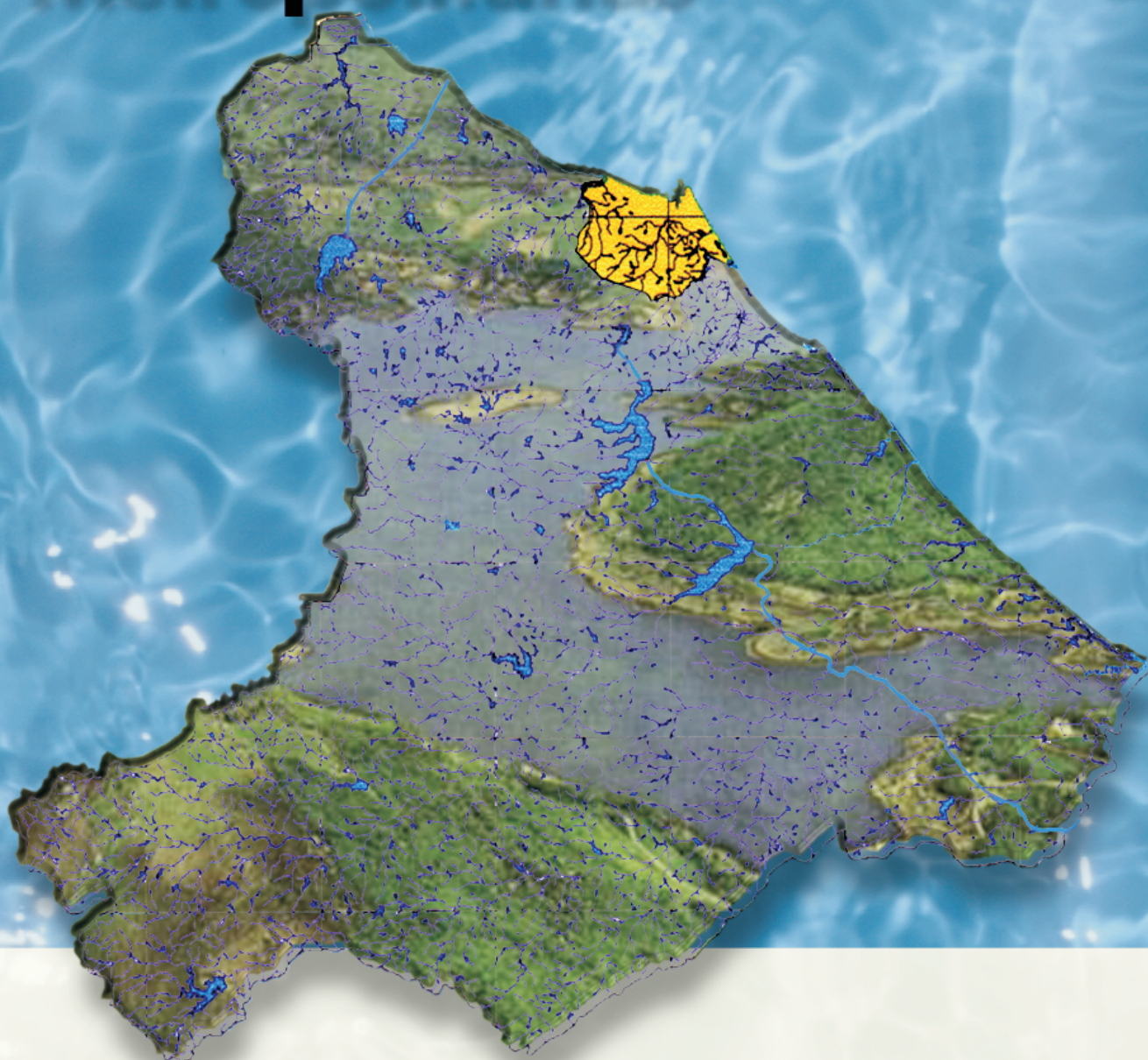
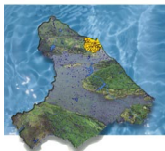


Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



**RELATÓRIO DE FASE III
PROGRAMAÇÃO
TOMO I**



Governador Estado do Ceará

Tasso Ribeiro Jereissati

Secretário de Recursos Hídricos

Hypérides Pereira de Macedo

Presidente da COGERH

Francisco Lopes Viana

Diretor de Planejamento

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Diretor do Departamento de Estudos e Projetos

Francisco de Assis de Souza Filho

ESTE PROJETO FOI FINANCIADO PELO BANCO MUNDIAL/PROURB-RH

Gerente dos Programas Especiais do Banco Mundial

Francisco José Coelho Teixeira

Gerente Adjunto dos Programas Especiais do Banco Mundial

Ramon Flávio Rodrigues



EQUIPE DE ELABORAÇÃO

VBA CONSULTORES S/C LTDA

Acompanhamento e Fiscalização da COGERH

Ednardo Fernandes Cardoso - Coordenador
M.S Recursos Hídricos

Francisco de Assis de Souza Filho
M.S Hidráulica e Saneamento
Presidente da Comissão

