas as seguintes obras correntes localizadas para controle operacional, segurança e acessos:

- 12 estruturas de transição de canal-sifão (6 sifões);
- 17 estruturas de descarga de segurança e de descarga de fundo;
- 12 obras de seccionamento (comportas), coincidindo 6 destas com estruturas de transição canal-tubulação;
- 18 pontilhões e 34 passarelas.

O comprimento de canal em aterro é de 26,9 km e em corte de 7,7 km (não se considera o canal existente no final do trecho com 1,0 km de comprimento). O desenvolvimento dos trechos com escavação em solo é de 3,5 km e em rocha de 4,2 km.

5.5.3. Travessia de Nova Jaguaribara

5.5.3.1. Definição das variantes

Definidos os pontos de saída (Barragem Castanhão) e de chegada (Barragem Curral Velho) a principal decisão de projeto acerca do traçado do canal era relativa ao primeiro subtrecho, o qual se estende desde o final da tubulação de recalque até o sifão do Livramento.

Este trecho inicial do sistema adutor atravessa a zona urbana limítrofe da cidade de Nova Jaguaribara e interfere com os projetos de irrigação previstos para a Chapada do Castanhão, tendo sido estudadas oito variantes de traçado para este subtrecho. A análise das variantes alternativas para a travessia da cidade de Nova Jaguaribara foi objeto de um relatório específico: “Relatório de Análise de Alternativas para a Travessia de Nova Jaguaribara, COBA/VBA/HARZA, Fevereiro 2001”.

O traçado correspondente à variante V1 foi apresentado pelo consórcio projetista, na fase de diagnóstico e estudos básicos, como sendo a solução otimizada definida em função da minimização dos custos da alternativa global do Eixo Castanhão-RMF, conforme descrito nos relatórios daquela fase.

Em função das ponderações e solicitações dos técnicos da SEINFRA, responsáveis pela concepção e planejamento da cidade de Nova Jaguaribara, e da própria SRH, foram definidas outras sete variantes com o objetivo de minimizar as principais interferências identificadas com Nova Jaguaribara e facilitar a integração do canal com os projetos de irrigação. As principais solicitações que nortearam a proposição das variantes foram as seguintes:

- Minimizar interferência com a região destinada à implantação do Distrito Industrial.
- Minimizar interferência com a área reservada para ampliação do Distrito Industrial.
- Minimizar Interferência com a área reservada ao aterro sanitário.
- Minimizar Interferência com o matadouro público da cidade, já existente.
- Facilitar a integração com o projeto de irrigação do Chapadão do Castanhão.

Desta forma, as variantes apresentam as seguintes características com relação às interferências identificadas:

- V1 - Variante de traçado hidráulicamente otimizado inicial.
- V2 - Variante de traçado visando a não interferência com o aterro sanitário.
- V3 - Variante de traçado visando a não interferência com o aterro sanitário e o distrito industrial.
- V3.1 - Variante de traçado idêntica à variante V3; com trecho em tubulação nas proximidades do distrito industrial e área de ampliação deste.
- V4 - Variante de traçado visando não interferência com aterro sanitário, distrito industrial e área de ampliação do distrito industrial.
- V4.1 - Variante de traçado idêntica à variante V3; com trecho em tubulação nas proximidades do distrito industrial e área de ampliação deste.
- V5.1 - Variante de traçado otimizado visando maior facilidade de integração com o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão (não execução de obras em túnel).
- V5.2 - Variante 2 de traçado otimizado visando a máxima facilidade de integração com o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão (não execução de obras em túnel).

A seguir apresenta-se a [Figura 5.5.1](#) em escala 1:100 000 com a concepção geral em planta das variantes para o trecho estudado na travessia da área de influência de Nova Jaguaribara e do chapadão do Castanhão.

5.5.3.2. Comparação das Variantes

Foi necessário compor uma estimativa preliminar dos custos das variantes, afim de que se pudesse efetuar uma comparação financeira entre as mesmas.

Uma das características básicas das variantes diz respeito ao patamar onde se inicia a adução gravitória, ou seja, a cota de bombeamento da estação elevatória. Esta variável é fundamentalmente importante na comparação das alternativas, pois, além de influenciar nos custos de investimento, reflete nos custos operacionais que se verificarão durante toda a vida útil do projeto.

Figura 5.5.1

Variantes da travessia da área de influência da cidade de Nova Jaguaribara e Chapadão do Castanhão

As variantes V1, V2, V3 e V4, são idênticas sob o ponto de vista de energia consumida no trecho em estudo. Esta energia corresponde ao bombeamento da parcela de vazão aduzida do açude Castanhão a ser utilizada na irrigação de 5 000 ha do projeto Chapadão do Castanhão. A diferença de cota entre o canal e o projeto de irrigação é de aproximadamente 26 m.

A variante V5.1 desenvolve-se em um patamar mais elevado (cota 127m) e atravessa o chapadão do castanhão em corte, evitando desta forma a construção do túnel projetado para as outras variantes. Desta forma o consumo de energia desta variante corresponde a um bombeamento 15 m superior ao das variantes V1, V2, V3 e V4.

Na variante V5.2, o canal desenvolve-se no mesmo patamar do projeto de irrigação (cota 138m), evitando também a construção do túnel. O consumo de energia nesta variante corresponde ao bombeamento de toda a vazão aduzida do açude Castanhão a uma cota 26 m acima do patamar das variantes V1, V2, V3 e V4.

O [Quadro 5.5.2](#) a seguir apresenta um resumo dos custos relativos a cada variante. Estimou-se, para cada uma delas, um montante referente aos custos de bombeamento da água, a ser consumida pela irrigação no Chapadão do Castanhão, até uma cota representativa do platô do mesmo, cerca de 138 m, estes custos são nulos para a variante V5.2.

A variante V1 destaca-se como a de menor custo, contudo, esta é a que apresenta maior interferência com a cidade de Nova Jaguaribara e menor facilidade de integração com a irrigação do Chapadão do Castanhão. A variante V5.2 é a de maior custo, representando este um valor 10% superior ao da variante de menor custo.

5.5.3.3. Definição da solução adotada

Após uma série de reuniões de trabalho entre o consórcio projetista e a SRH, nas quais ponderou-se sobre a importância dos custos, das interferências e dos benefícios relativos a cada variante, esta secretaria optou pela solução da variante V5. Tal variante apresenta um custo cerca de 1,5% superior à de menor custo (variante V1), sendo esta diferença relativa a custos de energia. Contudo, sua menor interferência com a cidade de Nova Jaguaribara, maior facilidade de integração com a irrigação do Chapadão e a não obrigatoriedade de execução de obras mais complexas (particularmente do túnel sob o Chapadão do Castanhão), foram os argumentos preponderantes nos quais se embasou a decisão da SRH.

Quadro 5.5.2 - Comparativo de Custos Entre as Variantes (Valores em R\$x10³)

ALTERNATIVA	INTERFERÊNCIAS COM A LOCALIDADE DE NOVA JAGUARIBARA	COMPLEMENTO PARA PROJETO DE IRRIGAÇÃO CHAPADÃO DO CASTANHÃO ⁽¹⁾				ENERGIA CONSUMIDA ⁽²⁾	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA ⁽³⁾	TRECHO INICIAL EM ADUTORA	TRECHO EM ADUTORA PARA TRAVESSIA DO DI	TRECHO EM CANAL	TRECHO EM SIFÃO	TRECHO EM TÚNEL	SUBTOTAL OBRAS (SÓ EIXÃO)	TOTAL	DIFERENÇA EM RELAÇÃO À DE MENOR CUSTO
		Energia Consumida ⁽²⁾	Estação Elevatória	Adutora	Subtotal										
V1 - Variante de traçado otimizado inicial.	(SIM) Distrito Industrial (canal) (SIM) Área de Ampliação do Distrito Industrial (canal) (SIM) Aterro Sanitário (canal) (NÃO) Matadouro Público	2.970	1.595	1	4.567	5.839	24.600			19.041	1.481	9.211	54.334	64.739	0,0%
V2 - Variante de traçado visando a não interferência com o aterro sanitário.	(SIM) Distrito Industrial (canal) (SIM) Área de Ampliação do Distrito Industrial (canal) (NÃO) Aterro Sanitário (NÃO) Matadouro Público	2.970	1.595	1	4.567	5.839	24.600			18.132	2.963	9.211	54.906	65.311	0,9%
V3 - Variante de traçado visando a não interferência com o aterro sanitário e o distrito industrial.	(NÃO) Distrito Industrial (SIM) Área de Ampliação do Distrito Industrial (canal) (NÃO) Aterro Sanitário (SIM) Matadouro Público (canal)	2.970	1.595	1	4.567	5.839	24.600			19.195	2.963	9.211	55.969	66.374	2,5%
V3.1 - Variante de traçado visando a não interferência com o aterro sanitário e o distrito industrial; com trecho em tubulação nas proximidades do distrito industrial e área de ampliação deste.	(NÃO) Distrito Industrial (SIM) Área de Ampliação do Distrito Industrial [tubulação] (NÃO) Aterro Sanitário (SIM) Matadouro Público (tubulação)	2.970	1.595	1	4.567	5.839	24.600	4.444		18.624	2.963	9.211	59.842	70.247	8,5%
V4 - Variante de traçado visando não interferência com aterro sanitário, distrito industrial e área de ampliação do distrito industrial.	(NÃO) Distrito Industrial (NÃO) Área de Ampliação do Distrito Industrial (NÃO) Aterro Sanitário (SIM) Matadouro Público (canal)	2.970	1.595	1	4.567	5.839	24.600			19.374	3.598	8.969	56.540	66.945	3,4%
V4.1 - Variante de traçado visando a não interferência com o aterro sanitário, distrito industrial e área de ampliação do distrito industrial; com trecho em tubulação nas proximidades do distrito industrial e área de ampliação deste.	(NÃO) Distrito Industrial (NÃO) Área de Ampliação do Distrito Industrial (NÃO) Aterro Sanitário (SIM) Matadouro Público (tubulação)	2.970	1.595	1	4.567	5.839	24.600	4.021		18.688	3.598	8.969	59.875	70.280	8,6%
V5 - Variante de traçado otimizado visando média facilidade de integração com o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão e a não execução de obras de túnel.	(NÃO) Distrito Industrial (NÃO) Área de Ampliação do Distrito Industrial (NÃO) Aterro Sanitário (NÃO) Matadouro Público	1.257	108		1.364	9.637	31.081	6.366		16.832			54.278	65.279	0,8%
V6 - Variante de traçado otimizado visando máxima facilidade de integração com o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão e a não execução de obras de túnel.	(NÃO) Distrito Industrial (NÃO) Área de Ampliação do Distrito Industrial (NÃO) Aterro Sanitário (NÃO) Matadouro Público	0	0		0	12.422	35.555	6.701		16.031			58.287	70.708	9,2%

A - CONSIDERAÇÕES BÁSICAS

(1) - Custo incremental em relação à variante V6 para integração do eixão com o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão. Este custo é igual a zero para a variante V6.

(2) - Valor presente do custo da energia consumida relativa ao bombeamento da vazão derivada do eixão para o projeto de irrigação Chapadão do Castanhão (igual e 2m³/s em média) ATÉ A COTA 138M. Este custo é igual a Zero para a variante V6

(3) - Energia consumida e potência instalada relativos ao bombeamento da vazão total do eixão para o patamar de cota de cada variante.

B - CONCLUSÕES E OBSERVAÇÕES:

Da comparação entre as alternativas, pode-se concluir que:

1- A variante V1 é a de menor custo, contudo, é a que apresenta maior interferência com a localidade de nova Jaguaribara

2- A medida que se busca eliminar as interferências, distanciando-se das condições otimizadas de bombeamento, traçado ou de preferência entre canal e tubulação, as variantes aumentam sempre de custo

3- A variante V6 corresponde ao quarto menor custo de obras, porém, ao somar-se o custo de consumo de energia esta passa a ser a mais cara.

4- Ponderando-se os custos e a importância das interferências, pode-se inferir que a variante V5 representa a solução mais indicada para diretriz do traçado.

A solução adotada considera assim o bombeamento para a cota 127,00 m, que corresponde a um compromisso entre as situações extremas, possibilitando compatibilizar os interesses da irrigação local e do traçado do trecho inicial do Sistema Adutor sem penalizar excessivamente o consumo de energia.

5.5.4. Reservatório de compensação

Considerando-se as condições favoráveis de disponibilidade de carga no perfil hidráulico do canal após a transposição do Chapadão do Castanhão até o sifão de travessia do riacho Livramento e ainda que a evolução de séries das demandas anuais e a possível variabilidade ao longo das estações poderia viabilizar um manejo operacional, que minimizou bastante a demanda e consumo de energia no período de pico, decidiu-se considerar a criação de um reservatório de compensação.

O Canal Reservatório permite a economia de energia e ainda viabiliza uma otimização das condições operacionais do trecho de jusante, pela manutenção, o mais que possível, da constância das vazões aduzidas, evitando grandes variações nos níveis operacionais e, conseqüentemente, minimizando as manobras e os custos de OPM do sistema adutor.

Este reservatório será concretizado através da transformação de um trecho de canal com cerca de 1000 m de comprimento, situado a cerca do km 11+000. A capacidade de armazenamento útil será de cerca de 175 000 m³.

O reservatório na realidade consiste de um trecho em canal, transformando em canal-reservatório pelo alargamento do fundo de 5,0 m para 50,0 m, e altura média total de seção de 3,0 m, para 4,0 m.

O canal possuirá a montante uma obra de entrada, correspondente a uma obra de controle, composta de uma concordância equipada com duas comportas planas verticais motorizadas. Existirá também uma soleira de controle auxiliar para garantir o controle do nível do trecho do canal a montante do reservatório.

A jusante a obra de saída consiste numa estrutura onde serão instaladas comportas hidráulicas autoperadas de controle do nível a jusante, que automaticamente controlam (indiretamente) a vazão de saída do reservatório em função das vazões solicitadas no trecho do canal a jusante das comportas.

5.5.5. Estrutura de queda e dissipação de energia

A estrutura de queda e dissipação de energia, como a própria denominação descritiva indica, foi prevista em função da queda de cerca de 12 m disponível após a travessia do Chapadão do Castanhão.

A estrutura de queda e dissipação de energia integra a montante um trecho em canal com berma horizontal, as duas tubulações de queda de diâmetro 1900 mm e comprimento de cerca de 250 m, e as válvulas motorizadas controladoras de vazão e dissipadoras de energia. As válvulas dispersoras têm a dupla função de controlar a as vazões e dissipar a energia do escoamento após a queda. Ambas as tubulações e válvulas serão implantadas na primeira etapa.

Imediatamente à montante das válvulas controladoras/dissipadoras existirão dois derivantes, um para cada tubulação, prevendo-se a possibilidade de futura instalação de duas turbinas hidroelétricas, fazendo-se o by-pass das válvulas controladoras/dissipadoras, e fazendo-se a descarga no canal a jusante.

A jusante das válvulas dispersoras deverá ser prevista uma bacia de dissipação por impacto para tranquilização do escoamento na cabeceira do canal.

5.5.6. Travessia do rio Banabuiú

5.5.6.1. Características gerais

A macro-alternativa selecionada para o Sistema Adutor (AG2) considera a travessia do rio Banabuiú em sifão num local próximo da ponte-barragem de Morada Nova, prevendo-se a entrega da água no açude do Curral Velho, situado na margem esquerda do rio Banabuiú, próximo dessa localidade.

Na zona prevista para a travessia, encontra-se construída uma barragem de derivação no próprio rio Banabuiú, com extensão ao longo do coroamento de cerca de 200 m, sobre a qual se desenvolve a ponte da Rodovia Estadual CE-371. Esta barragem é constituída por uma soleira vertedoura livre, de cerca de 2,5 m de altura dividida por pilares afastados de aproximadamente 13 m. A estrada sobre o açude situa-se cerca de 7 m acima da soleira, com o pavimento aproximadamente à cota 45,0 m. Junto à ombreira esquerda da barragem, situa-se a tomada d'água do projeto de irrigação de Morada Nova, a jusante da qual tem início o canal principal desse aproveitamento.

No reservatório desta barragem, cerca de 300 m a montante do barramento, foi construída recentemente uma nova tomada d'água para o projeto de irrigação de Tabuleiro de Russas. Esta tomada d'água é constituída por um canal que alimenta uma estação de bombeamento, seguindo-se duas tubulações de recalque que transportam as vazões bombeadas em direção a um segundo trecho de canal que faz a ligação ao reservatório do açude Curral Velho. No açude Curral Velho, na ombreira esquerda da barragem, é efetuada a tomada d'água para alimentação do canal principal do projeto de irrigação de Tabuleiro de Russas.

A estação de bombeamento e canal de derivação, embora inicialmente previstos com uma capacidade de 7 m³/s, foram efetivamente construídos para 14 m³/s.

5.5.6.2. Alternativas de travessia

Para a travessia do rio Banabuiú foram estudadas diversas variantes alternativas, que consideram a situação das obras existentes e os objetivos a atingir pelo novo Sistema Adutor Castanhão-RMF, e que seguidamente se descrevem:

- a) Descarga das vazões transportadas pela adução no reservatório do rio Banabuiú e utilização, numa primeira etapa, das infra-estruturas de bombeamento existentes para alimentação do açude Curral Velho.

Esta solução, embora possa diminuir significativamente o custo da obras a realizar numa primeira etapa de construção, conduz à perda da energia disponível nesse ponto da adução (cerca de 50 m), obrigando à realização permanente do bombeamento do Banabuiú para o Curral Velho, implicando um significativo custo adicional em energia.

A principal vantagem desta solução consiste na 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 desenvolver o projeto de irrigação a jusante, minimizando-se assim os custos de investimento a realizar na primeira etapa de construção, principalmente em tubulação.

Esta variante foi descartada atendendo ao maior custo em energia e devido á interferência com a operação do projeto de irrigação existente.

- b) Travessia do vale do rio Banabuiú com tubulações em carga (sifão invertido), com descarga na bacia hidráulica do açude Curral Velho.

Para a concretização da travessia do Vale do rio Banabuiú com tubulações em carga poderão admitir-se as seguintes alternativas:

- travessia a montante da barragem/ponte existente: a travessia a montante apresenta o inconveniente de exigir a construção em áreas inundadas, dado que a bacia hidráulica do açude de derivação se estende por vários quilômetros, inviabilizando um traçado de contorno do reservatório;
- travessia aérea integrada com a estrutura existente. As tubulações da adução seriam apoiadas em pilares, constituídos pelo prolongamento das paredes existentes transversais à soleira da barragem e que suportam a estrada existente. Esta variante será a mais simples e de menor custo, tendo sido a solução adotada;
- travessia aérea a jusante da barragem/ponte existente, com instalação das tubulações sobre pilares ou enterradas. Esta solução é considerada 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 solução adotada para a travessia do rio Banabuiú consiste assim em realizar um sifão transversal ao vale desse rio, fazendo a ligação ao reservatório do açude Curral Velho. A instalação das tubulações do sifão será enterrada em vala ao longo da maior parte do traçado, sendo que na travessia do leito do rio as tubulações serão apoiadas em pilares integrados com a estrutura da atual ponte-barragem.

5.5.6.3. Descrição da solução adotada

O sifão apresenta um comprimento total de 6 400 m dos quais cerca de 2 500 m correspondem ao atravessamento da baixa aluvionar. A travessia do leito menor do rio, realizada através de do suporte da tubulação em pilares, corresponde a um desenvolvimento de 200 m, compreendendo as ombreiras em ambas as margens. Um trecho adicional de canal com cerca de 20 m de comprimento fará a transição para o Canal Adutor I do Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas, e daí para o reservatório do Curral Velho. No Desenho 777-B5-RF-05 encontra-se representado, na escala 1:10000, o traçado em planta e em perfil do sifão Banabuiú e o detalhe dos pilares de apoio das tubulações.

O sifão é constituído por duas tubulações metálicas paralelas de 2500 mm de diâmetro interior. Numa primeira etapa de construção apenas será construída uma linha de sifão.

Na travessia do leito do rio Banabuiú adotou-se uma solução de tubulação auto-portante, com vão normal de 13,0 m, definido pelo espaçamento dos pilares da ponte-barragem existente. A tubulação é apoiada em pilares, que possuem uma altura máxima de 10 m desde a fundação, e instalada sobre berços em concreto. A cota de instalação da tubulação nesta zona foi definida com base nas cotas do tabuleiro da ponte existente.

5.5.7. Canal de ligação ao açude Curral Velho

O Canal Adutor I do Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas será utilizado para transporte das vazões transferidas pelo novo Sistema Adutor, em simultâneo com as vazões previstas para a alimentação desse projeto.

Este canal existente, com uma extensão de cerca de 1,0 km, dispõe de capacidade suficiente para o transporte da vazão nominal da Etapa 1 de 11 m³/s acrescida da vazão da etapa inicial do projeto de irrigação de 7,0 m³/s. O canal não terá contudo capacidade disponível para o transporte da vazão total prevista de 22 m³/s na Etapa 2 de implementação do Sistema Adutor, acrescida da vazão final de 14 m³/s prevista para o Projeto de Irrigação.

Existe assim, na 2ª Etapa do Sistema Adutor, a necessidade de ampliação do canal existente de ligação entre o final do sifão do rio Banabuiú e o açude Curral Velho. Esta ampliação envolverá o alteamento da seção atual em cerca de 1,50 m, que será concretizado através do revestimento da seção atual nos trechos em aterro, com eventual alteamento, e da construção de aterros laterais nos trechos de seção de escavação em rocha. Será ainda necessário proceder-se ao alteamento da ponte de uma rodovia de interseptada pelo canal.

5.6. TRECHO 2 : AÇUDE CURRAL VELHO - RIO PIRANGÍ

5.6.1. Descrição geral do Trecho 2

O Trecho 2 do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza desenvolve-se entre o açude Curral Velho (km 0+400) e o rio Pirangí (km 69+300), integrando trechos em canal, trechos em adutora e possuindo diversas obras especiais ao longo do seu traçado. A origem da quilometragem adotada para este trecho encontra-se no açude Curral Velho, não continuando a quilometragem do Trecho 1.

A vazão de dimensionamento deste trecho é de 19 m³/s, sendo o seu funcionamento hidráulico por gravidade.

Este trecho apresenta um desenvolvimento total de 69,7 km (neste comprimento inclui-se o sifão do rio Pirangí a montante do atravessamento do leito menor do rio), dos quais 10,85 km correspondem a adutoras (sifões) e os restantes a 58,85 km a canais, tendo sido dividido nos seguintes sub-trechos:

- Sub-trecho 2.1 : Inicia-se na estrutura de captação d'água no açude Curral Velho (km 0-400) e termina no emboque de jusante do sifão Palhano; integra um trecho de canal, um trecho em sifão (Palhano) e a estrutura de captação no açude Curral Velho, com um total de 29,8 km de desenvolvimento, sendo 5,5 km em sifão.
- Sub-trecho 2.2 : Inicia-se no emboque de jusante do sifão Palhano e termina ao km 48,5 na entrada da Serra do Félix; integra quatro trechos em canal e três trechos em sifão (Boavista, Mão Ruiva e Mão Ruiva), com um total de 19,1 km de desenvolvimento, sendo 4,7 km em sifão.
- Sub-trecho 2.3 : Inicia-se ao km 48,5 na entrada da Serra do Félix e termina numa seção intermédia do sifão Pirangí imediatamente a montante da travessia do leito menor desse rio; integra um trecho em canal, um trecho em sifão (Pirangí) e a eventual estrutura de descarga no açude, com um total de 20,8 km de desenvolvimento, sendo 0,65 km em sifão.

No Quadro 5.6.1 resumem-se as principais características físicas dos sub-trechos do Trecho 2 do Sistema Adutor.

Quadro 5.6.1 - Síntese Descritiva dos Subtrechos do Trecho 2 (Açude Curral Velho - Rio Pirangi)

Subtrecho	Nome	Descrição	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (km)	Comprimento de Adutoras (km)	Comprimento de Canais (km)	Comprimento Total (km)
SUBTRECHO 2.1 (do açude Curral Velho até jusante do sifão Palhano)	Obra especial	Tomada de água no açude Curral Velho	-0,4	-0,4	0,0	5,5	24,3	29,8
	Canal 1	Do açude Curral Velho até montante do sifão Palhano	-0,4	23,9	24,3			
	Adutora 1	Sifão Palhano	23,9	29,4	5,5			
SUBTRECHO 2.2 (de jusante do sifão Palhano até à entrada da Serra do Félix)	Canal 2	Do sifão Palhano ao sifão Boavista	29,4	32,7	3,3	4,6	6,4	11,0
	Adutora 2	Sifão Boavista	32,7	34,6	1,9			
	Canal 3	Do sifão Boavista ao sifão Mão Ruiva	34,6	37,1	2,5			
	Adutora 3	Sifão Mão Ruiva	37,1	38,5	1,4			
	Canal 4	Do sifão Mão Ruiva ao sifão Melancias	38,5	39,1	0,6			
	Adutora 4	Sifão Melancias	39,1	40,4	1,3			
	Canal 5	Do sifão Melancias até à entrada da Serra do Félix	40,4	48,5	8,1			
SUBTRECHO 2.3 (da entrada da Serra do Félix até ao rio Pirangi)	Canal 6	Da entrada da Serra do Félix até ao sifão Pirangi	48,5	68,65	20,15	0,65	20,15	20,8
	Adutora 5	Sifão Pirangi (parte de montante do sifão)	68,65	69,3	0,65			
	Obra especial	Descarga (eventual) no rio Pirangi	69,3	69,3	0,00			
TOTAL						10,8	50,9	61,6

NOTA: Estaqueamento com origem no açude Curral Velho.

Ao longo deste trecho existem diversas obras hidráulicas correntes para controle operacional (comportas) e segurança do funcionamento (descargas de superfície e descargas de fundo), para além das necessárias estruturas de transição entre os canais e as tubulações dos sifões, passadiços e pontões para reposição de acessos, obras de drenagem transversal e longitudinal, etc.

No Trecho 2 existem também determinados trechos, travessias ou obras localizadas que apresentam características específicas, exigindo a implantação de estruturas especiais, designadamente:

- O traçado do trecho inicial entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix, onde se poderão considerar variantes de traçado mais a Norte ou mais a Sul, resultando essencialmente em diferentes comprimentos de trechos em sifão e do desenvolvimento total do trecho. Este trecho inicial foi objeto de uma análise específica de variantes nas fases anteriores dos estudos, que se recapitula na seção 5.6.3.
- A travessia da Serra do Félix, para a qual poderão ser considerados vários traçados em planta e soluções de travessia em túnel ou em canal a céu aberto. Este trecho inicial foi objeto de uma análise específica de variantes nas fases anteriores dos estudos, que se recapitula na seção 5.6.4.
- A captação no açude Curral Velho, a situar junto da atual captação do Canal de Morada Nova (ver seção 5.6.5).
- A travessia do rio Pirangí, onde o traçado do respetivo sifão é essencialmente condicionado pela necessidade de atravessamento de um vale com um leito de inundação de grande largura (ver seção 5.6.6).
- A eventual obra de descarga no rio Pirangí das vazões transportadas por este trecho (ver seção 5.6.7).

Nas seções seguintes apresenta-se inicialmente a descrição do traçado do trecho e de suas obras componentes. São também indicadas as variantes principais do traçado analisadas para este trecho do Sistema Adutor, designadamente do traçado do trecho inicial até à Serra do Félix e da travessia da Serra do Félix.

As características hidráulicas de escoamento e as seções de vazão de cada trecho, seja em canal seja em adutora, são indicadas em seções anteriores (5.2 e 5.3).

5.6.2. Descrição do traçado do Trecho 2

5.6.2.1. Premissas básicas para definição do traçado

A captação no açude Curral Velho ($N_{a_{max}} = 87,00$) e as travessias da Serra do Félix (ponto alto do traçado do Sistema Adutor) e do Rio Pirangí, se evidenciam como os condicionantes mais relevantes da definição do traçado do trecho Curral Velho-Rio Pirangí do Sistema Adutor (Trecho 2).

No trecho inicial entre o açude Curral Velho e a entrada da Serra do Félix verifica-se possibilidade de adoção de dois traçados distintos, um mais a oeste e outro mais a este. O traçado a este atravessa uma região de cotas mais baixas para permitir um traçado menos sinuoso e com menor desenvolvimento que o traçado a norte, obrigando contudo à consideração de diversos trechos longos em sifão. As regiões atravessadas apresentam reduzida ocupação humana e agrícola, com relevo pouco acidentado e apresentando cotas compatíveis com a linha piezométrica prevista para a adução.

A Serra do Félix desenvolve-se perpendicularmente ao eixo do Sistema Adutor, constituindo uma importante condicionante ao seu traçado. A travessia da Serra do Félix pela adução terá de 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 96 m, resultando a escavação máxima de cerca de 25 m, sendo possível evitar uma solução de travessia em túnel. Refira-se que a Rodovia BR 116, que segue o caminho mais curto, atravessa a Serra do Félix num local aproximadamente na cota 120 m.

Na zona da Serra do Félix o canal atravessa um complexo gnáissico migmatítico, constituído inicialmente por gnaisses e migmatíticos diversos e nos pontos mais elevados da serra, localiza-se uma formação constituída exclusivamente por quartzitos numa extensão de 1600 m.

A travessia do vale do rio Pirangí deverá ser realizada através de tubulações aéreas apoiadas em pilares, embora possa também ser considerada uma solução de tubulações enterradas em vala.

5.6.2.2. Descrição do traçado

O Trecho 2 – Curral Velho – Rio Pirangí do Sistema Adutor Castanhão–RMF, conforme mencionado, estende-se ao longo de 69,7 km (incluindo um trecho de montante do sifão do rio Pirangí), constituindo-se em um sistema puramente gravitatório de canais e sifões que proporcionam (juntamente com os Trechos 1 e 2) o transporte das vazões captadas no açude Castanhão até ao leito do rio Pirangí num local próximo da ponte da rodovia BR116, sendo a captação e demais subtrechos descritos a seguir.

O trecho inicia-se numa estrutura de captação d'água no açude Curral Velho, situada próximo da atual captação do canal de Morada Nova integrante do Sistema Adutor do Projeto de Irrigação do Tabuleiro de Russas, desenvolvendo-se na margem esquerda para jusante do vale do rio Banabuiú, paralelamente ao canal existente e divergindo posteriormente, aproximadamente ao km 5+000 em direção a Norte.

O sub-trecho 2.1 tem início ao km 0+400 e termina ao km 29+400, tendo um desenvolvimento total de 29,8 km. Este subtrecho é composto por um trecho em canal, com comprimento total de 24,3 km, seguido de um trecho em sifão com um desenvolvimento de 5,5 km, correspondente à travessia do rio Palhano.

No km 29+400 inicia-se o subtrecho 2.2, com 19,1 km de comprimento, que se estende até à entrada da Serra do Félix ao km 48+500. No início do subtrecho localiza-se o emboque de jusante do sifão Palhano. Este subtrecho é composto ainda pelos sifões Boavista (com 2,0 km de comprimento), Mão Ruiva (1,4 km) e Melancias (1,3 km). Do total comprimento do trecho 58,85 km são em canal e 10,85 km são em adutora.

O subtrecho 2.3, último deste Trecho 2, apresenta uma extensão total de 20,8 km, correspondendo a 20,15 km de canal e 0,65 km em adutora gravitatória para travessia parcial do vale do rio Pirangí. O início ao km 48+500 coincide com a zona que se designou por entrada da Serra do Félix, onde a escavação é mais importante, sendo o final localizado junto à margem direita do leito menor do rio ao km 69+300. O corte máximo na travessia da cumeada da Serra do Félix é de cerca 29 m, ao km 52, local em que a serra atinge o seu ponto de elevação máximo do traçado proposto (96 m).

O trecho termina num ponto intermédio do sifão do rio Pirangí, junto ao leito menor do rio, onde poderá ser prevista uma estrutura para permitir a eventual realização de descargas nesse rio.

Ao longo do traçado do Trecho 2 são previstas as seguintes obras correntes localizadas para controle operacional, segurança e acessos:

- 9 estruturas de transição de canal-sifão (5 sifões);
- 23 estruturas de descarga de segurança e de descarga de fundo;
- 16 obras de seccionamento (comportas), coincidindo 5 destas com estruturas de transição canal-tubulação;
- 24 pontilhões e 46 passarelas.

As quantidade de obras de travessia do canal foi estimada com base numa determinada densidade por quilometro de adução, atendendo que na cartografia disponível na escala 1:25 000 não se encontram representados a generalidade das estradas e caminhos existentes, exceto os principais.

O comprimento de canal em aterro é de 27,1 km e em corte de 31,75 km, sendo o desenvolvimento dos trechos com escavação em solo de 8,65 km e em rocha de 23,1 km.

5.6.3. Traçado do trecho inicial entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix

5.6.3.1. Definição de variantes

O trecho compreendido entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix com cerca de 50 km de desenvolvimento, correspondente à parte inicial do Trecho 2 do Sistema Adutor. Como se referiu, nesse trecho é possível a consideração de duas variantes distintas de traçado: i) atravessando uma região com cotas mais elevadas ou ii) considerando a passagem mais a leste, mais próximo do litoral, numa região onde o terreno apresenta cotas mais baixas.

Desta forma, as variantes consideradas para este trecho, cujo traçado em planta e em perfil se representa na Figura 5.6.1, designaram-se por:

- Variante Superior: atravessa uma região com cotas mais elevadas e de relevo mais acidentado, obrigando à consideração de um trecho em túnel, verificando-se a necessidade de consideração de sifões de reduzida extensão para atravessamento de linhas de água.
- Variante Inferior: atravessa uma região com cotas mais baixas, permitindo um traçado menos sinuoso e com menor desenvolvimento, obrigando contudo à consideração de diversos trechos longos em sifão para atravessamento de linhas de água importantes.

Ambas as variantes têm origem numa captação d'água no açude Curral Velho, situada próximo da atual captação do canal de Morada Nova (Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas), e possuem traçado comum até cerca do km 6,2, desenvolvendo-se na margem esquerda para jusante do vale do rio Banabuiú, paralelamente ao canal existente e divergindo posteriormente em direção a Norte.

No trecho final, à entrada da Serra do Félix, o traçado de ambas as variantes volta a coincidir, correspondendo ao km 48,0 da variante Superior e ao km 43,5 da variante Inferior. Para efeito de comparação entre as duas variantes considerou-se o final deste trecho ao km 53,0 da variante Superior, que corresponde ao km 48,5 da variante Inferior.

Os resultados da comparação destas variantes foram apresentados detalhadamente no "Relatório Parcial da Fase B5 - Seleção da melhor alternativa", sendo seguidamente resumidos.

5.6.3.2. Comparação de variantes

No Quadro 5.6.2 indicam-se as principais características das variantes consideradas, designadamente os comprimentos totais e as características de dimensionamento dos principais tipos de obras (canais, sifões, etc.). As principais características que diferenciam as duas variantes são:

- Variante Superior:
 - Maior comprimento total da adução (53,0 km), composta quase exclusivamente por trechos em canal, excetuando-se um túnel (3,0 km) e três sifões (1,6 km).
 - Maior desenvolvimento de trechos com escavação em rocha (21,1 km) e menor em solo (3,7 km) ao longo do traçado da adução.
 - Maior comprimento de canal em corte (24,8 km).
 - Menor perda de energia, devido ao fato de possuir menor desenvolvimento de sifões.
- Variante Inferior:
 - Menor comprimento total da adução (48,5 km), integrando maioritariamente trechos em canal e quatro sifões (8,8 km).
 - Maior desenvolvimento de trechos com escavação em solo (7,10 km) e menor em rocha (16,9 km) ao longo do traçado da adução.
 - Menor comprimento de canal em corte (24,0 km), mas superior em porcentagem do comprimento total.
 - Maior perda de energia, devido ao fato de possuir maior desenvolvimento de sifões.

Figura 5.6.1

Variantes para o trecho Açude Curral Velho – Serra do Félix

Quadro 5.6.2
Características principais das variantes para o trecho Açude Curral Velho – Serra do Félix

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	UNIDADES	VARIANTES	
		VARIANTE SUPERIOR	VARIANTE INFERIOR
CARACTERÍSTICAS GERAIS		Traçado do canal atravessa zonas de cotas mais elevadas	Traçado do canal atravessa zonas de cotas mais baixas
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	19,00	19,00
Comprimento total	m	53.000	48.500
CANAIS		Maior comprimento de canal	-
Comprimento em aterro	m	23.600	15.700
Comprimento em corte	m	24.800	24.000
Comprimento total	m	48.400	39.700
SIFÕES E ADUTORAS		-	Maior comprimento de sifões
Comprimento de tubulação 2xDN2200	m	0	0
Comprimento de tubulação 2xDN2500	m	1.600	8.800
Comprimento total	m	1.600	8.800
TÚNEIS		-	Não existe túnel
Comprimento total	m	3.000	0
PERDA DE CARGA			
Total	m	13,96	16,66
Diferença para o menor valor	m	0,00	2,70
Potência marginal instalada	MW	0,00	0,59
OBRAS ESPECIAIS			
Captação no açude Curral Velho		Idêntica para todas as variantes	Idêntica para todas as variantes
Travessias principais		Túnel com 3 km de desenvolvimento	Sifão com 4.8 km de desenvolvimento
CUSTO DE CONSTRUÇÃO			
Custo total de construção civil		133.920.000	78.655.920
Custo total de equipamentos		11.885.000	32.784.200
Custo total geral		145.805.000	111.440.120
Variação em relação ao valor mais baixo (%)		30,8	0,0
CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			
Consumo de energia (1)	GWh/ano	0,00	3,10
Custo anual estimado (1)	R\$/ano	0	186.050
Operação e manutenção	R\$/ano	788.450	721.122
CUSTOS ATUALIZADOS (taxa de 10% e período de 40 anos)			
Investimentos	MR\$	118,13	85,01
Custo atualizado da energia	MR\$	0,00	1,03
Custo atualizado da operação e manutenção	MR\$	5,79	5,30
Custo total atualizado	MR\$	123,92	91,34
Variação em relação ao valor mais baixo	%	35,7	0,0

NOTA: (1) - Valores correspondentes à diferença de perdas de energia relativamente à variante com menor perda de energia.

No que diz respeito à área de influência dos dois traçados não se verificam diferenças significativas entre as variantes, dado que em ambos os casos as regiões atravessadas apresentam uma ocupação humana muito dispersa. Não existem igualmente, em ambos os casos, significativas áreas de irrigação potencial identificadas na envolvente de toda essa região.

Verifica-se que a variante de menor custo de execução é a variante Inferior, menos cerca de 31% que a variante Superior, devido essencialmente ao fato de possuir bastante menor desenvolvimento, dado que seu custo unitário por km é maior do que para a variante Superior. Relativamente à perda de energia a variante Superior apresenta uma perda inferior em 2,70 m à perda de energia calculada para a variante Inferior.

A variante que apresenta menor custo atualizado é a variante Inferior, com um valor de 89,8 MR\$ (taxa de atualização de 10%), menos cerca de 36% que a variante Superior, que apresenta um valor de construção de 123,9 MR\$. Quando se comparam valores atualizados a diferença entre as duas variantes é em porcentagem superior à diferença entre custos de construção, dado que a variante Inferior sai beneficiada pelo fato de ser constituída por mais trechos em sifão, construídos em duas fases. O valor atualizado da energia, que penaliza a variante Inferior, não é significativo.

5.6.3.3. Definição da solução adotada

Com base nos resultados obtidos adotou-se a variante Inferior para o traçado do Trecho 2, atendendo a que o seu custo é significativamente inferior em comparação com o custo da variante Superior, quer quando se comparam custos de construção quer custos atualizados.

Atendendo a que do ponto de vista socio-econômico e de impacto ambiental ambas as variantes se poderão considerar de idêntica valia, prevalecerão os critérios de natureza técnico-econômica na seleção de variantes.

A solução adotada para o trecho 2 Curral Velho-Serra do Félix do Sistema Adutor, compreendido entre o açude Curral Velho e a Serra do Félix, corresponde assim ao traçado que atravessa uma região com cotas mais baixas, permitindo um traçado menos sinuoso e com menor desenvolvimento, obrigando contudo à consideração de diversos trechos longos em sifão para atravessamento de linhas de água importantes e a maiores perdas de energia.

5.6.4. Travessia da Serra do Félix

5.6.4.1. Definição de variantes

A Serra do Félix desenvolve-se perpendicularmente ao eixo do Sistema Adutor, constituindo uma importante condicionante ao seu traçado.

No trecho da travessia da Serra do Félix é possível a consideração de duas variantes distintas de traçado em planta: i) traçado sul, mais direto, mas atravessando uma região com cotas mais elevadas ou ii) considerando a passagem mais a norte, numa região onde o terreno apresenta cotas mais baixas, mas obrigando a um percurso de maior desenvolvimento. Para cada uma destas variantes poderá considera-se soluções de travessia em túnel, cujo comprimento total dependerá da escavação máxima admitida nos portais de entrada e saída, ou seja, do equilíbrio de custos entre o canal em corte e o túnel. Para a alternativa mais a sul será mesmo possível prever a travessia em canal, admitindo-se uma profundidade máxima de corte de cerca de 25,0 m.

Desta forma, as variantes consideradas para a Travessia da Serra do Félix, cujo traçado em planta e em perfil se representa na Figura 5.6.3, designaram-se por:

- Variante Superior: atravessa uma zona com cotas mais elevadas e de relevo mais acidentado, obrigando à consideração de um trecho em túnel.
 - Variante Superior 1 (S1): Admite-se uma escavação máxima de 20,0 m, resultando num menor comprimento do túnel.
 - Variante Superior 2 (S2): Admite-se uma escavação máxima de 15,0 m, resultando num comprimento do túnel intermédio em relação às demais variantes.
 - Variante Superior 3 (S3): Admite-se uma escavação máxima de 10,0 m, a que corresponde um maior comprimento do túnel.
- Variante Inferior: atravessa uma zona com cotas mais baixas, conduzindo a um traçado mais longo, mas exigindo menor comprimento para o túnel, sendo mesmo possível considerar-se uma solução integralmente em canal.
 - Variante Inferior 1 (I1): Admite-se uma escavação máxima de 25,0 m, resultando numa solução integralmente em canal.
 - Variante Inferior 2 (I2): Admite-se uma escavação máxima de 15,0 m, resultando num menor comprimento do túnel.
 - Variante Inferior 3 (I3): Admite-se uma escavação máxima de 10,0 m, a que corresponde um maior comprimento do túnel.

Para efeito de comparação entre as duas variantes considerou-se a origem do trecho da travessia ao km 53,0 do Trecho 2 (medido pela variante Superior desse trecho).

As duas variantes de traçado em planta possuem traçado comum até cerca do km 1,2, divergindo a partir desse ponto em direção a dois pontos baixos da linha de cumeada da Serra do Félix. No trecho final, já próximo do rio Pirangí, o traçado de ambas as variantes volta a coincidir, correspondendo ao km 15,2 da variante Superior e ao km 17,7 da variante Inferior. Para efeito de comparação entre as duas variantes considerou-se o final deste trecho ao km 18,8 da variante Superior, que corresponde ao km 21,3 da variante Inferior na mesma seção do sifão do rio Pirangí.

Os resultados da comparação destas variantes foram apresentados detalhadamente no “Relatório Parcial da Fase B5 - Seleção da melhor alternativa”, sendo seguidamente resumidos.

5.6.4.2. Comparação de variantes

No Quadro 5.6.3 indicam-se as principais características das variantes consideradas, designadamente os comprimentos totais e as características de dimensionamento dos principais tipos de obras (canais, sifões, etc.). As principais características que diferenciam as seis variantes consideradas são:

- Variantes Superiores (S1, S2 e S3):
 - Menor comprimento total da adução (18,8 km), composta quase exclusivamente por trechos em canal, por um túnel e terminando num sifão.
 - Menor desenvolvimento de trechos em escavação (9,1 a 10,7 km), mas maior porcentagem de escavação em rocha.
 - Maior perda de energia, devido ao fato de possuir maior desenvolvimento de túnel.
 - Relativamente às variantes de traçado em perfil verifica-se que:
 - Variante Superior 1 (S1): Túnel com 1,7 km e sifão de 1,0 km.
 - Variante Superior 2 (S2): Túnel com 4,9 km e sifão de 0,8 km.
 - Variante Superior 3 (S3): Túnel com 6,7 km e sifão de 0,8 km.
- Variantes Inferiores (I1, I2 e I3):
 - Maior comprimento total da adução (21,3 km), composta quase exclusivamente por trechos em canal, por um túnel em determinadas variantes e terminando num sifão.
 - Maior desenvolvimento de trechos em escavação (10,5 a 11,7 km), mas maior porcentagem de escavação em rocha.
 - Menor perda de energia, devido ao fato de possuir menor desenvolvimento de túnel.
 - Relativamente às variantes de traçado em perfil verifica-se que:
 - Variante Inferior 1 (S1): Sem túnel e sifão de 1,0 km.
 - Variante Inferior 2 (S2): Túnel com 3,0 km e sifão de 0,9 km.
 - Variante Inferior 3 (S3): Túnel com 4,4 km e sifão de 0,8 km.

No que diz respeito à área de influência dos dois traçados não se verificam diferenças significativas entre as variantes, dado que em ambos os casos as regiões atravessadas apresentam uma ocupação humana dispersa. Não existindo igualmente, em ambos os casos, áreas de irrigação potencial significativas identificadas na região.

Verifica-se que a variante de menor custo é a variante Inferior I2, com menos cerca de 11% que a variante Superior S3, a que exige maior investimento. As variantes Inferiores apresentam menor custo, dado que embora possuam um traçado mais longo, conduzem a menores escavações e aterros, para além de possibilitarem a redução do comprimento total do túnel.

As diferenças existentes entre a variante de menor custo (I2) e as variantes imediatamente mais próximas são bastante reduzidas, sendo de apenas 0,2% para a variante Inferior que não inclui túnel (I1) e de 3,6% para a variante Superior de menor custo (S2), só ultrapassando 6,0% de diferença no caso da variante mais cara (S3).

No que diz respeito ao custo de operação em energia verifica-se que as variantes Inferiores são as mais favoráveis. A variante I2 é a que apresenta menores perdas de energia, embora os valores absolutos não sejam expressivos.

Verifica-se que a variante que apresenta menor custo atualizado é a variante Inferior I1, com menos cerca de 1% que a variante mais próxima (I2) e menos cerca de 12% que a variantes mais cara (S3). Quando se comparam valores atualizados as variantes com menor perda de carga saem beneficiadas, razão pela qual em termos de valor atualizado a variante I1 se torna mais interessante.

5.6.4.3. Definição da solução adotada

Com base nos resultados obtidos adotou-se a variante Inferior I1 para o traçado do Trecho 2, atendendo a que, embora seu custo seja muito semelhante ao de outras variantes, quer quando se comparam custos de construção quer custos atualizados, evita a construção de um túnel cujo custo de construção se encontrará mais sujeito a imprevistos em função das condições geotécnicas encontradas.

A variante I1, para além de apresentar um menor custo atualizado, tem também a vantagem de conduzir a uma menor perda de energia no trecho de travessia, o que proporcionara maior flexibilidade no traçado para jusante.

Figura 5.6.2

Variantes para o trecho da travessia da Serra do Félix

Quadro 5.6.3
Características principais das variantes para o trecho da travessia da Serra do Félix

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	UNIDADES	VARIANTES					
		VARIANTES SUPERIORES			VARIANTES INFERIORES		
		S1 - TRAÇADO A COTAS SUPERIORES E ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 20 m	S2 - TRAÇADO A COTAS SUPERIORES E ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 15 m	S3 - TRAÇADO A COTAS SUPERIORES E ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 10 m	I1 - TRAÇADO A COTAS INFERIORES E ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 20 m	I2 - TRAÇADO A COTAS INFERIORES E ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 15 m	I3 - TRAÇADO A COTAS INFERIORES E ESCAVAÇÃO MÁXIMA DE 10 m
CARACTERÍSTICAS GERAIS		Traçado do canal atravessa zonas de cotas mais elevadas. Obriga à construção de um túnel para travessia da Serra do Félix, mas traçado mais curto.			Traçado do canal atravessa zonas de cotas mais baixas. Possibilidade de atravessamento da Serra do Félix sem construção de túnel, mas traçado mais longo.		
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Comprimento total	m	18.800	18.800	18.800	21.300	21.300	21.300
CANAIS		-	-	Menor comprimento	Maior comprimento	-	-
Comprimento em aterro	m	5.490	3.055	2.300	8.650	6.790	5.650
Comprimento em corte	m	10.660	10.095	9.050	11.700	10.660	10.500
Comprimento total	m	16.150	13.150	11.350	20.350	17.450	16.150
SIFÕES E ADUTORAS		Maior comprimento	-	-	Maior comprimento	-	-
Comprimento de tubulação 2xDN2200	m	0	0	0	0	0	0
Comprimento de tubulação 2xDN2500	m	950	750	750	950	850	750
Comprimento total	m	950	750	750	950	850	750
TÚNEIS		Menor comprimento	-	Maior comprimento	Não existe túnel	-	-
Comprimento total	m	1.700	4.900	6.700	0	3.000	4.400
PERDA DE CARGA							
Total	m	5,04	7,60	9,04	4,94	7,18	8,22
Diferença para o menor valor	m	0,10	2,66	4,10	0,00	2,24	3,28
Potência marginal instalada	MW	0,02	0,58	0,90	0,00	0,49	0,72
OBRAS ESPECIAIS							
Travessias principais		Serra do Félix em túnel	Serra do Félix em túnel	Serra do Félix em túnel	Serra do Félix em escavação	Serra do Félix em túnel	Serra do Félix em túnel
CUSTO DE CONSTRUÇÃO							
Custo total de construção civil		88.509.900	87.602.100	93.363.000	84.675.000	84.246.300	89.561.400
Custo total de equipamentos		7.106.500	7.103.500	7.760.000	6.900.000	7.150.500	7.364.000
Custo total geral		95.616.400	94.705.600	101.123.000	91.575.000	91.396.800	96.925.400
Varição em relação ao valor mais baixo (%)		4,6	3,6	10,6	0,2	0,0	6,0
CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO							
Consumo de energia (1)	GWh/ano	0,12	3,08	4,75	0,00	2,60	3,80
Custo anual estimado (1)	R\$/ano	7.000	183.000	283.000	0	154.000	226.000
Operação e manutenção	R\$/ano	513.615	509.046	544.415	492.375	492.737	521.447
CUSTOS ATUALIZADOS (taxa de 10% e período de 40 anos)							
Investimentos	MR\$	77,62	76,87	82,04	74,32	74,12	78,65
Custo atualizado da energia	MR\$	0,04	1,01	1,56	0,00	0,85	1,25
Custo atualizado da operação e manutenção	MR\$	3,77	3,74	4,00	3,62	3,62	3,83
Custo total atualizado	MR\$	81,43	81,62	87,59	77,94	78,59	83,73
Varição em relação ao valor mais baixo (%)	%	4,5	4,7	12,4	0,0	0,8	7,4

NOTA: (1) - Valores correspondentes à diferença de perdas de energia relativamente à variante com menor perda de energia.

Verifica-se contudo que as variantes em túnel são mais favoráveis no que diz respeito ao impacto sobre o ambiente, designadamente por evitarem a realização de um corte de altura e extensão importantes. Do ponto de vista socio-econômico ambas as variantes se poderão considerar de idêntica valia.

5.6.5. Captação d'água no açude Curral Velho

A captação no açude Curral Velho constitui a origem do Trecho 2 do Sistema Adutor e ficará situada na ombreira esquerda do açude Curral Velho, junto à atual captação do Canal de Morada Nova que alimenta o Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas.

Esta captação terá concepção semelhante à captação existente, situando-se do lado esquerdo desta, atendendo a que os níveis operacionais do reservatórios serão os mesmos para ambas as captações e também considerando que a vazão a derivar é também da mesma ordem de grandeza (19 m³/s para o novo Sistema Adutor e 14 m³/s para o sistema existente).

A captação no açude Curral Velho será assim constituída por uma estrutura em concreto onde serão instaladas duas comportas setor que farão a regulação da vazão captada no açude em função dos níveis de água a montante (reservatório) e a jusante (no canal). A abertura da comporta será função dos referidos níveis e da vazão desejada transportar no Sistema Adutor. Serão também previstas comportas ensecadeiras a montante e a jusante da estrutura para permitir a manutenção das comportas setor.

Verifica-se que as atuais condições de aproximação do escoamento à tomada de água existente são favoráveis, existindo uma ampla zona a montante escavada na margem do reservatório que proporciona a necessária gradual aceleração do escoamento em direção à tomada de água. Para a implantação da nova tomada de água não é de esperar ocorrer necessidade de realização de escavações adicionais significativas no interior do reservatório.

5.6.6. Travessia do rio Pirangí

A obra de travessia do rio Pirangí, pela sua especificidade, foi objeto de tratamento separado, tendo-se procedido ao levantamento topográfico da zona da travessia na escala 1:5000. No Desenho 777-B5-RF-07 apresenta-se a planta e o perfil longitudinal da solução adotada para a travessia do rio Pirangí.

O sifão possuirá um desenvolvimento total de 1,15 km entre as estruturas de embocadura de montante e jusante, sendo constituído por duas tubulações paralelas de 2500 mm de diâmetro cada.

A solução adotada para o atravessamento do leito de cheia, numa extensão de cerca de 650 m, consiste no apoio de tubulações autoportantes sobre pilares de apoio, afastados entre si de cerca de 12,0 m. A cota do infradorso exterior da tubulação no trecho aéreo deverá situar-se a cerca da cota 57,50 m, ou seja acima do nível de máxima cheia estimado para o rio Pirangí nesse local (cota de máxima de cheia estimada em 56,50 m)

Em alternativa poderá considerar-se a passagem das tubulações enterradas em vala no leito de cheia e no leito menor do rio, contudo a presença de extensões importantes de rocha aflorante à superfície ou a pequena profundidade poderá condicionar o custo desta solução.

5.6.7. Descarga no rio Pirangí

o Trecho 2 terminará no sifão do rio Pirangí, imediatamente a montante do atravessamento do leito do rio.

Como se referiu anteriormente, esta solução permitirá a eventual entrada em funcionamento do Trecho 2 ainda sem estarem concluídos os restantes trechos da adução para jusante, fazendo-se a descarga das vazões transportadas para o leito do rio Pirangí, com posterior captação cerca de 40 km a jusante na seção do rio correspondente à travessia do sifão do Canal do Trabalhador. As vazões assim transportadas pelo leito do rio Pirangí seriam elevadas numa estação de bombeamento provisória para o trecho final do Canal do Trabalhador, chegando dessa forma ao açude Pacajús. A partir desse açude poderia utilizar-se o sistema existente para ligação aos açudes Pacoti-Riachão-Gavião.

A eventual obra de descarga no rio Pirangí será constituída por uma estrutura de dissipação de energia, situada na seção terminal de uma tubulação (DN 1900 mm) de bifurcação a realizar na tubulação principal do sifão (DN 2500 mm), próximo do leito menor desse rio. Não é prevista a necessidade de instalação de qualquer equipamento hidromecânico de controle das vazões ou da pressão. Um pequeno canal escavado nas aluviões a jusante da estrutura de dissipação fará o encaminhamento das vazões descarregadas para o leito do rio Pirangí.

Estas obras terão um carácter provisório e emergêncial, só sendo executadas, juntamente com as restantes estruturas necessárias junto ao Canal do Trabalhador, caso ocorra um período crítico de estiagem em que seja expectável a sua necessidade de utilização.

5.7. TRECHO 3 : RIO PIRANGÍ - AÇUDE PACAJÚS

5.7.1. Descrição geral do Trecho 3

O Trecho 3 do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza desenvolve-se entre o rio Pirangí (km 69+300) e o açude Pacajús (km 113+000), integrando trechos em canal, trechos em adutora e possuindo diversas obras especiais ao longo do seu traçado. A origem da quilometragem indicada encontra-se no açude Curral Velho.

A vazão de dimensionamento deste trecho é de 19 m³/s, sendo o seu funcionamento hidráulico por gravidade.

Este trecho apresenta um desenvolvimento total de 43,7 km (neste comprimento inclui-se o sifão do rio Pirangí a jusante do atravessamento do leito menor do rio), dos quais 7,05 km correspondem a adutoras (sifões) e os restantes a 36,65 km a canais, tendo sido dividido nos seguintes sub-trechos:

- Sub-trecho 3.1 : Inicia-se numa seção intermédia do sifão Pirangí imediatamente a montante da travessia do leito menor desse rio (correspondente ao final do Trecho 2) e termina no emboque de jusante do sifão Juazeiro; integra dois trechos em canal e três trechos em sifão (Pirangí, Riacho do Serrote e Juazeiro), com um total de 13,4 km de desenvolvimento, sendo 4,6 km em sifão.
- Sub-trecho 2.2 : Inicia-se no emboque de jusante do sifão Juazeiro e termina no emboque de montante do sifão Riacho Grande; integra dois trechos em canal e um trecho em sifão (Riacho Baixo do Feijão), com um total de 14,0 km de desenvolvimento, sendo 1,2 km em sifão.
- Sub-trecho 2.3 : Inicia-se no emboque de montante do sifão Riacho Grande e termina no emboque de montante do sifão do rio Choró (excluindo essa estrutura); integra um trecho em canal, um trecho em sifão (Pirangí) e a eventual estrutura de descarga no açude Pacajús, com um total de 16,3 km de desenvolvimento, sendo 1,25 km em sifão.

No Quadro 5.7.1 resumem-se as principais características físicas dos sub-trechos do Trecho 3 do Sistema Adutor.

Quadro 5.7.1 - Síntese Descritiva dos Subtrechos do Trecho 3 (Rio Pirangí - Açude Pacajús)

Subtrecho	Nome	Descrição	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (km)	Comprimento de Adutoras (km)	Comprimento de Canais (km)	Comprimento Total (km)
SUBTRECHO 3.1 (do rio Pirangí até jusante do sifão Juazeiro)	Adutora 1	Sifão Pirangí (parte de jusante do sifão)	69,3	69,8	0,5	4,6	8,8	13,4
	Canal 1	Do açude Curral Velho até montante do sifão Palhano	69,8	75,9	6,1			
	Adutora 2	Sifão Riacho do Serrote	75,9	78,7	2,8			
	Canal 2	Do Sifão Riacho do Serrote ao Sifão Juazeiro	78,7	81,4	2,7			
	Adutora 3	Sifão Juazeiro	81,4	82,7	1,3			
SUBTRECHO 3.2 (de jusante do sifão Juazeiro até montante do sifão Riacho Grande)	Canal 3	Do sifão Juazeiro ao sifão Riacho Baixo do Feijão	82,7	91,2	8,5	1,2	12,8	14,0
	Adutora 4	Sifão Riacho Baixo do Feijão	91,2	92,4	1,2			
	Canal 4	Do sifão Riacho Baixo do Feijão até ao sifão Riacho Grande	92,4	96,7	4,3			
SUBTRECHO 3.3 (de montante do sifão Riacho Grande até ao açude Pacajús)	Adutora 5	Sifão Riacho Grande	96,7	97,95	1,25	1,25	15,05	16,3
	Canal 5	Do sifão Riacho Grande até ao açude Pacajús	97,95	113,0	15,05			
	Obra especial	Descarga (eventual) no açude Pacajús	113,0	113,0	0,0			
TOTAL						7,05	36,65	43,70

NOTA: Estaqueamento com origem no açude Curral Velho.

água à cidade de Fortaleza, utilizando para jusante o sistema existência de transferência de água para o conjunto de açudes Pacoti-Riachão-Gavião.

O traçado deste trecho é condicionado fundamentalmente pela necessidade de, numa 1ª fase proceder à entrega da água no açude Pacajús e numa 2ª fase possibilitar a continuação do Sistema Adutor para jusante, até atingir o açude Pacoti. Acresce que na 2ª fase poderá haver necessidade de se continuar a efetuar descargas no açude Pacajús, para enchimento desse reservatório.

O início do trecho corresponde à continuação do sifão Pirangí, incluindo a travessia do leito menor do rio, cujo traçado inicial de montante faz parte do Trecho 2 e que foi descrito mais acima no âmbito das obras desse trecho.

Verifica-se que no Trecho 3 não é viável a consideração de variantes distintas de traçado, dado as condicionantes existentes no que diz respeito à altimetria da região atravessada e à necessidade de se chegar ao reservatório Pacajús próximo do açude definem o traçado em planta da adução.

Existe contudo a hipótese de, numa 1ª Etapa construção do Sistema Adutor, descarregar as vazões transportadas provisoriamente no leito do rio Pirangí, e proceder à sua captação e elevação mais a jusante em direção ao trecho final do Canal do Trabalhador. Considerando esta hipótese e a ampliação da capacidade do Canal do Trabalhador desde o sifão do rio Pirangí até ao açude Pacajús, poderiam ser adiados os investimentos necessários para a execução do Trecho 3 do Sistema Adutor.

5.7.2.2. Descrição do traçado

O Trecho 3 – Rio Pirangí – Açude Pacajús do Sistema Adutor Castanhão–RMF, conforme mencionado, estende-se ao longo de 43,7 km (incluindo um trecho de montante do sifão do rio Pirangí), constituindo-se em um sistema puramente gravitário de canais e sifões que proporcionam (juntamente com os Trechos 1 e 2) o transporte das vazões captadas no açude Castanhão até ao açude Pacajús, sendo os seus subtrechos descritos a seguir.

O trecho inicia-se numa seção intermédia do sifão Pirangí, situada próximo da ponte da BR116, desenvolvendo-se com um traçado em linha quase reta e direção aproximadamente Sul-Norte em direção ao açude Pacajús.

O sub-trecho 3.1 tem início ao km 69+300 e termina ao km 82+700, tendo um desenvolvimento total de 13,4 km. Este subtrecho é composto por dois trechos em canal, com comprimento total de 8,8 km, intercalados por três trechos em sifão com um desenvolvimento de 4,6 km, correspondente à travessia do rio Pirangí, do riacho do Serrote e do rio Juazeiro.

No km 82+700 inicia-se o subtrecho 3.2, com 14,0 km de comprimento, que se estende até à entrada da Serra do Félix ao km 96+700. No início do subtrecho localiza-se o emboque de jusante do sifão Juazeiro e no final o emboque de montante do sifão Riacho Grande. Este subtrecho é composto ainda pelo sifão do riacho Baixo do Feijão, com 1,2 km de comprimento. Do total comprimento do trecho 12,8 km são em canal e 1,2 km são em adutora.

O subtrecho 3.3, último deste Trecho 2, apresenta uma extensão total de 16,3 km, correspondendo a 15,05 km de canal e 1,25 km em adutora gravitária correspondente ao sifão Riacho Grande. O início ocorre ao km 96+700 no emboque de montante do sifão Riacho Grande e o final ao km 113+000, junto a ombreira direita do açude Pacajús.

O Trecho 3 termina na estrutura de descarga no reservatório do açude Pacajús, a montante do sifão do rio Choró.

Ao longo do traçado do Trecho 3 são previstas as seguintes obras correntes localizadas para controle operacional, segurança e acessos:

- 9 estruturas de transição de canal-sifão (5 sifões);
- 9 estruturas de descarga de segurança e de descarga de fundo;
- 15 obras de secionamento (comportas), coincidindo 5 destas com estruturas de transição canal-tubulação;
- 24 pontilhões e 44 passarelas.

As quantidade de obras de travessia do canal foi estimada com base numa determinada densidade por quilometro de adução, atendendo que na cartografia disponível na escala 1:25 000 não se encontram representados a generalidade das estradas e caminhos existentes, exceto os principais.

O comprimento de canal em aterro é de 21,75 km e em corte de 14,95 km, sendo o desenvolvimento dos trechos com escavação em solo de 3,95 km e em rocha de 11,0 km.

5.7.3. Variante de traçado pelo Canal do Trabalhador

5.7.3.1. Definição de variantes

O trecho compreendido entre o rio Pirangí e o açude Pacajús, correspondente ao Trecho 3 do Sistema Adutor, faz a ligação desde o rio Pirangí até à ombreira esquerda da barragem Pacajús, ou seja com o primeiro açude do atual sistema de reservatórios que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza.

A implantação deste trecho, e respetivos investimentos, poderá ser adiada caso se considere o aproveitamento do trecho final do Canal do Trabalhador, de forma temporária, com a descarga no rio Pirangí das vazões transportadas pelo Sistema Adutor e sua posterior captação e elevação para o Canal do Trabalhador.

Desta forma, as variantes consideradas para o Trecho 3, cujo traçado em planta e em perfil se representa na Figura 5.7.1, designaram-se por:

- Variante Superior (Trecho 4 do Sistema Adutor): desenvolve-se numa região com cotas mais elevadas e de relevo mais acidentado, atravessando diversas linhas de água importantes, pelo que é maior o comprimento da adução em sifão.
- Variante Inferior (Rio Pirangí e Canal do Trabalhador): integra um primeiro trecho que corresponde ao escoamento ao longo do rio Pirangí e um segundo trecho correspondente à parte de jusante do Canal do Trabalhador.

O trecho inicial da variante Inferior, com cerca de 40 km de comprimento, não corresponde, na realidade, a uma obra propriamente dita, mas ao aproveitamento do leito natural do rio Pirangí até o cruzamento com o sifão do Canal do Trabalhador. Neste cruzamento deverá ser construída uma pequena soleira de elevação do nível de água para permitir a captação através da implantação de uma estação elevatória na margem esquerda do rio Pirangí, para alimentar o trecho final do canal do Trabalhador (Pirangí/Pacajús) através de uma adutora de recalque paralela ao atual sifão do Pirangí. A capacidade desta estação elevatória deverá corresponder à vazão de primeira fase de implantação do sistema global Castanhão/Pacoti (11 m³/s).

O trecho final da variante Inferior (do rio Pirangí ao açude Pacajús) corresponde ao trecho final do Canal do Trabalhador com cerca de 35 km de extensão, que terá de ser ampliado da capacidade atual de aproximadamente 5,0 m³/s para uma capacidade correspondente a primeira fase de implantação do sistema global, ou seja 11,0 m³/s.

Mesmo considerando a execução da variante Inferior, utilizando o Canal do Trabalhador, numa segunda fase de construção terá igualmente de se considerar a construção do Trecho 3 de forma a assegurar o transporte por gravidade até ao açude Pacoti da vazão máxima prevista para o Sistema Adutor neste trecho (19,0 m³/s), sem necessidade de passagem pelo reservatório Pacajús e pelo sistema elevatório do Erêê (Pacajús-Pacoti).

Para efeito de comparação de variantes considerou-se o início deste trecho a montante da travessia do rio Pirangí, tendo ambas as variantes traçado comum até aproximadamente o km 1,8, onde se realiza o atravessamento do leito do rio.

Na variante Superior o sifão do Pirangí é completado na margem esquerda enquanto que na variante Inferior se considera a construção de uma estrutura de dissipação de energia (cerca de 14,0 m) para descarga das vazões para o leito do rio.

No trecho final, junto ao açude Pacajús, o traçado de ambas as variantes volta a coincidir, correspondendo ao km 52,0 da variante Superior e ao km 73,6 da variante Inferior. Para efeito de comparação entre as duas variantes considerou-se o final deste trecho numa estrutura de dissipação de energia para entrega das vazões no açude Pacajús, embora a variante Superior possua energia disponível nesse ponto suficiente para o transporte das vazões até ao açude Pacajús. Para a comparação entre as duas variantes não se considerou o referido diferencial de energia que beneficia a variante Superior.

Os resultados da comparação destas variantes foram apresentados detalhadamente no “Relatório Parcial da Fase B5 - Seleção da melhor alternativa”, sendo seguidamente resumidos.

5.7.3.2. Comparação de variantes

No Quadro 5.7.2 indicam-se as principais características das variantes consideradas, designadamente os comprimentos totais e as características de dimensionamento dos principais tipos de obras (canais, sifões, etc.). As principais características que diferenciam nas duas variantes são:

- Variante Superior:
 - Maior comprimento total da adução a construir (52,0 km), composta por trechos em canal (44,3 km) e cinco sifões (7,7 km).
 - Maior desenvolvimento de trechos com escavação do canal em rocha (15,2 km) e menor em solo (17,1 km) ao longo do traçado da adução quando comparado com a variante Inferior.

- Menor perda de energia, devido ao fato de não possuir a estrutura de dissipação de energia.
- Não necessita de bombeamento e permite, para jusante do trecho, a entrega das vazões no açude Pacoti.
- Variante Inferior:
 - Menor comprimento total da adução a construir (35,4 km), não contando com 38,2 km de trajeto ao longo do leito do rio Pirangí, integrando exclusivamente trechos em canal e uma adutora de recalque. Os trechos em canal correspondem à ampliação do atual Canal do Trabalhador.
 - Menor desenvolvimento de trechos com escavação do canal em solo (10,0 km) e em rocha (16,5 km) ao longo do traçado da adução.
 - Maior perda de energia, devido ao fato de possuir uma estrutura de dissipação de energia.
 - Necessita a construção de um açude derivação, uma estação de bombeamento e uma adutora de recalque com cerca de 700 m de comprimento.
 - Perda de água e degradação da qualidade no transporte da vazões ao longo do rio Pirangí.

No que diz respeito à área de influência dos dois traçados existem significativas diferenças entre as variantes, dado que em ambos os casos as regiões atravessadas apresentam ocupação humana e potencial agrícola importante.

Em todo o Trecho 4, para a variante Superior, o funcionamento hidráulico é por gravidade, não existindo necessidade de recorrer a bombeamento.

Para a variante Inferior existe inicialmente uma dissipação de cerca de 14,0 m de energia na transição para o rio Pirangí e a necessidade de um bombeamento a jusante nesse rio para o Canal do Trabalhador. A estação de bombeamento é prevista com uma altura manométrica média de 17,0 m e máxima de 20,0 m, para uma vazão máxima de 11,0 m³/s. A potência instalada será de 2,5 MW.

Para o efeito de comparação de variantes considerou-se o custo correspondente ao diferencial de perda de energia entre as duas variantes, onde se inclui também a energia de bombeamento. Esse diferencial reflete-se no maior consumo de energia e na maior potência instalada que exigirá numa estação de bombeamento situada a montante.

Figura 5.7.1

Variantes para o trecho rio Pirangí – açude Pacajús

Quadro 5.7.2
Características principais das variantes para o trecho rio Pirangí – açude Pacajús

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	UNIDADES	VARIANTES	
		VARIANTE SUPERIOR (2) (TRECHO 4)	VARIANTE INFERIOR (1) (RIO PIRANGÍ E CANAL DO TRABALHADOR)
CARACTERÍSTICAS GERAIS		Traçado do canal atravessa zonas de cotas mais elevadas	Traçado do canal atravessa zonas de cotas mais baixas
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	19,00	11,00
Comprimento total	m	52.000	35.400 (3)
CANAIS		Canal novo	Ampliação de canal existente
Comprimento em aterro	m	9.900	7.380
Comprimento em corte	m	34.450	27.120
Comprimento total	m	44.350	34.500
SIFÕES E ADUTORAS		-	Adutora de recalque
Comprimento de tubulação 1xDN2200	m	0	700
Comprimento de tubulação 2xDN2500	m	7.650	200
Comprimento total	m	7.650	900
RIO PIRANGÍ		Não existe túnel	-
Comprimento total	m	0	38.200
ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO		Não necessita bombeamento	-
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	0,00	11,00
Altura manométrica média	m	0,00	17,00
Número total de grupos	-	0	4
Altura geométrica máxima	m	0,00	20,00
Potência total instalada (hidráulica)	MW	0,00	2,5
PERDA DE CARGA (incluindo bombeamento)			
Total	m	14,81	38,88
Diferença para o menor valor	m	0,00	24,07
Potência marginal instalada	MW	0,00	3,00
OBRAS ESPECIAIS			
Descarga no açude Pacajús		Idêntica para todas as variantes (4)	Idêntica para todas as variantes
Rio Pirangí		Sifão do Pirangí	Estrutura de dissipação de energia e açude de derivação
CUSTO DE CONSTRUÇÃO			
Custo total de construção civil		98.797.500	66.562.500
Custo total de equipamentos		34.522.500	13.963.735
Custo total geral		133.320.000	80.526.235
Varição em relação ao valor mais baixo (%)		65,6	0,0
CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO			
Consumo de energia (em 2015)	GWh/ano	0,00	14,18
Custo anual estimado (em 2015)	R\$/ano	0	862.000
Operação e manutenção	R\$/ano	839.213	472.450
CUSTOS ATUALIZADOS (taxa de 10% e período de 40 anos)			
Investimentos	MR\$	102,75	103,66
Custo atualizado da energia	MR\$	0,00	3,53
Custo atualizado da operação e manutenção	MR\$	6,17	3,47
Custo total atualizado	MR\$	108,92	110,66
Varição em relação ao valor mais baixo (%)		0,0	1,6

NOTA: (1) - Estruturas para a primeira etapa de construção do sistema (cerca de 10 anos).

(3) - A acrescentar 38,2 km de trajeto ao longo do leito do rio Pirangí.

(2) - Estruturas também necessárias para a variante inferior, a construir em data posterior (cerca de 10 anos).

(4) - Admitindo a descarga, provisoriamente, no açude Pacajús.

(5) - Valores correspondentes à diferença de perdas de energia relativamente à variante com menor perda de energia.

Verifica-se que a variante de menor custo de investimento inicial é a variante Inferior, com um custo de menos cerca de 66% que a variante Superior. Verifica-se contudo que na variante Inferior está apenas dimensionada para a vazão de primeira fase e que no futuro será necessário proceder a investimentos adicionais equivalentes ao custo da variante Superior de forma a completar a capacidade do Sistema Adutor. A variante Inferior resulta assim a mais econômica em termos apenas de investimento inicial, sendo que o custo de investimento total não atualizado será sempre superior.

Para a variante Inferior considera-se dessa forma a construção de uma segunda etapa após 11 anos de operação, correspondente ao abandono da adução através do Canal do Trabalhador e à construção do Trecho 4 como previsto na variante Superior.

No que diz respeito ao custo de operação em energia verifica-se que variante Superior apresenta a vantagem de conduzir a uma menor perda de energia total e não necessitar de bombeamento. A diferença de perdas de carga entre as duas variantes, estimada em 24,1 m, tem um impacto significativo em termos do custo total.

Verifica-se que a variante que apresenta menor custo atualizado é a variante Superior, com um valor de menos cerca de 2% que a variante Superior. Quando se comparam valores atualizados a variante Superior é beneficiada, dado que a variante Inferior sai prejudicada pelo fato de conduzir a um maior consumo de energia e necessitar de obras complementares numa segunda etapa de construção.

5.7.3.3. Solução adotada

Com base nos resultados obtidos adotou-se a variante Superior para o traçado do Trecho 3, ou seja dar continuidade ao Trecho 2, atendendo a que apesar de corresponder a um custo de investimento inicial significativamente superior apresenta um menor custo atualizado líquido ao longo do período de vida útil comparativamente com a variante Inferior. Ambas as variantes apresentam contudo valores atualizados de custo semelhantes.

5.7.4. Obra de descarga no açude Pacajús

Como se referiu anteriormente, o Trecho 3 termina a montante da obra de embocadura de montante do sifão do rio Choró, excluindo essa obra que fará parte integrante do próprio sifão (Trecho 4).

Como se referiu anteriormente, será possível a eventual entrada em funcionamento do Trecho 3 ainda sem estarem concluídos os trechos seguintes da adução para jusante, fazendo-se a descarga das vazões transportadas para o açude Pacajús, primeiro açude do atual sistema de abastecimento da RMF. As vazões assim descarregadas no açude Pacajús seriam assim elevadas pelo sistema elevatório existente do Erêre para sistema de açudes Pacoti-Riachão-Gavião.

A eventual obra de descarga das vazões transportadas por este trecho no reservatório do açude Pacajús será constituída por uma estrutura de dissipação de energia a jusante do trecho de sifão que termina junto ao leito menor desse rio. Essa estrutura será constituída por um canal a céu aberto, revestido a concreto e possuindo degraus para dissipação gradual de energia, implantada junto à ombreira esquerda do açude aproximadamente no local da atual estrutura de chegada do Canal do Trabalhador, cuja concepção é muito semelhante. Não é prevista a necessidade de instalação de qualquer equipamento hidromecânico de controle das vazões descarregadas.

O canal de descarga constituirá um desvio lateral ao alinhamento geral do Sistema Adutor, ficando o canal adutor obturado imediatamente a jusante da derivação (a montante da embocadura do sifão do rio Choró), aguardando a execução das obras para jusante (Trecho 4).

Esta obra poderá não ser realizada caso seja executado simultaneamente o trecho final do Sistema Adutor (Trecho 4) que transporta as vazões até ao sistema de açudes Pacoti-Riachão-Gavião, sem necessidade de bombeamentos adicionais. Poderá contudo haver interesse em haver a possibilidade de efetuar descargas no açude Pacajús, utilizando a capacidade de armazenamento disponível nesse reservatório, caso os açudes para jusante já não disponham de capacidade de disponível, situação em que seria construída a referida estrutura de descarga.

5.8. TRECHO 4 : AÇUDE PACAJÚS - AÇUDE GAVIÃO

5.8.1. Descrição geral do Trecho 4

O Trecho 4 do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza desenvolve-se entre o açude Pacajús (km 113+000) e o açude Pacoti (km 138+800), compreendendo também a ligação entre os açudes Pacoti-Riachão-Gavião (8,6 km adicionais), integrando trechos em canal, trechos em túnel, trechos em adutora e possuindo diversas obras especiais ao longo do seu traçado. A origem da quilometragem indicada encontra-se no açude Curral Velho.

A vazão de dimensionamento deste trecho é de 19 m³/s entre o açude Pacajús e Pacoti e de 22 m³/s entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião, sendo o seu funcionamento hidráulico por gravidade.

Este trecho apresenta um desenvolvimento total de 34,1 km (neste comprimento inclui-se o a ligação entre os açudes Pacoti-Riachão-Gavião), compreendendo 2,6 km de adutoras (sifões), 1,1 km de túnel e os restantes a 30,4 km de canais, tendo sido dividido nos seguintes sub-trechos:

- Sub-trecho 4.1 : Inicia-se a montante do sifão do rio Choró (correspondente ao final do Trecho 3) e termina na descarga no açude Pacoti; integra um trecho em canal e um trecho em sifão (Choró), com um total de 25,5 km de desenvolvimento, sendo 2,6 km em sifão.
- Sub-trecho 4.2 : Inicia-se no reservatório do açude Pacoti e termina no reservatório do açude Riachão; integra um único trecho em canal com um desenvolvimento total de 0,8 km, aproximadamente.
- Sub-trecho 4.3 : Inicia-se o reservatório do açude Riachão e termina no reservatório do açude Gavião; integra dois trechos em canal, a montante e a jusante do túnel, um trecho em túnel a estrutura de seccionamento a montante do túnel, com um total de 7,8 km de desenvolvimento, sendo 1,1 km em túnel.

No Quadro 5.8.1 resumem-se as principais características físicas dos sub-trechos do Trecho 4 do Sistema Adutor.

Quadro 5.8.1 - Síntese Descritiva dos Subtrechos do Trecho 4 (Açude Pacajús - Açude Gavião)

Subtrecho	Nome	Descrição	Estaca Inicial	Estaca Final	Comprimento (km)	Comprimento de Adutoras/Túneis (km)	Comprimento de Canais (km)	Comprimento Total (km)
SUBTRECHO 4.1 (do açude Pacajús até ao açude Pacoti)	Adutora 1	Sifão do rio Choró	113,0	115,64	2,6	2,6	22,9	25,5
	Canal 1	Do sifão do rio Choró até ao açude Pacoti	115,64	138,5	22,9			
	Obra especial	Descarga no açude Pacoti	138,5	138,5	0,0			
SUBTRECHO 4.2 (do açude Pacoti até ao açude Gavião)	Canal 2	Do açude Pacoti até ao açude Gavião	0	0,8	0,8	0,0	0,8	0,8
SUBTRECHO 4.3 (do açude Gavião até ao açude Riachão)	Canal 3	Da entrada da Serra do Félix até ao sifão Pirangí	0,0	0,8	0,8	1,1	6,7	7,8
	Obra especial	Obra de seccionamento a montante do túnel	0,8	0,8	0,0			
	Túnel	Túnel de ligação entre os reservatórios Riachão e Gavião	0,8	1,9	1,1			
	Canal 4	Sifão Pirangí (parte de montante do sifão)	1,9	7,8	5,9			
TOTAL						3,7	30,4	34,1

NOTA:

- Estaqueamento com origem no açude Curral Velho para o sub-trecho 4.1.
- Estaqueamento com origem no reservatório do açude Pacoti para o sub-trecho 4.2.
- Estaqueamento com origem no reservatório do açude Riachão para o sub-trecho 4.3.

Ao longo deste trecho existem diversas obras hidráulicas correntes para controle operacional (comportas) e segurança do funcionamento (descargas de superfície e descargas de fundo), para além das necessárias estruturas de transição entre os canais e as tubulações dos sifões, passadiços e pontões para reposição de acessos, obras de drenagem transversal e longitudinal, etc.

No Trecho 4 existem também determinados trechos, travessias ou obras localizadas que apresentam características específicas, exigindo a implantação de estruturas especiais, designadamente:

- A travessia do rio Choró, cujo traçado é condicionado pela proximidade do açude Pacajús e necessidade de travessia a jusante do vertedouro dessa barragem.
- A ligação Pacajús-Pacoti através da hipótese alternativa/complementar de utilizar as estruturas de transporte e elevação (canais e estações elevatórias do Erêre), que seriam reabilitadas e cuja capacidade seria ampliada.
- Descarga no açude Pacoti, constituída por uma estrutura de dissipação de energia em degraus.
- A ligação Pacoti-Riachão, efetuada atualmente por canal gravítico que necessita de ampliação para atender à nova capacidade do Sistema Adutor. Existe ainda uma elevatória e canal de segurança, construídos recentemente, para atender às situações em que o nível no açude Pacoti desca abaixo do nível mínimo de exploração normal que impeça a utilização do canal existente.
- A ligação Riachão-Gavião, realizada atualmente através de um túnel e canal de adução, sistema este que necessita de ser recuperado e ampliado.

O trecho termina ao se atingir o reservatório do açude Gavião, através do qual é alimentada a estação de tratamento de água que abastece a RMF.

Nas seções seguintes apresenta-se inicialmente a descrição do traçado do trecho e de suas obras componentes. São também indicadas as variantes principais do traçado analisadas para este trecho do Sistema Adutor, designadamente do trecho inicial entre os açudes Pacajús e Pacoti, do trecho entre os açudes Pacoti e Riachão e do trecho entre os açudes Riachão e Gavião.

As características hidráulicas de escoamento e as seções de vazão de cada trecho, seja em canal seja em adutora, são indicadas em seções anteriores (5.2 e 5.3).

5.8.2. Descrição do traçado do Trecho 4

5.8.2.1. Integração com o Sistema Atual da RMF (Pacajus/Pacoti/Riachão/Gavião e ETA do Gavião)

A integração da nova adução no atual sistema de abastecimento de água da RMF deverá garantir, simultaneamente, o reforço da alimentação do atual sistema de distribuição da RMF, considerando a futura expansão urbana, e a ligação com o sistema oeste para garantia do abastecimento do Complexo Industrial e Portuário do Pecém e da população daquela região.

A atual Estação de Tratamento de Água (ETA), situada a jusante do açude Gavião, é a origem de toda a rede de distribuição da cidade, recebendo as vazões captadas no açude Gavião, reservatório ao qual afluem atualmente as águas do sistema Pacajus-Pacoti-Riachão e Canal do Trabalhador.

Esta ETA poderá, segundo a CAGECE, com as ampliações que estão sendo feitas, funcionar até uma vazão máxima de cerca de 10 m³/s, suficiente para fazer face à evolução a curto prazo dos consumos, mas inferior às necessidades de água estimadas a médio e longo prazo, e conseqüentemente, à capacidade máxima de adução prevista para o novo sistema de abastecimento.

A realização de uma nova ETA num local diferente do atual, mencionada como uma hipótese na proposta técnica do consórcio COBA/VBA/HARZA, foi descartada pela CAGECE, que em seus planos de expansão considera a manutenção do atual local nas futuras ampliações da ETA.

O trecho final da adução Castanhão-RMF (ETA Gavião) deverá assim, ser compatível com as perspectivas de evolução da rede de distribuição, mantendo o local atual da ETA, e com a integração ao futuro sistema oeste na escolha do local de entrega da água.

A ligação da adução à ETA (existente ou nova) poderia, em princípio, ser feita diretamente, sem passagem por reservatórios que podem originar a degradação da qualidade da água. Os açudes existentes seriam utilizados como reservatórios de compensação, fazendo a regularização diária, mensal e anual do funcionamento da ETA.

A decisão de ampliação da ETA existente ou a implantação de uma nova próxima atual, a jusante do açude Gavião, condiciona que o novo sistema tenha seu ponto final de entrega da água bruta no próprio açude Gavião ou diretamente à ETA, a partir de onde, ainda deverá ter condições de garantir as demandas do sistema oeste.

A necessidade de limitar os investimentos a realizar poderá, contudo, condicionar a escolha do ponto de ligação ao atual sistema, podendo admitir-se, por ordem decrescente de custo de investimento, as seguintes soluções para o trecho final da margem esquerda do açude Pacajus até o açude Gavião:

- ligação direta à ETA existente (Gavião) é a solução de maior custo de investimento, mas também a considerada mais adequada tecnicamente;
- ligação direta ao açude Gavião, situado imediatamente a montante da atual ETA, apresenta um custo semelhante ao da solução anterior;
- ligação ao açude Pacoti situado a leste do açude Gavião; para esta variante será necessário aumentar a capacidade de vazão do atual túnel que integra a adução existente entre o açude Riachão e o açude Gavião (duplicação do túnel existente ou instalação de uma estação de bombeamento);
- ligação ao açude Pacajus/Erêre, situado a leste do açude Pacoti. É a solução mais econômica relativamente à adução Jaguaribe/RMF, contudo será necessário o aumento da capacidade de vazão de diversas estruturas existentes, incluindo trechos de canais, adutoras e duas estações de bombeamento, algumas das quais funcionam atualmente de forma bastante precária;
- o aproveitamento do trecho final do Canal do Trabalhador com aproximadamente 32,9 km de comprimento do rio Pirangi ao açude Pacajus. Nesta solução de integração, que poderá ser avaliada como uma primeira etapa operacional, seriam minimizadas e/ou adiados investimentos do trecho final Serra do Félix ao açude Pacajus, que seriam feitos posteriormente em uma segunda fase do projeto. A partir do açude Pacajus a continuidade do sistema a partir do final do Canal do Trabalhador seria feita por uma das quatro soluções apresentadas nos itens acima.

A solução de terminar a nova adução Castanhão-RMF no açude Pacoti, associada à ampliação do sistema atual de canais e túnel Pacoti/Riachão/Gavião, foi a solução que se considerou apresentar melhores condições de viabilidade.

5.8.2.2. Premissas básicas para definição do traçado

O traçado deste trecho é condicionado fundamentalmente pela localização do final do trecho anterior (Trecho 3) junto ao açude Pacajús e à necessidade de entrega da água transportada no açude Pacoti e posterior transferência dessas vazões para o açude Riachão e deste para o açude Gavião. Ficará desta forma completo o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, fazendo a transferência das vazões armazenadas no açude Castanhão para o açude Gavião, a jusante do qual se situa a Estação de Tratamento de Água que abastece a Região Metropolitana de Fortaleza.

Este trecho final do Sistema Adutor segue até ao açude Pacoti, fazendo “by-pass” ao açude Pacajús e ao sistema elevatório existente do Erêê que interliga esses dois reservatórios.

Nesse trecho não é viável a consideração de variantes distintas de traçado, dado as condicionantes existentes no que diz respeito à altimetria da região atravessada e à localização dos pontos iniciais e finais do trecho.

5.8.2.3. Descrição do traçado

O Trecho 4 – Açude Pacajús – Açude Gavião do Sistema Adutor Castanhão–RMF, conforme mencionado, estende-se ao longo de 34,1 km (incluindo a ampliação dos trechos de ligação entre os açudes existentes), constituindo-se em um sistema puramente gravitatório de canais e sifões que proporcionam (juntamente com os Trechos 1, 2 e 3) o transporte das vazões captadas no açude Castanhão até ao açude Pacoti, sendo os seus subtrechos descritos a seguir.

O trecho inicia-se na seção de montante do sifão do rio Choró, junto à ombreira esquerda do açude, desenvolvendo-se com um traçado acompanhando a direção geral das infra-estruturas existentes de ligação entre os referidos açudes, sendo constituído por três sub-trechos fisicamente independentes.

O sub-trecho 4.1 (ligação Pacajús-Pacoti) tem início ao km 113+000 e termina ao km 138+500, tendo um desenvolvimento total de 25,5 km, constituindo a continuação do Trecho 3. Este subtrecho é composto por um trechos em canal, com comprimento total de 22,86 km e um trecho em sifão com um desenvolvimento de 2,64 km, correspondente à travessia do rio Choró/açude Pacajús.

O subtrecho 4.2 (ligação Pacoti-Riachão), onde tem início nova origem da quilometragem, apresenta apenas cerca de 0,8 km de comprimento, correspondendo à ampliação do canal existente entre os reservatórios Pacoti e Riachão.

O subtrecho 4.3 (ligação Riachão-Gavião), último deste Trecho 4, onde tem início nova origem da quilometragem, apresenta uma extensão total de 7,8 km, correspondendo a 6,7 km de canal e 1,1 km em túnel. O início ocorre no reservatório Riachão o final no reservatório Gavião.

Ao longo do traçado do Trecho 4 (sub-trecho 1.4) são previstas as seguintes obras correntes localizadas para controle operacional, segurança e acessos:

- 2 estruturas de transição de canal-sifão (1 sifão);
- 5 estruturas de descarga de segurança e de descarga de fundo;
- 9 obras de seccionamento (comportas), coincidindo 1 destas com estruturas de transição canal-tubulação;
- 20 pontilhões e 33 passarelas.

As quantidade de obras de travessia do canal foi estimada com base numa determinada densidade por quilometro de adução, atendendo que na cartografia disponível na escala 1:25 000 não se encontram representados a generalidade das estradas e caminhos existentes, exceto os principais.

O comprimento de canal em aterro é de 18,0 km e em corte de 11,5 km, sendo o desenvolvimento dos trechos com escavação em solo de 4,5 km e em rocha de 7,0 km.

5.8.3. Travessia do Rio Choró/Açude Pacajús

A obra de travessia do rio Choró/açude Pacajús, pela sua especificidade, foi objeto de tratamento separado, tendo-se procedido ao levantamento topográfico da zona da travessia na escala 1:5000. No Desenho 777-B5-RF-08 apresenta-se a planta e o perfil longitudinal da solução adotada para a travessia do rio Choró.

O sifão do rio Choró inicia-se na obra de embocadura de montante do sifão do rio Choró, dando continuidade ao canal que termina nesse ponto, desenvolvendo-se a jusante do açude Pacajús.

A solução adotada consiste no atravessamento desse vale, numa extensão de cerca de 2 600 m entre as estruturas de embocadura de montante e jusante, em tubulação enterrada em

vala (duas tubulações paralelas de 2500 mm de diâmetro cada). No trecho correspondente à travessia da zona frontal ao vertedouro do açude, cuja largura é de cerca de 350 m, considera-se a tubulação envelopada em concreto de forma a evitar possíveis erosões provocadas pelo funcionamento do vertedouro.

5.8.4. Ligação Pacajús-Pacoti

A ligação entre os açudes Pacajús e Pacoti é atualmente realizada através de um sistema de canais, estações bombeamento em série e que integra também o açude Erêê. Este sistema integra 3 estações de bombeamento com uma altura de elevação total de 46 m e dimensionadas para uma vazão total de 7 m³/s.

A descrição detalhada desse sistema foi apresentada no relatório da Fase B2 : Diagnóstico, pelo que não se repete aqui.

No relatório de “Fase B5 – Seleção da melhor alternativa”, compararam-se 2 variantes à ligação Pacajús – Pacoti, que foram as seguintes:

- Variante 1 : Ampliação do atual sistema para a capacidade total do Sistema Adutor (de cerca de 7 m³/s para 22 m³/s), com recurso a bombeamento, que se desenvolve ao longo de cerca de 14 km.
- Variante 2 : Prolongamento da adução em canal (Trecho 5 do Sistema Adutor), numa extensão total de 25 km, com funcionamento por gravidade.

Para esta ligação não se realizou uma análise econômica específica atendendo a que a hipótese de ampliação do sistema existente não foi considerada à partida viável, essencialmente pelos seguintes motivos:

- A operação deste sistema é atualmente precária, verificando-se existirem deficiências de conservação em trechos do canal.
- A ampliação da capacidade de vazão obrigaria a considerar a construção de um sistema integralmente novo, fazendo-se um aproveitamento quase nulo das infra-estruturas existentes.
- Um novo sistema teria de continuar a prever estações de bombeamento, implicando custos anuais em energia importantes.

Assim optou-se pela variante 2, correspondente à execução do Trecho 4 do Sistema Adutor, com uma extensão de cerca de 25 km, dimensionado para o transporte da vazão com origem no açude Castanhão de 19 m³/s.

O sistema elevatório atualmente existente entre os dois açude poderá ser reabilitado, atendendo a que as atuais condições operacionais não são as mais adequadas, sendo contudo utilizado unicamente para garantir a sua presente função de transporte das vazões armazenadas no reservatório Pacajús para o reservatório Pacoti.

Como opção à reabilitação do sistema atual, que possui três estações elevatórias, uma extensão de cerca de 10 km e funciona por vezes de forma precária, poderá considerar-se a execução de um novo sistema de transferência entre os reservatórios Pacajús e Pacoti. Esse sistema faria a captação d'água na descarga de fundo do açude Pacajús e sua elevação para o canal o novo Sistema Adutor, atendendo a que não é previsto o funcionamento em simultâneo dos dois sistemas à capacidade máxima de derivação prevista.

Este sistema seria constituído por uma estação de bombeamento implantada no pé de barragem do açude Pacajús, dimensionada para uma vazão idêntica à do atual sistema, de cerca de 7,0 m³/s e altura de elevação de cerca de 30 m (potência de aproximadamente 2,5 MW), e uma adutora de recalque para ligação ao próprio sifão do rio Choró ou à estrutura de embocadura de jusante desse sifão.

5.8.5. Ligação Pacoti-Riachão

O canal de ligação entre os açudes Pacoti e Riachão, realizada por gravidade, tem um desenvolvimento total de cerca de 0,8 km e uma seção de vazão trapezoidal não revestida, com uma largura de soleira de cerca de 7,0 m e taludes laterais inclinados a 2:1 (H:V). Este canal liga os dois reservatórios num local cerca de 1,5 km a montante do açude Pacoti e cerca de 3,5 km a montante do açude Riachão.

A soleira do canal encontra-se à cota 39,00 m, sendo o perfil longitudinal do canal aproximadamente horizontal.

Recentemente foi construído um segundo sistema hidráulico de emergência, constituído por uma estação de bombeamento flutuante e um canal implantado a cotas mais elevadas, que possibilita a utilização da capacidade morta do açude Pacoti, quando este reservatório desce abaixo da cota de soleira do canal gravitário, ou seja fazendo uso do anterior volume morto

desse açude. Este sistema manter-se-à em operação no futuro nas mesmas condições das atuais.

Para possibilitar o transporte da vazão transportada pelo Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza considerou-se a necessidade de ampliação do canal de interligação entre os açudes Pacoti e Riachão, representando um aumento da capacidade de vazão dos atuais 7,0 m³/s para 22,0 m³/s.

Esta ampliação consistirá no alargamento da atual seção de vazão de uma largura de soleira de 7,0 para 10,0 m, com aprofundamento da cota da soleira em 1,0 m (cota 38,00 m) em todo o seu desenvolvimento, mantendo a atual inclinação dos taludes. Poderá, em alternativa utilizar-se uma seção hidráulica composta equivalente, que garanta a mesma capacidade de vazão para idêntica altura de escoamento.

5.8.6. Ligação Pacoti-Riachão-Gavião

5.8.6.1. Considerações gerais

A componente final do atual sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Fortaleza consiste num canal de ligação entre os açudes Pacoti e Riachão (ver seção 5.8.5) e num túnel de interligação entre os açudes Riachão e Gavião através do qual passa a totalidade das vazões destinadas à alimentação da ETA do Gavião, principal origem do sistema de distribuição. Os açudes Riachão e Gavião possuem pequena capacidade de armazenamento e aflúências próprias muito reduzidas, sendo o açude Pacoti, o principal reservatório do sistema em termos de contribuição e capacidade de acumulação.

Os planos de expansão do sistema de abastecimento prevêem manter a atual localização da ETA, que será ampliada, até pelo menos o horizonte do ano 2018, tornando-se assim necessário garantir que o túnel Riachão-Gavião possua uma capacidade de vazão adequada à evolução futura das demandas.

Atualmente, o reservatório Gavião é operado em cotas abaixo do nível mínimo de exploração previsto, sendo a alimentação da ETA realizada através de um bombeamento, efetuado numa instalação provisória flutuante situada imediatamente a montante da tomada d'água da ETA. Esta situação de operação deriva essencialmente da reduzida capacidade de armazenamento dos açudes Riachão e Gavião, que freqüentemente sangram, pelo que é mantido um nível de operação baixo nos reservatórios. Por outro lado, a limitada capacidade de transporte do túnel Riachão-Gavião e a deficiente estrutura de controlo de vazões à entrada do túnel, condiciona o

nível de exploração do reservatório de montante para o escoamento da vazão de projeto. Está em curso o estudo do alteamento do sangradouro do açude Gavião, no sentido de resolver este problema.

A ligação hidráulica entre os açudes Riachão e Gavião, realizada por gravidade, é atualmente constituída por um túnel com um comprimento de aproximadamente 1,1 km, seguido por um canal com 5,7 km de desenvolvimento. O túnel é precedido por uma obra de entrada constituída por um canal escavado no reservatório do açude Riachão de aproximadamente 0,8 km de comprimento, possuindo uma estrutura com comportas na seção de entrada do túnel para isolamento deste.

O túnel, cuja seção interior não é revestida, atravessa um maciço rochoso de reduzida altura que separa as bacias hidráulicas dos dois açudes.

O túnel apresenta uma seção em ferradura em que a altura máxima é igual a 3,12 m e cuja altura na base mede 2,56 m. O canal a jusante apresenta uma seção retangular com uma largura de rasto de 4,9 m, taludes praticamente verticais, e uma altura máxima de escoamento igual a 3,35 m. A geometria do canal a montante é irregular, correspondendo ao alargamento de uma linha de água natural afluyente ao reservatório.

Este sistema hidráulico canal-túnel-canal foi previsto para uma vazão de aproximadamente 7 m³/s, com uma altura máxima de escoamento de 2,0 m. A soleira do canal encontra-se à cota 30,00 m, sendo o perfil longitudinal do túnel aproximadamente horizontal, possuindo o canal a jusante uma inclinação de aproximadamente 0,015%.

Atendendo à nova vazão de projeto nesse trecho de 22 m³/s, será certamente necessário prevêr a ampliação da capacidade do sistema existente.

5.8.6.2. Definição de variantes

A definição e análise de variantes relativa à ampliação do sistema Riachão-Gavião foi apresentados detalhadamente no “Relatório Parcial da Fase B5 - Seleção da melhor alternativa”, sendo seguidamente resumidos.

Para o aumento da capacidade de vazão do atual sistema Pacoti-Riachão-Gavião poderão considerar-se as seguintes variantes, representadas na Figura 5.8.1:

- Variante 1 - Duplicação das estruturas existentes: Duplicação do túnel, construindo um segundo túnel paralelo ao atual e ampliando a capacidade do canal a jusante do túnel;

esta solução tem benefícios do ponto de vista operacional, dado que manterá as condições atuais de escoamento por gravidade e sem necessidade de alterar a concepção do sistema atual.

- Variante 2 – Estação de bombeamento: Bombeamento do açude Riachão para o açude Gavião, considerando a utilização do atual túnel para o transporte das vazões, para o que seria necessária a criação de um reservatório/câmara elevado junto ao emboquilhamento de montante do túnel para o qual seriam bombeados os volumes armazenados no açude Riachão.
- Variante 3 - Estação de bombeamento e novo canal: Bombeamento do açude Riachão para o açude Gavião, considerando um circuito hidráulico independente, em by-pass ao atual túnel, com bombeamento direto para o um canal a céu aberto ligando os açude Riachão e Gavião.

As três variantes consideram a necessidade de ampliação da capacidade do canal de interligação entre os açudes Pacoti e Riachão, cujo comprimento total é de cerca de 0,8 km.

Em ambas as situações que consideram bombeamento (variantes 2 e 3) o bombeamento só seria realizado nas situações em que a vazão exigida pela ETA seja superior à capacidade máxima do túnel com escoamento por gravidade.

A possibilidade de explorar o açude Pacoti com o nível de água a cotas elevadas e o açude Riachão a cotas mais baixas de forma a garantir a passagem da vazão desejada, não se considera viável, dado que impõe restrições importantes na operação de ambos os açudes, não fazendo uso da capacidade útil de armazenamento disponível. Essa solução exigiria ainda a necessidade de um bombeamento final permanente da água armazenada no açude Gavião para a ETA (como se efetua atualmente). Verifica-se também que a diferença de nível de água necessária entre os dois reservatórios para o transporte da vazão máxima prevista seria importante, e incompatível com a exploração normal dos açudes.

5.8.6.3. Comparação de variantes

No Quadro 5.8.2 indicam-se as principais características das variantes consideradas, designadamente os comprimentos totais e as características de dimensionamento dos principais tipos de obras (canais, sifões, etc.). As principais características que diferenciam as duas variantes são:

- Variante 1 - Duplicação das estruturas existentes:
 - Situação intermédia de comprimento total (7,7 km), sendo constituída pela ampliação do canal Pacoti-Riachão (1,0 km), por um trecho em túnel (1,6 km), e pela ampliação do canal à saída do túnel (6,0 km).
 - Menor perda de energia.
- Variante 2 – Estação de bombeamento:
 - Menor comprimento total (6,1 km), sendo constituída pela ampliação do canal Pacoti-Riachão (1,0 km), por uma estação de bombeamento no interior do reservatório Riachão e por uma adutora de pequeno comprimento.
 - Maior perda de energia, devido ao fato de utilizar apenas o túnel existente.
 - Construção de uma estação de bombeamento.
- Variante 3 - Estação de bombeamento e novo canal
 - Maior comprimento total (7,8 km), sendo constituída pela ampliação do canal Pacoti-Riachão (1,0 km), por uma estação de bombeamento no interior do reservatório Riachão, por uma adutora de pequeno comprimento (0,1 km) e por um novo canal de adução (1,6 km).
 - Maior perda de energia que a variante 1, devido ao fato de necessitar de uma estação de bombeamento, mas menor relativamente à variante 2.
 - Construção de uma estação de bombeamento.

Verifica-se que a variante de menor custo é a variante 1, com um custo de menos cerca de 26% que a variante 3. A variante 2 apresenta um custo muito próximo da variante de menor custo, sendo a variante 3 é a mais cara devido essencialmente de possuir um novo trecho em canal mais longo.

No que diz respeito ao custo de operação em energia verifica-se que a variante 2 é mais desfavorável, apresentando a variante 3 custos de energia muito semelhantes.

Verifica-se que a variante que apresenta menor custo atualizado é a variante 1, menos cerca de 26% que a variante 3. A variante 2 apresenta valores muito próximos da variante 1.

Do ponto de vista socio-econômico e ambiental as variantes 1 e 2 podem considerar-se idênticas. Apenas relativamente à variante 3 se poderão colocar algumas restrições, dado que exige a construção de um trecho de canal a céu aberto numa zona atravessada por diversos acessos.

Figura 5.8.1
Variantes para a ligação Pacoti-Riachão-Gavião

Quadro 5.8.2
Características principais das variantes para a ligação Pacoti-Riachão-Gavião

DESIGNAÇÃO DOS TRABALHOS	UNIDA- DES	VARIANTES		
		VARIANTE 1 Duplicação da capacidade da estrutura existente	VARIANTE 2 Estação de bombeamento	VARIANTE 3 Estação de bombeamento e novo canal
CARACTERÍSTICAS GERAIS		Duplicação da capacidade da estrutura existente	Estação de bombeamento	Estação de bombeamento e novo canal
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	12,00	12,00	12,00
Comprimento total	m	7.650	6.080	7.750
CANAIS		Ampliação de canal existente	Ampliação de canal existente	Ampliação de canal existente / Novo canal
Comprimento da ampliação Pacoti- Riachão	m	1.000	1.000	1.000
Comprimento da ampliação Riachão-Gavião	m	5.050	5.050	5.050
Comprimento do novo canal		0	0	1.600
Comprimento total	m	6.050	6.050	7.650
ADUTORAS		-	-	-
Comprimento de tubulação 2xDN2000	m	0	20	100
Comprimento de tubulação 2xDN2500	m	0	0	0
Comprimento total	m	0	30	100
TÚNEIS		-	Sem novo túnel	Sem novo túnel
Comprimento total	m	1.600	0	0
ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO		Não necessita bombeamento	Bombeamento	Bombeamento
Vazão de dimensionamento	m ³ /s	0,00	12,00 (1)	12,00 (1)
Altura manométrica média	m	0,00	12,00	10,00
Número total de grupos	-	0	4	4
Altura geométrica máxima	m	0,00	14,00	12,00
Potência total instalada (hidráulica)	MW	0,0	1,9	1,7
PERDA DE CARGA (apenas bombeamento)				
Total	m	0,00	12,00	10,00
Diferença para o menor valor	m	0,00	12,00	10,00
Potência marginal instalada	MW	0,00	1,9	1,7
OBRAS ESPECIAIS				
Captação no açude Riachão		-	Idêntica para ambas as variantes	Idêntica para ambas as variantes
CUSTO DE CONSTRUÇÃO				
Total construção civil		22.487.500	15.082.500	20.890.500
Total equipamentos		1.272.500	9.007.500	9.095.500
Total geral		23.760.000	24.090.000	29.986.000
Variação em relação ao valor mais baixo (%)		0,0	1,4	26,2
CUSTOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO				
Consumo de energia (ano 2040) (2)	GWh/ano	0,00	5,60	4,70
Custo anual estimado (ano 2040) (2)	R\$/ano	0	367.000	305.000
Operação e manutenção	R\$/ano	125.163	165.488	195.408
CUSTOS ATUALIZADOS (taxa de 10% e período de 40 anos)				
Investimentos	MR\$	19,40	17,95	22,81
Custo atualizado da energia	MR\$	0,00	1,59	1,32
Custo atualizado da operação e manutenção	MR\$	0,92	1,22	1,44
Custo total atualizado	MR\$	20,32	20,75	25,57
Variação em relação ao valor mais baixo (%)	%	0,0	2,2	25,9

NOTA: (1) - A capacidade máxima do sistema existente é estimada em 9,00 m³/s; resultando a vazão de dimensionamento de 21,00-9,00=12,00 m³/s.

(2) - Valores correspondentes à diferença de perdas de energia relativamente à variante com menor perda de energia.

Com base nos resultados obtidos adotou-se a variante 1 para a ligação Riachão-Gavião, atendendo a que apresenta custos de construção semelhantes ao da variante 2 e não exige o recurso a bombeamento com o dispêndio de energia associado.

5.8.6.4. Descrição da solução adotada

A solução adotada para a ampliação da capacidade de vazão da ligação Riachão-Gavião, consiste na duplicação do túnel existente e da ampliação do canal a jusante, continuando o sistema a funcionar por gravidade.

A ampliação será dimensionada para a vazão de 15 m³/s, considerando-se que o atual sistema continua em operação para a capacidade atual de 7 m³/s, resultando a capacidade de vazão total de 22,0 m³/s do Sistema Adutor nesse trecho.

O novo túnel terá assim um traçado paralelo ao existente, e uma extensão idêntica. Considerou-se também a adoção de uma seção também em ferradura, com uma altura máxima de 4,20 m e largura na base de 3,45 m. Considera-se também a ampliação do canal para jusante do túnel, adotando-se a largura de soleira de 8,0 m e taludes inclinados a 1:0,5 (H:V). Poderão contudo adotar-se outras seções de capacidade de vazão equivalente, quer para o túnel quer para o canal.

5.9. ESTIMATIVA DE CUSTOS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

5.9.1. Estimativa de custos

A estimativa de custos realizada no presente estudo teve como objetivo fundamental a definição dos custos de execução das obras para a solução adotada a nível de Estudo de Viabilidade.

No presente relatório são apresentados apenas os custos de construção das obras e aquisição de equipamentos, sendo os respectivos custos de operação e manutenção e custos de energia apresentados no relatório de análise econômica e financeira do aproveitamento (Relatório Final da Fase B4).

Foram utilizados preços de mercado de final de 2001, tendo sido consultados preços unitários de outras obras da mesma natureza, recentemente construídas e/ou projetadas na região. Os quantitativos das obras a realizar para as variantes consideradas foram obtidos através da medição nos desenhos apresentados e têm um detalhe compatível com a presente fase dos estudos. A estimativa de custos de aquisição de equipamentos, designadamente de grupos eletrobomba, foi efetuada com base em consultas realizadas a fabricantes e fornecedores especializados.

Os quantitativos para as obras em linha – adutoras e sifões – foram obtidos através do traçado da adução em topografia na escala 1:25 000. Para a estimativa de custo destas obras foram utilizadas as curvas de custo desenvolvidas e apresentadas na “Fase B1 – Formulação de Alternativas”. Algumas das parcelas, de menor relevo, foram estimadas por valor global ou por grandes grupos, designadamente no que diz respeito a obras localizadas, comuns às diferentes variantes consideradas.

Estas curvas paramétricas consideram as diferentes situações de escavação em função do tipo de terreno habitualmente encontrado, tipificadas em três seções tipo de escavação e uma seção tipo de aterro. Consideram-se as habituais categorias de classificação das condições de escavação dos terrenos: 1ª categoria para solo, 2ª categoria para rocha branda e 3ª categoria para rocha dura.

A seção tipo 1 corresponde a zonas de escavação com rocha a pequena profundidade ou à superfície, em que se considera em média a escavação inicial de 1,0 de profundidade em terrenos 1ª categoria e de 1,0 m em terrenos de 2ª categoria e a restante profundidade de

escavação em terrenos de 3ª categoria. A seção tipo 3 corresponde a zonas de escavação com rocha a maior profundidade, em que se considera em média a escavação inicial de 2,0 de profundidade em terrenos 1ª categoria e de 2,0 m em terrenos de 2ª categoria e a restante profundidade de escavação em terrenos de 3ª categoria. A seção tipo 3 considera unicamente a escavação em terrenos de 1ª categoria.

As diferentes curvas paramétricas de custo adotadas, e que se representam na Figura 5.9.1, são as seguintes:

- Escavação em rocha (seção tipo 1)
 - Custo [R\$/m] = $-0,0802 p^3 + 12,303 p^2 + 563,41 p + 749,02$
- Escavação em solo/rocha (seção tipo 2)
 - Custo [R\$/m] = $-0,3320 p^3 + 23,566 p^2 + 383,70 p + 481,05$
- Escavação em solo (seção tipo 3)
 - Custo [R\$/m] = $-0,0046 p^3 + 14,853 p^2 + 106,76 p + 1220,84$

Em que p é a profundidade medida entre o nível de água de regime permanente e a cota do terreno natural para seções em escavação ou a altura entre os mesmos níveis para as seções em aterro.

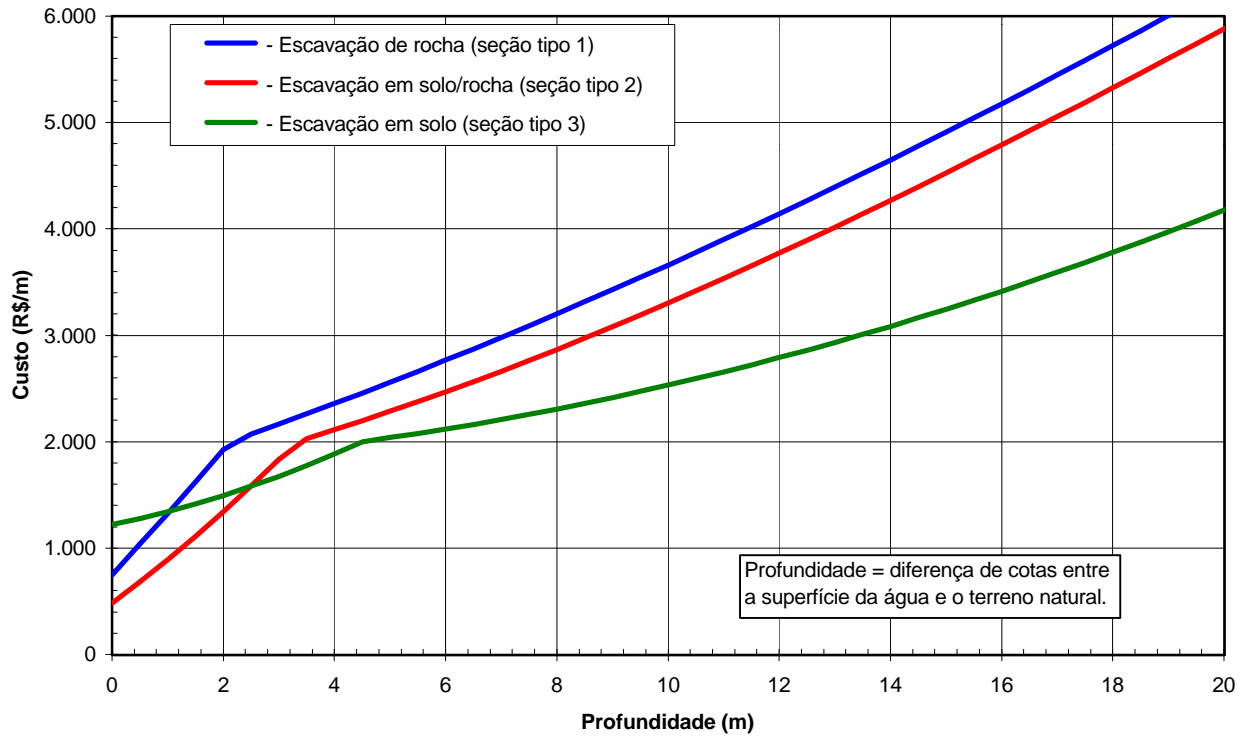
Para os trechos em sifão, constituídos por duas tubulações DN2500 considerou-se um custo unitário de 6 000 R\$/m, em que se considera incluído o custo de aquisição da tubulação e todas as obras civis para instalação em vala ou aérea em blocos de concreto. O custo dos túneis foi estimado com base num custo unitário de 17 000 R\$/m, incluindo escavação, revestimento provisório e revestimento definitivo.

Para as estruturas e equipamentos da captação (estação de bombeamento e adutoras de sucção e de recalque) e para as obras do Trecho 1 do canal adutor, foram utilizados os custos estimados a nível de Projeto Básico, atualizados para Dezembro 2001.

As curvas paramétricas de custo foram também calibradas em função desses custos, pelo que se pode considerar representarem uma aproximação bastante fiável do custo do conjunto das obras a realizar.

No Quadro 5.9.1 resumem-se os custos estimados para a execução de cada trecho do Sistema Adutor. São indicados os valores totais parciais relativos a obras civis e a equipamentos (incluindo as tubulações dos sifões), quer para a 1ª Etapa de construção quer para a 2ª Etapa.

Canal em escavação



Canal em aterro

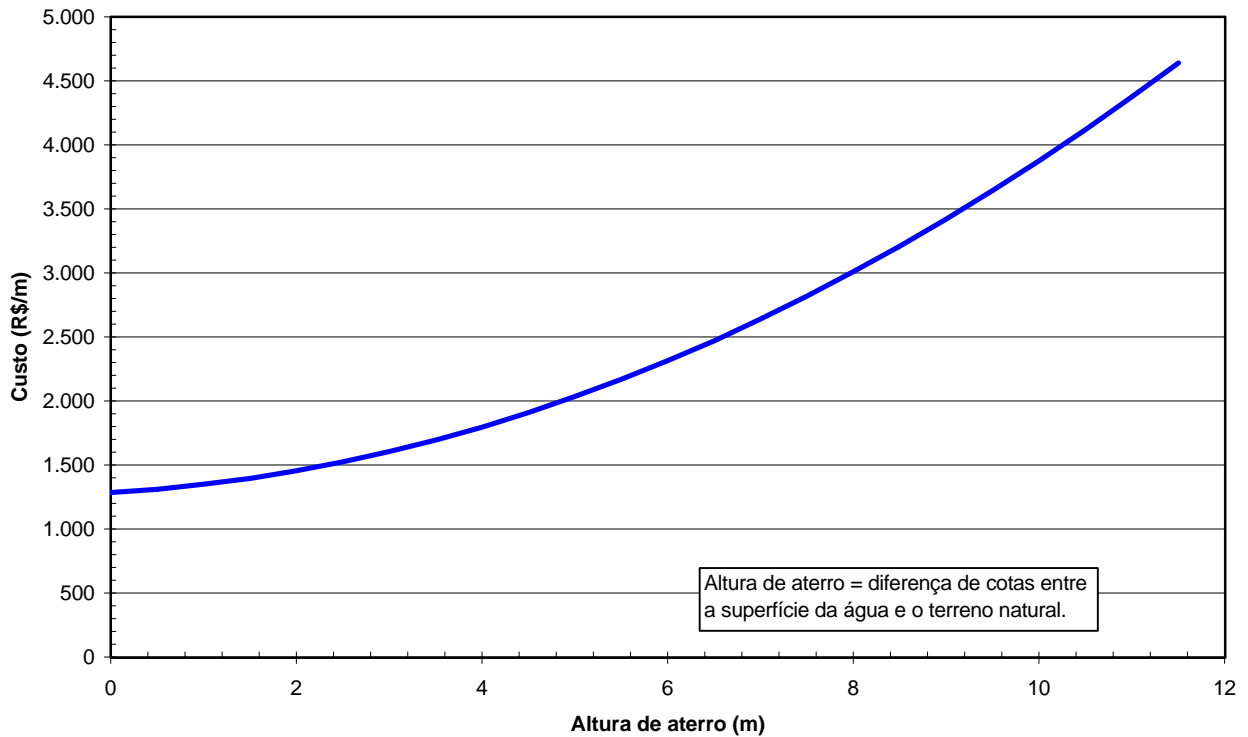


Figura 5.9.1
Curvas paramétricas do custo de construção de canais

QUADRO 5.9.1 - RESUMO DO ORÇAMENTO DO SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-FORTALEZA



PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)								
	ETAPA 1			ETAPA 2			TOTAL		
	Obras Civas	Equipamentos	Total 1	Obras Civas	Equipamentos	Total 2	Obras Civas	Equipamentos	Total Geral
RESUMO									
1 CAPTAÇÃO NO AÇUDE CASTANHÃO (3.3 km)									
ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO	7.176.605	1.747.900	8.924.505	0	677.600	677.600	7.176.605	2.425.500	9.602.105
ADUTORAS (3,3 km)	4.772.234	9.604.650	14.376.884	3.050.453	9.585.400	12.635.853	7.822.687	19.190.050	27.012.737
EQUIPAMENTOS ELETRO-MECÂNICOS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO (BOMBAS, MOTORES E INVERSORES DE FREQUÊNCIA)	0	7.964.000	7.964.000	0	7.964.000	7.964.000	0	15.928.000	15.928.000
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO, SUB-ESTAÇÃO E ADUTORAS	0	2.321.000	2.321.000	0	394.900	394.900	0	2.715.900	2.715.900
TOTAL 1.....	11.948.839	21.637.550	33.586.389	3.050.453	18.621.900	21.672.353	14.999.292	40.259.450	55.258.742
2 TRECHO 1 DO SISTEMA ADUTOR (KM 2+500 A 53+900) (Açude Castanhão - Açude Curral Velho; 51.4 km)									
CANAIS ADUTORES (35.9 km)	62.017.529	4.339.371	66.356.900	871.200	0	871.200	62.888.729	4.339.371	67.228.100
SIFÕES (15.5 km)	17.830.429	34.158.957	51.989.385	15.495.625	36.258.404	51.754.030	33.326.054	70.417.361	103.743.415
TOTAL 2.....	79.847.958	38.498.327	118.346.285	16.366.825	36.258.404	52.625.230	96.214.783	74.756.731	170.971.515
<i>Nota: Nova origem de quilometragem no açude Curral Velho.</i>									
3 TRECHO 2 DO SISTEMA ADUTOR (KM 0-400 A 69+300) (Açude Curral Velho - Rio Pirangí; 69.7 km)									
CANAIS ADUTORES (58.85 km)	142.437.240	15.826.360	158.263.600	0	0	0	142.437.240	15.826.360	158.263.600
SIFÕES (10.85 km)	11.488.939	23.005.007	34.493.946	8.686.781	22.605.007	31.291.788	20.175.720	45.610.013	65.785.733
TOTAL 3.....	153.926.179	38.831.367	192.757.546	8.686.781	22.605.007	31.291.788	162.612.960	61.436.373	224.049.333
4 TRECHO 3 DO SISTEMA ADUTOR (KM 69+300 A 113+000) (Rio Pirangí - Açude Pacajús; 43.7 km)									
CANAIS ADUTORES (36.65 km)	64.151.880	7.127.987	71.279.867	0	0	0	64.151.880	7.127.987	71.279.867
SIFÕES (7.05 km)	7.993.146	14.966.170	22.959.316	5.520.714	14.366.170	19.886.884	13.513.860	29.332.340	42.846.200
TOTAL 4.....	72.145.026	22.094.157	94.239.183	5.520.714	14.366.170	19.886.884	77.665.740	36.460.327	114.126.067
5 TRECHO 4 DO SISTEMA ADUTOR (KM 113+000 A 138+500 E LIGAÇÃO PACAJÚS-PACOTI-RIACHÃO-GAVIÃO) (Açude Pacajús - Açude Pacoti - Açude Gavião; 25.5+8.6 km)									
CANAIS (22.86 km)	55.373.400	6.152.600	61.526.000	0	0	0	55.373.400	6.152.600	61.526.000
SIFÕES (2.64 km)	2.792.217	5.904.990	8.697.207	2.269.203	5.904.990	8.174.193	5.061.420	11.809.980	16.871.400
CANAL DE LIGAÇÃO PACOTI-RIACHÃO (0.8 km)	1.478.880	164.320	1.643.200	0	0	0	1.478.880	164.320	1.643.200
TÚNEL E CANAIS RIACHÃO-GAVIÃO (7.8 km)	31.419.873	3.283.193	34.703.067	0	0	0	31.419.873	3.283.193	34.703.067
TOTAL 5.....	91.064.370	15.505.103	106.569.473	2.269.203	5.904.990	8.174.193	93.333.573	21.410.093	114.743.667
TOTAL GLOBAL (202,2 km)	408.932.372	136.566.504	545.498.876	35.893.977	97.756.471	133.650.448	444.826.349	234.322.975	679.149.324

No Anexo 2 apresenta-se o resumo dos quantitativos detalhados estimados para a execução do Sistema Adutor, repartidos por sub-trecho e por componente de obra, designadamente os trechos de canal, os sifões e as obras especiais. Os custos das obras em linha, canais e sifões, estimados através de curvas paramétricas de custo, são detalhados no Anexo 1.

O custo total global estimado é de 679,1 MR\$ para o conjunto do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, sendo 444,8 MR\$ correspondentes a obras civis (65%) e 234,3 MR\$ a equipamentos (35%).

O custo total da 1ª Etapa de construção será de 545,5 MR\$, representando 80% do custo total global das duas etapas. Na 1ª Etapa 408,9 MR\$ são relativos a custo de obras civis (75%) e 136,6 MR\$ a equipamentos (25%). Na 2ª Etapa o custo relativo a equipamentos, essencialmente tubulações, é superior ao custo das obras civis.

5.9.2. Cronograma de execução do Sistema Adutor

5.9.2.1. Etapas de execução

A evolução das demandas hídricas da região prevista até ao ano horizonte de projeto, permite considerar o faseamento da execução das obras que integram o Sistema Adutor, designadamente da instalação dos equipamentos principais de estações de bombeamento (grupos, inversores de frequência, transformadores, etc.) e das adutoras e sifões. Dos estudos das demandas hídricas resultou assim a definição quer do cronograma de execução dos diferentes trechos da adução quer do faseamento de execução das obras.

Visando também o faseamento temporal do empreendimento e respetivos investimentos, dividiu-se a obra em duas etapas de construção. A primeira etapa, a ser iniciada no final de 2001, deverá ter capacidade nominal de transportar cerca de metade da vazão de projeto e a segunda, a ser iniciada no ano 2010, complementar o empreendimento, cuja capacidade de final de plano será suficiente para atender as demandas projetadas para o ano de 2030 (22 m³/s).

Dessa forma, foi considerado o faseamento da construção da totalidade do Sistema Adutor em duas etapas:

- Etapa 1 : compreende a execução das obras civis da estação de bombeamento, dos canais adutores, do túnel, de uma tubulação das adutoras da captação e dos sifões e a instalação de parte dos equipamentos da estação de bombeamento.
- Etapa 2 : nesta etapa será completado o Sistema Adutor, com a construção da segunda linha das adutoras e sifões e a instalação dos restantes grupos elevatórios da estação de bombeamento.

O canal adutor será assim totalmente executado na primeira etapa de construção, excetuando-se somente a instalação de parte dos equipamentos hidromecânicos e uma das linhas dos sifões. Na primeira etapa de construção serão instalados metade dos equipamentos previstos para a vazão nominal da estação de bombeamento, ou seja 4 de 8 grupos; verifica-se contudo que nesse período a capacidade efetiva de vazão será superior a metade da capacidade final, dado que nos 8 grupos totais se inclui um de reserva. Para as estruturas especiais da adução considera-se de forma geral que os trabalhos de construção civil são executados numa única etapa e que a instalação dos equipamentos é realizada em duas etapas.

A 2ª Etapa de construção deverá entrar em operação em 2013, cerca de 8 anos após a entrada em serviço da 1ª Etapa (2005), contudo o intervalo de tempo entre a execução das duas etapas deverá ser definido em função da real evolução das necessidades de água da região.

5.9.2.2. Execução da 1ª Etapa

O cronograma de execução dos diferentes trechos, na 1ª Etapa de construção, considera a construção dos diferentes trechos de montante para jusante, com um desfazamento de cerca de 5 anos na entrada em serviço do primeiro trecho e a conclusão da totalidade do Sistema Adutor. Refira-se que a execução de cada trecho possibilitará a entrada em serviço gradual do sistema, dado que cada um dos trechos indicados constitui uma parte de obra que poderá ser implementada de forma independente. Será assim possível atender determinadas utilizações de água prioritárias, antecipadamente à entrada em funcionamento da totalidade da adução.

A entrada em serviço do Trecho 1, que termina no açude Curral Velho, possibilitará o reforço da alimentação do Projeto de Irrigação de Tabuleiro de Russas, sendo as vazões transferidas desde o Castanhão utilizáveis para a implementação da segunda fase desse projeto.

A execução do Trecho 2, que termina na travessia do rio Pirangí, permitirá a perenização desse rio e, eventualmente, numa situação emergencial, a transferência para o açude Pacajús das vazões descarregadas no leito do rio. Esta transferência utilizaria uma captação temporária

a construir no rio Pirangí, na seção da travessia do Canal do Trabalhador, com bombeamento para esse canal e utilização do trecho final do Canal do Trabalhador. Esse sistema, a ser executado, constituiria uma solução provisória para o reforço do abastecimento de água à RMF.

A posterior conclusão do Trecho 3 permitirá a alimentação do açude Pacajús, utilizando-se o sistema atual de bombeamento (canais, elevatórias e açude Erêre) para transporte das vazões até ao açude Pacoti e deste para os açudes Riachão e Gavião. Faz-se assim chegar à Estação de Tratamento de Água do Gavião, numa situação provisória, as vazões captadas no açude Castanhão.

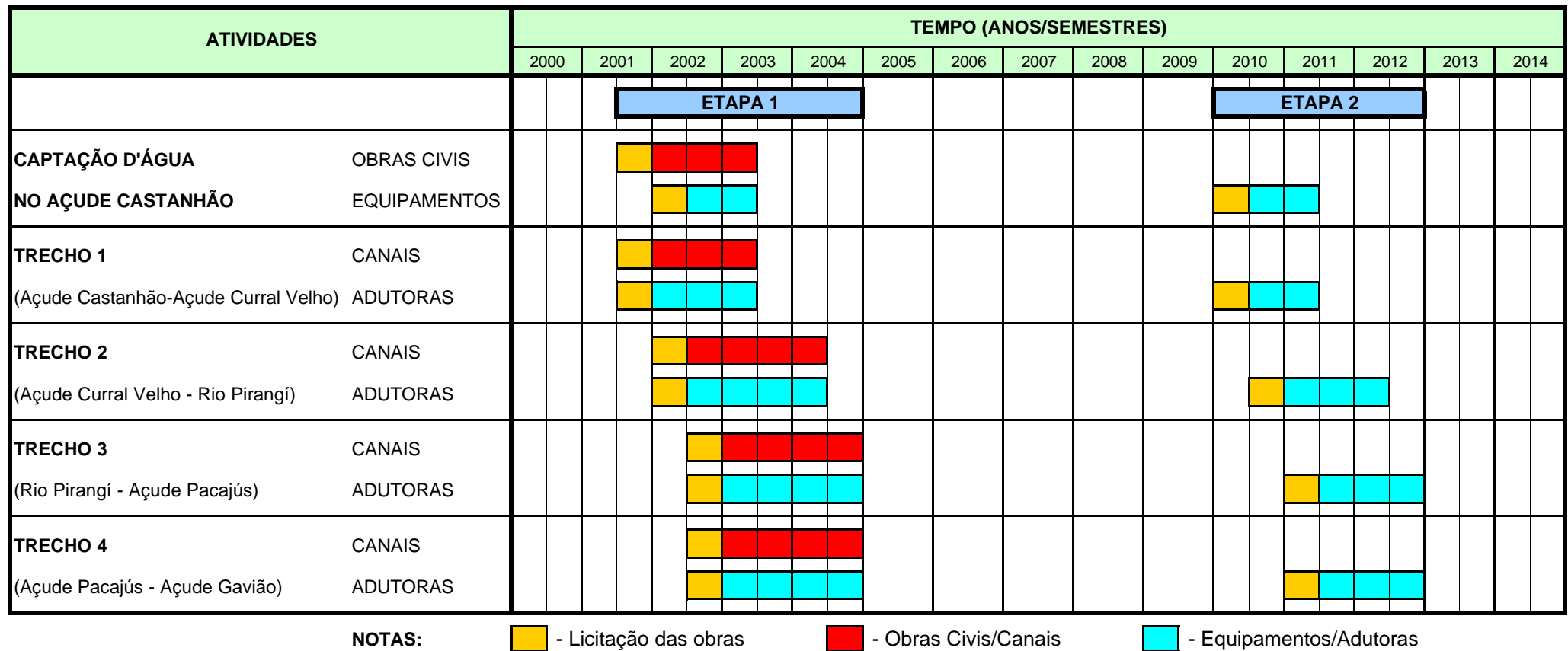
A execução do Trecho 4, entre o açude Pacajús e o açude Gavião, que inclui a ampliação do sistema gravítico existente de interligação entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião, concluirá as obras o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza, possibilitado a alimentação direta e em adequadas condições da ETA do Gavião com as vazões captadas no açude Castanhão.

Admitiu-se assim que a construção da 1ª Etapa do Sistema adutor Castanhão-RMF será objeto de licitação em cinco concorrências distintas, quais sejam:

- Concorrência 1 : engloba as obras civis, montagem de equipamentos e também fornecimento de tubulações, conexões e equipamentos hidro-eletromecânicos que apresentam grande interdependência com as obras civis propriamente ditas, do Trecho 1 - Castanhão-Curral Velho;
- Concorrência 2 : engloba a aquisição das bombas, motores, inversores de frequência e o fornecimento e montagem dos equipamentos e instalações elétricas, referentes à estação de bombeamento a qual está contida no Trecho 1 - Castanhão-Curral Velho;
- Concorrência 3 : engloba todas as obras civis, montagem de equipamentos e também fornecimento de tubulações, conexões e equipamentos hidro-eletromecânicos, do Trecho 2;
- Concorrência 4 : engloba todas as obras civis, montagem de equipamentos e também fornecimento de tubulações, conexões e equipamentos hidro-eletromecânicos, do Trecho 3;
- Concorrência 5 : engloba todas as obras civis, montagem de equipamentos e também fornecimento de tubulações, conexões e equipamentos hidro-eletromecânicos relativos ao Trecho 4.

Na Figura 5.9.2 apresenta-se o cronograma previsto para a realização dos diferentes trechos e etapas de execução do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza.

Figura 5.9.2
Cronograma de Realização do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza



CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. OBJETIVOS DO ESTUDO

O aproveitamento em estudo visa fundamentalmente o reforço do abastecimento de água à Região Metropolitana de Fortaleza, previsto para o horizonte de 2030, através da derivação do rio Jaguaribe, perenizado pelo açude Castanhão.

O presente relatório culmina os estudos da “Etapa B : Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental” do estudo designado por “Atendimento das Demandas Hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza”, constituindo-se no Relatório Final da “Fase B5 : Seleção da Melhor Alternativa”. A análise da viabilidade financeira e econômica do aproveitamento é apresentada no Relatório Final da Fase B4.

As principais conclusões do presente “Relatório Final do Estudo de Viabilidade” consistem na definição da solução mais adequada para a concretização da transferência de recursos hídricos do rio Jaguaribe para a satisfação das demandas hídricas da Região Metropolitana de Fortaleza e na determinação das suas principais características técnicas.

A transferência de águas será concretizada através da execução de um conjunto de infra-estruturas de captação e adução que fazem a ligação entre o açude Castanhão no rio Jaguaribe e o açude Gavião, junto ao qual se encontra implantada a Estação de Tratamento de Água que abastece Fortaleza. Estas estruturas designaram-se por “Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza” ou, mais propriamente por “Eixo de Integração Castanhão-Fortaleza”, refletindo o fato de esta adução proporcionar também a satisfação das demandas hídricas da região atravessada pela adução, designadamente de diversos projetos de irrigação existentes ou planejados.

6.2. ESTUDOS BÁSICOS REALIZADOS

Os estudos iniciais realizados possibilitaram a definição de um conjunto de cinco soluções alternativas para a concretização do Sistema Adutor, que se distinguem pela região atravessada pela adução e pelo ponto de captação no rio Jaguaribe, e que foram designadas por “Macro-Alternativas” AG1 a AG5.

A escolha da solução a adotar para a transferência apoiou-se então num conjunto de estudos básicos realizados nas fases anteriores do projeto, designadamente da Etapa A de

Diagnóstico, da Fase B1 de Formulação de Alternativas e das Fases B2/B3 de Estudos Setoriais, que consistiram fundamentalmente no seguinte:

- Estudo das demandas hídricas;
- Estudo dos recursos hídricos;
- Estudos de balanço hídrico;
- Estudos ambientais;
- Estudos socio-econômicos;
- Estudos topográficos.
- Estudos geotécnicos;

O estudo das demandas hídricas considerou a área de influência do projeto nas bacias do rio Jaguaribe e dos rios da região Metropolitana e os seguintes tipos de demandas: humana urbana, industrial, turismo, irrigação (intensiva e difusa) e demandas difusas rurais (humanas e animais). Estima-se que as demandas hídricas totais na situação atual, sejam de 13,0 m³/s nas bacias Metropolitanas e 23,1 m³/s na bacia do Jaguaribe. No ano horizonte de projeto a demanda total atinge 70,9 m³/s, sendo 32,4 m³/s nas bacias Metropolitanas e 38,5 m³/s na bacia do Jaguaribe.

Verifica-se que as demandas de irrigação são largamente predominantes na bacia do Jaguaribe, atingindo cerca de 95% do total na situação atual e 86% na situação futura. As demandas humanas urbanas, industriais e turísticas representam a maior parte das demandas totais das bacias Metropolitanas, ou seja cerca de 94% do total na situação atual e 95% na situação futura.

Os recursos disponíveis na “RMF+entorno” consistem essencialmente nas vazões regularizadas pelos principais açudes existentes, que representam a quase totalidade dos recursos mobilizáveis. O estudo de recursos hídricos incidiu assim sobre a bacia do Jaguaribe (açudes Castanhão, Orós, Banabuiú e Pedras Brancas) e as bacias Metropolitanas (sistema de açudes Pacajús.Pacoti-Riachão-Gavião, Sítios Novos e Cauhípe), tendo-se analisado a capacidade de regularização de cada reservatório.

Foram também avaliadas as potencialidades futuras das bacias para mobilização de novos recursos, designadamente os aproveitamentos hidráulicos cuja construção é prevista a curto ou médio prazo, que são essencialmente o açude Figueiredo na bacia do Jaguaribe e os açudes

Aracoiaba, Catu e Malcozinhado nas bacias Metropolitanas. A capacidade de regularização dos açude existentes e previstos foi estimada em 49,4 m³/s para a bacia do rio Jaguaribe e em 12,7 m³/s para as bacias Metropolitanas (considerando 90% de garantia de fornecimento).

Outros recursos locais analisados foram os recursos subterrâneos, avaliados em 0,5 m³/s, e os recursos das lagoas litorâneas que foram considerados sem significado. Verifica-se também existir a possibilidade de reuso de águas residuais tratadas para satisfação de parte das demandas hídricas para rega ou industriais da Região Metropolitana de Fortaleza, possibilitando, a longo prazo, a redução das vazões a transferir a partir do rio Jaguaribe em valores da ordem de 4,0 m³/s.

Os estudos de balanço hídrico consistiram na elaboração de um modelo de simulação da operação dos reservatórios e do Sistema Adutor, cuja utilização sistemática possibilitou a definição das origens de água a mobilizar e da vazão de dimensionamento a adotar para a transposição. Neste estudo foram considerados níveis de garantia de oferta de água diferenciados para abastecimento humano e para rega.

As simulações de operação realizadas consideraram duas hipóteses: i) minimizar a vazão máxima transposta no canal ou ii) minimizar a vazão transposta média, ou seja, maximizar o aproveitamento dos recursos locais nas Bacias Metropolitanas. Estes estudos concluíram que a solução mais adequada será a maximização da utilização dos recursos hídricos próprios das bacias Metropolitanas, complementados com a transferência de vazões do rio Jaguaribe regularizadas pelo açude Castanhão, podendo a captação d'água ser realizadas no próprio açude ou no rio a jusante.

A vazão máxima de dimensionamento da transposição foi desta forma definida igual a 22,0 m³/s, dos quais 14,3 m³/s, em média, destinam-se ao abastecimento da RMF, podendo atingir-se o máximo de 19,0 m³/s transferidos para a RMF.

Os estudos ambientais visaram fundamentar a escolha da melhor solução para a transposição, tendo compreendido a caracterização dos meios abiótico, biótico e antrópico, e sua classificação na forma de uma matriz de impacto ambiental comparativa entre as diferentes Macro-alternativas.

Os principais aspectos a reter das conclusões desses estudos dizem respeito ao reduzido impacto relativo aos terrenos a ocupar pela faixa de expropriação da adução, atendendo à que apenas cerca 15% desses terrenos terem utilização agrícola e que ao longo de todo o canal

apenas existir a necessidade de relocar 109 famílias, sendo geralmente possível efetuar o reassentamento no interior das próprias propriedades. Em contrapartida, o uso dos recursos hídricos aduzidos favorecerá o desenvolvimento hidroagrícola possibilitando, no ano 2030, a irrigação de parte de 11.500 ha potenciais em áreas de tabuleiros e o reforço de perímetros existentes, designadamente Xique-xique (560 ha) e Tabuleiros de Russas (10.300 ha). Além disso, o empreendimento proporcionará o abastecimento d'água de 17 sedes municipais e 57 povoados, estando aí incluso a Região Metropolitana de Fortaleza (5 600 000 habitantes no ano 2030).

A metodologia utilizada para a avaliação socio-econômica consistiu numa pesquisa de campo por amostragem (inquéritos), sendo os resultados obtidos tabulados e mapeados sobre as bases topográficas disponíveis. Nestes estudos efetuou-se essencialmente a caracterização da população, atividades econômicas e infra-estruturas impactadas pela implementação do projeto.

As base topográficas utilizados para o estudo de viabilidade consistiram nas cartas 1:100 000 e 1:25 000 disponíveis, que abrangem as regiões atravessadas pelas diferentes alternativas consideradas. Foram ainda realizados levantamentos topográficos das principais travessias existentes ao longo do traçado, para definição das soluções a adotar nesses locais.

Os estudos geotécnicos realizados visaram a caracterização dos terrenos de fundação das obras nos locais de implantação, tendo compreendido a realização de investigações de campo, que envolveram reconhecimento de superfície, abertura de poços e execução de sondagens mecânicas. Estes resultados permitiram a definição de perfis geotécnicos ao longo do traçado de cada uma das Macro-alternativas consideradas no estudo.

6.3. MACRO-ALTERNATIVAS PARA A TRANSPOSIÇÃO

Os diferentes estudos básicos acima descritos foram elaborados em função das macro-alternativas definidas para o Sistema Adutor, visando dar suporte à tomada de decisões quanto à melhor solução do ponto de vista técnico, econômico, ambiental e também socio-econômico. Estes estudos forneceram também os dados de base necessários à tomada de opções na definição da capacidade e demais características técnicas do Sistema Adutor, tendo conduzido à elaboração de uma Matriz de Comparação, compilando os aspetos mais relevantes.

A seleção da Macro-alternativa mais adequada para a transposição baseou-se na análise dos aspetos apresentados na referida Matriz de Comparação, tendo-se concluído que a alternativa

AG2, embora não sendo a de menor custo, se destaca claramente como a mais indicada para a materialização da transposição.

Dentre todas as vantagens apresentadas por esta alternativa AG2, destacam-se os seguintes aspectos como sendo os mais relevantes:

- captação diretamente no Castanhão, evitando os problemas ambientais de qualidade da água e as dificuldades de gestão relacionados às alternativas que captam água a jusante;
- facilidade de integração com os projetos de irrigação prioritários do Jaguaribe, indicando um alto potencial de indução ao desenvolvimento social e econômico da faixa de influência do projeto;
- valor do custo total, relativo entre as alternativas, classificado como médio, tendo o menor custo de operação entre todas;
- apresentou os maiores benefícios para a região doadora, implicando em uma maior facilidade de negociação do projeto junto ao Comitê de usuários da bacia do Jaguaribe.

Os estudos topográficos detalhados foram realizados para a Macro-alternativa selecionada e definida na escala 1:25 000 (desde o Castanhão até o açude Pacoti), consistindo na realização de um levantamento aerofotogramétrico do eixo numa faixa de cerca de 1,0 km, na escala 1:15000 com restituição na escala 1:5000 (estes trabalhos, a utilizar nas Etapas seguintes do projeto encontram-se já concluídos). Os serviços topográficos tiveram como objetivos levantar planialtimetricamente áreas indicadas para a captação e obras localizadas, locar no terreno as variantes principais de traçados para a Macro-alternativa selecionada, cadastrar interferências e gerar perfis para estudos mais específicos.

Os estudos ambientais realizados no âmbito do presente projeto consistiram também na elaboração e um Estudo de Impacto Ambiental do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza para a macro-alternativa selecionada, que constituiu um documento autônomo (EIA/RIMA completo para a Macro-alternativa selecionada) e cujos resultados principais se encontram recapitulados no presente relatório. Nesse âmbito foi definida a viabilidade ambiental do projeto proposto, através da detecção e análise dos principais impactos ambientais e sócio-econômicos decorrentes de sua implantação e operação.

6.4. SOLUÇÃO ADOTADA PARA O SISTEMA ADUTOR

A macro-alternativa selecionada para a transposição foi ainda objeto de estudos de otimização, que compreenderam a definição e análise de variantes para diversos trechos do traçado e para as principais travessias e obras localizadas existentes ao longo do traçado seu traçado. Do estudo de variantes realizado resultou a definição, para este nível de Estudo de Viabilidade, das características técnicas principais da solução adotada para o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza.

A solução adotada para a transposição do rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza (Eixo de Integração Castanhão-RMF) consiste na execução de uma adução que integra uma captação no açude Castanhão (estação de bombeamento e adutoras de sucção e de recalque) e uma adução gravítica até ao açude Gavião, situado na Região Metropolitana de Fortaleza (canais, sifões, obras correntes e obras especiais).

O Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza é dimensionado para a captação e transporte de uma vazão máxima de 22 m³/s no trecho de montante (até ao açude Curral Velho) e de 19 m³/s nos trechos de jusante, possuindo um desenvolvimento total de 202,2 km. As principais obras a executar são as seguintes:

- Estação de bombeamento, situada imediatamente a jusante do açude Castanhão, dimensionada para uma vazão de 22 m³/s e dispendo de uma potência instalada de 17,6 MW.
- Adutoras de sucção e de recalque, possuindo um desenvolvimento total de 3,3 km e constituídas por duas tubulações paralelas de diâmetros 2200/2500 mm cada.
- Canais adutores com um desenvolvimento total de cerca de 161,8 km (excluindo as adutoras dos sifões).
- Trechos de adutoras gravíticas em sifão, com um desenvolvimento total de cerca de 36,0 km, constituídas por duas tubulações paralelas de diâmetros 2500 a 2800 mm.
- Ampliação do canal de ligação entre os reservatórios dos açudes Pacoti e Riachão, com um desenvolvimento total de cerca de 0,8 km.
- Túnel (duplicação do túnel existente) e ampliação do canal de ligação entre os reservatórios dos açudes Riachão e Gavião, com um desenvolvimento de 1,1 km em túnel e de 6,7 km em canal. A adução termina no reservatório do açude Gavião.

Os desenhos do projeto apresentados em volume separado, representam o Sistema Adutor nas escalas 1:100 000, 1:50 000 e 1:25 000.

Tendo em consideração o possível faseamento de implantação e de licitação das obras, a adução foi repartida nos seguintes trechos principais, definidos pelos principais locais geográficos de passagem:

- Trecho 1 : Açude Castanhão – Açude Curral Velho (54,7 km), que integra a estação de bombeamento do Castanhão e as adutoras de sucção e de recalque.
- Trecho 2 : Açude Curral Velho – Rio Pirangí (69,7 km); Este trecho inicia-se na captação no açude Curral Velho e termina na seção do sifão do rio Pirangí junto à travessia do leito desse rio.
- Trecho 3 : Rio Pirangí – Açude Pacajús (43,7 km); Este trecho é a continuação do Trecho 2 e termina a montante do sifão do rio Choró, junto à ombreira direita do açude Pacajús.
- Trecho 4 : Açude Pacajús – Açude Gavião (34,1 km); Este trecho é a continuação do Trecho 3 e inclui a ampliação dos trechos de ligação entre os açudes Pacoti, Riachão e Gavião.

Cada um dos trechos indicados constitui uma parte de obra que poderá ser implementada de forma independente, seqüencialmente de montante para jusante, possibilitando a entrada em serviço faseada do Sistema Adutor. Será assim possível atender determinadas utilizações de água prioritárias, antecipadamente à entrada em funcionamento da totalidade da adução.

6.5. CUSTOS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Tendo em consideração a evolução estimada das demandas hídricas da região e visando o faseamento temporal dos investimentos exigidos pelo empreendimento, dividiu-se a obra em duas etapas de construção:

- Etapa 1 : compreende a execução das obras civis da estação de bombeamento, dos canais adutores, do túnel, de uma tubulação das adutoras da captação e dos sifões e a instalação de parte dos equipamentos da estação de bombeamento.
- Etapa 2 : nesta etapa será completado o Sistema Adutor, com a construção da segunda linha das adutoras e sifões e a instalação dos restantes grupos elevatórios da estação de bombeamento.

A primeira etapa, a ser iniciada no final de 2001 e concluída em 2005, deverá ter capacidade nominal de transportar cerca de metade da vazão de projeto. A segunda etapa, a ser iniciada no ano 2010 e concluída em 2013 (8 anos após a entrada em serviço da primeira etapa), completará o empreendimento, para a capacidade final prevista de 22 m³/s no ano 2030.

O cronograma de execução dos diferentes trechos, na 1ª Etapa de construção, considera a construção dos diferentes trechos de montante para jusante, com um desfazamento de cerca de 5 anos na entrada em serviço do primeiro trecho e a conclusão da totalidade do Sistema Adutor. Refira-se que a execução de cada trecho possibilitará a entrada em serviço gradual do sistema, dado que cada um dos trechos indicados constitui uma parte de obra que poderá ser implementada de forma independente. Será assim possível atender determinadas utilizações de água prioritárias, antecipadamente à entrada em funcionamento da totalidade da adução.

Para permitir a entrada em funcionamento faseada da primeira etapa do Sistema Adutor, considerou-se que a sua execução será objeto de licitação em cinco concorrências distintas, quais sejam:

- Concorrência 1 : engloba as obras civis, tubulações, montagem de equipamentos e equipamentos mecânicos e hidromecânicos, do Trecho 1 - Castanhão-Curral Velho;
- Concorrência 2 : engloba a aquisição das bombas, motores, inversores de frequência e o fornecimento e montagem dos equipamentos e instalações elétricas, referentes à estação de bombeamento a qual está contida no Trecho 1 - Castanhão-Curral Velho;
- Concorrência 3 : engloba as obras civis, tubulações e equipamentos hidromecânicos, do Trecho 2;
- Concorrência 4 : engloba as obras civis, tubulações e equipamentos hidromecânicos, do Trecho 3;
- Concorrência 5 : engloba as obras civis, tubulações e equipamentos hidromecânicos, do Trecho 4;

O custo total global estimado para a execução das obras relativas ao conjunto do Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza é de 679,1 MR\$, sendo 444,8 MR\$ correspondentes a obras civis (65%) e 234,3 MR\$ a equipamentos (35%). O custo total da 1ª Etapa de construção será de 545,5 MR\$, representando 80% do custo total global das duas etapas.

Dos estudos realizados poderá concluir-se que a execução do conjunto de obras que integram o Sistema Adutor Castanhão-Fortaleza é técnica, econômica e ambientalmente viável, possibilitando a transferência de vazões do rio Jaguaribe para a satisfação plena das necessidades de água da Região Metropolitana de Fortaleza a longo prazo e para a alimentação de projetos de irrigação existente ou previstos ao longo do seu desenvolvimento.

6. CONCLUSÕES e recomendações.....	1
6.1. OBJETIVOS DO ESTUDO	1
6.2. ESTUDOS BÁSICOS REALIZADOS	1
6.3. MACRO-ALTERNATIVAS PARA A TRANSPOSIÇÃO.....	4
6.4. SOLUÇÃO ADOTADA PARA O SISTEMA ADUTOR	6
6.5. CUSTOS E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	7

ANEXOS

ANEXO 1

LINHA PIEZOMÉTRICA E ESTIMATIVA DE CUSTOS DO SISTEMA ADUTOR

ANEXO 1

LINHA PIEZOMÉTRICA E ESTIMATIVA DE CUSTOS DO SISTEMA ADUTOR

ÍNDICE

Trecho 1 - Açude Castanhão - Açude Curral Velho	A1-1
Trecho 2 - Açude Curral Velho - Rio Pirangí.....	A1-6
Trecho 3 - Rio Pirangí - Açude Pacajús.....	A1-14
Trecho 4 - Açude Pacajús - Açude Gavião	A1-16

ANEXO 1
LINHA PIEZOMÉTRICA E ESTIMATIVA DE CUSTOS DO SISTEMA ADUTOR
(TRECHOS ENTRE O AÇUDE CASTANHÃO E O AÇUDE PACOTI)
 Origem no açude Castanhão (estação de bombeamento) para o Trecho 1
 Origem no açude Curral Velho (captação) para os Trechos 2, 3 e 4

Vazão = 22 m³/s

Limite de Aterro = -9 m
Limite de Corte = 15 mPerda de carga: Canais = 0,150 m/km
Sifões = 0,900 m/km
Adutora DN1900 = 3,050 m/km

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profundidade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 1	0	0,000	2,500	125,63	S	127,00	-1,37	canal	1.383	0	0	0	0	0	0
TRECHO 1	100	0,100	2,600	127,02	S	126,99	0,03	canal	495	93.854	0	0	0	0	93.854
TRECHO 1	200	0,200	2,700	127,66	S	126,97	0,69	canal	757	62.571	0	0	0	0	156.425
TRECHO 1	300	0,300	2,800	128,41	S	126,96	1,46	canal	1.088	92.255	0	0	0	0	248.680
TRECHO 1	400	0,400	2,900	128,25	AL	126,94	1,31	canal	1.386	123.720	0	0	0	0	372.400
TRECHO 1	500	0,500	3,000	128,20	AL	126,93	1,27	canal	1.381	138.366	0	0	0	0	510.767
TRECHO 1	600	0,600	3,100	128,55	AL	126,91	1,64	canal	1.436	140.851	0	0	0	0	651.618
TRECHO 1	700	0,700	3,200	128,09	AL	126,90	1,20	canal	1.370	140.277	0	0	0	0	791.895
TRECHO 1	800	0,800	3,300	127,07	AL	126,88	0,19	canal	1.242	130.566	0	0	0	0	922.460
TRECHO 1	900	0,900	3,400	127,18	AL	126,87	0,32	canal	1.256	124.881	0	0	0	0	1.047.341
TRECHO 1	1000	1,000	3,500	124,86	AL	126,85	-1,99	canal	1.453	135.451	0	0	0	0	1.182.792
TRECHO 1	1100	1,100	3,600	126,37	AL	126,84	-0,46	canal	1.310	138.146	0	0	0	0	1.320.938
TRECHO 1	1200	1,200	3,700	125,42	AL	126,82	-1,40	canal	1.386	134.772	0	0	0	0	1.455.709
TRECHO 1	1300	1,300	3,800	124,28	AL	126,81	-2,52	canal	1.527	145.651	0	0	0	0	1.601.360
TRECHO 1	1400	1,400	3,900	125,81	AL	126,79	-0,98	canal	1.347	143.713	0	0	0	0	1.745.074
TRECHO 1	1500	1,500	4,000	126,89	AL	126,78	0,12	canal	1.233	129.007	0	0	0	0	1.874.081
TRECHO 1	1600	1,600	4,100	126,19	AL	126,76	-0,57	canal	1.316	127.488	0	0	0	0	2.001.569
TRECHO 1	1700	1,700	4,200	126,53	AL	126,75	-0,21	canal	1.296	130.626	0	0	0	0	2.132.195
TRECHO 1	1800	1,800	4,300	124,34	AL	126,73	-2,39	canal	1.507	140.178	0	0	0	0	2.272.372
TRECHO 1	1900	1,900	4,400	122,81	AL	126,72	-3,90	canal	1.777	164.227	0	0	0	0	2.436.600
TRECHO 1	2000	2,000	4,500	125,65	AL	126,70	-1,05	canal	1.353	156.491	0	0	0	0	2.593.090
TRECHO 1	2100	2,100	4,600	125,69	AL	126,69	-0,99	canal	1.348	135.042	0	0	0	0	2.728.132
TRECHO 1	2200	2,200	4,700	124,03	AL	126,67	-2,64	canal	1.545	144.657	0	0	0	0	2.872.789
TRECHO 1	2300	2,300	4,800	124,16	AL	126,66	-2,49	canal	1.523	153.399	0	0	0	0	3.026.188
TRECHO 1	2400	2,400	4,900	124,93	AL	126,64	-1,71	canal	1.419	147.104	0	0	0	0	3.173.292
TRECHO 1	2500	2,500	5,000	123,74	AL	126,63	-2,88	canal	1.585	150.183	0	0	0	0	3.323.475
TRECHO 1	2600	2,600	5,100	124,44	AL	126,61	-2,17	canal	1.477	153.060	0	0	0	0	3.476.536
TRECHO 1	2700	2,700	5,200	126,72	AL	126,60	0,13	canal	1.234	135.556	0	0	0	0	3.612.091
TRECHO 1	2800	2,800	5,300	126,94	AL	126,58	0,36	canal	1.261	124.781	0	0	0	0	3.736.872
TRECHO 1	2900	2,900	5,400	125,32	AL	126,57	-1,24	canal	1.370	131.580	0	0	0	0	3.868.452
TRECHO 1	3000	3,000	5,500	123,56	AL	126,55	-2,99	canal	1.602	148.631	0	0	0	0	4.017.083
TRECHO 1	3100	3,100	5,600	124,74	AL	126,54	-1,79	canal	1.429	151.566	0	0	0	0	4.168.649
TRECHO 1	3200	3,200	5,700	125,38	AL	126,52	-1,14	canal	1.361	139.488	0	0	0	0	4.308.138
TRECHO 1	3300	3,300	5,800	125,18	AL	126,51	-1,32	canal	1.378	136.939	0	0	0	0	4.445.077
TRECHO 1	3400	3,400	5,900	125,69	AL	126,49	-0,80	canal	1.333	135.534	0	0	0	0	4.580.611
TRECHO 1	3500	3,500	6,000	125,52	AL	126,48	-0,95	canal	1.345	133.868	0	0	0	0	4.714.479
TRECHO 1	3600	3,600	6,100	125,37	AL	126,46	-1,09	canal	1.356	135.050	0	0	0	0	4.849.529
TRECHO 1	3700	3,700	6,200	125,17	AL	126,45	-1,27	canal	1.373	136.474	0	0	0	0	4.986.003
TRECHO 1	3800	3,800	6,300	123,98	AL	126,43	-2,45	canal	1.516	144.475	0	0	0	0	5.130.478
TRECHO 1	3900	3,900	6,400	122,55	AL	126,42	-3,86	canal	1.769	164.245	0	0	0	0	5.294.723
TRECHO 1	4000	4,000	6,500	122,90	AL	126,40	-3,50	canal	1.695	173.191	0	0	0	0	5.467.914
TRECHO 1	4100	4,100	6,600	125,01	AL	126,39	-1,37	canal	1.383	153.911	0	0	0	0	5.621.825
TRECHO 1	4200	4,200	6,700	123,46	AL	126,37	-2,91	canal	1.589	148.588	0	0	0	0	5.770.413
TRECHO 1	4300	4,300	6,800	124,08	AL	126,36	-2,27	canal	1.491	153.991	0	0	0	0	5.924.404
TRECHO 1	4400	4,400	6,900	123,78	AL	126,34	-2,56	canal	1.533	151.193	0	0	0	0	6.075.597
TRECHO 1	4500	4,500	7,000	125,36	AL	126,33	-0,96	canal	1.346	143.916	0	0	0	0	6.219.513
TRECHO 1	4600	4,600	7,100	125,75	AL	126,31	-0,56	canal	1.316	133.069	0	0	0	0	6.352.582
TRECHO 1	4700	4,700	7,200	125,68	AL	126,30	-0,61	canal	1.319	131.761	0	0	0	0	6.484.343
TRECHO 1	4800	4,800	7,300	125,61	AL	126,28	-0,67	canal	1.323	132.130	0	0	0	0	6.616.472
TRECHO 1	4900	4,900	7,400	126,05	AL	126,27	-0,21	canal	1.296	130.962	0	0	0	0	6.747.435
TRECHO 1	5000	5,000	7,500	125,96	AL	126,25	-0,29	canal	1.300	129.799	0	0	0	0	6.877.234
TRECHO 1	5100	5,100	7,600	123,02	AL	126,24	-3,21	canal	1.642	147.087	0	0	0	0	7.024.321
TRECHO 1	5200	5,200	7,700	124,75	AL	126,22	-1,47	canal	1.393	151.731	0	0	0	0	7.176.052
TRECHO 1	5300	5,300	7,800	127,16	AL	126,21	0,96	canal	1.336	136.458	0	0	0	0	7.312.510
TRECHO 1	5400	5,400	7,900	131,35	AL	126,19	5,16	canal	2.167	175.164	0	0	0	0	7.487.674
TRECHO 1	5500	5,500	8,000	135,06	AL	126,18	8,89	canal	3.340	275.335	0	0	0	0	7.763.009
TRECHO 1	5600	5,600	8,100	137,07	AL	126,16	10,91	canal	4.149	374.446	0	0	0	0	8.137.455
TRECHO 1	5700	5,700	8,200	137,23	AL	126,15	11,09	canal	4.225	418.695	0	0	0	0	8.556.150
TRECHO 1	5800	5,800	8,300	136,71	AL	126,13	10,58	canal	4.009	411.688	0	0	0	0	8.967.838
TRECHO 1	5900	5,900	8,400	136,25	AL	126,12	10,14	canal	3.825	391.706	0	0	0	0	9.359.544
TRECHO 1	6000	6,000	8,500	136,00	AL	126,10	9,90	canal	3.730	377.774	0	0	0	0	9.737.317
TRECHO 1	6100	6,100	8,600	135,73	AL	126,09	9,65	canal	3.629	367.987	0	0	0	0	10.105.304
TRECHO 1	6200	6,200	8,700	135,60	AL	126,07	9,53	canal	3.584	360.692	0	0	0	0	10.465.996
TRECHO 1	6300	6,300	8,800	135,18	AL	126,06	9,13	canal	3.429	350.693	0	0	0	0	10.816.689
TRECHO 1	6400	6,400	8,900	133,90	AL	126,04	7,86	canal	2.976	320.279	0	0	0	0	11.136.967
TRECHO 1	6500	6,500	9,000	131,34	AL	126,03	5,32	canal	2.208	259.186	0	0	0	0	11.396.154
TRECHO 1	6600	6,600	9,100	127,93	AL	126,01	1,92	canal	1.481	184.407	0	0	0	0	11.580.561
TRECHO 1	6700	6,700	9,200	124,94	AL	126,00	-1,05	canal	1.353	141.689	0	0	0	0	11.722.250
TRECHO 1	6800	6,800	9,300	124,49	AL	125,98	-1,49	canal	1.395	137.404	0	0	0	0	11.859.654
TRECHO 1	6900	6,900	9,400	124,30	AL	125,97	-1,66	canal	1.414	140.446	0	0	0	0	12.000.100
TRECHO 1	7000	7,000	9,500	126,03	AL	125,95	0,08	canal	1.229	132.175	0	0	0	0	12.132.275
TRECHO 1	7100	7,100	9,600	127,94	AL	125,94	2,01	canal	1.495	136.205	0	0	0	0	12.268.480
TRECHO 1	7200	7,200	9,700	129,62	AL	125,92	3,70	canal	1.819	165.689	0	0	0	0	12.434.169
TRECHO 1	7300	7,300	9,800	133,08	AL	125,91	7,18	canal	2.750	228.481	0	0	0	0	12.662.650
TRECHO 1	7400	7,400	9,900	134,26	AL	125,89	8,37	canal	3.153	295.185	0	0	0	0	12.957.835
TRECHO 1	7500	7,500	10,000	134,19	AL	125,88	8,32	canal	3.134	314.349	0	0	0	0	13.272.184
TRECHO 1	7600	7,600	10,100	133,78	AL	125,86	7,92	canal	2.997	306.518	0	0	0	0	13.578.702
TRECHO 1	7700	7,700	10,200	133,12	AL	125,85	7,28	canal	2.783	288.959	0	0	0	0	13.867.661
TRECHO 1	7800	7,800	10,300	132,31	AL	125,83	6,48	canal	2.536	265.910	0	0	0	0	14.133.571
TRECHO 1	7900	7,900	10,400	131,24	AL	125,82									

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 1	8000	8,000	10,500	130,00	AL	125,70	4,30	canal	1.954	209.562	0	0	0	0	14.581.756
TRECHO 1	8100	8,100	10,600	129,00	AL	125,40	3,60	canal	1.798	187.603	0	0	0	0	14.769.359
TRECHO 1	8200	8,200	10,700	127,46	AL	125,39	2,07	canal	1.506	165.199	0	0	0	0	14.934.558
TRECHO 1	8300	8,300	10,800	125,71	AL	125,37	0,34	canal	1.259	138.260	0	0	0	0	15.072.818
TRECHO 1	8400	8,400	10,900	124,38	AL	125,36	-0,98	canal	1.346	130.264	0	0	0	0	15.203.082
TRECHO 1	8500	8,500	11,000	124,03	AL	125,34	-1,31	canal	1.377	136.152	0	0	0	0	15.339.235
TRECHO 1	8600	8,600	11,100	123,31	AL	125,33	-2,02	canal	1.456	141.645	0	0	0	0	15.480.880
TRECHO 1	8700	8,700	11,200	120,72	AL	125,31	-4,59	canal	1.932	169.409	0	0	0	0	15.650.289
TRECHO 1	8800	8,800	11,300	122,74	AL	125,30	-2,56	canal	1.532	173.194	0	0	0	0	15.823.483
TRECHO 1	8900	8,900	11,400	122,20	AL	125,28	-3,08	canal	1.618	157.489	0	0	0	0	15.980.972
TRECHO 1	9000	9,000	11,500	120,00	AL	121,89	-1,89	canal	1.441	152.918	0	0	0	0	16.133.891
TRECHO 1	9100	9,100	11,600	120,40	AL	121,88	-1,47	canal	1.393	141.694	0	0	0	0	16.275.585
TRECHO 1	9200	9,200	11,700	120,58	AL	121,86	-1,28	canal	1.374	138.352	0	0	0	0	16.413.937
TRECHO 1	9300	9,300	11,800	120,38	AL	121,85	-1,47	canal	1.392	138.300	0	0	0	0	16.552.238
TRECHO 1	9400	9,400	11,900	120,37	AL	121,83	-1,46	canal	1.392	139.202	0	0	0	0	16.691.439
TRECHO 1	9500	9,500	12,000	120,18	AL	121,82	-1,63	canal	1.411	140.120	0	0	0	0	16.831.559
TRECHO 1	9600	9,600	12,100	120,35	AL	121,80	-1,45	canal	1.391	140.068	0	0	0	0	16.971.627
TRECHO 1	9700	9,700	12,200	120,20	AL	121,79	-1,58	canal	1.405	139.791	0	0	0	0	17.111.418
TRECHO 1	9800	9,800	12,300	120,19	AL	121,78	-1,59	sifão	0	70.255	5.248	262.386	0	0	17.444.060
TRECHO 1	9900	9,900	12,400	120,19	AL	121,48	-1,29	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	17.968.832
TRECHO 1	10000	10,000	12,500	115,45	AL	121,17	-5,72	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	18.493.605
TRECHO 1	10100	10,100	12,600	110,95	AL	110,88	0,07	canal	1.228	61.419	0	262.386	0	0	18.817.410
TRECHO 1	10200	10,200	12,700	109,31	AL	110,87	-1,55	canal	1.402	131.512	0	0	0	0	18.948.922
TRECHO 1	10300	10,300	12,800	107,71	AL	110,85	-3,14	canal	1.628	151.511	0	0	0	0	19.100.433
TRECHO 1	10400	10,400	12,900	108,06	AL	110,84	-2,77	canal	1.566	159.743	0	0	0	0	19.260.176
TRECHO 1	10500	10,500	13,000	108,10	AL	110,82	-2,72	canal	1.558	156.206	0	0	0	0	19.416.382
TRECHO 1	10600	10,600	13,100	107,84	S	110,81	-2,96	canal	1.598	157.781	0	0	0	0	19.574.163
TRECHO 1	10700	10,700	13,200	107,99	S	110,79	-2,80	canal	1.571	158.425	0	0	0	0	19.732.588
TRECHO 1	10800	10,800	13,300	108,01	S	110,78	-2,76	canal	1.565	156.769	0	0	0	0	19.889.358
TRECHO 1	10900	10,900	13,400	109,00	S	110,76	-1,76	canal	1.425	149.491	0	0	0	0	20.038.848
TRECHO 1	11000	11,000	13,500	107,68	S	110,75	-3,06	canal	1.615	152.007	0	0	0	0	20.190.855
TRECHO 1	11100	11,100	13,600	106,76	S	110,73	-3,97	canal	1.791	170.303	0	0	0	0	20.361.158
TRECHO 1	11200	11,200	13,700	107,69	S	110,72	-3,02	canal	1.608	169.956	0	0	0	0	20.531.115
TRECHO 1	11300	11,300	13,800	107,78	S	110,70	-2,92	canal	1.590	159.931	0	0	0	0	20.691.046
TRECHO 1	11400	11,400	13,900	105,82	S	110,69	-4,86	canal	2.000	179.512	0	0	0	0	20.870.557
TRECHO 1	11500	11,500	14,000	105,29	S	110,67	-5,38	canal	2.136	206.793	0	0	0	0	21.077.351
TRECHO 1	11600	11,600	14,100	104,34	S	110,66	-6,32	sifão	0	106.800	5.248	262.386	0	0	21.446.537
TRECHO 1	11700	11,700	14,200	103,17	S	110,36	-7,19	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	21.971.309
TRECHO 1	11800	11,800	14,300	91,15	S	110,05	-18,90	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	22.496.082
TRECHO 1	11900	11,900	14,400	89,43	S	109,75	-20,32	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	23.020.854
TRECHO 1	12000	12,000	14,500	84,30	S	109,44	-25,14	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	23.545.626
TRECHO 1	12100	12,100	14,600	84,38	S	109,14	-24,76	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	24.070.399
TRECHO 1	12200	12,200	14,700	81,86	S	108,83	-26,97	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	24.595.171
TRECHO 1	12300	12,300	14,800	79,97	S	108,53	-28,56	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	25.119.943
TRECHO 1	12400	12,400	14,900	76,67	S	108,22	-31,55	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	25.644.716
TRECHO 1	12500	12,500	15,000	75,74	AL	107,92	-32,18	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	26.169.488
TRECHO 1	12600	12,600	15,100	77,75	AL	107,61	-29,86	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	26.694.260
TRECHO 1	12700	12,700	15,200	85,64	S	107,31	-21,67	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	27.219.032
TRECHO 1	12800	12,800	15,300	90,44	S	107,00	-16,56	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	27.743.805
TRECHO 1	12900	12,900	15,400	94,36	S	106,70	-12,34	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	28.268.577
TRECHO 1	13000	13,000	15,500	97,68	S	106,39	-8,71	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	28.793.349
TRECHO 1	13100	13,100	15,600	99,18	S	105,75	-6,57	canal	2.495	124.749	0	262.386	0	0	29.180.485
TRECHO 1	13200	13,200	15,700	99,43	S	105,74	-6,30	canal	2.410	245.233	0	0	0	0	29.425.718
TRECHO 1	13300	13,300	15,800	100,18	S	105,72	-5,54	canal	2.181	229.517	0	0	0	0	29.655.235
TRECHO 1	13400	13,400	15,900	101,21	S	105,71	-4,50	canal	1.909	204.494	0	0	0	0	29.859.729
TRECHO 1	13500	13,500	16,000	103,14	S	105,69	-2,55	canal	1.531	172.021	0	0	0	0	30.031.751
TRECHO 1	13600	13,600	16,100	102,51	S	105,68	-3,16	canal	1.633	158.203	0	0	0	0	30.189.953
TRECHO 1	13700	13,700	16,200	103,02	S	105,66	-2,64	canal	1.545	158.895	0	0	0	0	30.348.848
TRECHO 1	13800	13,800	16,300	103,69	S	105,65	-1,96	canal	1.449	149.685	0	0	0	0	30.498.533
TRECHO 1	13900	13,900	16,400	103,54	S	105,63	-2,09	canal	1.466	145.733	0	0	0	0	30.644.266
TRECHO 1	14000	14,000	16,500	103,25	S	105,62	-2,36	canal	1.504	148.495	0	0	0	0	30.792.761
TRECHO 1	14100	14,100	16,600	104,00	S	105,60	-1,60	canal	1.407	145.532	0	0	0	0	30.938.293
TRECHO 1	14200	14,200	16,700	103,92	S	105,59	-1,66	canal	1.414	141.039	0	0	0	0	31.079.331
TRECHO 1	14300	14,300	16,800	105,04	S	105,57	-0,53	canal	1.314	136.394	0	0	0	0	31.215.726
TRECHO 1	14400	14,400	16,900	103,34	S	105,56	-2,21	canal	1.483	139.834	0	0	0	0	31.355.560
TRECHO 1	14500	14,500	17,000	99,92	S	105,54	-5,62	canal	2.203	184.312	0	0	0	0	31.539.872
TRECHO 1	14600	14,600	17,100	104,72	S	105,53	-0,80	canal	1.333	176.819	0	0	0	0	31.716.691
TRECHO 1	14700	14,700	17,200	101,36	S	105,51	-4,15	canal	1.830	158.152	0	0	0	0	31.874.843
TRECHO 1	14800	14,800	17,300	105,84	S	105,50	0,35	canal	616	122.315	0	0	0	0	31.997.158
TRECHO 1	14900	14,900	17,400	101,07	S	105,48	-4,41	canal	1.889	125.273	0	0	0	0	32.122.431
TRECHO 1	15000	15,000	17,500	102,23	S	105,47	-3,23	canal	1.645	176.735	0	0	0	0	32.299.166
TRECHO 1	15100	15,100	17,600	103,52	S	105,45	-1,93	canal	1.446	154.548	0	0	0	0	32.453.714
TRECHO 1	15200	15,200	17,700	103,14	S	105,44	-2,29	canal	1.494	146.972	0	0	0	0	32.600.686
TRECHO 1	15300	15,300	17,800	103,46	S	105,42	-1,96	canal	1.449	147.160	0	0	0	0	32.747.846
TRECHO 1	15400	15,400	17,900	99,97	S	105,41	-5,43	canal	2.151	180.025	0	0	0	0	32.927.871
TRECHO 1	15500	15,500	18,000	103,81	S	105,39	-1,58	canal	1.405	177.790	0	0	0	0	33.105.661
TRECHO 1	15600	15,600	18,100	101,86	S	105,38	-3,51	canal	1.698	155.131	0	0	0	0	33.260.793
TRECHO 1	15700	15,700	18,200	99,85	S	105,36	-5,51	canal	2.172	193.514	0	0	0	0	33.454.306
TRECHO 1	15800	15,800	18,300	104,00	S	105,35	-1,34	canal	1.380	177.614	0	0	0	0	33.631.920
TRECHO 1	15900	15,900	18,400	103,21	S	1									

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 1	17200	17,200	19,700	104,52	S	105,14	-0,61	canal	1.319	164.276	0	0	0	0	35.758.781
TRECHO 1	17300	17,300	19,800	108,56	S	105,12	3,44	canal	2.066	169.287	0	0	0	0	35.928.068
TRECHO 1	17400	17,400	19,900	101,65	S	105,11	-3,45	canal	1.687	187.641	0	0	0	0	36.115.709
TRECHO 1	17500	17,500	20,000	101,14	S	105,09	-3,95	canal	1.787	173.655	0	0	0	0	36.289.364
TRECHO 1	17600	17,600	20,100	103,23	S	105,08	-1,84	canal	1.435	161.084	0	0	0	0	36.450.448
TRECHO 1	17700	17,700	20,200	100,90	S	105,06	-4,16	canal	1.832	163.369	0	0	0	0	36.613.817
TRECHO 1	17800	17,800	20,300	102,35	S	105,05	-2,69	canal	1.554	169.300	0	0	0	0	36.783.117
TRECHO 1	17900	17,900	20,400	97,75	S	104,84	-7,09	sifão	0	77.684	5.248	262.386	0	0	37.123.187
TRECHO 1	18000	18,000	20,500	88,86	S	104,75	-15,89	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	37.647.959
TRECHO 1	18100	18,100	20,600	92,37	S	104,56	-12,19	canal	5.028	251.384	0	262.386	0	0	38.161.730
TRECHO 1	18200	18,200	20,700	99,52	S	104,55	-5,03	canal	2.041	353.430	0	0	0	0	38.515.159
TRECHO 1	18300	18,300	20,800	101,81	S	104,53	-2,72	canal	1.558	179.928	0	0	0	0	38.695.088
TRECHO 1	18400	18,400	20,900	103,51	S	104,52	-1,01	canal	1.349	145.329	0	0	0	0	38.840.416
TRECHO 1	18500	18,500	21,000	100,48	S	104,50	-4,02	canal	1.802	157.527	0	0	0	0	38.997.944
TRECHO 1	18600	18,600	21,100	107,35	S	104,49	2,86	canal	1.766	178.380	0	0	0	0	39.176.323
TRECHO 1	18700	18,700	21,200	104,45	S	104,47	-0,02	canal	1.287	152.660	0	0	0	0	39.328.983
TRECHO 1	18800	18,800	21,300	104,28	S	104,46	-0,17	canal	1.294	129.067	0	0	0	0	39.458.050
TRECHO 1	18900	18,900	21,400	101,88	S	104,44	-2,56	canal	1.533	141.343	0	0	0	0	39.599.393
TRECHO 1	19000	19,000	21,500	103,74	S	104,43	-0,69	canal	1.324	142.848	0	0	0	0	39.742.241
TRECHO 1	19100	19,100	21,600	99,55	S	104,41	-4,86	canal	1.999	166.141	0	0	0	0	39.908.382
TRECHO 1	19200	19,200	21,700	103,03	S	104,40	-1,36	canal	1.382	169.033	0	0	0	0	40.077.415
TRECHO 1	19300	19,300	21,800	104,41	S	104,38	0,03	canal	493	93.732	0	0	0	0	40.171.148
TRECHO 1	19400	19,400	21,900	102,84	S	104,37	-1,52	canal	1.399	94.560	0	0	0	0	40.265.707
TRECHO 1	19500	19,500	22,000	102,15	S	104,35	-2,20	canal	1.481	143.969	0	0	0	0	40.409.676
TRECHO 1	19600	19,600	22,100	102,14	S	104,34	-2,19	canal	1.480	148.043	0	0	0	0	40.557.719
TRECHO 1	19700	19,700	22,200	102,58	S	104,32	-1,74	canal	1.423	145.135	0	0	0	0	40.702.854
TRECHO 1	19800	19,800	22,300	101,87	S	104,31	-2,43	canal	1.514	146.833	0	0	0	0	40.849.687
TRECHO 1	19900	19,900	22,400	103,22	S	104,29	-1,07	canal	1.354	143.427	0	0	0	0	40.993.114
TRECHO 1	20000	20,000	22,500	101,45	S	104,28	-2,82	canal	1.575	146.455	0	0	0	0	41.139.569
TRECHO 1	20100	20,100	22,600	98,55	S	104,16	-5,61	sifão	0	78.730	5.248	262.386	0	0	41.480.685
TRECHO 1	20200	20,200	22,700	97,08	S	104,07	-6,99	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	42.005.458
TRECHO 1	20300	20,300	22,800	94,42	S	103,98	-9,56	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	42.530.230
TRECHO 1	20400	20,400	22,900	89,13	S	103,89	-14,76	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	43.055.002
TRECHO 1	20500	20,500	23,000	81,22	S	103,80	-22,58	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	43.579.775
TRECHO 1	20600	20,600	23,100	74,00	S	103,71	-29,71	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	44.104.547
TRECHO 1	20700	20,700	23,200	72,41	S	103,62	-31,21	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	44.629.319
TRECHO 1	20800	20,800	23,300	73,58	AL	103,53	-29,95	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	45.154.091
TRECHO 1	20900	20,900	23,400	76,38	AL	103,44	-27,06	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	45.678.864
TRECHO 1	21000	21,000	23,500	80,44	S	103,35	-22,91	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	46.203.636
TRECHO 1	21100	21,100	23,600	79,86	S	103,26	-23,40	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	46.728.408
TRECHO 1	21200	21,200	23,700	82,42	S	103,17	-20,75	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	47.253.181
TRECHO 1	21300	21,300	23,800	81,00	S	103,08	-22,08	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	47.777.953
TRECHO 1	21400	21,400	23,900	87,85	S	102,99	-15,14	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	48.302.725
TRECHO 1	21500	21,500	24,000	92,14	S	102,90	-10,76	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	48.827.498
TRECHO 1	21600	21,600	24,100	96,16	S	102,81	-6,65	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	49.352.270
TRECHO 1	21700	21,700	24,200	95,63	S	102,72	-7,09	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	49.877.042
TRECHO 1	21800	21,800	24,300	93,30	S	102,63	-9,33	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	50.401.814
TRECHO 1	21900	21,900	24,400	90,85	S	102,54	-11,69	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	50.926.587
TRECHO 1	22000	22,000	24,500	88,46	S	102,45	-13,99	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	51.451.359
TRECHO 1	22100	22,100	24,600	93,36	S	102,36	-9,00	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	51.976.131
TRECHO 1	22200	22,200	24,700	80,00	S	102,27	-22,27	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	52.500.904
TRECHO 1	22300	22,300	24,800	83,72	S	102,18	-18,46	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	53.025.676
TRECHO 1	22400	22,400	24,900	86,79	S	102,09	-15,30	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	53.550.448
TRECHO 1	22500	22,500	25,000	90,08	S	102,00	-11,92	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	54.075.221
TRECHO 1	22600	22,600	25,100	90,10	S	101,91	-11,81	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	54.599.993
TRECHO 1	22700	22,700	25,200	89,24	S	101,82	-12,58	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	55.124.765
TRECHO 1	22800	22,800	25,300	92,16	S	101,63	-9,47	canal	3.629	181.466	0	262.386	0	0	55.568.617
TRECHO 1	22900	22,900	25,400	95,58	S	101,62	-6,04	canal	2.326	297.762	0	0	0	0	55.866.379
TRECHO 1	23000	23,000	25,500	99,11	S	101,60	-2,49	canal	1.522	192.406	0	0	0	0	56.058.784
TRECHO 1	23100	23,100	25,600	100,04	S	101,59	-1,54	canal	1.401	146.147	0	0	0	0	56.204.932
TRECHO 1	23200	23,200	25,700	100,29	S	101,57	-1,28	canal	1.374	138.724	0	0	0	0	56.343.656
TRECHO 1	23300	23,300	25,800	100,03	S	101,56	-1,52	canal	1.399	138.617	0	0	0	0	56.482.273
TRECHO 1	23400	23,400	25,900	99,19	S	101,54	-2,35	canal	1.502	145.017	0	0	0	0	56.627.290
TRECHO 1	23500	23,500	26,000	97,20	S	101,53	-4,32	canal	1.870	168.565	0	0	0	0	56.795.856
TRECHO 1	23600	23,600	26,100	100,76	S	101,51	-0,75	canal	1.329	159.923	0	0	0	0	56.955.778
TRECHO 1	23700	23,700	26,200	97,63	S	101,50	-3,86	canal	1.769	154.876	0	0	0	0	57.110.655
TRECHO 1	23800	23,800	26,300	97,72	S	101,48	-3,76	canal	1.747	175.778	0	0	0	0	57.286.433
TRECHO 1	23900	23,900	26,400	101,04	S	101,47	-0,42	canal	1.307	152.718	0	0	0	0	57.439.151
TRECHO 1	24000	24,000	26,500	100,05	S	101,45	-1,40	canal	1.386	134.652	0	0	0	0	57.573.803
TRECHO 1	24100	24,100	26,600	96,94	S	101,44	-4,49	canal	1.909	164.740	0	0	0	0	57.738.544
TRECHO 1	24200	24,200	26,700	98,77	S	101,42	-2,65	canal	1.547	172.791	0	0	0	0	57.911.335
TRECHO 1	24300	24,300	26,800	102,49	S	101,41	1,09	canal	925	123.565	0	0	0	0	58.034.899
TRECHO 1	24400	24,400	26,900	100,34	S	101,39	-1,05	canal	1.353	113.872	0	0	0	0	58.148.771
TRECHO 1	24500	24,500	27,000	100,12	S	101,38	-1,25	canal	1.371	136.205	0	0	0	0	58.284.976
TRECHO 1	24600	24,600	27,100	100,48	S	101,36	-0,88	canal	1.339	135.504	0	0	0	0	58.420.479
TRECHO 1	24700	24,700	27,200	106,38	S	101,35	5,04	canal	2.968	215.338	0	0	0	0	58.635.817
TRECHO 1	24800	24,800	27,300	107,82	S	101,33	6,49	canal	3.873	342.055	0	0	0	0	58.977.872
TRECHO 1	24900	24,900	27,400	100,18	S	101,32	-1,13	canal	1.360	261.666	0	0	0	0	59.239.539
TRECHO 1	25000	25,000	27,500	99,03	S	101,30	-2,27	canal	1.490	142.533	0	0	0	0	59.382.072
TRECHO 1	25100	25,100	27,600	98,56	S	1									

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 1	26400	26,400	28,900	93,29	S	100,91	-7,62	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	62.204.641
TRECHO 1	26500	26,500	29,000	90,08	S	100,82	-10,74	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	62.729.414
TRECHO 1	26600	26,600	29,100	92,51	S	100,73	-8,22	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	63.254.186
TRECHO 1	26700	26,700	29,200	93,40	S	100,64	-7,24	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	63.778.958
TRECHO 1	26800	26,800	29,300	95,24	S	100,55	-5,31	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	64.303.730
TRECHO 1	26900	26,900	29,400	93,06	S	100,46	-7,40	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	64.828.503
TRECHO 1	27000	27,000	29,500	90,56	S	100,37	-9,81	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	65.353.275
TRECHO 1	27100	27,100	29,600	89,18	S	100,28	-11,10	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	65.878.047
TRECHO 1	27200	27,200	29,700	87,15	S	100,19	-13,04	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	66.402.820
TRECHO 1	27300	27,300	29,800	84,81	S	100,10	-15,29	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	66.927.592
TRECHO 1	27400	27,400	29,900	84,34	S	100,01	-15,67	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	67.452.364
TRECHO 1	27500	27,500	30,000	82,81	S	99,92	-17,11	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	67.977.137
TRECHO 1	27600	27,600	30,100	80,92	S	99,83	-18,91	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	68.501.909
TRECHO 1	27700	27,700	30,200	77,22	S	99,74	-22,52	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	69.026.681
TRECHO 1	27800	27,800	30,300	75,45	S	99,65	-24,20	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	69.551.453
TRECHO 1	27900	27,900	30,400	79,10	S	99,56	-20,46	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	70.076.226
TRECHO 1	28000	28,000	30,500	73,24	S	99,47	-26,23	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	70.600.998
TRECHO 1	28100	28,100	30,600	68,92	S	99,38	-30,46	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	71.125.770
TRECHO 1	28200	28,200	30,700	66,63	S	99,29	-32,66	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	71.650.543
TRECHO 1	28300	28,300	30,800	64,06	S	99,20	-35,14	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	72.175.315
TRECHO 1	28400	28,400	30,900	65,16	S	99,11	-33,95	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	72.700.087
TRECHO 1	28500	28,500	31,000	64,14	AL	99,02	-34,88	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	73.224.860
TRECHO 1	28600	28,600	31,100	64,00	AL	98,93	-34,93	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	73.749.632
TRECHO 1	28700	28,700	31,200	59,75	AL	98,84	-39,09	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	74.274.404
TRECHO 1	28800	28,800	31,300	60,36	S	98,75	-38,39	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	74.799.176
TRECHO 1	28900	28,900	31,400	60,77	S	98,66	-37,89	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	75.323.949
TRECHO 1	29000	29,000	31,500	61,86	S	98,57	-36,71	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	75.848.721
TRECHO 1	29100	29,100	31,600	67,30	S	98,48	-31,18	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	76.373.493
TRECHO 1	29200	29,200	31,700	68,42	S	98,39	-29,97	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	76.898.266
TRECHO 1	29300	29,300	31,800	67,87	S	98,30	-30,43	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	77.423.038
TRECHO 1	29400	29,400	31,900	73,68	S	98,21	-24,53	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	77.947.810
TRECHO 1	29500	29,500	32,000	74,93	S	98,12	-23,19	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	78.472.583
TRECHO 1	29600	29,600	32,100	77,19	S	98,03	-20,84	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	78.997.355
TRECHO 1	29700	29,700	32,200	82,76	S	97,94	-15,18	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	79.522.127
TRECHO 1	29800	29,800	32,300	82,13	S	97,85	-15,72	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	80.046.899
TRECHO 1	29900	29,900	32,400	84,72	S	97,76	-13,04	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	80.571.672
TRECHO 1	30000	30,000	32,500	83,69	S	97,67	-13,98	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	81.096.444
TRECHO 1	30100	30,100	32,600	85,17	S	97,58	-12,41	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	81.621.216
TRECHO 1	30200	30,200	32,700	86,25	S	97,49	-11,24	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	82.145.989
TRECHO 1	30300	30,300	32,800	85,03	S	97,40	-12,37	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	82.670.761
TRECHO 1	30400	30,400	32,900	85,62	S	97,31	-11,69	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	83.195.533
TRECHO 1	30500	30,500	33,000	88,31	S	97,22	-8,91	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	83.720.306
TRECHO 1	30600	30,600	33,100	88,21	S	97,13	-8,92	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	84.245.078
TRECHO 1	30700	30,700	33,200	89,25	S	96,94	-7,69	canal	2.889	144.473	0	262.386	0	0	84.651.937
TRECHO 1	30800	30,800	33,300	91,18	S	96,93	-5,74	canal	2.240	256.449	0	0	0	0	84.908.385
TRECHO 1	30900	30,900	33,400	91,61	S	96,91	-5,30	canal	2.114	217.681	0	0	0	0	85.126.066
TRECHO 1	31000	31,000	33,500	92,25	S	96,90	-4,65	canal	1.945	202.967	0	0	0	0	85.329.033
TRECHO 1	31100	31,100	33,600	93,41	S	96,88	-3,47	canal	1.689	181.731	0	0	0	0	85.510.764
TRECHO 1	31200	31,200	33,700	93,37	S	96,87	-3,49	canal	1.694	169.179	0	0	0	0	85.679.943
TRECHO 1	31300	31,300	33,800	93,00	S	96,85	-3,85	canal	1.766	172.985	0	0	0	0	85.852.928
TRECHO 1	31400	31,400	33,900	92,22	S	96,84	-4,61	canal	1.938	185.174	0	0	0	0	86.038.102
TRECHO 1	31500	31,500	34,000	95,56	S	96,82	-1,26	canal	1.372	165.488	0	0	0	0	86.203.591
TRECHO 1	31600	31,600	34,100	98,51	S	96,81	1,71	canal	1.202	128.696	0	0	0	0	86.332.287
TRECHO 1	31700	31,700	34,200	98,24	S	96,79	1,45	canal	1.086	114.403	0	0	0	0	86.446.690
TRECHO 1	31800	31,800	34,300	99,24	S	96,78	2,47	canal	1.565	132.551	0	0	0	0	86.579.241
TRECHO 1	31900	31,900	34,400	96,25	S	96,76	-0,51	canal	1.313	143.885	0	0	0	0	86.723.126
TRECHO 1	32000	32,000	34,500	92,01	S	96,75	-4,73	canal	1.967	163.997	0	0	0	0	86.887.123
TRECHO 1	32100	32,100	34,600	94,37	S	96,73	-2,36	canal	1.503	173.525	0	0	0	0	87.060.648
TRECHO 1	32200	32,200	34,700	95,52	S	96,72	-1,19	canal	1.366	143.443	0	0	0	0	87.204.091
TRECHO 1	32300	32,300	34,800	95,62	S	96,70	-1,08	canal	1.355	136.053	0	0	0	0	87.340.145
TRECHO 1	32400	32,400	34,900	94,03	S	96,69	-2,65	canal	1.547	145.138	0	0	0	0	87.485.282
TRECHO 1	32500	32,500	35,000	92,00	AL	96,67	-4,67	canal	1.951	174.937	0	0	0	0	87.660.219
TRECHO 1	32600	32,600	35,100	95,07	AL	96,66	-1,58	canal	1.405	167.823	0	0	0	0	87.828.041
TRECHO 1	32700	32,700	35,200	97,42	AL	96,64	0,78	canal	1.313	135.913	0	0	0	0	87.963.955
TRECHO 1	32800	32,800	35,300	97,01	AL	96,63	0,39	canal	1.264	128.866	0	0	0	0	88.092.820
TRECHO 1	32900	32,900	35,400	93,28	AL	96,61	-3,33	canal	1.663	146.354	0	0	0	0	88.239.174
TRECHO 1	33000	33,000	35,500	97,40	S	96,60	0,81	canal	805	123.397	0	0	0	0	88.362.571
TRECHO 1	33100	33,100	35,600	99,54	S	96,58	2,96	canal	1.815	130.984	0	0	0	0	88.493.555
TRECHO 1	33200	33,200	35,700	101,11	S	96,57	4,55	canal	2.681	224.762	0	0	0	0	88.718.318
TRECHO 1	33300	33,300	35,800	101,67	S	96,55	5,12	canal	3.019	284.969	0	0	0	0	89.003.286
TRECHO 1	33400	33,400	35,900	100,28	S	96,54	3,75	canal	2.231	262.493	0	0	0	0	89.265.779
TRECHO 1	33500	33,500	36,000	99,00	S	96,52	2,48	canal	1.572	190.178	0	0	0	0	89.455.957
TRECHO 1	33600	33,600	36,100	97,86	S	96,51	1,36	canal	1.043	130.795	0	0	0	0	89.586.752
TRECHO 1	33700	33,700	36,200	95,93	AL	96,49	-0,56	canal	1.316	117.960	0	0	0	0	89.704.712
TRECHO 1	33800	33,800	36,300	94,59	AL	96,48	-1,88	canal	1.440	137.787	0	0	0	0	89.842.499
TRECHO 1	33900	33,900	36,400	93,22	AL	96,46	-3,24	canal	1.646	154.316	0	0	0	0	89.996.814
TRECHO 1	34000	34,000	36,500	90,29	AL	96,35	-6,06	sifão	0	82.318	5.248	262.386	0	0	90.341.519
TRECHO 1	34100	34,100	36,600	84,70	AL	96,26	-11,56	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	90.866.291
TRECHO 1	34200	34,200	36,700	84,04	AL	96,17	-12,13	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	91.391.063
TRECHO 1	34300	34,300	36,800	86,60	AL	96,08	-9,48	sifão	0	0	5.248	524.772	0	0	91.915.836

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 1	35600	35,600	38,100	94,27	AL	95,71	-1,44	canal	1.390	136.682	0	0	0	0	94.188.414
TRECHO 1	35700	35,700	38,200	93,91	AL	95,70	-1,79	canal	1.428	140.879	0	0	0	0	94.329.293
TRECHO 1	35800	35,800	38,300	93,86	AL	95,68	-1,82	canal	1.432	142.998	0	0	0	0	94.472.291
TRECHO 1	35900	35,900	38,400	94,31	AL	95,67	-1,35	canal	1.381	140.657	0	0	0	0	94.612.947
TRECHO 1	36000	36,000	38,500	93,91	AL	95,65	-1,74	canal	1.423	140.184	0	0	0	0	94.753.131
TRECHO 1	36100	36,100	38,600	94,02	AL	95,64	-1,61	canal	1.408	141.552	0	0	0	0	94.894.683
TRECHO 1	36200	36,200	38,700	94,21	AL	95,62	-1,41	canal	1.387	139.751	0	0	0	0	95.034.434
TRECHO 1	36300	36,300	38,800	93,66	AL	95,61	-1,94	canal	1.447	141.700	0	0	0	0	95.176.134
TRECHO 1	36400	36,400	38,900	94,73	AL	95,59	-0,86	canal	1.337	139.228	0	0	0	0	95.315.362
TRECHO 1	36500	36,500	39,000	94,29	AL	95,58	-1,28	canal	1.374	135.569	0	0	0	0	95.450.931
TRECHO 1	36600	36,600	39,100	93,93	AL	95,56	-1,63	canal	1.410	139.215	0	0	0	0	95.590.146
TRECHO 1	36700	36,700	39,200	94,48	AL	95,55	-1,06	canal	1.354	138.207	0	0	0	0	95.728.353
TRECHO 1	36800	36,800	39,300	96,34	AL	95,53	0,81	canal	1.317	133.556	0	0	0	0	95.861.909
TRECHO 1	36900	36,900	39,400	96,51	AL	95,52	1,00	canal	1.342	132.943	0	0	0	0	95.994.852
TRECHO 1	37000	37,000	39,500	92,79	AL	95,50	-2,71	canal	1.556	144.892	0	0	0	0	96.139.744
TRECHO 1	37100	37,100	39,600	93,92	AL	95,49	-1,56	canal	1.403	147.949	0	0	0	0	96.287.693
TRECHO 1	37200	37,200	39,700	92,78	AL	95,47	-2,69	canal	1.553	147.791	0	0	0	0	96.435.484
TRECHO 1	37300	37,300	39,800	95,52	AL	95,46	0,07	canal	1.228	139.037	0	0	0	0	96.574.521
TRECHO 1	37400	37,400	39,900	95,65	AL	95,44	0,21	canal	1.244	123.588	0	0	0	0	96.698.109
TRECHO 1	37500	37,500	40,000	95,48	AL	95,43	0,06	canal	1.227	123.534	0	0	0	0	96.821.643
TRECHO 1	37600	37,600	40,100	97,68	AL	95,41	2,27	canal	1.540	138.325	0	0	0	0	96.959.969
TRECHO 1	37700	37,700	40,200	100,17	AL	95,40	4,78	canal	2.069	180.442	0	0	0	0	97.140.410
TRECHO 1	37800	37,800	40,300	99,75	AL	95,38	4,37	canal	1.971	202.000	0	0	0	0	97.342.410
TRECHO 1	37900	37,900	40,400	97,45	AL	95,37	2,09	canal	1.508	173.947	0	0	0	0	97.516.357
TRECHO 1	38000	38,000	40,500	95,45	AL	95,35	0,10	canal	1.232	136.985	0	0	0	0	97.653.341
TRECHO 1	38100	38,100	40,600	93,04	AL	95,34	-2,29	canal	1.494	136.280	0	0	0	0	97.789.621
TRECHO 1	38200	38,200	40,700	92,84	AL	95,32	-2,48	canal	1.521	150.731	0	0	0	0	97.940.352
TRECHO 1	38300	38,300	40,800	92,96	AL	95,31	-2,34	canal	1.501	151.085	0	0	0	0	98.091.438
TRECHO 1	38400	38,400	40,900	93,46	AL	95,29	-1,83	canal	1.433	146.714	0	0	0	0	98.238.152
TRECHO 1	38500	38,500	41,000	94,08	AL	95,28	-1,19	canal	1.366	139.949	0	0	0	0	98.378.101
TRECHO 1	38600	38,600	41,100	92,65	AL	95,26	-2,61	canal	1.540	145.305	0	0	0	0	98.523.406
TRECHO 1	38700	38,700	41,200	92,41	AL	95,25	-2,83	canal	1.576	155.832	0	0	0	0	98.679.238
TRECHO 1	38800	38,800	41,300	93,42	AL	95,23	-1,81	canal	1.431	150.356	0	0	0	0	98.829.594
TRECHO 1	38900	38,900	41,400	93,29	AL	95,22	-1,92	canal	1.445	143.788	0	0	0	0	98.973.382
TRECHO 1	39000	39,000	41,500	92,97	AL	95,20	-2,23	canal	1.485	146.489	0	0	0	0	99.119.871
TRECHO 1	39100	39,100	41,600	94,08	AL	95,19	-1,10	canal	1.358	142.122	0	0	0	0	99.261.993
TRECHO 1	39200	39,200	41,700	93,90	AL	95,17	-1,27	canal	1.373	136.516	0	0	0	0	99.398.509
TRECHO 1	39300	39,300	41,800	93,67	AL	95,16	-1,48	canal	1.394	138.357	0	0	0	0	99.536.866
TRECHO 1	39400	39,400	41,900	93,91	AL	95,14	-1,23	canal	1.369	138.167	0	0	0	0	99.675.033
TRECHO 1	39500	39,500	42,000	93,51	AL	95,13	-1,61	canal	1.408	138.869	0	0	0	0	99.813.902
TRECHO 1	39600	39,600	42,100	94,77	AL	95,11	-0,34	canal	1.303	135.552	0	0	0	0	99.949.454
TRECHO 1	39700	39,700	42,200	96,11	AL	95,10	1,02	canal	1.345	132.357	0	0	0	0	100.081.811
TRECHO 1	39800	39,800	42,300	94,15	AL	95,08	-0,93	canal	1.343	134.362	0	0	0	0	100.216.173
TRECHO 1	39900	39,900	42,400	92,86	AL	95,07	-2,20	canal	1.481	141.209	0	0	0	0	100.357.382
TRECHO 1	40000	40,000	42,500	92,81	AL	95,05	-2,24	canal	1.486	148.385	0	0	0	0	100.505.788
TRECHO 1	40100	40,100	42,600	93,41	AL	95,04	-1,62	canal	1.410	144.789	0	0	0	0	100.650.557
TRECHO 1	40200	40,200	42,700	93,33	AL	95,02	-1,69	canal	1.417	141.319	0	0	0	0	100.791.876
TRECHO 1	40300	40,300	42,800	93,83	AL	95,01	-1,17	canal	1.364	139.036	0	0	0	0	100.930.912
TRECHO 1	40400	40,400	42,900	94,80	AL	94,99	-0,19	canal	1.295	132.936	0	0	0	0	101.063.848
TRECHO 1	40500	40,500	43,000	93,13	AL	94,98	-1,84	canal	1.435	136.496	0	0	0	0	101.200.344
TRECHO 1	40600	40,600	43,100	94,03	AL	94,96	-0,93	canal	1.343	138.890	0	0	0	0	101.339.234
TRECHO 1	40700	40,700	43,200	93,92	AL	94,95	-1,02	canal	1.351	134.667	0	0	0	0	101.473.901
TRECHO 1	40800	40,800	43,300	91,00	AL	94,93	-3,93	canal	1.782	156.648	0	0	0	0	101.630.549
TRECHO 1	40900	40,900	43,400	93,14	AL	94,92	-1,77	canal	1.427	160.453	0	0	0	0	101.791.003
TRECHO 1	41000	41,000	43,500	94,74	AL	94,90	-0,16	canal	1.293	136.006	0	0	0	0	101.927.009
TRECHO 1	41100	41,100	43,600	94,32	AL	94,89	-0,56	canal	1.316	130.476	0	0	0	0	102.057.485
TRECHO 1	41200	41,200	43,700	93,76	AL	94,87	-1,11	canal	1.358	133.706	0	0	0	0	102.191.191
TRECHO 1	41300	41,300	43,800	93,49	AL	94,86	-1,36	canal	1.382	137.003	0	0	0	0	102.328.194

ANEXO 1
LINHA PIEZOMÉTRICA E ESTIMATIVA DE CUSTOS DO SISTEMA ADUTOR
(TRECHOS ENTRE O AÇUDE CASTANHÃO E O AÇUDE PACOTI)
 Origem no açude Castanhão (estação de bombeamento) para o Trecho 1
 Origem no açude Curral Velho (captação) para os Trechos 2, 3 e 4

Vazão = 19 m³/s

Limite de Aterro = -9 m
Limite de Corte = 15 mPerda de carga: Canal 2= 0,150 m/km
Canal = 0,200 m/km
Sifão = 0,850 m/km

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	-400	0,000	-0,400	85,00	S	84,40	0,60	canal	720	0	0	0	0	0	0
TRECHO 2	0	0,400	0,000	84,20	S	84,34	-0,14	canal	1.292	402.431	0	0	0	0	402.431
TRECHO 2	100	0,500	0,100	84,80	S	84,33	0,47	canal	669	98.053	0	0	0	0	500.484
TRECHO 2	200	0,600	0,200	80,50	S	84,31	-3,81	canal	1.757	121.290	0	0	0	0	621.774
TRECHO 2	250	0,650	0,250	79,00	S	84,30	-5,30	canal	2.115	96.800	0	0	0	0	718.573
TRECHO 2	300	0,700	0,300	80,50	S	84,30	-3,80	canal	1.754	96.722	0	0	0	0	815.295
TRECHO 2	400	0,800	0,400	82,00	S	84,28	-2,28	canal	1.492	162.296	0	0	0	0	977.592
TRECHO 2	500	0,900	0,500	82,00	S	84,27	-2,27	canal	1.490	149.078	0	0	0	0	1.126.669
TRECHO 2	600	1,000	0,600	81,00	S	84,25	-3,25	canal	1.648	156.896	0	0	0	0	1.283.565
TRECHO 2	700	1,100	0,700	80,50	S	84,24	-3,74	canal	1.742	169.500	0	0	0	0	1.453.065
TRECHO 2	800	1,200	0,800	84,00	S	84,22	-0,22	canal	1.296	151.906	0	0	0	0	1.604.971
TRECHO 2	900	1,300	0,900	85,10	S	84,21	0,89	canal	843	106.971	0	0	0	0	1.711.942
TRECHO 2	1000	1,400	1,000	84,90	S	84,19	0,71	canal	765	80.417	0	0	0	0	1.792.359
TRECHO 2	1100	1,500	1,100	84,00	S	84,18	-0,18	canal	1.294	102.968	0	0	0	0	1.895.327
TRECHO 2	1200	1,600	1,200	83,00	S	84,16	-1,16	canal	1.362	132.831	0	0	0	0	2.028.158
TRECHO 2	1300	1,700	1,300	82,00	S	84,15	-2,15	canal	1.473	141.791	0	0	0	0	2.169.949
TRECHO 2	1400	1,800	1,400	81,00	S	84,13	-3,13	canal	1.627	154.997	0	0	0	0	2.324.946
TRECHO 2	1500	1,900	1,500	78,00	S	84,12	-6,12	canal	2.350	198.851	0	0	0	0	2.523.797
TRECHO 2	1600	2,000	1,600	76,00	S	84,10	-8,10	canal	3.048	269.900	0	0	0	0	2.793.696
TRECHO 2	1700	2,100	1,700	81,00	S	84,09	-3,09	canal	1.619	233.313	0	0	0	0	3.027.009
TRECHO 2	1800	2,200	1,800	82,00	S	84,07	-2,07	canal	1.463	154.104	0	0	0	0	3.181.113
TRECHO 2	1900	2,300	1,900	82,00	S	84,06	-2,06	canal	1.461	146.242	0	0	0	0	3.327.355
TRECHO 2	2000	2,400	2,000	82,00	S	84,04	-2,04	canal	1.459	146.046	0	0	0	0	3.473.401
TRECHO 2	2100	2,500	2,100	82,00	S	84,03	-2,03	canal	1.458	145.852	0	0	0	0	3.619.253
TRECHO 2	2200	2,600	2,200	83,00	S	84,01	-1,01	canal	1.349	140.345	0	0	0	0	3.759.598
TRECHO 2	2300	2,700	2,300	82,00	S	84,00	-2,00	canal	1.454	140.153	0	0	0	0	3.899.751
TRECHO 2	2400	2,800	2,400	81,00	S	83,98	-2,98	canal	1.601	152.712	0	0	0	0	4.052.463
TRECHO 2	2500	2,900	2,500	81,00	S	83,97	-2,97	canal	1.598	159.925	0	0	0	0	4.212.388
TRECHO 2	2600	3,000	2,600	81,50	S	83,95	-2,45	canal	1.516	155.711	0	0	0	0	4.368.099
TRECHO 2	2700	3,100	2,700	82,00	S	83,94	-1,94	canal	1.446	148.119	0	0	0	0	4.516.219
TRECHO 2	2800	3,200	2,800	83,00	S	83,92	-0,92	canal	1.342	139.403	0	0	0	0	4.655.622
TRECHO 2	2900	3,300	2,900	84,00	S	83,91	0,09	canal	518	92.982	0	0	0	0	4.748.604
TRECHO 2	3000	3,400	3,000	85,00	S	83,89	1,11	canal	936	72.663	0	0	0	0	4.821.266
TRECHO 2	3100	3,500	3,100	85,50	S	83,88	1,63	canal	1.165	105.045	0	0	0	0	4.926.311
TRECHO 2	3200	3,600	3,200	86,00	S	83,86	2,14	canal	1.407	128.610	0	0	0	0	5.054.921
TRECHO 2	3300	3,700	3,300	86,00	S	83,85	2,16	canal	1.414	141.043	0	0	0	0	5.195.964
TRECHO 2	3400	3,800	3,400	86,00	S	83,83	2,17	canal	1.421	141.764	0	0	0	0	5.337.728
TRECHO 2	3500	3,900	3,500	85,50	S	83,82	1,69	canal	1.193	130.707	0	0	0	0	5.468.436
TRECHO 2	3600	4,000	3,600	83,00	S	83,80	-0,80	canal	1.333	126.274	0	0	0	0	5.594.710
TRECHO 2	3620	4,020	3,620	81,70	S	83,80	-2,10	canal	1.467	27.995	0	0	0	0	5.622.705
TRECHO 2	3700	4,100	3,700	83,00	S	83,79	-0,78	canal	1.331	111.936	0	0	0	0	5.734.641
TRECHO 2	3800	4,200	3,800	83,00	S	83,77	-0,77	canal	1.330	133.090	0	0	0	0	5.867.731
TRECHO 2	3840	4,240	3,840	82,00	S	83,76	-1,76	canal	1.425	55.115	0	0	0	0	5.922.847
TRECHO 2	3900	4,300	3,900	83,00	S	83,76	-0,75	canal	1.329	82.640	0	0	0	0	6.005.487
TRECHO 2	4000	4,400	4,000	84,00	S	83,74	0,26	canal	582	95.582	0	0	0	0	6.101.069
TRECHO 2	4100	4,500	4,100	83,00	S	83,73	-0,72	canal	1.327	95.473	0	0	0	0	6.196.542
TRECHO 2	4200	4,600	4,200	82,00	S	83,71	-1,71	canal	1.419	137.311	0	0	0	0	6.333.853
TRECHO 2	4300	4,700	4,300	79,50	S	83,70	-4,19	canal	1.840	162.963	0	0	0	0	6.496.816
TRECHO 2	4400	4,800	4,400	79,00	S	83,68	-4,68	canal	1.954	189.695	0	0	0	0	6.686.511
TRECHO 2	4500	4,900	4,500	76,50	S	83,67	-7,16	canal	2.698	232.575	0	0	0	0	6.919.086
TRECHO 2	4540	4,940	4,540	76,00	S	83,66	-7,66	canal	2.878	111.510	0	0	0	0	7.030.596
TRECHO 2	4600	5,000	4,600	76,50	S	83,65	-7,15	canal	2.692	167.106	0	0	0	0	7.197.702
TRECHO 2	4700	5,100	4,700	78,00	S	83,64	-5,63	canal	2.208	245.006	0	0	0	0	7.442.708
TRECHO 2	4800	5,200	4,800	78,00	S	83,62	-5,62	canal	2.203	220.557	0	0	0	0	7.663.265
TRECHO 2	4880	5,280	4,880	76,00	S	83,61	-7,61	canal	2.859	202.485	0	0	0	0	7.865.750
TRECHO 2	4900	5,300	4,900	77,00	S	83,61	-6,60	canal	2.506	53.652	0	0	0	0	7.919.402
TRECHO 2	5000	5,400	5,000	78,00	S	83,59	-5,59	canal	2.195	235.067	0	0	0	0	8.154.469
TRECHO 2	5100	5,500	5,100	80,00	S	83,58	-3,57	canal	1.710	195.232	0	0	0	0	8.349.700
TRECHO 2	5200	5,600	5,200	82,00	S	83,56	-1,56	canal	1.402	155.608	0	0	0	0	8.505.309
TRECHO 2	5300	5,700	5,300	83,00	S	83,55	-0,54	canal	1.315	135.861	0	0	0	0	8.641.169
TRECHO 2	5330	5,730	5,330	81,50	S	83,54	-2,04	canal	1.460	41.616	0	0	0	0	8.682.785
TRECHO 2	5400	5,800	5,400	83,00	S	83,53	-0,53	canal	1.314	97.070	0	0	0	0	8.779.855
TRECHO 2	5500	5,900	5,500	85,00	S	83,52	1,49	canal	1.102	120.780	0	0	0	0	8.900.635
TRECHO 2	5600	6,000	5,600	85,70	S	83,50	2,20	canal	1.436	126.871	0	0	0	0	9.027.506
TRECHO 2	5700	6,100	5,700	86,40	S	83,49	2,92	canal	1.792	161.363	0	0	0	0	9.188.869
TRECHO 2	5800	6,200	5,800	87,00	S	83,47	3,53	canal	2.115	195.305	0	0	0	0	9.384.174
TRECHO 2	5900	6,300	5,900	86,00	S	83,46	2,55	canal	1.605	185.964	0	0	0	0	9.570.137
TRECHO 2	6000	6,400	6,000	86,00	S	83,44	2,56	canal	1.612	160.845	0	0	0	0	9.730.983
TRECHO 2	6100	6,500	6,100	86,00	S	83,43	2,58	canal	1.620	161.592	0	0	0	0	9.892.575
TRECHO 2	6200	6,600	6,200	86,00	S	83,41	2,59	canal	1.627	162.340	0	0	0	0	10.054.915
TRECHO 2	6300	6,700	6,300	86,00	S	83,40	2,61	canal	1.635	163.088	0	0	0	0	10.218.003
TRECHO 2	6400	6,800	6,400	86,50	S	83,38	3,12	canal	1.898	176.607	0	0	0	0	10.394.610
TRECHO 2	6500	6,900	6,500	87,00	S	83,37	3,64	canal	2.171	203.436	0	0	0	0	10.598.046
TRECHO 2	6600	7,000	6,600	87,50	S	83,35	4,15	canal	2.456	231.338	0	0	0	0	10.829.384
TRECHO 2	6700	7,100	6,700	87,00	S	83,34	3,67	canal	2.187	232.151	0	0	0	0	11.061.535
TRECHO 2	6800	7,200	6,800	86,50	S	83,32	3,18	canal	1.929	205.817	0	0	0	0	11.267.352
TRECHO 2	6900	7,300	6,900	86,00	S	83,31	2,70	canal	1.680	180.431	0	0	0	0	11.447.782
TRECHO 2	7000	7,400	7,000	85,00	S	83,29	1,71	canal	1.204	144.210	0	0	0	0	11.591.992
TRECHO 2	7100	7,500	7,100	82,00	S	83,28	-1,27	canal	1.373	128.883	0	0	0	0	11.720.876
TRECHO 2	7200	7,600	7,200	78,00	S	83,26	-5,26	canal	2.103	173.825	0	0	0	0	11.894.700
TRECHO 2	7300	7,700	7,300	76,00	S	83,25	-7,24	canal	2.726	241.470	0	0	0	0	

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	7400	7,800	7,400	72,00	S	83,23	-11,23	canal	4.497	361.166	0	0	0	0	12.497.336
TRECHO 2	7500	7,900	7,500	73,00	S	83,22	-10,22	canal	3.980	423.865	0	0	0	0	12.921.201
TRECHO 2	7600	8,000	7,600	75,00	S	83,20	-8,20	canal	3.087	353.369	0	0	0	0	13.274.571
TRECHO 2	7700	8,100	7,700	77,00	S	83,19	-6,18	canal	2.372	272.966	0	0	0	0	13.547.537
TRECHO 2	7800	8,200	7,800	81,00	S	83,17	-2,17	canal	1.477	192.438	0	0	0	0	13.739.975
TRECHO 2	7900	8,300	7,900	82,00	S	83,16	-1,15	canal	1.362	141.937	0	0	0	0	13.881.911
TRECHO 2	8000	8,400	8,000	83,00	S	83,14	-0,14	canal	1.292	132.726	0	0	0	0	14.014.637
TRECHO 2	8100	8,500	8,100	84,00	S	83,13	0,88	canal	835	106.354	0	0	0	0	14.120.991
TRECHO 2	8200	8,600	8,200	85,00	S	83,11	1,89	canal	1.288	106.139	0	0	0	0	14.227.130
TRECHO 2	8300	8,700	8,300	85,50	S	83,10	2,41	canal	1.536	141.185	0	0	0	0	14.368.315
TRECHO 2	8400	8,800	8,400	85,50	S	83,08	2,42	canal	1.543	153.922	0	0	0	0	14.522.237
TRECHO 2	8500	8,900	8,500	86,00	S	83,07	2,94	canal	1.802	167.236	0	0	0	0	14.689.472
TRECHO 2	8600	9,000	8,600	86,00	S	83,05	2,95	canal	1.810	180.566	0	0	0	0	14.870.039
TRECHO 2	8700	9,100	8,700	85,50	S	83,04	2,47	canal	1.565	168.730	0	0	0	0	15.038.768
TRECHO 2	8800	9,200	8,800	85,50	S	83,02	2,48	canal	1.572	156.879	0	0	0	0	15.195.647
TRECHO 2	8900	9,300	8,900	83,00	S	83,01	0,00	canal	1.287	142.956	0	0	0	0	15.338.603
TRECHO 2	9000	9,400	9,000	81,00	S	82,99	-1,99	canal	1.453	136.984	0	0	0	0	15.475.587
TRECHO 2	9100	9,500	9,100	79,00	PR	82,98	-3,97	canal	1.792	162.251	0	0	0	0	15.637.838
TRECHO 2	9200	9,600	9,200	77,00	PR	82,96	-5,96	canal	2.303	204.759	0	0	0	0	15.842.597
TRECHO 2	9300	9,700	9,300	74,00	PR	82,95	-8,94	canal	3.397	284.995	0	0	0	0	16.127.592
TRECHO 2	9400	9,800	9,400	73,00	PR	82,93	-9,93	canal	3.843	361.987	0	0	0	0	16.489.578
TRECHO 2	9500	9,900	9,500	74,00	PR	82,92	-8,91	canal	3.384	361.340	0	0	0	0	16.850.919
TRECHO 2	9600	10,000	9,600	74,00	PR	82,90	-8,90	canal	3.377	338.052	0	0	0	0	17.188.971
TRECHO 2	9700	10,100	9,700	72,00	PR	82,89	-10,89	canal	4.316	384.683	0	0	0	0	17.573.655
TRECHO 2	9800	10,200	9,800	74,00	PR	82,87	-8,87	canal	3.364	384.040	0	0	0	0	17.957.694
TRECHO 2	9900	10,300	9,900	75,00	PR	82,86	-7,85	canal	2.952	315.832	0	0	0	0	18.273.526
TRECHO 2	10000	10,400	10,000	77,50	PR	82,84	-5,34	canal	2.125	253.861	0	0	0	0	18.527.387
TRECHO 2	10100	10,500	10,100	80,00	S	82,83	-2,82	canal	1.575	184.981	0	0	0	0	18.712.368
TRECHO 2	10200	10,600	10,200	82,00	S	82,81	-0,81	canal	1.333	145.397	0	0	0	0	18.857.766
TRECHO 2	10300	10,700	10,300	84,00	S	82,80	1,21	canal	977	115.519	0	0	0	0	18.973.285
TRECHO 2	10400	10,800	10,400	85,00	S	82,78	2,22	canal	1.445	121.120	0	0	0	0	19.094.405
TRECHO 2	10500	10,900	10,500	87,00	S	82,77	4,24	canal	2.503	197.441	0	0	0	0	19.291.846
TRECHO 2	10600	11,000	10,600	88,00	S	82,75	5,25	canal	3.097	280.020	0	0	0	0	19.571.866
TRECHO 2	10700	11,100	10,700	87,00	S	82,74	4,27	canal	2.520	280.869	0	0	0	0	19.852.736
TRECHO 2	10800	11,200	10,800	86,00	S	82,72	3,28	canal	1.981	225.091	0	0	0	0	20.077.827
TRECHO 2	10900	11,300	10,900	84,50	S	82,71	1,80	canal	1.244	161.259	0	0	0	0	20.239.086
TRECHO 2	11000	11,400	11,000	84,00	S	82,69	1,31	canal	1.023	113.359	0	0	0	0	20.352.446
TRECHO 2	11100	11,500	11,100	85,00	S	82,68	2,33	canal	1.496	125.987	0	0	0	0	20.478.433
TRECHO 2	11200	11,600	11,200	85,20	S	82,66	2,54	canal	1.602	154.930	0	0	0	0	20.633.363
TRECHO 2	11300	11,700	11,300	85,40	S	82,65	2,76	canal	1.710	165.615	0	0	0	0	20.798.978
TRECHO 2	11400	11,800	11,400	85,60	S	82,63	2,97	canal	1.820	176.493	0	0	0	0	20.975.471
TRECHO 2	11500	11,900	11,500	85,80	S	82,62	3,19	canal	1.931	187.563	0	0	0	0	21.163.034
TRECHO 2	11600	12,000	11,600	85,60	S	82,60	3,00	canal	1.835	188.336	0	0	0	0	21.351.370
TRECHO 2	11700	12,100	11,700	85,40	S	82,59	2,82	canal	1.740	178.788	0	0	0	0	21.530.158
TRECHO 2	11800	12,200	11,800	85,20	S	82,57	2,63	canal	1.647	169.381	0	0	0	0	21.699.540
TRECHO 2	11900	12,300	11,900	85,00	S	82,56	2,45	canal	1.555	160.118	0	0	0	0	21.859.657
TRECHO 2	12000	12,400	12,000	84,00	S	82,54	1,46	canal	1.090	132.283	0	0	0	0	21.991.940
TRECHO 2	12100	12,500	12,100	83,00	S	82,53	0,48	canal	669	87.952	0	0	0	0	22.079.892
TRECHO 2	12200	12,600	12,200	82,00	S	82,51	-0,51	canal	1.313	99.060	0	0	0	0	22.178.952
TRECHO 2	12300	12,700	12,300	80,00	S	82,50	-2,49	canal	1.523	141.777	0	0	0	0	22.320.729
TRECHO 2	12400	12,800	12,400	79,50	S	82,48	-2,98	canal	1.601	156.173	0	0	0	0	22.476.902
TRECHO 2	12500	12,900	12,500	79,00	S	82,47	-3,46	canal	1.688	164.447	0	0	0	0	22.641.350
TRECHO 2	12600	13,000	12,600	78,50	S	82,45	-3,95	canal	1.787	173.751	0	0	0	0	22.815.101
TRECHO 2	12700	13,100	12,700	78,00	S	82,44	-4,43	canal	1.895	184.084	0	0	0	0	22.999.185
TRECHO 2	12800	13,200	12,800	78,00	S	82,42	-4,42	canal	1.892	189.332	0	0	0	0	23.188.517
TRECHO 2	12900	13,300	12,900	78,50	S	82,41	-3,90	canal	1.777	183.431	0	0	0	0	23.371.949
TRECHO 2	13000	13,400	13,000	78,50	S	82,39	-3,89	canal	1.774	177.548	0	0	0	0	23.549.497
TRECHO 2	13100	13,500	13,100	79,00	S	82,38	-3,37	canal	1.671	172.261	0	0	0	0	23.721.758
TRECHO 2	13200	13,600	13,200	79,00	S	82,36	-3,36	canal	1.669	166.992	0	0	0	0	23.888.751
TRECHO 2	13300	13,700	13,300	79,50	S	82,35	-2,84	canal	1.578	162.321	0	0	0	0	24.051.071
TRECHO 2	13400	13,800	13,400	79,50	S	82,33	-2,83	canal	1.575	157.666	0	0	0	0	24.208.737
TRECHO 2	13500	13,900	13,500	80,00	S	82,32	-2,31	canal	1.497	153.609	0	0	0	0	24.362.346
TRECHO 2	13600	14,000	13,600	81,00	S	82,30	-1,30	canal	1.376	143.621	0	0	0	0	24.505.967
TRECHO 2	13700	14,100	13,700	82,00	S	82,29	-0,28	canal	1.300	133.766	0	0	0	0	24.639.733
TRECHO 2	13800	14,200	13,800	82,00	PR	82,27	-0,27	canal	1.299	129.926	0	0	0	0	24.769.658
TRECHO 2	13900	14,300	13,900	81,00	PR	82,26	-1,25	canal	1.371	139.510	0	0	0	0	24.903.169
TRECHO 2	14000	14,400	14,000	80,00	PR	82,24	-2,24	canal	1.486	142.880	0	0	0	0	25.046.048
TRECHO 2	14100	14,500	14,100	79,50	PR	82,23	-2,72	canal	1.558	152.235	0	0	0	0	25.198.284
TRECHO 2	14200	14,600	14,200	79,00	PR	82,21	-3,21	canal	1.641	159.969	0	0	0	0	25.358.252
TRECHO 2	14300	14,700	14,300	78,50	PR	82,20	-3,69	canal	1.734	168.731	0	0	0	0	25.526.983
TRECHO 2	14400	14,800	14,400	78,00	PR	82,18	-4,18	canal	1.837	178.523	0	0	0	0	25.705.506
TRECHO 2	14500	14,900	14,500	78,50	PR	82,16	-3,66	canal	1.728	178.221	0	0	0	0	25.883.727
TRECHO 2	14600	15,000	14,600	79,00	PR	82,15	-3,15	canal	1.630	167.891	0	0	0	0	26.051.619
TRECHO 2	14700	15,100	14,700	79,50	PR	82,13	-2,63	canal	1.544	158.722	0	0	0	0	26.210.340
TRECHO 2	14800	15,200	14,800	82,00	PR	82,12	-0,12	canal	1.292	141.791	0	0	0	0	26.352.132
TRECHO 2	14900	15,300	14,900	86,00	PR	82,10	3,90	canal	3.125	220.848	0	0	0	0	26.572.980
TRECHO 2	15000	15,400	15,000	87,00	PR	82,09	4,91	canal	3.802	346.393	0	0	0	0	26.919.373
TRECHO 2	15100	15,500	15,100	88,00	PR	82,07	5,93	canal	4.502	415.245	0	0	0	0	27.334.618
TRECHO 2	15200	15,600	15,200	89,00	PR	82,06	6,94	canal	5.225	486.363	0	0	0	0	27.820.981
TRECHO 2	15300	15,700	15,300	89,50	PR	82,04	7,46	canal	5.600	541.229	0	0	0	0	28.362.210
TRECHO 2	15400	15,800	15,400	89,00	PR	82,03	6,97	canal	5.247	542.314	0	0	0	0</	

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	16600	17,000	16,600	85,40	PR	81,85	3,55	canal	2.901	284.730	0	0	0	0	32.096.175
TRECHO 2	16700	17,100	16,700	85,55	PR	81,83	3,72	canal	3.008	295.417	0	0	0	0	32.391.592
TRECHO 2	16800	17,200	16,800	85,70	PR	81,82	3,88	canal	3.116	306.167	0	0	0	0	32.697.759
TRECHO 2	16900	17,300	16,900	85,85	PR	81,80	4,05	canal	3.224	316.979	0	0	0	0	33.014.738
TRECHO 2	17000	17,400	17,000	86,00	PR	81,79	4,21	canal	3.333	327.852	0	0	0	0	33.342.590
TRECHO 2	17100	17,500	17,100	86,15	PR	81,77	4,38	canal	3.443	338.787	0	0	0	0	33.681.377
TRECHO 2	17200	17,600	17,200	86,30	PR	81,76	4,54	canal	3.553	349.784	0	0	0	0	34.031.161
TRECHO 2	17300	17,700	17,300	86,45	PR	81,74	4,71	canal	3.664	360.841	0	0	0	0	34.392.002
TRECHO 2	17400	17,800	17,400	86,60	PR	81,73	4,87	canal	3.775	371.960	0	0	0	0	34.763.962
TRECHO 2	17500	17,900	17,500	86,75	PR	81,71	5,04	canal	3.887	383.139	0	0	0	0	35.147.101
TRECHO 2	17600	18,000	17,600	86,90	PR	81,70	5,20	canal	4.000	394.379	0	0	0	0	35.541.480
TRECHO 2	17700	18,100	17,700	87,05	PR	81,68	5,37	canal	4.113	405.679	0	0	0	0	35.947.158
TRECHO 2	17800	18,200	17,800	87,20	PR	81,67	5,53	canal	4.227	417.039	0	0	0	0	36.364.197
TRECHO 2	17900	18,300	17,900	87,20	PR	81,65	5,55	canal	4.238	423.253	0	0	0	0	36.787.451
TRECHO 2	18000	18,400	18,000	87,35	PR	81,64	5,71	canal	4.352	429.500	0	0	0	0	37.216.951
TRECHO 2	18100	18,500	18,100	87,50	PR	81,62	5,88	canal	4.467	440.985	0	0	0	0	37.657.936
TRECHO 2	18200	18,600	18,200	87,65	PR	81,61	6,04	canal	4.583	452.530	0	0	0	0	38.110.465
TRECHO 2	18300	18,700	18,300	87,80	PR	81,59	6,21	canal	4.699	464.133	0	0	0	0	38.574.598
TRECHO 2	18400	18,800	18,400	87,95	PR	81,58	6,37	canal	4.816	475.796	0	0	0	0	39.050.394
TRECHO 2	18500	18,900	18,500	88,10	PR	81,56	6,54	canal	4.934	487.517	0	0	0	0	39.537.911
TRECHO 2	18600	19,000	18,600	88,25	PR	81,55	6,70	canal	5.052	499.297	0	0	0	0	40.037.208
TRECHO 2	18700	19,100	18,700	88,40	PR	81,53	6,87	canal	5.171	511.135	0	0	0	0	40.548.343
TRECHO 2	18800	19,200	18,800	88,55	PR	81,52	7,03	canal	5.290	523.031	0	0	0	0	41.071.375
TRECHO 2	18900	19,300	18,900	88,70	PR	81,50	7,20	canal	5.410	534.986	0	0	0	0	41.606.360
TRECHO 2	19000	19,400	19,000	88,85	PR	81,49	7,36	canal	5.530	546.997	0	0	0	0	42.153.357
TRECHO 2	19100	19,500	19,100	89,00	PR	81,47	7,53	canal	5.651	559.067	0	0	0	0	42.712.424
TRECHO 2	19200	19,600	19,200	89,00	PR	81,46	7,54	canal	5.662	565.667	0	0	0	0	43.278.091
TRECHO 2	19300	19,700	19,300	89,00	PR	81,44	8,56	canal	6.419	604.069	0	0	0	0	43.882.160
TRECHO 2	19400	19,800	19,400	89,00	PR	81,43	7,57	canal	5.684	605.172	0	0	0	0	44.487.332
TRECHO 2	19500	19,900	19,500	88,00	PR	81,41	6,59	canal	4.970	532.695	0	0	0	0	45.020.027
TRECHO 2	19600	20,000	19,600	87,00	PR	81,40	5,60	canal	4.276	462.274	0	0	0	0	45.482.302
TRECHO 2	19700	20,100	19,700	86,00	PR	81,38	4,62	canal	3.603	393.957	0	0	0	0	45.876.259
TRECHO 2	19770	20,170	19,770	86,00	PR	81,37	4,63	canal	3.610	252.478	0	0	0	0	46.128.736
TRECHO 2	19800	20,200	19,800	86,50	PR	81,37	5,13	canal	3.952	113.439	0	0	0	0	46.242.175
TRECHO 2	19900	20,300	19,900	87,00	PR	81,35	5,65	canal	4.307	412.967	0	0	0	0	46.655.142
TRECHO 2	20000	20,400	20,000	87,50	PR	81,34	6,16	canal	4.668	448.740	0	0	0	0	47.103.881
TRECHO 2	20100	20,500	20,100	88,00	PR	81,32	6,68	canal	5.034	485.090	0	0	0	0	47.588.971
TRECHO 2	20200	20,600	20,200	88,00	PR	81,31	6,69	canal	5.045	503.946	0	0	0	0	48.092.917
TRECHO 2	20300	20,700	20,300	89,00	PR	81,29	7,71	canal	5.784	541.431	0	0	0	0	48.634.349
TRECHO 2	20400	20,800	20,400	89,00	PR	81,28	7,72	canal	5.795	578.933	0	0	0	0	49.213.282
TRECHO 2	20500	20,900	20,500	85,00	PR	81,26	3,74	canal	3.021	440.783	0	0	0	0	49.654.065
TRECHO 2	20600	21,000	20,600	81,00	PR	81,25	-0,25	canal	1.298	215.932	0	0	0	0	49.869.997
TRECHO 2	20700	21,100	20,700	78,00	PR	81,23	-3,23	canal	1.645	147.164	0	0	0	0	50.017.161
TRECHO 2	20800	21,200	20,800	74,00	PR	81,22	-7,22	canal	2.717	218.134	0	0	0	0	50.235.296
TRECHO 2	20900	21,300	20,900	73,00	PR	81,20	-8,20	canal	3.089	290.324	0	0	0	0	50.525.620
TRECHO 2	21000	21,400	21,000	75,00	PR	81,19	-6,19	canal	2.374	273.144	0	0	0	0	50.798.764
TRECHO 2	21100	21,500	21,100	73,00	PR	81,17	-8,17	canal	3.077	272.546	0	0	0	0	51.071.310
TRECHO 2	21200	21,600	21,200	77,50	PR	81,16	-3,66	canal	1.727	240.198	0	0	0	0	51.311.508
TRECHO 2	21300	21,700	21,300	81,00	PR	81,14	-0,14	canal	1.293	150.968	0	0	0	0	51.462.476
TRECHO 2	21400	21,800	21,400	82,00	PR	81,13	0,87	canal	1.248	127.057	0	0	0	0	51.589.533
TRECHO 2	21500	21,900	21,500	82,00	PR	81,11	0,89	canal	1.257	125.283	0	0	0	0	51.714.816
TRECHO 2	21600	22,000	21,600	84,00	PR	81,10	2,90	canal	2.484	187.082	0	0	0	0	51.901.898
TRECHO 2	21700	22,100	21,700	83,00	PR	81,08	1,92	canal	1.873	217.846	0	0	0	0	52.119.744
TRECHO 2	21800	22,200	21,800	80,00	PR	81,07	-1,07	canal	1.354	161.349	0	0	0	0	52.281.093
TRECHO 2	21900	22,300	21,900	83,00	PR	81,05	1,95	canal	1.891	162.264	0	0	0	0	52.443.358
TRECHO 2	22000	22,400	22,000	84,00	PR	81,04	2,96	canal	2.522	220.661	0	0	0	0	52.664.019
TRECHO 2	22100	22,500	22,100	79,00	PR	81,02	-2,02	canal	1.458	198.999	0	0	0	0	52.863.017
TRECHO 2	22200	22,600	22,200	75,00	PR	81,01	-6,01	canal	2.318	188.794	0	0	0	0	53.051.812
TRECHO 2	22300	22,700	22,300	72,00	PR	80,99	-8,99	canal	3.418	286.832	0	0	0	0	53.338.644
TRECHO 2	22400	22,800	22,400	66,00	PR	80,98	-14,98	canal	6.798	510.835	0	0	0	0	53.849.479
TRECHO 2	22500	22,900	22,500	67,00	PR	80,96	-13,96	canal	6.115	645.658	0	0	0	0	54.495.137
TRECHO 2	22600	23,000	22,600	69,00	PR	80,95	-11,95	canal	4.891	550.303	0	0	0	0	55.045.440
TRECHO 2	22700	23,100	22,700	73,00	PR	80,93	-7,93	canal	2.983	393.717	0	0	0	0	55.439.157
TRECHO 2	22800	23,200	22,800	76,00	PR	80,92	-4,92	canal	2.014	249.845	0	0	0	0	55.689.002
TRECHO 2	22900	23,300	22,900	80,00	PR	80,90	-0,90	canal	1.341	167.729	0	0	0	0	55.856.731
TRECHO 2	23000	23,400	23,000	80,00	PR	80,89	-0,89	canal	1.340	134.013	0	0	0	0	55.990.743
TRECHO 2	23100	23,500	23,100	80,00	PR	80,87	-0,87	canal	1.338	133.894	0	0	0	0	56.124.637
TRECHO 2	23200	23,600	23,200	81,00	PR	80,86	0,14	canal	828	108.324	0	0	0	0	56.232.962
TRECHO 2	23300	23,700	23,300	82,00	PR	80,84	1,16	canal	1.416	112.209	0	0	0	0	56.345.171
TRECHO 2	23400	23,800	23,400	83,00	PR	80,83	2,17	canal	2.029	172.239	0	0	0	0	56.517.409
TRECHO 2	23500	23,900	23,500	82,00	PR	80,81	1,19	canal	1.434	173.127	0	0	0	0	56.690.536
TRECHO 2	23600	24,000	23,600	81,00	PR	80,80	0,20	canal	862	114.800	0	0	0	0	56.805.336
TRECHO 2	23700	24,100	23,700	78,00	PR	80,78	-2,78	canal	1.568	121.514	0	0	0	0	56.926.850
TRECHO 2	23800	24,200	23,800	76,00	PR	80,77	-4,77	canal	1.976	177.205	0	0	0	0	57.104.055
TRECHO 2	23900	24,300	23,900	77,00	PR	80,75	-3,75	canal	1.746	186.095	0	0	0	0	57.290.151
TRECHO 2	24000	24,400	24,000	75,00	PR	80,67	-5,67	sifão	0	87.294	6.036	301.807	0	0	57.679.253
TRECHO 2	24100	24,500	24,100	65,00	PR	80,58	-15,58	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	58.282.867
TRECHO 2	24200	24,600	24,200	60,00	PR	80,50	-20,50	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	58.886.482
TRECHO 2	24300	24,700	24,300	59,00	PR	80,41	-21,41	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	59.490.097
TRECHO 2	24400	24,800	24,400	58,00	PR	80,33	-22,33	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	60.0

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	25700	26.100	25.700	46,50	AL	79,22	-32,72	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	67.940.702
TRECHO 2	25800	26.200	25.800	47,00	AL	79,14	-32,14	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	68.544.317
TRECHO 2	25900	26.300	25.900	47,50	AL	79,05	-31,55	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	69.147.932
TRECHO 2	26000	26.400	26.000	48,00	AL	78,97	-30,97	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	69.751.547
TRECHO 2	26100	26.500	26.100	48,50	AL	78,88	-30,38	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	70.355.161
TRECHO 2	26200	26.600	26.200	49,00	AL	78,80	-29,80	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	70.958.776
TRECHO 2	26300	26.700	26.300	49,50	AL	78,71	-29,21	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	71.562.391
TRECHO 2	26400	26.800	26.400	50,00	AL	78,63	-28,63	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	72.166.005
TRECHO 2	26500	26.900	26.500	51,00	AL	78,54	-27,54	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	72.769.620
TRECHO 2	26600	27.000	26.600	53,00	AL	78,46	-25,46	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	73.373.235
TRECHO 2	26700	27.100	26.700	54,00	AL	78,37	-24,37	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	73.976.849
TRECHO 2	26800	27.200	26.800	60,00	AL	78,29	-18,29	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	74.580.464
TRECHO 2	26900	27.300	26.900	65,00	AL	78,20	-13,20	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	75.184.079
TRECHO 2	27000	27.400	27.000	68,00	AL	78,12	-10,12	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	75.787.694
TRECHO 2	27100	27.500	27.100	69,00	AL	78,03	-9,03	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	76.391.308
TRECHO 2	27200	27.600	27.200	67,00	AL	77,95	-10,95	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	76.994.923
TRECHO 2	27300	27.700	27.300	64,00	PR	77,86	-13,86	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	77.598.538
TRECHO 2	27400	27.800	27.400	63,00	PR	77,78	-14,78	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	78.202.152
TRECHO 2	27500	27.900	27.500	70,00	PR	77,69	-7,69	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	78.805.767
TRECHO 2	27600	28.000	27.600	71,00	PR	77,61	-6,61	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	79.409.382
TRECHO 2	27700	28.100	27.700	66,00	PR	77,52	-11,52	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	80.012.996
TRECHO 2	27800	28.200	27.800	70,00	PR	77,44	-7,44	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	80.616.611
TRECHO 2	27900	28.300	27.900	70,00	PR	77,35	-7,35	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	81.220.226
TRECHO 2	28000	28.400	28.000	66,00	S	77,27	-11,27	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	81.823.841
TRECHO 2	28100	28.500	28.100	69,00	S	77,18	-8,18	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	82.427.455
TRECHO 2	28200	28.600	28.200	65,00	S	77,10	-12,10	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	83.031.070
TRECHO 2	28230	28.630	28.230	63,00	S	77,07	-14,07	sifão	0	0	6.036	181.084	0	0	83.212.154
TRECHO 2	28300	28.700	28.300	65,00	S	77,01	-12,01	sifão	0	0	6.036	422.530	0	0	83.634.685
TRECHO 2	28400	28.800	28.400	72,00	S	76,93	-4,93	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	84.238.299
TRECHO 2	28500	28.900	28.500	76,00	S	76,84	-0,84	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	84.841.914
TRECHO 2	28600	29.000	28.600	75,50	S	76,76	-1,26	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	85.445.529
TRECHO 2	28700	29.100	28.700	67,00	S	76,67	-9,67	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	86.049.143
TRECHO 2	28800	29.200	28.800	63,00	S	76,59	-13,59	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	86.652.758
TRECHO 2	28900	29.300	28.900	66,00	S	76,50	-10,50	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	87.256.373
TRECHO 2	29000	29.400	29.000	69,00	S	76,42	-7,42	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	87.859.988
TRECHO 2	29100	29.500	29.100	69,00	S	76,33	-7,33	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	88.463.602
TRECHO 2	29200	29.600	29.200	68,00	S	76,25	-8,25	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	89.067.217
TRECHO 2	29300	29.700	29.300	69,50	S	76,16	-6,66	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	89.670.832
TRECHO 2	29400	29.800	29.400	70,00	S	76,08	-6,08	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	90.274.446
TRECHO 2	29500	29.900	29.500	72,00	S	76,06	-4,06	canal	1.811	90.570	0	301.807	0	0	90.666.823
TRECHO 2	29600	30.000	29.600	73,00	S	76,05	-3,05	canal	1.613	171.199	0	0	0	0	90.838.022
TRECHO 2	29700	30.100	29.700	74,00	S	76,03	-2,03	canal	1.459	153.571	0	0	0	0	90.991.593
TRECHO 2	29800	30.200	29.800	76,00	S	76,02	-0,02	canal	1.287	137.304	0	0	0	0	91.128.897
TRECHO 2	29900	30.300	29.900	76,00	S	76,00	0,00	canal	1.287	128.692	0	0	0	0	91.257.589
TRECHO 2	30000	30.400	30.000	75,00	S	75,99	-0,99	canal	1.348	131.714	0	0	0	0	91.389.303
TRECHO 2	30100	30.500	30.100	77,00	S	75,97	1,03	canal	899	112.320	0	0	0	0	91.501.623
TRECHO 2	30200	30.600	30.200	75,50	S	75,96	-0,46	canal	1.310	110.414	0	0	0	0	91.612.037
TRECHO 2	30300	30.700	30.300	75,50	S	75,94	-0,44	canal	1.309	130.909	0	0	0	0	91.742.946
TRECHO 2	30400	30.800	30.400	76,00	S	75,93	0,07	canal	508	90.833	0	0	0	0	91.833.779
TRECHO 2	30500	30.900	30.500	77,00	S	75,91	1,09	canal	925	71.635	0	0	0	0	91.905.415
TRECHO 2	30600	31.000	30.600	76,00	S	75,90	0,10	canal	520	72.217	0	0	0	0	91.977.632
TRECHO 2	30700	31.100	30.700	75,00	S	75,88	-0,88	canal	1.339	92.940	0	0	0	0	92.070.571
TRECHO 2	30800	31.200	30.800	75,00	S	75,87	-0,87	canal	1.338	133.855	0	0	0	0	92.204.426
TRECHO 2	30900	31.300	30.900	73,00	S	75,85	-2,85	canal	1.580	145.875	0	0	0	0	92.350.301
TRECHO 2	31000	31.400	31.000	65,00	S	75,84	-10,84	canal	4.293	293.636	0	0	0	0	92.643.937
TRECHO 2	31100	31.500	31.100	63,00	S	75,82	-12,82	canal	5.401	484.696	0	0	0	0	93.128.633
TRECHO 2	31200	31.600	31.200	61,00	S	75,81	-14,81	canal	6.681	604.075	0	0	0	0	93.732.707
TRECHO 2	31300	31.700	31.300	65,00	S	75,79	-10,79	canal	4.270	547.540	0	0	0	0	94.280.248
TRECHO 2	31400	31.800	31.400	70,00	S	75,78	-5,78	canal	2.250	325.991	0	0	0	0	94.606.239
TRECHO 2	31500	31.900	31.500	70,00	S	75,76	-5,76	canal	2.245	224.756	0	0	0	0	94.830.995
TRECHO 2	31560	31.960	31.560	68,00	S	75,76	-7,76	canal	2.914	154.793	0	0	0	0	94.985.788
TRECHO 2	31600	32.000	31.600	70,00	S	75,75	-5,75	canal	2.241	103.108	0	0	0	0	95.088.896
TRECHO 2	31700	32.100	31.700	75,00	S	75,73	-0,73	canal	1.328	178.439	0	0	0	0	95.267.335
TRECHO 2	31800	32.200	31.800	65,00	S	75,72	-10,72	canal	4.232	277.976	0	0	0	0	95.545.311
TRECHO 2	31900	32.300	31.900	69,00	S	75,70	-6,70	canal	2.540	338.568	0	0	0	0	95.883.879
TRECHO 2	32000	32.400	32.000	75,00	S	75,69	-0,69	canal	1.325	193.210	0	0	0	0	96.077.089
TRECHO 2	32100	32.500	32.100	77,00	S	75,67	1,33	canal	1.030	117.731	0	0	0	0	96.194.820
TRECHO 2	32200	32.600	32.200	76,00	S	75,66	0,34	canal	614	82.213	0	0	0	0	96.277.034
TRECHO 2	32300	32.700	32.300	75,00	S	75,64	-0,64	canal	1.321	96.784	0	0	0	0	96.373.817
TRECHO 2	32400	32.800	32.400	74,00	S	75,63	-1,63	canal	1.410	136.577	0	0	0	0	96.510.394
TRECHO 2	32500	32.900	32.500	75,00	S	75,61	-0,61	canal	1.319	136.475	0	0	0	0	96.646.869
TRECHO 2	32600	33.000	32.600	76,00	S	75,60	0,40	canal	638	97.885	0	0	0	0	96.744.754
TRECHO 2	32700	33.100	32.700	75,00	S	75,58	-0,58	canal	1.317	97.785	0	0	0	0	96.842.539
TRECHO 2	32800	33.200	32.800	75,00	S	75,50	-0,50	sifão	0	65.871	6.036	301.807	0	0	97.210.218
TRECHO 2	32900	33.300	32.900	65,00	S	75,41	-10,41	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	97.813.832
TRECHO 2	33000	33.400	33.000	60,00	S	75,33	-15,33	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	98.417.447
TRECHO 2	33100	33.500	33.100	60,00	S	75,24	-15,24	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	99.021.062
TRECHO 2	33200	33.600	33.200	60,00	S	75,16	-15,16	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	99.624.676
TRECHO 2	33300	33.700	33.300	55,00	S	75,07	-20,07	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	100.228.291
TRECHO 2	33400	33.800	33.400	50,00	S	74,99	-24,99	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	100.831.906
TRECHO 2	33500	33.90													

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	34700	35,100	34,700	72,00	S	73,95	-1,95	canal	1.449	72.432	0	301.807	0	0	108.449.522
TRECHO 2	34800	35,200	34,800	74,00	S	73,94	0,06	canal	504	97.640	0	0	0	0	108.547.162
TRECHO 2	34900	35,300	34,900	76,00	S	73,92	2,08	canal	1.376	93.994	0	0	0	0	108.641.156
TRECHO 2	35000	35,400	35,000	78,00	S	73,91	4,09	canal	2.422	189.880	0	0	0	0	108.831.035
TRECHO 2	35100	35,500	35,100	77,00	S	73,89	3,11	canal	1.890	215.578	0	0	0	0	109.046.613
TRECHO 2	35200	35,600	35,200	74,00	S	73,88	0,12	canal	527	120.856	0	0	0	0	109.167.469
TRECHO 2	35300	35,700	35,300	72,00	S	73,86	-1,86	canal	1.438	98.247	0	0	0	0	109.265.716
TRECHO 2	35400	35,800	35,400	70,00	S	73,85	-3,85	canal	1.766	160.151	0	0	0	0	109.425.867
TRECHO 2	35500	35,900	35,500	65,00	S	73,83	-8,83	canal	3.349	255.749	0	0	0	0	109.681.616
TRECHO 2	35600	36,000	35,600	63,00	S	73,82	-10,82	canal	4.283	381.618	0	0	0	0	110.063.234
TRECHO 2	35700	36,100	35,700	64,00	S	73,80	-9,80	canal	3.784	403.347	0	0	0	0	110.466.581
TRECHO 2	35800	36,200	35,800	70,00	S	73,79	-3,79	canal	1.753	276.856	0	0	0	0	110.743.438
TRECHO 2	35900	36,300	35,900	76,00	S	73,77	2,23	canal	1.448	160.043	0	0	0	0	110.903.481
TRECHO 2	36000	36,400	36,000	77,00	S	73,76	3,24	canal	1.960	170.405	0	0	0	0	111.073.886
TRECHO 2	36075	36,475	36,075	76,00	S	73,75	2,25	canal	1.460	128.281	0	0	0	0	111.202.167
TRECHO 2	36100	36,500	36,100	75,00	S	73,74	1,26	canal	999	30.744	0	0	0	0	111.232.911
TRECHO 2	36200	36,600	36,200	75,50	S	73,73	1,77	canal	1.232	111.562	0	0	0	0	111.344.472
TRECHO 2	36300	36,700	36,300	76,00	S	73,71	2,29	canal	1.477	135.453	0	0	0	0	111.479.926
TRECHO 2	36400	36,800	36,400	76,50	S	73,70	2,80	canal	1.733	160.487	0	0	0	0	111.640.413
TRECHO 2	36500	36,900	36,500	77,00	S	73,68	3,32	canal	2.000	186.638	0	0	0	0	111.827.051
TRECHO 2	36600	37,000	36,600	77,00	S	73,67	3,33	canal	2.008	200.385	0	0	0	0	112.027.436
TRECHO 2	36700	37,100	36,700	76,00	S	73,65	2,35	canal	1.506	175.697	0	0	0	0	112.203.133
TRECHO 2	36800	37,200	36,800	75,00	S	73,64	1,36	canal	1.046	127.588	0	0	0	0	112.330.721
TRECHO 2	36900	37,300	36,900	76,00	S	73,62	2,38	canal	1.521	128.322	0	0	0	0	112.459.043
TRECHO 2	37000	37,400	37,000	77,00	S	73,61	3,39	canal	2.040	178.024	0	0	0	0	112.637.067
TRECHO 2	37100	37,500	37,100	75,00	S	73,59	1,41	canal	1.066	155.271	0	0	0	0	112.792.338
TRECHO 2	37200	37,600	37,200	70,00	S	73,51	-3,51	sifão	0	53.287	6.036	301.807	0	0	113.147.432
TRECHO 2	37300	37,700	37,300	60,00	S	73,42	-13,42	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	113.751.047
TRECHO 2	37400	37,800	37,400	57,00	S	73,34	-16,34	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	114.354.662
TRECHO 2	37500	37,900	37,500	55,00	S	73,25	-18,25	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	114.958.276
TRECHO 2	37600	38,000	37,600	54,00	S	73,17	-19,17	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	115.561.891
TRECHO 2	37700	38,100	37,700	53,00	S	73,08	-20,08	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	116.165.506
TRECHO 2	37800	38,200	37,800	52,00	S	73,00	-21,00	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	116.769.121
TRECHO 2	37900	38,300	37,900	56,00	S	72,91	-16,91	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	117.372.735
TRECHO 2	38000	38,400	38,000	60,00	S	72,83	-12,83	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	117.976.350
TRECHO 2	38100	38,500	38,100	65,00	S	72,74	-7,74	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	118.579.965
TRECHO 2	38200	38,600	38,200	60,00	S	72,66	-12,66	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	119.183.579
TRECHO 2	38300	38,700	38,300	59,00	PR	72,57	-13,57	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	119.787.194
TRECHO 2	38400	38,800	38,400	64,00	PR	72,49	-8,49	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	120.390.809
TRECHO 2	38500	38,900	38,500	68,00	PR	72,40	-4,40	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	120.994.423
TRECHO 2	38600	39,000	38,600	75,00	PR	72,39	2,61	canal	2.302	115.095	0	301.807	0	0	121.411.326
TRECHO 2	38700	39,100	38,700	78,00	PR	72,37	5,63	canal	4.293	329.754	0	0	0	0	121.741.080
TRECHO 2	38800	39,200	38,800	74,00	PR	72,36	1,64	canal	1.706	299.947	0	0	0	0	122.041.027
TRECHO 2	38900	39,300	38,900	72,00	PR	72,34	-0,34	canal	1.303	150.432	0	0	0	0	122.191.459
TRECHO 2	39000	39,400	39,000	71,00	PR	72,33	-1,33	canal	1.379	134.074	0	0	0	0	122.325.533
TRECHO 2	39100	39,500	39,100	69,00	PR	72,31	-3,31	canal	1.660	151.936	0	0	0	0	122.477.469
TRECHO 2	39200	39,600	39,200	66,00	PR	72,23	-6,23	sifão	0	83.007	6.036	301.807	0	0	122.862.284
TRECHO 2	39300	39,700	39,300	64,00	PR	72,14	-8,14	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	123.465.898
TRECHO 2	39400	39,800	39,400	59,00	PR	72,06	-13,06	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	124.069.513
TRECHO 2	39500	39,900	39,500	56,00	PR	71,97	-15,97	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	124.673.128
TRECHO 2	39600	40,000	39,600	59,00	PR	71,89	-12,89	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	125.276.742
TRECHO 2	39700	40,100	39,700	61,00	PR	71,80	-10,80	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	125.880.357
TRECHO 2	39760	40,160	39,760	59,00	PR	71,75	-12,75	sifão	0	0	6.036	362.169	0	0	126.242.526
TRECHO 2	39800	40,200	39,800	56,00	PR	71,72	-15,72	sifão	0	0	6.036	241.446	0	0	126.483.972
TRECHO 2	39900	40,300	39,900	54,00	PR	71,63	-17,63	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	127.087.586
TRECHO 2	40000	40,400	40,000	52,00	PR	71,55	-19,55	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	127.691.201
TRECHO 2	40100	40,500	40,100	55,00	PR	71,46	-16,46	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	128.294.816
TRECHO 2	40200	40,600	40,200	62,00	PR	71,38	-9,38	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	128.898.431
TRECHO 2	40300	40,700	40,300	64,00	PR	71,29	-7,29	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	129.502.045
TRECHO 2	40400	40,800	40,400	75,00	PR	71,21	3,79	sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	130.105.660
TRECHO 2	40500	40,900	40,500	76,00	PR	71,19	4,81	canal	3.731	186.567	0	301.807	0	0	130.594.035
TRECHO 2	40600	41,000	40,600	77,00	PR	71,18	5,82	canal	4.429	408.016	0	0	0	0	131.002.051
TRECHO 2	40700	41,100	40,700	76,00	PR	71,16	4,84	canal	3.752	409.031	0	0	0	0	131.411.082
TRECHO 2	40800	41,200	40,800	75,00	PR	71,15	3,85	canal	3.096	342.378	0	0	0	0	131.753.460
TRECHO 2	40900	41,300	40,900	75,00	PR	71,13	3,87	canal	3.106	310.084	0	0	0	0	132.063.544
TRECHO 2	41000	41,400	41,000	69,00	PR	71,12	-2,12	canal	1.470	228.787	0	0	0	0	132.292.331
TRECHO 2	41100	41,500	41,100	72,00	PR	71,10	0,90	canal	1.263	136.653	0	0	0	0	132.428.983
TRECHO 2	41200	41,600	41,200	73,00	PR	71,09	1,91	canal	1.869	156.626	0	0	0	0	132.585.610
TRECHO 2	41300	41,700	41,300	72,00	PR	71,07	0,93	canal	1.281	157.504	0	0	0	0	132.743.114
TRECHO 2	41400	41,800	41,400	70,00	PR	71,06	-1,06	canal	1.354	131.713	0	0	0	0	132.874.827
TRECHO 2	41500	41,900	41,500	63,00	PR	71,04	-8,04	canal	3.026	218.978	0	0	0	0	133.093.805
TRECHO 2	41600	42,000	41,600	74,00	PR	71,03	2,97	canal	2.529	277.735	0	0	0	0	133.371.540
TRECHO 2	41700	42,100	41,700	73,00	PR	71,01	1,99	canal	1.915	222.200	0	0	0	0	133.593.740
TRECHO 2	41800	42,200	41,800	72,00	PR	71,00	1,00	canal	1.325	161.994	0	0	0	0	133.755.734
TRECHO 2	41900	42,300	41,900	73,00	PR	70,98	2,02	canal	1.934	162.912	0	0	0	0	133.918.646
TRECHO 2	42000	42,400	42,000	70,00	PR	70,97	-0,97	canal	1.346	163.979	0	0	0	0	134.082.625
TRECHO 2	42100	42,500	42,100	68,00	PR	70,95	-2,95	canal	1.596	147.114	0	0	0	0	134.229.739
TRECHO 2	42200	42,600	42,200	68,00	PR	70,94	-2,94	canal	1.594	159.501	0	0	0	0	134.389.240
TRECHO 2	42300	42,700	42,300	67,00	PR	70,92	-3,92	canal	1.781	168.751	0	0	0	0	134.557.991
TRECHO 2	42400	42,800	42,400	66,00	PR	70,91									

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profundidade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	43700	44,100	43,700	69,00	PR	70,71	-1,71	canal	1.420	145.197	0	0	0	0	136.837.546
TRECHO 2	43800	44,200	43,800	72,00	PR	70,70	1,30	canal	1.502	146.089	0	0	0	0	136.983.635
TRECHO 2	43900	44,300	43,900	73,00	PR	70,68	2,32	canal	2.118	181.016	0	0	0	0	137.164.651
TRECHO 2	44000	44,400	44,000	73,00	PR	70,67	2,33	canal	2.128	212.289	0	0	0	0	137.376.940
TRECHO 2	44100	44,500	44,100	72,00	PR	70,65	1,35	canal	1.529	182.820	0	0	0	0	137.559.760
TRECHO 2	44200	44,600	44,200	74,00	PR	70,64	3,36	canal	2.778	215.339	0	0	0	0	137.775.100
TRECHO 2	44300	44,700	44,300	76,00	PR	70,62	5,38	canal	4.120	344.912	0	0	0	0	138.120.012
TRECHO 2	44400	44,800	44,400	74,00	PR	70,61	3,39	canal	2.797	345.878	0	0	0	0	138.465.890
TRECHO 2	44500	44,900	44,500	73,00	PR	70,59	2,41	canal	2.174	248.565	0	0	0	0	138.714.455
TRECHO 2	44600	45,000	44,600	72,00	PR	70,58	1,42	canal	1.574	187.385	0	0	0	0	138.901.840
TRECHO 2	44700	45,100	44,700	71,00	PR	70,56	0,44	canal	996	128.503	0	0	0	0	139.030.343
TRECHO 2	44800	45,200	44,800	70,00	PR	70,55	-0,55	canal	1.315	115.579	0	0	0	0	139.145.922
TRECHO 2	44900	45,300	44,900	67,00	PR	70,53	-3,53	canal	1.702	150.855	0	0	0	0	139.296.777
TRECHO 2	45000	45,400	45,000	69,00	PR	70,52	-1,52	canal	1.398	155.002	0	0	0	0	139.451.779
TRECHO 2	45100	45,500	45,100	71,00	PR	70,50	0,50	canal	1.031	121.450	0	0	0	0	139.573.228
TRECHO 2	45200	45,600	45,200	70,00	PR	70,49	-0,49	canal	1.311	117.114	0	0	0	0	139.690.342
TRECHO 2	45300	45,700	45,300	67,00	PR	70,47	-3,47	canal	1.690	150.085	0	0	0	0	139.840.428
TRECHO 2	45400	45,800	45,400	69,00	PR	70,46	-1,46	canal	1.392	154.105	0	0	0	0	139.994.532
TRECHO 2	45500	45,900	45,500	71,00	PR	70,44	0,56	canal	1.065	122.862	0	0	0	0	140.117.395
TRECHO 2	45600	46,000	45,600	72,00	PR	70,43	1,57	canal	1.664	136.454	0	0	0	0	140.253.848
TRECHO 2	45700	46,100	45,700	71,00	PR	70,41	0,59	canal	1.083	137.320	0	0	0	0	140.391.168
TRECHO 2	45800	46,200	45,800	69,00	PR	70,40	-1,40	canal	1.386	123.420	0	0	0	0	140.514.588
TRECHO 2	45900	46,300	45,900	67,00	PR	70,38	-3,38	canal	1.673	152.940	0	0	0	0	140.667.528
TRECHO 2	46000	46,400	46,000	69,00	PR	70,37	-1,37	canal	1.383	152.789	0	0	0	0	140.820.317
TRECHO 2	46100	46,500	46,100	70,00	PR	70,35	-0,35	canal	1.303	134.301	0	0	0	0	140.954.617
TRECHO 2	46200	46,600	46,200	69,50	PR	70,34	-0,84	canal	1.336	131.954	0	0	0	0	141.086.571
TRECHO 2	46300	46,700	46,300	69,00	PR	70,32	-1,32	canal	1.378	135.686	0	0	0	0	141.222.257
TRECHO 2	46400	46,800	46,400	68,00	PR	70,31	-2,31	canal	1.496	143.707	0	0	0	0	141.365.965
TRECHO 2	46500	46,900	46,500	67,00	PR	70,29	-3,29	canal	1.656	157.624	0	0	0	0	141.523.589
TRECHO 2	46600	47,000	46,600	67,15	PR	70,28	-3,13	canal	1.627	164.153	0	0	0	0	141.687.741
TRECHO 2	46700	47,100	46,700	67,30	PR	70,26	-2,96	canal	1.598	161.229	0	0	0	0	141.848.971
TRECHO 2	46800	47,200	46,800	67,45	PR	70,25	-2,80	canal	1.571	158.425	0	0	0	0	142.007.396
TRECHO 2	46900	47,300	46,900	67,60	PR	70,23	-2,63	canal	1.544	155.740	0	0	0	0	142.163.136
TRECHO 2	47000	47,400	47,000	67,75	PR	70,22	-2,47	canal	1.519	153.174	0	0	0	0	142.316.310
TRECHO 2	47100	47,500	47,100	67,90	PR	70,20	-2,30	canal	1.495	150.727	0	0	0	0	142.467.037
TRECHO 2	47200	47,600	47,200	68,05	PR	70,19	-2,14	canal	1.473	148.400	0	0	0	0	142.615.437
TRECHO 2	47300	47,700	47,300	68,20	PR	70,17	-1,97	canal	1.451	146.191	0	0	0	0	142.761.628
TRECHO 2	47400	47,800	47,400	68,35	PR	70,16	-1,81	canal	1.431	144.102	0	0	0	0	142.905.730
TRECHO 2	47500	47,900	47,500	68,50	PR	70,14	-1,64	canal	1.412	142.132	0	0	0	0	143.047.862
TRECHO 2	47600	48,000	47,600	68,65	PR	70,13	-1,48	canal	1.394	140.280	0	0	0	0	143.188.142
TRECHO 2	47700	48,100	47,700	68,80	PR	70,11	-1,31	canal	1.377	138.548	0	0	0	0	143.326.690
TRECHO 2	47800	48,200	47,800	68,95	PR	70,10	-1,15	canal	1.362	136.936	0	0	0	0	143.463.626
TRECHO 2	47900	48,300	47,900	69,10	PR	70,08	-0,98	canal	1.347	135.442	0	0	0	0	143.599.068
TRECHO 2	48000	48,400	48,000	69,25	PR	70,07	-0,82	canal	1.334	134.067	0	0	0	0	143.733.135
TRECHO 2	48100	48,500	48,100	69,40	PR	70,05	-0,65	canal	1.322	132.812	0	0	0	0	143.865.947
TRECHO 2	48200	48,600	48,200	69,55	PR	70,04	-0,49	canal	1.311	131.675	0	0	0	0	143.997.622
TRECHO 2	48300	48,700	48,300	69,70	PR	70,02	-0,32	canal	1.302	130.658	0	0	0	0	144.128.280
TRECHO 2	48400	48,800	48,400	70,30	PR	70,01	0,29	canal	913	110.762	0	0	0	0	144.239.042
TRECHO 2	48500	48,900	48,500	71,40	PR	69,99	1,41	canal	1.565	123.906	0	0	0	0	144.362.948
TRECHO 2	0	0,000	48,500	71,40	PR	69,99	1,41	Canal	1.565	0	0	0	0	0	144.362.948
TRECHO 2	100	0,100	48,600	85,85	PR	69,98	15,87	Canal	5.489	352.704	0	0	0	0	144.715.652
TRECHO 2	200	0,200	48,700	85,00	PR	69,96	15,04	Canal	5.243	536.609	0	0	0	0	145.252.261
TRECHO 2	300	0,300	48,800	84,50	PR	69,95	14,55	Canal	5.101	517.206	0	0	0	0	145.769.466
TRECHO 2	400	0,400	48,900	84,00	PR	69,93	14,07	Canal	4.961	503.133	0	0	0	0	146.272.600
TRECHO 2	500	0,500	49,000	77,20	PR	69,92	7,28	Canal	3.157	405.927	0	0	0	0	146.678.527
TRECHO 2	600	0,600	49,100	77,30	PR	69,90	7,40	Canal	3.185	317.124	0	0	0	0	146.995.651
TRECHO 2	700	0,700	49,200	77,50	PR	69,89	7,61	Canal	3.238	321.157	0	0	0	0	147.316.808
TRECHO 2	800	0,800	49,300	78,00	PR	69,87	8,13	Canal	3.365	330.158	0	0	0	0	147.646.966
TRECHO 2	900	0,900	49,400	78,50	PR	69,86	8,64	Canal	3.495	342.989	0	0	0	0	147.989.956
TRECHO 2	1000	1,000	49,500	79,00	PR	69,84	9,16	Canal	3.626	356.002	0	0	0	0	148.345.957
TRECHO 2	1100	1,100	49,600	80,10	PR	69,83	10,27	Canal	3.915	377.042	0	0	0	0	148.722.999
TRECHO 2	1200	1,200	49,700	80,20	PR	69,81	10,39	Canal	3.946	393.049	0	0	0	0	149.116.048
TRECHO 2	1300	1,300	49,800	80,10	PR	69,80	10,30	Canal	3.923	393.444	0	0	0	0	149.509.492
TRECHO 2	1400	1,400	49,900	80,00	PR	69,78	10,22	Canal	3.901	391.202	0	0	0	0	149.900.694
TRECHO 2	1500	1,500	50,000	83,00	PR	69,77	13,23	Canal	4.724	431.217	0	0	0	0	150.331.911
TRECHO 2	1600	1,600	50,100	82,67	PR	69,75	12,91	Canal	4.634	467.874	0	0	0	0	150.799.784
TRECHO 2	1700	1,700	50,200	80,00	PR	69,74	10,26	Canal	3.913	427.332	0	0	0	0	151.227.116
TRECHO 2	1800	1,800	50,300	81,49	PR	69,72	11,77	Canal	4.317	411.463	0	0	0	0	151.638.579
TRECHO 2	1900	1,900	50,400	82,14	PR	69,71	12,43	Canal	4.500	440.812	0	0	0	0	152.079.391
TRECHO 2	2000	2,000	50,500	82,78	PR	69,69	13,09	Canal	4.683	459.115	0	0	0	0	152.538.506
TRECHO 2	2100	2,100	50,600	83,43	PR	69,68	13,75	Canal	4.871	477.688	0	0	0	0	153.016.194
TRECHO 2	2200	2,200	50,700	84,08	PR	69,66	14,42	Canal	5.062	496.667	0	0	0	0	153.512.862
TRECHO 2	2300	2,300	50,800	84,73	PR	69,65	15,08	Canal	5.256	515.909	0	0	0	0	154.028.771
TRECHO 2	2400	2,400	50,900	85,81	PR	69,63	16,18	Canal	5.580	541.822	0	0	0	0	154.570.593
TRECHO 2	2500	2,500	51,000	87,13	PR	69,62	17,51	Canal	5.985	578.286	0	0	0	0	155.148.880
TRECHO 2	2600	2,600	51,100	88,05	PR	69,60	18,45	Canal	6.274	612.984	0	0	0	0	155.761.864
TRECHO 2	2700	2,700	51,200	89,76	PR	69,59	20,17	Canal	6.820	654.721	0	0	0	0	156.416.585
TRECHO 2	2800	2,800	51,300	90,45	PR	69,57	20,88	Canal	7.047	693.360	0	0	0	0	157.109.945
TRECHO 2	2900	2,900	51,400	91,04	PR	69,56	21,48	Canal	7.244	714.569	0	0	0	0	157.824.514
TRECHO 2	3000	3,000	51,500	91,63	PR	69,54	22,09	Canal	7.443	734.350	0	0	0	0	158.558.865
TRECHO 2															

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	4300	4,300	52,800	89,60	PR	69,35	20,25	Canal	6.846	693.995	0	0	0	0	168.894.561
TRECHO 2	4400	4,400	52,900	89,20	PR	69,33	19,87	Canal	6.722	678.403	0	0	0	0	169.572.964
TRECHO 2	4500	4,500	53,000	89,10	PR	69,32	19,78	Canal	6.695	670.887	0	0	0	0	170.243.851
TRECHO 2	4600	4,600	53,100	88,74	PR	69,30	19,44	Canal	6.586	664.050	0	0	0	0	170.907.900
TRECHO 2	4700	4,700	53,200	88,38	PR	69,29	19,09	Canal	6.477	653.116	0	0	0	0	171.561.016
TRECHO 2	4800	4,800	53,300	88,02	PR	69,27	18,75	Canal	6.368	642.244	0	0	0	0	172.203.260
TRECHO 2	4900	4,900	53,400	87,66	PR	69,26	18,40	Canal	6.260	631.433	0	0	0	0	172.834.693
TRECHO 2	5000	5,000	53,500	87,30	PR	69,24	18,06	Canal	6.153	620.684	0	0	0	0	173.455.377
TRECHO 2	5100	5,100	53,600	86,94	PR	69,23	17,71	Canal	6.047	609.998	0	0	0	0	174.065.375
TRECHO 2	5200	5,200	53,700	86,58	PR	69,21	17,37	Canal	5.941	599.376	0	0	0	0	174.664.751
TRECHO 2	5300	5,300	53,800	86,22	PR	69,20	17,02	Canal	5.836	588.817	0	0	0	0	175.253.568
TRECHO 2	5400	5,400	53,900	85,86	PR	69,18	16,68	Canal	5.731	578.324	0	0	0	0	175.831.892
TRECHO 2	5500	5,500	54,000	85,50	PR	69,17	16,33	Canal	5.627	567.896	0	0	0	0	176.399.787
TRECHO 2	5600	5,600	54,100	85,14	PR	69,15	15,99	Canal	5.524	557.534	0	0	0	0	176.957.321
TRECHO 2	5700	5,700	54,200	84,80	PR	69,14	15,64	Canal	5.368	544.575	0	0	0	0	177.501.896
TRECHO 2	5800	5,800	54,300	83,70	PR	69,12	14,58	Canal	5.109	523.821	0	0	0	0	178.025.716
TRECHO 2	5900	5,900	54,400	82,80	PR	69,11	13,69	Canal	4.854	498.130	0	0	0	0	178.523.846
TRECHO 2	6000	6,000	54,500	81,90	PR	69,09	12,81	Canal	4.604	472.905	0	0	0	0	179.096.751
TRECHO 2	6100	6,100	54,600	81,00	PR	69,08	11,92	Canal	4.359	448.155	0	0	0	0	179.444.907
TRECHO 2	6200	6,200	54,700	80,10	PR	69,06	11,04	Canal	4.119	423.893	0	0	0	0	179.868.799
TRECHO 2	6300	6,300	54,800	79,56	PR	69,05	10,51	Canal	3.979	404.880	0	0	0	0	180.273.680
TRECHO 2	6400	6,400	54,900	79,03	PR	69,03	10,00	Canal	3.843	391.091	0	0	0	0	180.664.771
TRECHO 2	6500	6,500	55,000	78,50	PR	69,02	9,48	Canal	3.709	377.611	0	0	0	0	181.042.382
TRECHO 2	6600	6,600	55,100	77,97	PR	69,00	8,97	Canal	3.577	364.306	0	0	0	0	181.406.688
TRECHO 2	6700	6,700	55,200	77,44	PR	68,99	8,45	Canal	3.447	351.180	0	0	0	0	181.757.868
TRECHO 2	6800	6,800	55,300	76,91	PR	68,97	7,94	Canal	3.318	338.234	0	0	0	0	182.096.102
TRECHO 2	6900	6,900	55,400	76,38	PR	68,96	7,42	Canal	3.191	325.471	0	0	0	0	182.421.573
TRECHO 2	7000	7,000	55,500	75,85	PR	68,94	6,91	Canal	3.067	312.893	0	0	0	0	182.734.466
TRECHO 2	7100	7,100	55,600	75,32	PR	68,93	6,39	Canal	2.944	300.502	0	0	0	0	183.034.968
TRECHO 2	7200	7,200	55,700	74,90	PR	68,91	5,99	Canal	2.848	289.585	0	0	0	0	183.324.553
TRECHO 2	7300	7,300	55,800	74,60	PR	68,90	5,70	Canal	2.782	281.496	0	0	0	0	183.606.050
TRECHO 2	7400	7,400	55,900	74,30	PR	68,88	5,42	Canal	2.716	274.886	0	0	0	0	183.880.936
TRECHO 2	7500	7,500	56,000	74,00	PR	68,87	5,13	Canal	2.651	268.335	0	0	0	0	184.149.271
TRECHO 2	7600	7,600	56,100	74,50	PR	68,85	5,65	Canal	2.769	270.988	0	0	0	0	184.420.259
TRECHO 2	7700	7,700	56,200	74,80	PR	68,84	5,96	Canal	2.842	280.567	0	0	0	0	184.700.826
TRECHO 2	7800	7,800	56,300	74,00	PR	68,82	5,18	Canal	2.661	275.166	0	0	0	0	184.975.992
TRECHO 2	7900	7,900	56,400	76,00	PR	68,81	7,19	Canal	3.135	289.818	0	0	0	0	185.265.810
TRECHO 2	8000	8,000	56,500	81,00	PR	68,79	12,21	Canal	4.437	378.638	0	0	0	0	185.644.448
TRECHO 2	8100	8,100	56,600	82,00	PR	68,78	13,22	Canal	4.721	457.905	0	0	0	0	186.102.353
TRECHO 2	8200	8,200	56,700	80,50	PR	68,76	11,74	Canal	4.308	451.454	0	0	0	0	186.553.807
TRECHO 2	8300	8,300	56,800	79,73	PR	68,75	10,98	Canal	4.104	420.624	0	0	0	0	186.974.432
TRECHO 2	8400	8,400	56,900	79,86	PR	68,73	11,13	Canal	4.143	412.357	0	0	0	0	187.386.788
TRECHO 2	8500	8,500	57,000	79,66	PR	68,72	10,94	Canal	4.093	411.821	0	0	0	0	187.798.609
TRECHO 2	8600	8,600	57,100	79,46	PR	68,70	10,76	Canal	4.044	406.864	0	0	0	0	188.205.473
TRECHO 2	8700	8,700	57,200	79,26	PR	68,69	10,57	Canal	3.995	401.929	0	0	0	0	188.607.402
TRECHO 2	8800	8,800	57,300	79,06	PR	68,67	10,39	Canal	3.946	397.017	0	0	0	0	189.004.419
TRECHO 2	8900	8,900	57,400	78,76	PR	68,66	10,10	Canal	3.871	390.813	0	0	0	0	189.395.232
TRECHO 2	9000	9,000	57,500	78,46	PR	68,64	9,82	Canal	3.796	383.333	0	0	0	0	189.778.564
TRECHO 2	9100	9,100	57,600	78,46	PR	68,63	9,83	Canal	3.800	379.802	0	0	0	0	190.158.366
TRECHO 2	9200	9,200	57,700	78,82	PR	68,61	10,21	Canal	3.898	384.908	0	0	0	0	190.543.274
TRECHO 2	9300	9,300	57,800	79,18	PR	68,60	10,58	Canal	3.997	394.776	0	0	0	0	190.938.050
TRECHO 2	9400	9,400	57,900	79,54	PR	68,58	10,96	Canal	4.097	404.736	0	0	0	0	191.342.786
TRECHO 2	9500	9,500	58,000	79,90	PR	68,57	11,33	Canal	4.198	414.787	0	0	0	0	191.757.573
TRECHO 2	9600	9,600	58,100	79,14	PR	68,55	10,59	Canal	3.999	409.850	0	0	0	0	192.167.423
TRECHO 2	9700	9,700	58,200	78,37	PR	68,54	9,83	Canal	3.800	389.931	0	0	0	0	192.557.355
TRECHO 2	9800	9,800	58,300	77,61	PR	68,52	9,09	Canal	3.608	370.379	0	0	0	0	192.927.734
TRECHO 2	9900	9,900	58,400	76,85	PR	68,51	8,34	Canal	3.419	351.331	0	0	0	0	193.279.065
TRECHO 2	10000	10,000	58,500	76,09	PR	68,49	7,60	Canal	3.234	332.661	0	0	0	0	193.611.726
TRECHO 2	10100	10,100	58,600	75,33	PR	68,48	6,85	Canal	3.053	314.374	0	0	0	0	193.926.100
TRECHO 2	10200	10,200	58,700	74,58	PR	68,46	6,12	Canal	2.879	296.596	0	0	0	0	194.222.697
TRECHO 2	10300	10,300	58,800	73,88	PR	68,45	5,43	Canal	2.719	279.903	0	0	0	0	194.502.599
TRECHO 2	10400	10,400	58,900	73,18	PR	68,43	4,75	Canal	2.564	264.150	0	0	0	0	194.766.750
TRECHO 2	10500	10,500	59,000	72,48	PR	68,42	4,06	Canal	2.411	248.745	0	0	0	0	195.015.494
TRECHO 2	10600	10,600	59,100	71,78	PR	68,40	3,38	Canal	2.263	233.691	0	0	0	0	195.249.185
TRECHO 2	10700	10,700	59,200	71,08	PR	68,39	2,69	Canal	2.117	218.994	0	0	0	0	195.468.179
TRECHO 2	10800	10,800	59,300	70,38	PR	68,37	2,01	Canal	1.976	204.659	0	0	0	0	195.672.837
TRECHO 2	10900	10,900	59,400	69,79	PR	68,36	1,43	Canal	1.580	177.772	0	0	0	0	195.850.609
TRECHO 2	11000	11,000	59,500	69,58	PR	68,34	1,24	Canal	1.463	152.153	0	0	0	0	196.002.762
TRECHO 2	11100	11,100	59,600	69,37	PR	68,33	1,04	Canal	1.348	140.581	0	0	0	0	196.143.343
TRECHO 2	11200	11,200	59,700	69,16	PR	68,31	0,85	Canal	1.234	129.101	0	0	0	0	196.272.444
TRECHO 2	11300	11,300	59,800	68,95	PR	68,30	0,65	Canal	1.120	117.712	0	0	0	0	196.390.157
TRECHO 2	11400	11,400	59,900	68,74	PR	68,28	0,46	Canal	1.008	106.416	0	0	0	0	196.496.573
TRECHO 2	11500	11,500	60,000	68,53	PR	68,27	0,26	Canal	896	95.212	0	0	0	0	196.591.785
TRECHO 2	11600	11,600	60,100	68,32	PR	68,25	0,07	Canal	786	84.102	0	0	0	0	196.675.887
TRECHO 2	11700	11,700	60,200	68,11	PR	68,24	-0,13	Canal	1.292	103.885	0	0	0	0	196.779.772
TRECHO 2	11800	11,800	60,300	67,90	PR	68,22	-0,32	Canal	1.302	129.690	0	0	0	0	196.909.462
TRECHO 2	11900	11,900	60,400	67,69	PR	68,21	-0,52	Canal	1.313	130.752	0	0	0	0	197.040.214
TRECHO 2	12000	12,000	60,500	67,48	PR	68,19	-0,71	Canal	1.326	131.979	0	0	0	0	197.172.193
TRECHO 2	12100	12,100	60,600	67,27	PR	68,18	-0,91	Canal	1.341	133.374	0	0	0	0	197.305.567
TRECHO 2	12200	12,200	60,700	67,06	PR	68,16	-1,10	Canal	1.358	134.934	0	0	0	0	197.440.501

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 2	13500	13,500	62,000	64,76	PR	67,97	-3,21	Canal	1.641	163.510	0	0	0	0	199.399.012
TRECHO 2	13600	13,600	62,100	64,68	PR	67,95	-3,27	Canal	1.653	164.684	0	0	0	0	199.563.696
TRECHO 2	13700	13,700	62,200	64,60	PR	67,94	-3,34	Canal	1.665	165.877	0	0	0	0	199.729.573
TRECHO 2	13800	13,800	62,300	64,50	S	67,92	-3,42	Canal	1.681	167.278	0	0	0	0	199.896.851
TRECHO 2	13900	13,900	62,400	64,75	S	67,91	-3,16	Canal	1.632	165.636	0	0	0	0	200.062.487
TRECHO 2	14000	14,000	62,500	65,00	S	67,89	-2,89	Canal	1.586	160.907	0	0	0	0	200.223.394
TRECHO 2	14100	14,100	62,600	65,00	S	67,88	-2,88	Canal	1.584	158.494	0	0	0	0	200.381.888
TRECHO 2	14200	14,200	62,700	64,50	S	67,86	-3,36	Canal	1.669	162.657	0	0	0	0	200.544.545
TRECHO 2	14300	14,300	62,800	64,00	S	67,85	-3,85	Canal	1.766	171.749	0	0	0	0	200.716.293
TRECHO 2	14400	14,400	62,900	63,00	S	67,83	-4,83	Canal	1.992	187.890	0	0	0	0	200.904.183
TRECHO 2	14500	14,500	63,000	62,00	S	67,82	-5,82	Canal	2.262	212.690	0	0	0	0	201.116.874
TRECHO 2	14600	14,600	63,100	59,50	S	67,80	-8,30	Canal	3.129	269.546	0	0	0	0	201.386.420
TRECHO 2	14700	14,700	63,200	62,00	S	67,79	-5,79	Canal	2.253	269.105	0	0	0	0	201.655.524
TRECHO 2	14800	14,800	63,300	63,00	S	67,77	-4,77	Canal	1.977	211.498	0	0	0	0	201.867.022
TRECHO 2	14900	14,900	63,400	64,00	S	67,76	-3,76	Canal	1.747	186.209	0	0	0	0	202.053.231
TRECHO 2	15000	15,000	63,500	65,00	S	67,74	-2,74	Canal	1.562	165.428	0	0	0	0	202.218.659
TRECHO 2	15100	15,100	63,600	64,50	S	67,73	-3,23	Canal	1.645	160.310	0	0	0	0	202.378.968
TRECHO 2	15200	15,200	63,700	64,00	S	67,71	-3,71	Canal	1.738	169.115	0	0	0	0	202.548.083
TRECHO 2	15300	15,300	63,800	63,00	S	67,70	-4,70	Canal	1.959	184.822	0	0	0	0	202.732.905
TRECHO 2	15400	15,400	63,900	62,00	S	67,68	-5,68	Canal	2.222	209.040	0	0	0	0	202.941.945
TRECHO 2	15500	15,500	64,000	61,00	S	67,67	-6,67	Canal	2.528	237.504	0	0	0	0	203.179.449
TRECHO 2	15600	15,600	64,100	60,50	S	67,65	-7,15	Canal	2.694	261.107	0	0	0	0	203.440.557
TRECHO 2	15700	15,700	64,200	56,50	S	67,64	-11,14	Canal	4.450	357.184	0	0	0	0	203.797.741
TRECHO 2	15800	15,800	64,300	57,75	S	67,62	-9,87	Canal	3.817	413.326	0	0	0	0	204.211.066
TRECHO 2	15900	15,900	64,400	59,00	S	67,61	-8,61	Canal	3.255	353.577	0	0	0	0	204.564.644
TRECHO 2	16000	16,000	64,500	62,00	S	67,59	-5,59	Canal	2.196	272.541	0	0	0	0	204.837.185
TRECHO 2	16100	16,100	64,600	65,00	S	67,58	-2,58	Canal	1.536	186.603	0	0	0	0	205.023.788
TRECHO 2	16200	16,200	64,700	66,00	S	67,56	-1,56	Canal	1.403	146.936	0	0	0	0	205.170.723
TRECHO 2	16300	16,300	64,800	66,00	S	67,55	-1,55	Canal	1.401	140.211	0	0	0	0	205.310.935
TRECHO 2	16400	16,400	64,900	62,00	S	67,53	-5,53	Canal	2.179	179.028	0	0	0	0	205.489.963
TRECHO 2	16500	16,500	65,000	58,00	S	67,52	-9,52	Canal	3.652	291.567	0	0	0	0	205.781.530
TRECHO 2	16600	16,600	65,100	56,50	S	67,50	-11,00	Canal	4.379	401.538	0	0	0	0	206.183.068
TRECHO 2	16700	16,700	65,200	59,00	S	67,49	-8,49	Canal	3.205	379.174	0	0	0	0	206.562.242
TRECHO 2	16800	16,800	65,300	62,00	S	67,47	-5,47	Canal	2.162	268.360	0	0	0	0	206.830.603
TRECHO 2	16900	16,900	65,400	64,00	S	67,46	-3,46	Canal	1.687	192.492	0	0	0	0	207.023.095
TRECHO 2	17000	17,000	65,500	65,00	S	67,44	-2,44	Canal	1.516	160.149	0	0	0	0	207.183.244
TRECHO 2	17100	17,100	65,600	64,50	S	67,43	-2,93	Canal	1.592	155.378	0	0	0	0	207.338.623
TRECHO 2	17200	17,200	65,700	64,00	S	67,41	-3,41	Canal	1.679	163.547	0	0	0	0	207.502.169
TRECHO 2	17300	17,300	65,800	63,00	PR	67,40	-4,40	Canal	1.887	178.289	0	0	0	0	207.680.459
TRECHO 2	17400	17,400	65,900	61,00	PR	67,38	-6,38	Canal	2.435	216.101	0	0	0	0	207.896.560
TRECHO 2	17500	17,500	66,000	63,00	PR	67,37	-4,37	Canal	1.880	215.753	0	0	0	0	208.112.312
TRECHO 2	17600	17,600	66,100	64,00	PR	67,35	-3,35	Canal	1.668	177.376	0	0	0	0	208.289.688
TRECHO 2	17700	17,700	66,200	60,00	PR	67,34	-7,34	Canal	2.760	221.393	0	0	0	0	208.511.082
TRECHO 2	17800	17,800	66,300	56,40	PR	67,32	-10,92	Canal	4.337	354.867	0	0	0	0	208.865.949
TRECHO 2	17880	17,880	66,380	60,00	PR	67,31	-7,31	Canal	2.751	283.504	0	0	0	0	209.149.454
TRECHO 2	17900	17,900	66,400	61,67	PR	67,31	-5,64	Canal	2.210	49.606	0	0	0	0	209.199.060
TRECHO 2	17940	17,940	66,440	65,00	PR	67,30	-2,30	Canal	1.495	74.106	0	0	0	0	209.273.166
TRECHO 2	18000	18,000	66,500	67,00	PR	67,29	-0,29	Canal	1.300	83.861	0	0	0	0	209.357.027
TRECHO 2	18100	18,100	66,600	67,50	PR	67,28	0,22	Canal	874	108.687	0	0	0	0	209.465.715
TRECHO 2	18200	18,200	66,700	68,00	PR	67,26	0,74	Canal	1.170	102.165	0	0	0	0	209.567.880
TRECHO 2	18300	18,300	66,800	87,68	PR	67,25	20,43	Canal	6.902	403.581	0	0	0	0	209.971.461
TRECHO 2	18400	18,400	66,900	87,85	PR	67,23	20,62	Canal	6.963	693.251	0	0	0	0	210.664.712
TRECHO 2	18500	18,500	67,000	88,03	PR	67,22	20,81	Canal	7.025	699.384	0	0	0	0	211.364.096
TRECHO 2	18600	18,600	67,100	88,20	PR	67,20	21,00	Canal	7.086	705.535	0	0	0	0	212.069.630
TRECHO 2	18700	18,700	67,200	88,38	PR	67,19	21,19	Canal	7.148	711.703	0	0	0	0	212.781.333
TRECHO 2	18800	18,800	67,300	88,55	S	67,17	21,38	Canal	6.736	694.181	0	0	0	0	213.475.515
TRECHO 2	18900	18,900	67,400	88,73	S	67,16	21,57	Canal	6.795	676.537	0	0	0	0	214.152.051
TRECHO 2	19000	19,000	67,500	88,50	S	67,14	1,36	Canal	1.681	423.808	0	0	0	0	214.575.859
TRECHO 2	19100	19,100	67,600	88,55	S	67,13	21,42	Canal	6.750	421.545	0	0	0	0	214.997.404
TRECHO 2	19200	19,200	67,700	88,70	S	67,11	21,59	Canal	6.801	677.551	0	0	0	0	215.674.955
TRECHO 2	19300	19,300	67,800	88,85	S	67,10	21,75	Canal	6.853	682.705	0	0	0	0	216.357.660
TRECHO 2	19400	19,400	67,900	65,00	S	67,08	-2,08	Canal	1.822	433.730	0	0	0	0	216.791.390
TRECHO 2	19500	19,500	68,000	89,15	S	67,07	22,08	Canal	6.956	438.891	0	0	0	0	217.230.281
TRECHO 2	19550	19,550	68,050	89,23	S	67,06	22,16	Canal	6.982	348.447	0	0	0	0	217.578.728
TRECHO 2	19600	19,600	68,100	60,00	S	67,05	-7,05	Canal	2.659	241.023	0	0	0	0	217.819.750
TRECHO 2	19700	19,700	68,200	59,82	S	67,04	-7,22	Canal	2.717	268.789	0	0	0	0	218.088.540
TRECHO 2	19800	19,800	68,300	59,64	S	67,02	-7,38	Canal	2.776	274.614	0	0	0	0	218.363.153
TRECHO 2	19880	19,880	68,380	59,50	S	67,01	-7,51	Canal	2.823	223.960	0	0	0	0	218.587.114
TRECHO 2	19900	19,900	68,400	60,00	S	67,01	-7,01	Canal	2.643	54.669	0	0	0	0	218.641.783
TRECHO 2	20000	20,000	68,500	62,00	S	66,99	-4,99	Canal	2.033	233.827	0	0	0	0	218.875.610
TRECHO 2	20100	20,100	68,600	64,00	S	66,98	-2,98	Canal	1.601	181.683	0	0	0	0	219.057.293
TRECHO 2	20150	20,150	68,650	63,20	S	66,97	-3,77	Canal	1.749	83.750	0	0	0	0	219.141.043
TRECHO 2	20250	20,250	68,750	61,60	S	66,89	-5,29	Sifão	0	87.474	6.036	301.807	0	0	219.530.324
TRECHO 2	20350	20,350	68,850	60,00	S	66,80	-6,80	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	220.133.939
TRECHO 2	20450	20,450	68,950	56,50	S	66,72	-10,22	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	220.737.553
TRECHO 2	20550	20,550	69,050	55,00	S	66,63	-11,63	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	221.341.168
TRECHO 2	20650	20,650	69,150	53,00	S	66,55	-13,55	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	221.944.783
TRECHO 2	20750	20,750	69,250	51,00	S	66,46	-15,46	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	222.548.397
TRECHO 2	20800	20,800	69,300	50,00	S	66,42	-16,42	Sifão	0	0	6.036	301.807	0	0	222.850.205

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 3	0	0,000	69,300	50,00	PR	66,42	-16,42	Sifão	0	0	6,036	0	0	0	222.850.205
TRECHO 3	50	0,050	69,350	47,00	PR	66,38	-19,38	Sifão	0	0	6,036	301.807	0	0	223.152.012
TRECHO 3	100	0,100	69,400	50,00	PR	66,33	-16,33	Sifão	0	0	6,036	301.807	0	0	223.453.820
TRECHO 3	200	0,200	69,500	52,50	PR	66,25	-13,75	Sifão	0	0	6,036	603.615	0	0	224.057.434
TRECHO 3	300	0,300	69,600	55,00	PR	66,16	-11,16	Sifão	0	0	6,036	603.615	0	0	224.661.049
TRECHO 3	500	0,500	69,800	56,00	PR	66,13	-10,13	Canal	3.941	394.129	0	603.615	0	0	225.658.793
TRECHO 3	700	0,700	70,000	57,50	PR	66,10	-8,60	Canal	3.252	719.375	0	0	0	0	226.378.168
TRECHO 3	850	0,850	70,150	55,00	AL	66,08	-11,08	Canal	4.419	575.377	0	0	0	0	226.953.544
TRECHO 3	900	0,900	70,200	54,00	AL	66,07	-12,07	Canal	4.962	234.531	0	0	0	0	227.188.075
TRECHO 3	950	0,950	70,250	55,00	AL	66,07	-11,07	Canal	4.411	234.334	0	0	0	0	227.422.409
TRECHO 3	1100	1,100	70,400	57,00	AL	66,04	-9,04	Canal	3.440	588.857	0	0	0	0	228.011.266
TRECHO 3	1250	1,250	70,550	57,00	AL	66,02	-9,02	Canal	3.430	515.274	0	0	0	0	228.526.540
TRECHO 3	1400	1,400	70,700	60,50	PR	66,00	-5,50	Canal	2.169	419.974	0	0	0	0	228.946.514
TRECHO 3	2100	2,100	71,400	65,00	PR	65,89	-0,89	Canal	1.340	1.228.263	0	0	0	0	230.174.778
TRECHO 3	2400	2,400	71,700	69,00	PR	65,85	3,15	Canal	2.643	597.488	0	0	0	0	230.772.285
TRECHO 3	2900	2,900	72,200	65,00	S	65,77	-0,77	Canal	1.331	993.510	0	0	0	0	231.765.776
TRECHO 3	3150	3,150	72,450	63,00	S	65,74	-2,74	Canal	1.560	361.395	0	0	0	0	232.127.171
TRECHO 3	3400	3,400	72,700	63,50	S	65,70	-2,20	Canal	1.481	380.151	0	0	0	0	232.507.322
TRECHO 3	3600	3,600	72,900	70,00	S	65,67	4,33	Canal	2.557	403.811	0	0	0	0	232.911.132
TRECHO 3	3700	3,700	73,000	70,00	S	65,65	4,35	Canal	2.566	256.161	0	0	0	0	233.167.294
TRECHO 3	3950	3,950	73,250	65,00	S	65,62	-0,62	Canal	1.320	485.683	0	0	0	0	233.652.977
TRECHO 3	5650	5,650	74,950	65,00	S	65,36	-0,36	Canal	1.304	2.229.934	0	0	0	0	235.882.911
TRECHO 3	5900	5,900	75,200	62,50	S	65,32	-2,82	Canal	1.575	359.809	0	0	0	0	236.242.720
TRECHO 3	6400	6,400	75,700	62,00	S	65,25	-3,25	Canal	1.648	805.699	0	0	0	0	237.048.419
TRECHO 3	6600	6,600	75,900	60,00	S	65,08	-5,08	Sifão	0	164.819	6,036	603.615	0	0	237.816.853
TRECHO 3	6700	6,700	76,000	57,00	S	64,99	-7,99	Sifão	0	0	6,036	603.615	0	0	238.420.467
TRECHO 3	6900	6,900	76,200	50,00	S	64,82	-14,82	Sifão	0	0	6,036	1.207.229	0	0	239.627.697
TRECHO 3	7150	7,150	76,450	45,00	S	64,61	-19,61	Sifão	0	0	6,036	1.509.037	0	0	241.136.733
TRECHO 3	7700	7,700	77,000	43,00	S	64,14	-21,14	Sifão	0	0	6,036	3.319.881	0	0	244.456.614
TRECHO 3	8100	8,100	77,400	44,00	PR	63,80	-19,80	Sifão	0	0	6,036	2.414.459	0	0	246.871.073
TRECHO 3	8400	8,400	77,700	45,00	PR	63,55	-18,55	Sifão	0	0	6,036	1.810.844	0	0	248.681.917
TRECHO 3	8650	8,650	77,950	55,00	PR	63,34	-8,34	Sifão	0	0	6,036	1.509.037	0	0	250.190.954
TRECHO 3	9400	9,400	78,700	56,00	PR	63,22	-7,22	Canal	2.719	1.019.630	0	2.263.555	0	0	253.474.139
TRECHO 3	9700	9,700	79,000	65,00	PR	63,18	1,82	Canal	1.815	680.056	0	0	0	0	254.154.195
TRECHO 3	9800	9,800	79,100	67,50	PR	63,16	4,34	Canal	3.416	261.538	0	0	0	0	254.415.732
TRECHO 3	10100	10,100	79,400	65,00	PR	63,12	1,88	Canal	1.851	790.086	0	0	0	0	255.205.818
TRECHO 3	10200	10,200	79,500	60,00	PR	63,10	-3,10	Canal	1.622	173.669	0	0	0	0	255.379.487
TRECHO 3	10500	10,500	79,800	61,00	PR	63,06	-2,06	Canal	1.462	462.643	0	0	0	0	255.842.129
TRECHO 3	10600	10,600	79,900	60,00	PR	63,04	-3,04	Canal	1.612	153.690	0	0	0	0	255.995.819
TRECHO 3	11400	11,400	80,700	59,00	PR	62,92	-3,92	Canal	1.781	1.357.200	0	0	0	0	257.353.019
TRECHO 3	11500	11,500	80,800	61,00	PR	62,91	-1,91	Canal	1.443	161.216	0	0	0	0	257.514.235
TRECHO 3	11900	11,900	81,200	61,00	PR	62,85	-1,85	Canal	1.436	575.742	0	0	0	0	258.089.977
TRECHO 3	12100	12,100	81,400	56,00	PR	62,68	-6,68	Sifão	0	143.568	6,036	603.615	0	0	258.837.160
TRECHO 3	12150	12,150	81,450	55,00	PR	62,64	-7,64	Sifão	0	0	6,036	301.807	0	0	259.138.967
TRECHO 3	12600	12,600	81,900	48,00	PR	62,25	-14,25	Sifão	0	0	6,036	2.716.266	0	0	261.855.233
TRECHO 3	12850	12,850	82,150	47,50	PR	62,04	-14,54	Sifão	0	0	6,036	1.509.037	0	0	263.364.270
TRECHO 3	13000	13,000	82,300	48,00	PR	61,91	-13,91	Sifão	0	0	6,036	905.422	0	0	264.269.692
TRECHO 3	13150	13,150	82,450	48,00	PR	61,79	-13,79	Sifão	0	0	6,036	905.422	0	0	265.175.114
TRECHO 3	13400	13,400	82,700	55,00	PR	61,75	-6,75	Canal	2.555	319.335	0	754.518	0	0	266.248.967
TRECHO 3	13500	13,500	82,800	60,00	PR	61,73	-1,73	Canal	1.422	198.836	0	0	0	0	266.447.803
TRECHO 3	14400	14,400	83,700	63,00	PR	61,60	1,40	Canal	1.562	1.342.674	0	0	0	0	267.790.477
TRECHO 3	14650	14,650	83,950	60,00	PR	61,56	-1,56	Canal	1.403	370.543	0	0	0	0	268.161.020
TRECHO 3	14900	14,900	84,200	58,00	AL	61,52	-3,52	Canal	1.700	387.833	0	0	0	0	268.548.853
TRECHO 3	15400	15,400	84,700	60,00	AL	61,45	-1,45	Canal	1.391	772.681	0	0	0	0	269.321.534
TRECHO 3	16100	16,100	85,400	60,00	AL	61,34	-1,34	Canal	1.380	969.777	0	0	0	0	270.291.311
TRECHO 3	16400	16,400	85,700	55,00	AL	61,30	-6,30	Canal	2.408	568.226	0	0	0	0	270.859.537
TRECHO 3	17100	17,100	86,400	50,00	AL	61,19	-11,19	Canal	4.479	2.410.343	0	0	0	0	273.269.879
TRECHO 3	17400	17,400	86,700	52,50	AL	61,15	-8,65	Canal	3.271	1.162.477	0	0	0	0	274.432.356
TRECHO 3	17650	17,650	86,950	60,00	AL	61,11	-1,11	Canal	1.358	578.685	0	0	0	0	275.011.041
TRECHO 3	18900	18,900	88,200	60,00	AL	60,92	-0,92	Canal	1.342	1.687.845	0	0	0	0	276.698.886
TRECHO 3	19400	19,400	88,700	60,00	AL	60,85	-0,85	Canal	1.336	669.682	0	0	0	0	277.368.568
TRECHO 3	20400	20,400	89,700	60,00	AL	60,70	-0,70	Canal	1.325	1.330.840	0	0	0	0	278.699.408
TRECHO 3	21200	21,200	90,500	55,00	AL	60,58	-5,58	Canal	2.192	1.406.915	0	0	0	0	280.106.323
TRECHO 3	21300	21,300	90,600	54,00	AL	60,56	-6,56	Canal	2.493	234.268	0	0	0	0	280.340.591
TRECHO 3	21350	21,350	90,650	55,00	AL	60,56	-5,56	Canal	2.186	116.974	0	0	0	0	280.457.565
TRECHO 3	21450	21,450	90,750	60,00	AL	60,54	-0,54	Canal	1.315	175.014	0	0	0	0	280.632.579
TRECHO 3	21550	21,550	90,850	63,00	AL	60,53	2,47	Canal	1.576	144.515	0	0	0	0	280.777.094
TRECHO 3	21650	21,650	90,950	60,00	AL	60,51	-0,51	Canal	1.313	144.420	0	0	0	0	280.921.513
TRECHO 3	21900	21,900	91,200	55,00	AL	60,30	-5,30	Sifão	0	164.096	6,036	754.518	0	0	281.840.128
TRECHO 3	22200	22,200	91,500	50,00	AL	60,04	-10,04	Sifão	0	0	6,036	1.810.844	0	0	283.650.972
TRECHO 3	22400	22,400	91,700	40,00	AL	59,87	-19,87	Sifão	0	0	6,036	1.207.229	0	0	284.858.201
TRECHO 3	22500	22,500	91,800	45,00	AL	59,79	-14,79	Sifão	0	0	6,036	603.615	0	0	285.461.816
TRECHO 3	22700	22,700	92,000	50,00	AL	59,62	-9,62	Sifão	0	0	6,036	1.207.229	0	0	286.669.045
TRECHO 3	22900	22,900	92,200	55,00	AL	59,45	-4,45	Sifão	0	0	6,036	1.207.229	0	0	287.876.275
TRECHO 3	23100	23,100	92,400	60,00	AL	59,42	0,58	Canal	1.288	128.777	0	603.615	0	0	288.608.666
TRECHO 3	23400	23,400	92,700	63,00	AL	59,37	3,63	Canal	1.803	463.613	0	0	0	0	289.072.279
TRECHO 3	23900	23,900	93,200	65,00	AL	59,30	5,70	Canal	2.312	1.028.630	0	0	0	0	290.100.909
TRECHO 3	24400	24,400	93,700	61,00	AL	59,22	1,78	Canal	1.457	942.173	0	0	0	0	291.043.083
TRECHO 3	24900	24,900	94,200	58,00	AL	59,15	-1,15	Canal	1.362	704.687	0	0	0	0	291.747.769
TRECHO 3	25500	25,500	94,800	65,00											

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 3	28650	28,650	97,950	52,00	AL	57,54	-5,54	Canal	2.180	163.497	0	452.711	0	0	306.510.538
TRECHO 3	29000	29,000	98,300	57,00	AL	57,48	-0,48	Canal	1.311	610.929	0	0	0	0	307.121.467
TRECHO 3	29100	29,100	98,400	55,00	AL	57,47	-2,47	Canal	1.519	141.514	0	0	0	0	307.262.980
TRECHO 3	29300	29,300	98,600	50,00	AL	57,44	-7,44	Canal	2.797	431.585	0	0	0	0	307.694.565
TRECHO 3	29400	29,400	98,700	49,00	AL	57,42	-8,42	Canal	3.178	298.740	0	0	0	0	307.993.305
TRECHO 3	29600	29,600	98,900	50,00	AL	57,39	-7,39	Canal	2.780	595.838	0	0	0	0	308.589.143
TRECHO 3	30000	30,000	99,300	60,50	AL	57,33	3,17	Canal	1.708	897.549	0	0	0	0	309.486.691
TRECHO 3	30150	30,150	99,450	61,00	AL	57,31	3,69	Canal	1.816	264.297	0	0	0	0	309.750.988
TRECHO 3	30400	30,400	99,700	56,00	AL	57,27	-1,27	Canal	1.373	398.711	0	0	0	0	310.149.700
TRECHO 3	30600	30,600	99,900	42,00	AL	57,24	-15,24	Canal	6.984	835.753	0	0	0	0	310.985.452
TRECHO 3	30700	30,700	100,000	50,00	AL	57,23	-7,23	Canal	2.721	485.254	0	0	0	0	311.470.706
TRECHO 3	31100	31,100	100,400	60,00	AL	57,17	2,83	Canal	1.642	872.547	0	0	0	0	312.343.253
TRECHO 3	31200	31,200	100,500	60,00	AL	57,15	2,85	Canal	1.645	164.337	0	0	0	0	312.507.590
TRECHO 3	31400	31,400	100,700	53,00	AL	57,12	-4,12	Canal	1.825	346.936	0	0	0	0	312.854.526
TRECHO 3	31550	31,550	100,850	50,00	AL	57,10	-7,10	Canal	2.676	337.518	0	0	0	0	313.192.044
TRECHO 3	32400	32,400	101,700	58,00	AL	56,97	1,03	Canal	1.346	1.709.170	0	0	0	0	314.901.214
TRECHO 3	32600	32,600	101,900	60,00	AL	56,94	3,06	Canal	1.686	303.151	0	0	0	0	315.204.365
TRECHO 3	33400	33,400	102,700	58,00	AL	56,82	1,18	Canal	1.367	1.220.969	0	0	0	0	316.425.334
TRECHO 3	34400	34,400	103,700	56,00	AL	56,67	-0,67	Canal	1.324	1.345.165	0	0	0	0	317.770.499
TRECHO 3	35400	35,400	104,700	59,00	AL	56,52	2,48	Canal	1.576	1.449.799	0	0	0	0	319.220.299
TRECHO 3	35600	35,600	104,900	61,00	AL	56,49	4,51	Canal	2.003	357.917	0	0	0	0	319.578.215
TRECHO 3	35650	35,650	104,950	60,00	AL	56,49	3,51	Canal	1.779	94.554	0	0	0	0	319.672.769
TRECHO 3	35700	35,700	105,000	60,00	AL	56,48	3,52	Canal	1.781	88.993	0	0	0	0	319.761.762
TRECHO 3	36200	36,200	105,500	70,00	AL	56,40	13,60	Canal	5.408	1.797.252	0	0	0	0	321.559.014
TRECHO 3	36400	36,400	105,700	72,00	AL	56,37	15,63	Canal	6.501	1.190.931	0	0	0	0	322.749.945
TRECHO 3	36600	36,600	105,900	70,00	AL	56,34	13,66	Canal	5.439	1.193.987	0	0	0	0	323.943.932
TRECHO 3	36800	36,800	106,100	59,50	AL	56,31	3,19	Canal	1.712	715.046	0	0	0	0	324.658.978
TRECHO 3	37200	37,200	106,500	60,50	AL	56,25	4,25	Canal	1.942	730.624	0	0	0	0	325.389.602
TRECHO 3	37400	37,400	106,700	58,00	AL	56,22	1,78	Canal	1.457	339.874	0	0	0	0	325.729.476
TRECHO 3	38400	38,400	107,700	54,00	AL	56,07	-2,07	Canal	1.464	1.460.604	0	0	0	0	327.190.080
TRECHO 3	39400	39,400	108,700	57,00	AL	55,92	1,08	Canal	1.353	1.408.418	0	0	0	0	328.598.498
TRECHO 3	40400	40,400	109,700	57,00	AL	55,77	1,23	Canal	1.374	1.363.358	0	0	0	0	329.961.856
TRECHO 3	41400	41,400	110,700	60,00	AL	55,62	4,38	Canal	1.972	1.673.008	0	0	0	0	331.634.864
TRECHO 3	42400	42,400	111,700	60,00	AL	55,47	4,53	Canal	2.008	1.989.998	0	0	0	0	333.624.862
TRECHO 3	43100	43,100	112,400	55,00	AL	55,37	-0,37	Canal	1.304	1.159.268	0	0	0	0	334.784.131

DESCRIÇÃO	DISTÂNCIAS				Litologia S = Solo PR, AL=Rocha	CARACTERÍSTICAS DA ADUÇÃO			CUSTOS						
	Estaca (m)	Estaca parcial (km)	Estaca global (km)	Cota do terreno (m)		Cota de projeto (m)	Profun- didade (m)	Tipo de estrutura (-)	CANAL		SIFÃO		TÚNEL		CUSTO TOTAL (R\$)
									Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	Custo unitário (R\$/m)	Custo parcial (R\$)	
TRECHO 4	43700	43,700	113,000	50,00	AL	54,86	-4,86	Sifão	0	391.286	6.036	1.810.844	0	0	336.986.261
TRECHO 4	44650	44,650	113,950	30,00	AL	54,05	-24,05	Sifão	0	0	6.036	5.734.340	0	0	342.720.601
TRECHO 4	45650	45,650	114,950	48,00	PR	53,20	-5,20	Sifão	0	0	6.036	6.036.147	0	0	348.756.748
TRECHO 4	45850	45,850	115,150	48,00	AL	53,03	-5,03	Sifão	0	0	6.036	1.207.229	0	0	349.963.977
TRECHO 4	45950	45,950	115,250	50,00	AL	52,95	-2,95	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	350.567.592
TRECHO 4	46050	46,050	115,350	50,00	AL	52,86	-2,86	Sifão	0	0	6.036	603.615	0	0	351.171.206
TRECHO 4	46340	46,340	115,640	49,00	AL	52,82	-3,82	Canal	1.759	255.065	0	875.241	0	0	352.301.513
TRECHO 4	47766	47,766	117,066	52,00	PR	52,61	-0,61	Canal	1.319	2.194.488	0	0	0	0	354.496.001
TRECHO 4	48058	48,058	117,358	50,00	PR	52,56	-2,56	Canal	1.533	416.346	0	0	0	0	354.912.347
TRECHO 4	48458	48,458	117,758	50,00	PR	52,50	-2,50	Canal	1.524	611.361	0	0	0	0	355.523.708
TRECHO 4	48958	48,958	118,258	61,00	AL	52,43	8,57	Canal	3.226	1.187.487	0	0	0	0	356.711.194
TRECHO 4	49158	49,158	118,458	50,00	PR	52,40	-2,40	Canal	1.508	473.447	0	0	0	0	357.184.642
TRECHO 4	49958	49,958	119,258	47,00	PR	52,28	-5,28	Canal	2.108	1.446.424	0	0	0	0	358.631.066
TRECHO 4	50058	50,058	119,358	50,00	PR	52,26	-2,26	Canal	1.489	179.844	0	0	0	0	358.810.909
TRECHO 4	50208	50,208	119,508	57,00	PR	52,24	4,76	Canal	3.702	389.323	0	0	0	0	359.200.232
TRECHO 4	50458	50,458	119,758	50,00	PR	52,20	-2,20	Canal	1.481	647.838	0	0	0	0	359.848.070
TRECHO 4	50958	50,958	120,258	48,00	PR	52,13	-4,13	Canal	1.825	826.447	0	0	0	0	360.674.517
TRECHO 4	120558	51,258	120,558	50,00	PR	52,08	-2,08	Canal	1.465	493.458	0	0	0	0	361.167.975
TRECHO 4	121258	51,958	121,258	38,00	PR	51,98	-13,98	Canal	6.122	2.655.458	0	0	0	0	363.823.432
TRECHO 4	121558	52,258	121,558	50,00	PR	51,93	-1,93	Canal	1.446	1.135.173	0	0	0	0	364.958.606
TRECHO 4	122158	52,858	122,158	50,00	PR	51,84	-1,84	Canal	1.435	864.091	0	0	0	0	365.822.697
TRECHO 4	122358	53,058	122,358	40,00	PR	51,81	-11,81	Canal	4.814	624.822	0	0	0	0	366.447.518
TRECHO 4	122558	53,258	122,558	45,00	PR	51,78	-6,78	Canal	2.565	737.879	0	0	0	0	367.185.398
TRECHO 4	124558	55,258	124,558	45,00	PR	51,48	-6,48	Canal	2.466	5.031.294	0	0	0	0	372.216.691
TRECHO 4	124758	55,458	124,758	40,00	PR	51,45	-11,45	Canal	4.616	708.198	0	0	0	0	372.924.889
TRECHO 4	125158	55,858	125,158	50,00	AL	51,39	-1,39	Canal	1.385	1.200.119	0	0	0	0	374.125.008
TRECHO 4	125558	56,258	125,558	45,00	PR	51,33	-6,33	Canal	2.418	760.543	0	0	0	0	374.885.552
TRECHO 4	126558	57,258	126,558	45,00	PR	51,18	-6,18	Canal	2.371	2.394.462	0	0	0	0	377.280.014
TRECHO 4	127158	57,858	127,158	50,00	PR	51,09	-1,09	Canal	1.356	1.118.179	0	0	0	0	378.398.193
TRECHO 4	128558	59,258	128,558	42,00	PR	50,88	-8,88	Canal	3.369	3.307.936	0	0	0	0	381.706.128
TRECHO 4	129558	60,258	129,558	45,00	AL	50,73	-5,73	Canal	2.236	2.802.403	0	0	0	0	384.508.532
TRECHO 4	131558	62,258	131,558	45,00	PR	50,43	-5,43	Canal	2.150	4.385.739	0	0	0	0	388.894.270
TRECHO 4	132558	63,258	132,558	46,00	AL	50,28	-4,28	Canal	1.860	2.004.896	0	0	0	0	390.899.166
TRECHO 4	133558	64,258	133,558	47,00	AL	50,13	-3,13	Canal	1.627	1.743.215	0	0	0	0	392.642.381
TRECHO 4	134558	65,258	134,558	50,00	PR	49,98	0,02	Canal	760	1.193.201	0	0	0	0	393.835.583
TRECHO 4	135058	65,758	135,058	60,00	PR	49,91	10,09	Canal	7.607	2.091.610	0	0	0	0	395.927.193
TRECHO 4	135558	66,258	135,558	60,00	PR	49,83	10,17	Canal	7.666	3.818.215	0	0	0	0	399.745.408
TRECHO 4	136558	67,258	136,558	60,00	PR	49,68	10,32	Canal	7.785	7.725.247	0	0	0	0	407.470.655
TRECHO 4	137558	68,258	137,558	66,00	PR	49,53	16,47	Canal	13.006	10.395.349	0	0	0	0	417.866.005
TRECHO 4	137958	68,658	137,958	60,00	AL	49,47	10,53	Canal	3.988	3.398.739	0	0	0	0	421.264.744
TRECHO 4	138058	68,758	138,058	50,00	AL	49,46	0,54	Canal	1.283	263.540	0	0	0	0	421.528.283
TRECHO 4	138489	69,189	138,489	38,00	AL	49,39	-11,39	Canal	4.584	1.264.330	0	0	0	0	422.792.614

ANEXO 2

RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

ANEXO 2

RESUMO DOS QUANTITATIVOS E ORÇAMENTO

ÍNDICE

Resumo	A2-1
Captação d'Água no Açude Castanhão	A2-3
Trecho 1 - Açude Castanhão - Açude Curral Velho	A2-4
Trecho 2 - Açude Curral Velho - Rio Pirangí	A2-7
Trecho 3 - Rio Pirangí - Açude Pacajús	A2-10
Trecho 4 - Açude Pacajús - Açude Gavião	A2-13

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base:

dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)								
	ETAPA 1			ETAPA 2			TOTAL		
	Obras Civas	Equipamentos	Total 1	Obras Civas	Equipamentos	Total 2	Obras Civas	Equipamentos	Total Geral
RESUMO									
1 CAPTAÇÃO NO AÇUDE CASTANHÃO (3.3 km)									
1.1 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO	7.176.605	1.747.900	8.924.505	0	677.600	677.600	7.176.605	2.425.500	9.602.105
1.2 ADUTORAS (3,3 km)	4.772.234	9.604.650	14.376.884	3.050.453	9.585.400	12.635.853	7.822.687	19.190.050	27.012.737
1.3 EQUIPAMENTOS ELETRO-MECÂNICOS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO (BOMBAS, MOTORES E INVERSORES DE FREQUÊNCIA)	0	7.964.000	7.964.000	0	7.964.000	7.964.000	0	15.928.000	15.928.000
1.4 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO, SUB-ESTAÇÃO E ADUTORAS	0	2.321.000	2.321.000	0	394.900	394.900	0	2.715.900	2.715.900
TOTAL 1.....	11.948.839	21.637.550	33.586.389	3.050.453	18.621.900	21.672.353	14.999.292	40.259.450	55.258.742
2 TRECHO 1 DO SISTEMA ADUTOR (KM 2+500 A 53+900) (Açude Castanhão - Açude Curral Velho; 51.4 km)									
2.1. CANAIS ADUTORES (11.6 km) DO SUB-TRECHO 1.1 (km 2.5 a 14.1)	20.148.243	2.793.170	22.941.413	0	0	0	20.148.243	2.793.170	22.941.413
2.2. CANAIS ADUTORES (6.8 km) DO SUB-TRECHO 1.2 (km 14.1 a 22.6)	13.754.522	434.507	14.189.029	0	0	0	13.754.522	434.507	14.189.029
2.3. CANAIS ADUTORES (3.5 km) DO SUB-TRECHO 1.3 (km 22.6 a 33.2)	8.990.277	245.546	9.235.824	0	0	0	8.990.277	245.546	9.235.824
2.4. CANAIS ADUTORES (12.9 km) DO SUB-TRECHO 1.4 (km 33.2 a 53.9)	19.124.488	866.147	19.990.635	0	0	0	19.124.488	866.147	19.990.635
2.5. SIFÃO DO RIACHO DO LIVRAMENTO (1,4 km; SUB-TRECHO 1.2)	1.853.779	2.456.045	4.309.824	1.656.352	2.456.045	4.112.397	3.510.131	4.912.089	8.422.221
2.6. SIFÃO NOVO (0,2 km; SUB-TRECHO 1.2)	215.843	572.737	788.580	212.910	641.465	854.376	428.753	1.214.202	1.642.955
2.7. SIFÃO FORMOSO (2.7 km; SUB-TRECHO 1.3)	3.485.218	6.532.434	10.017.652	3.472.464	7.316.326	10.788.790	6.957.682	13.848.760	20.806.442
2.8. SIFÃO SANTA ROSA (4.4 km; SUB-TRECHO 1.3)	4.645.136	9.541.246	14.186.382	4.664.069	10.686.196	15.350.264	9.309.205	20.227.442	29.536.646
2.9. SIFÃO CORCUNDA (0.4 km; SUB-TRECHO 1.4)	419.595	848.981	1.268.575	414.560	950.858	1.365.419	834.155	1.799.839	2.633.994
2.10. SIFÃO DO BANABUIÚ (6,4 km; SUB-TRECHO 1.4)	7.210.858	14.207.514	21.418.373	5.075.269	14.207.514	19.282.784	12.286.128	28.415.029	40.701.156
2.11. AMPLIAÇÃO DO CANAL DE LIGAÇÃO AO AÇUDE CURRAL VELHO (1,0 km)	0	0	0	871.200	0	871.200	871.200	0	871.200
TOTAL 2.....	79.847.958	38.498.327	118.346.285	16.366.825	36.258.404	52.625.230	96.214.783	74.756.731	170.971.515

Nota: Nova origem de quilometragem no açude Curral Velho.

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base:

dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)								
	ETAPA 1			ETAPA 2			TOTAL		
	Obras Civas	Equipamentos	Total 1	Obras Civas	Equipamentos	Total 2	Obras Civas	Equipamentos	Total Geral
3 TRECHO 2 DO SISTEMA ADUTOR (KM 0-400 A 69+300) (Açude Curral Velho - Rio Pirangí; 69.7 km)									
3.1. CANAIS ADUTORES (24.3 km) DO SUB-TRECHO 2.1 (km -0.4 a 29.4)	51.639.900	5.737.767	57.377.667	0	0	0	51.639.900	5.737.767	57.377.667
3.2. CANAIS ADUTORES (14.4 km) DO SUB-TRECHO 2.2 (km 29.4 a 48.5)	23.417.940	2.601.993	26.019.933	0	0	0	23.417.940	2.601.993	26.019.933
3.3. CANAIS ADUTORES (20.15 km) DO SUB-TRECHO 2.3 (km 48.5 a 69.3)	67.379.400	7.486.600	74.866.000	0	0	0	67.379.400	7.486.600	74.866.000
3.4. SIFÃO PALHANO (5.5 km; SUB-TRECHO 2.1)	5.494.357	11.619.487	17.113.844	4.465.203	11.619.487	16.084.689	9.959.560	23.238.973	33.198.533
3.5. SIFÃO BOAVISTA (2.0 km; SUB-TRECHO 2.2)	1.898.053	4.014.010	5.912.063	1.542.527	4.014.010	5.556.537	3.440.580	8.028.020	11.468.600
3.6. SIFÃO MÃO RUIVA (1.4 km; SUB-TRECHO 2.2)	1.398.475	2.957.500	4.355.975	1.136.525	2.957.500	4.094.025	2.535.000	5.915.000	8.450.000
3.7. SIFÃO MELANCIAS (1.3 km; SUB-TRECHO 2.2)	1.298.645	2.746.380	4.045.025	1.055.395	2.746.380	3.801.775	2.354.040	5.492.760	7.846.800
3.8. SIFÃO DO PIRANGÍ (Trecho de montante; 0.65 km; SUB-TRECHO 2.3)	599.408	1.267.630	1.867.038	487.132	1.267.630	1.754.762	1.086.540	2.535.260	3.621.800
3.9. ESTRUTURA DE DESCARGA PROVISÓRIA NO RIO PIRANGÍ	800.000	400.000	1.200.000	0	0	0	800.000	400.000	1.200.000
TOTAL 3.....	153.926.179	38.831.367	192.757.546	8.686.781	22.605.007	31.291.788	162.612.960	61.436.373	224.049.333
4 TRECHO 3 DO SISTEMA ADUTOR (KM 69+300 A 113+000) (Rio Pirangí - Açude Pacajús; 43.7 km)									
4.1. CANAIS ADUTORES (8.8 km) DO SUB-TRECHO 3.1 (km 69.3 a 82.7)	15.954.900	1.772.767	17.727.667	0	0	0	15.954.900	1.772.767	17.727.667
4.2. CANAIS ADUTORES (12.8 km) DO SUB-TRECHO 3.2 (km 82.7 a 96.7)	22.251.060	2.472.340	24.723.400	0	0	0	22.251.060	2.472.340	24.723.400
4.3. CANAIS ADUTORES (15.05 km) DO SUB-TRECHO 3.3 (km 96.7 a 113.0)	25.945.920	2.882.880	28.828.800	0	0	0	25.945.920	2.882.880	28.828.800
4.4. SIFÃO DO PIRANGÍ (Trecho de jusante; 0.5 km; SUB-TRECHO 3.1)	399.605	845.087	1.244.692	324.755	845.087	1.169.841	724.360	1.690.173	2.414.533
4.5. SIFÃO RIACHO DO SERROTE (2.8 km; SUB-TRECHO 3.1)	2.522.419	5.334.420	7.856.839	2.049.941	5.334.420	7.384.361	4.572.360	10.668.840	15.241.200
4.6. SIFÃO JUAZEIRO (1.3 km; SUB-TRECHO 3.1)	1.273.688	2.693.600	3.967.288	1.035.112	2.693.600	3.728.712	2.308.800	5.387.200	7.696.000
4.7. SIFÃO RIACHO BAIXO DO FEIJÃO (1.2 km; SUB-TRECHO 3.2)	1.223.773	2.588.040	3.811.813	994.547	2.588.040	3.582.587	2.218.320	5.176.080	7.394.400
4.8. SIFÃO RIACHO GRANDE (1.25 km; SUB-TRECHO 3.3)	1.373.661	2.905.023	4.278.684	1.116.359	2.905.023	4.021.382	2.490.020	5.810.047	8.300.067
4.9. ESTRUTURA DE DESCARGA PROVISÓRIA NO AÇUDE PACAJÚS	1.200.000	600.000	1.800.000	0	0	0	1.200.000	600.000	1.800.000
TOTAL 4.....	72.145.026	22.094.157	94.239.183	5.520.714	14.366.170	19.886.884	77.665.740	36.460.327	114.126.067
5 TRECHO 4 DO SISTEMA ADUTOR (KM 113+000 A 138+500 E LIGAÇÃO PACAJÚS-PACOTI-RIACHÃO-GAVIÃO) (Açude Pacajús - Açude Pacoti - Açude Gavião; 25.5+8.6 km)									
5.1. CANAIS ADUTORES (22.86 km)	55.373.400	6.152.600	61.526.000	0	0	0	55.373.400	6.152.600	61.526.000
5.2. SIFÃO DO CHORÓ (2.64 km)	2.792.217	5.904.990	8.697.207	2.269.203	5.904.990	8.174.193	5.061.420	11.809.980	16.871.400
5.3. CANAL DE LIGAÇÃO PACOTI-RIACHÃO (0.8 km)	1.478.880	164.320	1.643.200	0	0	0	1.478.880	164.320	1.643.200
5.4. CANAL DE ACESSO AO TÚNEL (0.8 km; km 0.0 a 0.8)	1.871.133	0	1.871.133	0	0	0	1.871.133	0	1.871.133
5.5. TÚNEL (1.1 km; km 0.8 a 1.9)	17.177.160	1.908.573	19.085.733	0	0	0	17.177.160	1.908.573	19.085.733
5.6. CANAL DE SAÍDA DO TÚNEL (5.9 km; km 1.9 a 7.8)	12.371.580	1.374.620	13.746.200	0	0	0	12.371.580	1.374.620	13.746.200
TOTAL 5.....	91.064.370	15.505.103	106.569.473	2.269.203	5.904.990	8.174.193	93.333.573	21.410.093	114.743.667
TOTAL GLOBAL	408.932.372	136.566.504	545.498.876	35.893.977	97.756.471	133.650.448	444.826.349	234.322.975	679.149.324

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



PARÇA HIDROECONOMIA
PROJETO DE INTERCOMUNICAÇÃO

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)		
	ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
1 CAPTAÇÃO NO AÇUDE CASTANHÃO			
1.1 ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO			
1.1.1 OBRAS CIVIS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO			
a) CANTEIRO	1.669.059	0	1.669.059
b) ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO	3.890.214	0	3.890.214
c) SUB-ESTAÇÃO	337.990	0	337.990
d) ACESSOS E ARRANJOS EXTERIORES	1.279.342	0	1.279.342
TOTAL 1.1.1	7.176.605	0	7.176.605
1.1.2 EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO	1.747.900	677.600	2.425.500
TOTAL 1.1	8.924.505	677.600	9.602.105
1.2 ADUTORAS E SIFÕES			
1.2.1 OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS DA CAPTAÇÃO			
a) CANTEIRO	756.814	654.219	1.411.033
b) DERIVAÇÃO NA TOMADA DE ÁGUA EXISTENTE	404.853	15.950	420.803
c) ADUTORA DE SUCCÃO	1.019.691	994.383	2.014.074
d) ADUTORA DE RECALQUE	1.394.842	1.369.951	2.764.793
e) ESTRUTURA DE TRANSIÇÃO TUBULAÇÕES - CANAL	572.580	15.950	588.530
f) ESTRADA DE ACESSO	623.453	0	623.453
TOTAL 1.2.1	4.772.234	3.050.453	7.822.687
1.2.2 EQUIPAMENTOS DAS ADUTORAS DA CAPTAÇÃO	9.604.650	9.585.400	19.190.050
TOTAL 1.2	14.376.884	12.635.853	27.012.737
1.3 EQUIPAMENTOS ELETRO-MECÂNICOS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO (BOMBAS, MOTORES E INVERSORES DE FREQUÊNCIA)	7.964.000	7.964.000	15.928.000
1.4 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DA ESTAÇÃO DE BOMBEAMENTO, SUB-ESTAÇÃO E ADUTORAS	2.321.000	394.900	2.715.900
NOTA: Valores de custos resultantes do Projeto Básico elaborado para esta componente do Sistema Adutor.			
TOTAL 1 - OBRAS CIVIS	11.948.839	3.050.453	14.999.292
TOTAL 1 - EQUIPAMENTOS	21.637.550	18.621.900	40.259.450
TOTAL 1 - GERAL	33.586.389	21.672.353	55.258.742

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LARZA - HIDROBASILHEIRA
ENGENHARIA E PROJ. DOS. LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)		
	ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
2 TRECHO 1 DO SISTEMA ADUTOR (KM 2+500 A 53+900) (Açude Castanhão - Açude Curral Velho; 51.4 km)			
2.1. CANAIS ADUTORES (11.6 km) DO SUB-TRECHO 1.1 (km 2.5 a 14.1)			
2.1.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	870.859	0	870.859
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	6.837.836	0	6.837.836
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	6.460.314	0	6.460.314
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	1.292.659	0	1.292.659
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	501.321	0	501.321
f) GALERIAS DE CONCRETO	563.392	0	563.392
g) BACIA DE DISSIPACÃO	454.525	0	454.525
h) DRENAGEM	2.080.660	0	2.080.660
i) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.086.676	0	1.086.676
TOTAL 2.1.1.	20.148.243	0	20.148.243
2.1.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS (inclui adutora forçada da queda concentrada; 0,3 km)	2.793.170	0	2.793.170
TOTAL 2.1.	22.941.413	0	22.941.413
2.2. CANAIS ADUTORES (6.8 km) DO SUB-TRECHO 1.2 (km 14.1 a 22.6)			
2.2.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	661.763	0	661.763
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	6.422.431	0	6.422.431
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	3.370.255	0	3.370.255
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	430.886	0	430.886
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	362.752	0	362.752
f) DRENAGEM	1.793.758	0	1.793.758
g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	712.677	0	712.677
TOTAL 2.2.1.	13.754.522	0	13.754.522
2.2.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS	434.507	0	434.507
TOTAL 2.2.	14.189.029	0	14.189.029
2.3. CANAIS ADUTORES (3.5 km) DO SUB-TRECHO 1.3 (km 22.6 a 33.2)			
2.3.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	414.582	0	414.582
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	5.131.226	0	5.131.226
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	1.846.715	0	1.846.715
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	215.443	0	215.443
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	241.835	0	241.835
f) DRENAGEM	774.628	0	774.628
g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	365.848	0	365.848
TOTAL 2.3.1.	8.990.277	0	8.990.277
2.3.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS	245.546	0	245.546
TOTAL 2.3.	9.235.824	0	9.235.824

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LARZA - HIDROBASILERA
ENGENHARIA E PROJ. DOS. LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
2.4.	CANAIS ADUTORES (12.9 km) DO SUB-TRECHO 1.4 (km 33.2 a 53.9)			
2.4.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	1.037.966	0	1.037.966
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	7.324.429	0	7.324.429
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	5.909.489	0	5.909.489
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	538.608	0	538.608
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	725.505	0	725.505
	f) DRENAGEM	2.469.212	0	2.469.212
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.119.280	0	1.119.280
	TOTAL 2.4.1.	19.124.488	0	19.124.488
2.4.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	866.147	0	866.147
TOTAL 2.4.		19.990.635	0	19.990.635
2.5.	SIFÃO DO RIACHO DO LIVRAMENTO (1,4 km; SUB-TRECHO 1.2)			
2.5.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	479.680	431.712	911.391
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.044.678	992.444	2.037.123
	c) DRENAGEM	104.468	52.234	156.702
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	224.953	179.963	404.916
	TOTAL 2.5.1.	1.853.779	1.656.352	3.510.131
2.5.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.456.045	2.456.045	4.912.089
TOTAL 2.5.		4.309.824	4.112.397	8.422.221
2.6.	SIFÃO NOVO (0,2 km; SUB-TRECHO 1.2)			
2.6.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	7.105	7.162	14.267
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	139.282	148.196	287.478
	c) DRENAGEM	13.928	7.800	21.728
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	55.528	49.753	105.280
	TOTAL 2.6.1.	215.843	212.910	428.753
2.6.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	572.737	641.465	1.214.202
TOTAL 2.6.		788.580	854.376	1.642.955
2.7.	SIFÃO FORMOSO (2.7 km; SUB-TRECHO 1.3)			
2.7.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.080.138	1.088.780	2.168.918
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.701.884	1.810.804	3.512.688
	c) DRENAGEM	170.188	95.305	265.494
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	533.008	477.575	1.010.583
	TOTAL 2.7.1.	3.485.218	3.472.464	6.957.682
2.7.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	6.532.434	7.316.326	13.848.760
TOTAL 2.7.		10.017.652	10.788.790	20.806.442

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LIARZA HIDROBRASIL
ENGENHARIA E PROJ. LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
2.8.	SIFÃO SANTA ROSA (4.4 km; SUB-TRECHO 1.3)			
2.8.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.025.054	1.033.254	2.058.308
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	2.881.110	3.065.501	5.946.610
	c) DRENAGEM	288.111	161.342	449.453
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	450.862	403.972	854.834
	TOTAL 2.8.1.	4.645.136	4.664.069	9.309.205
2.8.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	9.541.246	10.686.196	20.227.442
TOTAL 2.8.		14.186.382	15.350.264	29.536.646
2.9.	SIFÃO CORCUNDA (0.4 km; SUB-TRECHO 1.4)			
2.9.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	52.739	53.161	105.901
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	243.279	258.848	502.127
	c) DRENAGEM	24.328	13.624	37.951
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	99.249	88.927	188.176
	TOTAL 2.9.1.	419.595	414.560	834.155
2.9.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	848.981	950.858	1.799.839
TOTAL 2.9.		1.268.575	1.365.419	2.633.994
2.10.	SIFÃO DO BANABUIÚ (6,4 km; SUB-TRECHO 1.4)			
2.10.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.534.178	1.380.760	2.914.938
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	3.280.991	3.116.941	6.397.932
	c) DRENAGEM	328.099	164.050	492.149
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	2.067.590	413.518	2.481.108
	TOTAL 2.10.1.	7.210.858	5.075.269	12.286.128
2.10.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	14.207.514	14.207.514	28.415.029
TOTAL 2.10.		21.418.373	19.282.784	40.701.156
2.11.	AMPLIAÇÃO DO CANAL DE LIGAÇÃO AO AÇUDE CURRAL VELHO (1.0 km)			
2.11.1.	OBRAS CIVIS	0	871.200	871.200
2.11.2.	EQUIPAMENTOS	0	0	0
TOTAL 2.11.		0	871.200	871.200
NOTA: Valores de custos resultantes do Projeto Básico elaborado para esta componente do Sistema Adutor. A quilometragem indicada para os sub-trechos inclui sifões.				
TOTAL 2 - OBRAS CIVIS		79.847.958	16.366.825	96.214.783
TOTAL 2 - EQUIPAMENTOS		38.498.327	36.258.404	74.756.731
TOTAL 2 - GERAL		118.346.285	52.625.230	170.971.515

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LARZA HIDROBASILHA
ENGENHARIA E PROJ. LIDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)		
	ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
2 TRECHO 1 DO SISTEMA ADUTOR (KM 2+500 A 53+900) (Açude Castanhão - Açude Curral Velho; 51.4 km)			
2.1. CANAIS ADUTORES (11.6 km) DO SUB-TRECHO 1.1 (km 2.5 a 14.1)			
2.1.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	870.859	0	870.859
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	6.837.836	0	6.837.836
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	6.460.314	0	6.460.314
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	1.292.659	0	1.292.659
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	501.321	0	501.321
f) GALERIAS DE CONCRETO	563.392	0	563.392
g) BACIA DE DISSIPACÃO	454.525	0	454.525
h) DRENAGEM	2.080.660	0	2.080.660
i) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.086.676	0	1.086.676
TOTAL 2.1.1.	20.148.243	0	20.148.243
2.1.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS (inclui adutora forçada da queda concentrada; 0,3 km)	2.793.170	0	2.793.170
TOTAL 2.1.	22.941.413	0	22.941.413
2.2. CANAIS ADUTORES (6.8 km) DO SUB-TRECHO 1.2 (km 14.1 a 22.6)			
2.2.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	661.763	0	661.763
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	6.422.431	0	6.422.431
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	3.370.255	0	3.370.255
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	430.886	0	430.886
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	362.752	0	362.752
f) DRENAGEM	1.793.758	0	1.793.758
g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	712.677	0	712.677
TOTAL 2.2.1.	13.754.522	0	13.754.522
2.2.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS	434.507	0	434.507
TOTAL 2.2.	14.189.029	0	14.189.029
2.3. CANAIS ADUTORES (3.5 km) DO SUB-TRECHO 1.3 (km 22.6 a 33.2)			
2.3.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	414.582	0	414.582
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	5.131.226	0	5.131.226
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	1.846.715	0	1.846.715
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	215.443	0	215.443
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	241.835	0	241.835
f) DRENAGEM	774.628	0	774.628
g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	365.848	0	365.848
TOTAL 2.3.1.	8.990.277	0	8.990.277
2.3.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÂNICOS	245.546	0	245.546
TOTAL 2.3.	9.235.824	0	9.235.824

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LARZA - HIDROBASILERA
ENGENHARIA E PROJ. DOS. LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
2.4.	CANAIS ADUTORES (12.9 km) DO SUB-TRECHO 1.4 (km 33.2 a 53.9)			
2.4.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	1.037.966	0	1.037.966
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	7.324.429	0	7.324.429
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	5.909.489	0	5.909.489
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	538.608	0	538.608
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	725.505	0	725.505
	f) DRENAGEM	2.469.212	0	2.469.212
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.119.280	0	1.119.280
	TOTAL 2.4.1.	19.124.488	0	19.124.488
2.4.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	866.147	0	866.147
TOTAL 2.4.		19.990.635	0	19.990.635
2.5.	SIFÃO DO RIACHO DO LIVRAMENTO (1,4 km; SUB-TRECHO 1.2)			
2.5.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	479.680	431.712	911.391
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.044.678	992.444	2.037.123
	c) DRENAGEM	104.468	52.234	156.702
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	224.953	179.963	404.916
	TOTAL 2.5.1.	1.853.779	1.656.352	3.510.131
2.5.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.456.045	2.456.045	4.912.089
TOTAL 2.5.		4.309.824	4.112.397	8.422.221
2.6.	SIFÃO NOVO (0,2 km; SUB-TRECHO 1.2)			
2.6.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	7.105	7.162	14.267
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	139.282	148.196	287.478
	c) DRENAGEM	13.928	7.800	21.728
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	55.528	49.753	105.280
	TOTAL 2.6.1.	215.843	212.910	428.753
2.6.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	572.737	641.465	1.214.202
TOTAL 2.6.		788.580	854.376	1.642.955
2.7.	SIFÃO FORMOSO (2.7 km; SUB-TRECHO 1.3)			
2.7.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.080.138	1.088.780	2.168.918
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.701.884	1.810.804	3.512.688
	c) DRENAGEM	170.188	95.305	265.494
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	533.008	477.575	1.010.583
	TOTAL 2.7.1.	3.485.218	3.472.464	6.957.682
2.7.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	6.532.434	7.316.326	13.848.760
TOTAL 2.7.		10.017.652	10.788.790	20.806.442

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LIARZA HIDROBRASIL
ENGENHARIA E PROJ. LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
2.8.	SIFÃO SANTA ROSA (4.4 km; SUB-TRECHO 1.3)			
2.8.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.025.054	1.033.254	2.058.308
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	2.881.110	3.065.501	5.946.610
	c) DRENAGEM	288.111	161.342	449.453
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	450.862	403.972	854.834
	TOTAL 2.8.1.	4.645.136	4.664.069	9.309.205
2.8.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	9.541.246	10.686.196	20.227.442
TOTAL 2.8.		14.186.382	15.350.264	29.536.646
2.9.	SIFÃO CORCUNDA (0.4 km; SUB-TRECHO 1.4)			
2.9.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	52.739	53.161	105.901
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	243.279	258.848	502.127
	c) DRENAGEM	24.328	13.624	37.951
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	99.249	88.927	188.176
	TOTAL 2.9.1.	419.595	414.560	834.155
2.9.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	848.981	950.858	1.799.839
TOTAL 2.9.		1.268.575	1.365.419	2.633.994
2.10.	SIFÃO DO BANABUIÚ (6,4 km; SUB-TRECHO 1.4)			
2.10.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.534.178	1.380.760	2.914.938
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	3.280.991	3.116.941	6.397.932
	c) DRENAGEM	328.099	164.050	492.149
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	2.067.590	413.518	2.481.108
	TOTAL 2.10.1.	7.210.858	5.075.269	12.286.128
2.10.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	14.207.514	14.207.514	28.415.029
TOTAL 2.10.		21.418.373	19.282.784	40.701.156
2.11.	AMPLIAÇÃO DO CANAL DE LIGAÇÃO AO AÇUDE CURRAL VELHO (1.0 km)			
2.11.1.	OBRAS CIVIS	0	871.200	871.200
2.11.2.	EQUIPAMENTOS	0	0	0
TOTAL 2.11.		0	871.200	871.200
NOTA: Valores de custos resultantes do Projeto Básico elaborado para esta componente do Sistema Adutor. A quilometragem indicada para os sub-trechos inclui sifões.				
TOTAL 2 - OBRAS CIVIS		79.847.958	16.366.825	96.214.783
TOTAL 2 - EQUIPAMENTOS		38.498.327	36.258.404	74.756.731
TOTAL 2 - GERAL		118.346.285	52.625.230	170.971.515

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E SANEAMENTO
ENGENHARIA E PROJETO LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
3	<u>TRECHO 2 DO SISTEMA ADUTOR (KM 0-400 A 69+300)</u> <u>(Açude Curral Velho - Rio Pirangi; 69.7 km)</u>			
3.1.	CANAIS ADUTORES (24.3 km) DO SUB-TRECHO 2.1 (km -0.4 a 29.4)			
3.1.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	2.868.883	0	2.868.883
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	22.951.067	0	22.951.067
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	13.770.640	0	13.770.640
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	1.721.330	0	1.721.330
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	1.721.330	0	1.721.330
	f) DRENAGEM	5.737.767	0	5.737.767
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	2.868.883	0	2.868.883
	TOTAL 3.1.1.	51.639.900	0	51.639.900
3.1.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	5.737.767	0	5.737.767
TOTAL 3.1.		57.377.667	0	57.377.667
3.2.	CANAIS ADUTORES (14.4 km) DO SUB-TRECHO 2.2 (km 29.4 a 48.5)			
3.2.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	1.300.997	0	1.300.997
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	10.407.973	0	10.407.973
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	6.244.784	0	6.244.784
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	780.598	0	780.598
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	780.598	0	780.598
	f) DRENAGEM	2.601.993	0	2.601.993
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.300.997	0	1.300.997
	TOTAL 3.2.1.	23.417.940	0	23.417.940
3.2.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	2.601.993	0	2.601.993
TOTAL 3.2.		26.019.933	0	26.019.933
3.3.	CANAIS ADUTORES (20.15 km) DO SUB-TRECHO 2.3 (km 48.5 a 69.3)			
3.3.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	3.743.300	0	3.743.300
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	29.946.400	0	29.946.400
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	17.967.840	0	17.967.840
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	2.245.980	0	2.245.980
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	2.245.980	0	2.245.980
	f) DRENAGEM	7.486.600	0	7.486.600
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	3.743.300	0	3.743.300
	TOTAL 3.3.1.	67.379.400	0	67.379.400
3.3.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	7.486.600	0	7.486.600
TOTAL 3.3.		74.866.000	0	74.866.000

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABZ - HIDROBRASILIA
ENGENHARIA E PROJ-105 LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
3.4.	SIFÃO PALHANO (5.5 km; SUB-TRECHO 2.1)			
3.4.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	871.462	788.465	1.659.927
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	3.195.359	2.614.385	5.809.743
	c) DRENAGEM	331.985	165.993	497.978
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	1.095.552	896.360	1.991.912
	TOTAL 3.4.1.	5.494.357	4.465.203	9.959.560
3.4.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	11.619.487	11.619.487	23.238.973
TOTAL 3.4.		17.113.844	16.084.689	33.198.533
3.5.	SIFÃO BOAVISTA (2.0 km; SUB-TRECHO 2.2)			
3.5.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	301.051	272.379	573.430
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.103.853	903.152	2.007.005
	c) DRENAGEM	114.686	57.343	172.029
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	378.464	309.652	688.116
	TOTAL 3.5.1.	1.898.053	1.542.527	3.440.580
3.5.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	4.014.010	4.014.010	8.028.020
TOTAL 3.5.		5.912.063	5.556.537	11.468.600
3.6.	SIFÃO MÃO RUIVA (1.4 km; SUB-TRECHO 2.2)			
3.6.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	221.813	200.688	422.500
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	813.313	665.438	1.478.750
	c) DRENAGEM	84.500	42.250	126.750
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	278.850	228.150	507.000
	TOTAL 3.6.1.	1.398.475	1.136.525	2.535.000
3.6.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.957.500	2.957.500	5.915.000
TOTAL 3.6.		4.355.975	4.094.025	8.450.000
3.7.	SIFÃO MELANCIAS (1.3 km; SUB-TRECHO 2.2)			
3.7.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	205.979	186.362	392.340
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	755.255	617.936	1.373.190
	c) DRENAGEM	78.468	39.234	117.702
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	258.944	211.864	470.808
	TOTAL 3.7.1.	1.298.645	1.055.395	2.354.040
3.7.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.746.380	2.746.380	5.492.760
TOTAL 3.7.		4.045.025	3.801.775	7.846.800

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E SANEAMENTO
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)		
	ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
3.8. SIFÃO DO PIRANGÍ (Trecho de montante; 0.65 km; SUB-TRECHO 2.3)			
3.8.1. OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
a) CANTEIRO	95.072	86.018	181.090
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	348.598	285.217	633.815
c) DRENAGEM	36.218	18.109	54.327
d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	119.519	97.789	217.308
TOTAL 3.8.1.	599.408	487.132	1.086.540
3.8.2. EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	1.267.630	1.267.630	2.535.260
TOTAL 3.8.	1.867.038	1.754.762	3.621.800
3.9. ESTRUTURA DE DESCARGA PROVISÓRIA NO RIO PIRANGÍ			
3.9.1. OBRAS CIVIS	800.000	0	800.000
3.9.2. EQUIPAMENTOS	400.000	0	400.000
TOTAL 3.9.	1.200.000	0	1.200.000
NOTA: <i>Quilometragem com origem no açude Curral Velho (0-400), início do Trecho 2.</i>			
TOTAL 3 - OBRAS CIVIS	153.926.179	8.686.781	162.612.960
TOTAL 3 - EQUIPAMENTOS	38.831.367	22.605.007	61.436.373
TOTAL 3 - GERAL	192.757.546	31.291.788	224.049.333

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E SANEAMENTO
ENGENHARIA E PROJETO LTDA.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
4	TRECHO 3 DO SISTEMA ADUTOR (KM 69+300 A 113+000) (Rio Pirangí - Açude Pacajús; 43.7 km)			
4.1.	CANAIS ADUTORES (8.8 km) DO SUB-TRECHO 3.1 (km 69.3 a 82.7)			
4.1.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	886.383	0	886.383
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	7.091.067	0	7.091.067
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	4.254.640	0	4.254.640
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	531.830	0	531.830
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	531.830	0	531.830
	f) DRENAGEM	1.772.767	0	1.772.767
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	886.383	0	886.383
	TOTAL 4.1.1.	15.954.900	0	15.954.900
4.1.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	1.772.767	0	1.772.767
TOTAL 4.1.		17.727.667	0	17.727.667
4.2.	CANAIS ADUTORES (12.8 km) DO SUB-TRECHO 3.2 (km 82.7 a 96.7)			
4.2.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	1.236.170	0	1.236.170
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	9.889.360	0	9.889.360
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	5.933.616	0	5.933.616
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	741.702	0	741.702
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	741.702	0	741.702
	f) DRENAGEM	2.472.340	0	2.472.340
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.236.170	0	1.236.170
	TOTAL 4.2.1.	22.251.060	0	22.251.060
4.2.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	2.472.340	0	2.472.340
TOTAL 4.2.		24.723.400	0	24.723.400
4.3.	CANAIS ADUTORES (15.05 km) DO SUB-TRECHO 3.3 (km 96.7 a 113.0)			
4.3.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	1.441.440	0	1.441.440
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	11.531.520	0	11.531.520
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	6.918.912	0	6.918.912
	d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	864.864	0	864.864
	e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	864.864	0	864.864
	f) DRENAGEM	2.882.880	0	2.882.880
	g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	1.441.440	0	1.441.440
	TOTAL 4.3.1.	25.945.920	0	25.945.920
4.3.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	2.882.880	0	2.882.880
TOTAL 4.3.		28.828.800	0	28.828.800

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABZ - HIDROBRASILIA
ENGENHARIA E PROJ-105 LTD.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
4.4.	SIFÃO DO PIRANGÍ (Trecho de jusante; 0.5 km; SUB-TRECHO 3.1)			
4.4.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	63.382	57.345	120.727
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	232.399	190.145	422.543
	c) DRENAGEM	24.145	12.073	36.218
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	79.680	65.192	144.872
	TOTAL 4.4.1.	399.605	324.755	724.360
4.4.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	845.087	845.087	1.690.173
TOTAL 4.4.		1.244.692	1.169.841	2.414.533
4.5.	SIFÃO SERROTE (2.8 km; SUB-TRECHO 3.1)			
4.5.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	400.082	361.979	762.060
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.466.966	1.200.245	2.667.210
	c) DRENAGEM	152.412	76.206	228.618
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	502.960	411.512	914.472
	TOTAL 4.5.1.	2.522.419	2.049.941	4.572.360
4.5.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	5.334.420	5.334.420	10.668.840
TOTAL 4.5.		7.856.839	7.384.361	15.241.200
4.6.	SIFÃO JUAZEIRO (1.3 km; SUB-TRECHO 3.1)			
4.6.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	202.020	182.780	384.800
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	740.740	606.060	1.346.800
	c) DRENAGEM	76.960	38.480	115.440
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	253.968	207.792	461.760
	TOTAL 4.6.1.	1.273.688	1.035.112	2.308.800
4.6.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.693.600	2.693.600	5.387.200
TOTAL 4.6.		3.967.288	3.728.712	7.696.000
4.7.	SIFÃO RIACHO BAIXO DO FEIJÃO (1.2 km; SUB-TRECHO 3.2)			
4.7.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	194.103	175.617	369.720
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	711.711	582.309	1.294.020
	c) DRENAGEM	73.944	36.972	110.916
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	244.015	199.649	443.664
	TOTAL 4.7.1.	1.223.773	994.547	2.218.320
4.7.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.588.040	2.588.040	5.176.080
TOTAL 4.7.		3.811.813	3.582.587	7.394.400

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E PROJETO S.A.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)		
	ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
4.8. SIFÃO RIACHO GRANDE (1.25 km; SUB-TRECHO 3.3)			
OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
4.8.1. a) CANTEIRO	217.877	197.127	415.003
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	798.881	653.630	1.452.512
c) DRENAGEM	83.001	41.500	124.501
d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARGAS	273.902	224.102	498.004
TOTAL 0	1.373.661	1.116.359	2.490.020
4.8.2. EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	2.905.023	2.905.023	5.810.047
TOTAL 4.8.	4.278.684	4.021.382	8.300.067
4.9. ESTRUTURA DE DESCARGA PROVISÓRIA NO AÇUDE PACAJÚS			
4.9.1. OBRAS CIVIS	1.200.000	0	1.200.000
4.9.2. EQUIPAMENTOS	600.000	0	600.000
TOTAL 4.9.	1.800.000	0	1.800.000
NOTA: <i>Quilometragem com origem no açude Curral Velho (0-400), início do Trecho 2.</i>			
TOTAL 4 - OBRAS CIVIS	72.145.026	5.520.714	77.665.740
TOTAL 4 - EQUIPAMENTOS	22.094.157	14.366.170	36.460.327
TOTAL 4 - GERAL	94.239.183	19.886.884	114.126.067

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABORATÓRIO DE HIDROLOGIA E SANEAMENTO
ENGENHARIA E PROJ. TICS LTD.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO	CUSTO (R\$)		
	ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
5 TRECHO 4 DO SISTEMA ADUTOR (KM 113+000 A 138+500 E LIGAÇÃO PACAJÚS-PACOTI-RIACHÃO-GAVIÃO (Açude Pacajús - Açude Pacoti - Açude Gavião; 25.5+8.6 km)			
5.1. CANAIS ADUTORES (22.86 km)			
5.1.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	3.076.300	0	3.076.300
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	24.610.400	0	24.610.400
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	14.766.240	0	14.766.240
d) OBRAS DE CONCORDÂNCIA	1.845.780	0	1.845.780
e) DESCARGAS DE SEGURANÇA	1.845.780	0	1.845.780
f) DRENAGEM	6.152.600	0	6.152.600
g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	3.076.300	0	3.076.300
TOTAL 5.1.1.	55.373.400	0	55.373.400
5.1.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECÂNICOS	6.152.600	0	6.152.600
TOTAL 5.1.	61.526.000	0	61.526.000
5.2. SIFÃO DO CHORÓ (2.64 km)			
5.2.1. OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
a) CANTEIRO	442.874	400.696	843.570
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.623.872	1.328.623	2.952.495
c) DRENAGEM	168.714	84.357	253.071
d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	556.756	455.528	1.012.284
TOTAL 5.2.1.	2.792.217	2.269.203	5.061.420
5.2.2. EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	5.904.990	5.904.990	11.809.980
TOTAL 5.2.	8.697.207	8.174.193	16.871.400
NOTA: <i>Quilometragem com origem no açude Curral Velho (0-400), início do Trecho 2.</i>			
5.3. CANAL DE LIGAÇÃO PACOTI-RIACHÃO (0.8 km)			
5.3.1. OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
a) CANTEIRO	82.160	0	82.160
b) MOVIMENTOS DE TERRAS	657.280	0	657.280
c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	394.368	0	394.368
d) OBRA DE SECIONAMENTO	98.592	0	98.592
f) DRENAGEM	164.320	0	164.320
g) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	82.160	0	82.160
TOTAL 5.3.1.	1.478.880	0	1.478.880
5.3.2. EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECÂNICOS	164.320	0	164.320
TOTAL 5.3.	1.643.200	0	1.643.200
NOTA: <i>Quilometragem com origem no açude Pacoti</i>			

ESTUDO DE VIABILIDADE - RESUMO DO ORÇAMENTO



LABORATÓRIO DE ENGENHARIA E PROJETO S.A.

PROJETO: ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

Preço Base: dez/01

DESIGNAÇÃO		CUSTO (R\$)		
		ETAPA 1	ETAPA 2	TOTAL
5.4.	CANAL DE ACESSO AO TÚNEL (0.8 km; km 0.0 a 0.8)			
5.4.1.	OBRAS CIVIS DOS CANAIS ADUTORES			
	a) CANTEIRO	280.670	0	280.670
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	1.216.237	0	1.216.237
	c) DRENAGEM	280.670	0	280.670
	d) ACESSOS (INC. PONTILHÕES, PASSARELAS, CERCAS,	93.557	0	93.557
	TOTAL 5.4.1.	1.871.133	0	1.871.133
5.4.2.	EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E HIDROMECAÑICOS	0	0	0
TOTAL 5.4.		1.871.133	0	1.871.133
5.5.	TÚNEL (1.1 km; km 0.8 a 1.9)			
5.5.1.	OBRAS CIVIS			
	a) CANTEIRO	2.862.860	0	2.862.860
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	6.680.007	0	6.680.007
	c) REVESTIMENTO DA SEÇÃO HIDRÁULICA	5.725.720	0	5.725.720
	d) DRENAGEM	954.287	0	954.287
	e) ESTRUTURAS DE CONCRETO	954.287	0	954.287
	TOTAL 5.5.1.	17.177.160	0	17.177.160
5.5.2.	EQUIPAMENTOS DE SECCIONAMENTO	1.908.573	0	1.908.573
TOTAL 5.5.		19.085.733	0	19.085.733
5.6.	CANAL DE SAÍDA DO TÚNEL (5.9 km; km 1.9 a 7.8)			
5.6.1.	OBRAS CIVIS DAS ADUTORAS			
	a) CANTEIRO	1.718.275	0	1.718.275
	b) MOVIMENTOS DE TERRAS	8.247.720	0	8.247.720
	c) DRENAGEM	1.718.275	0	1.718.275
	d) ESTRUTURAS DE CONCRETO, VENTOSAS E DESCARG	687.310	0	687.310
	TOTAL 5.6.1.	12.371.580	0	12.371.580
5.6.2.	EQUIPAMENTOS DOS SIFÕES (INC. TUBULAÇÃO)	1.374.620	0	1.374.620
TOTAL 5.6.		13.746.200	0	13.746.200
NOTA:	<i>Quilometragem com origem no açude Riachão</i>			
TOTAL 5 - OBRAS CIVIS		91.064.370	2.269.203	93.333.573
TOTAL 5 - EQUIPAMENTOS		15.505.103	5.904.990	21.410.093
TOTAL 5 - GERAL		106.569.473	8.174.193	114.743.667