Henrique Vieira da Costa Lima
M.S Recursos Hídricos

Paulo Miranda Pereira
M.S.. Eng. Agrícola
Membro

Luciana César Torres de Melo Lima
M.S Recursos Hídricos

Hugo Estênio Rodrigues Bezerra
M.S. Geografia
Membro

Márcio Tavares Nóbrega
M.S Recursos Hídricos

Francisco Osny Eneas
M.S. Recursos Hídricos
Membro

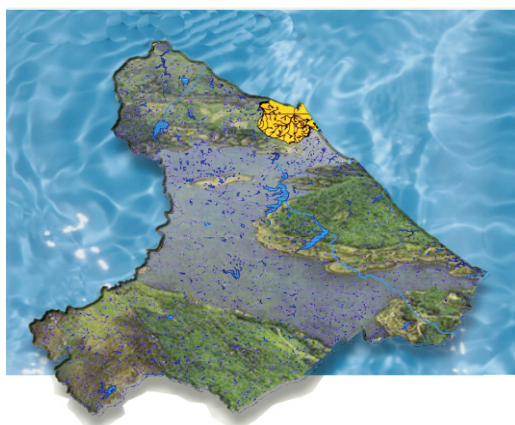
Naymar Gonçalves Barroso Severiano
M.S Economia Rural

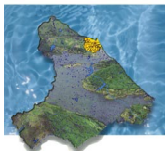
Walber Cordeiro
Geólogo
Membro

Samuel Antônio Silva Dias
M.S Recursos Hídricos

Francisco José Coelho Teixeira
Eng. Civil
Membro

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





APRESENTAÇÃO

O Governo do Estado do Ceará é cômico da importância da água na vida de todos os cearenses e das restrições e diferenças dos fatores climáticos, que se caracterizam por variações marcantes nas precipitações pluviométricas, no tempo e no espaço, das altas e contínuas taxas de evaporação, bem como dos fatores condicionantes ambientais, com a predominância de substrato cristalino em cerca de 80% do território e vegetação de caatinga rala e aberta. A partir da criação da *Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará* em 1987, o Governo do Estado vem desenvolvendo uma política abrangente, com ações voltadas no sentido de equacionar a problemática dos recursos hídricos no espaço cearense, de forma a prover a infra-estrutura com águas necessárias ao desenvolvimento econômico, assim como promover uma gestão racional em congruência com a política de meio ambiente, visando a melhoria da qualidade de vida.

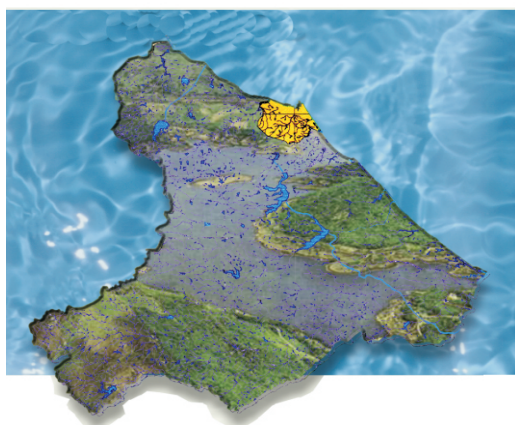
Os esforços de planificação se iniciaram com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (1991) e com os programas de investimentos viabilizados com recursos internacionais; neste contexto, de aprofundar o conhecimento da ocorrência das águas nas bacias hidrográficas e sua apropriação social, é que se coloca o Plano de Gerenciamento das águas das Bacias Metropolitanas.

O Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas atualiza a base de informações da oferta de águas superficiais e subterrâneas, assim como das demandas, incorporando ao planejamento de recursos hídricos do estado aquele das demais políticas públicas no espaço geográfico das Bacias em foco, e desenvolve balanços hídricos concentrado e distribuído em toda sua área de abrangência; realiza, de forma pioneira, estudos que integram os recursos hídricos aos demais compartimentos do meio ambiente. Construindo os cenários atuais e prospectivos, elabora cuidadosamente a programação de intervenção nas áreas de infra-estrutura hídrica, conservação de água, e, sobretudo, instrumentos de gestão de recursos hídricos e hidroambiental.

A COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, na qualidade de agência gestora das águas do Estado do Ceará, tem o prazer e o privilégio de disponibilizar o Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas, que tem como característica singular a busca do atendimento das demandas até o ano 2030, a partir das ofertas atuais e seu incremento por ampliação, integração da oferta hídrica e importação de águas de outras bacias, bem como da legitimação dos usos da água, objeto de intensas discussões com os usuários da água na Região Metropolitana, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável e com água garantida.

Francisco Lopes Viana
Presidente da COGERH

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

LISTA DE TABELAS, FIGURAS, FOTOGRAFIAS E MAPAS

1 - INTRODUÇÃO

2 - PROGRAMA DE AÇUDAGEM

- 2.1 - CONSIDERAÇÕES ACERCA DAS NOVAS OBRAS DE AÇUDAGEM PROGRAMADAS
- 2.2 - ESTIMATIVA DE CUSTO GLOBAL DE IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS OBRAS DE AÇUDAGEM CONSIDERADAS

3 - PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DE SISTEMAS ADUTORES

- 3.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS
- 3.2 - EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- 3.3 - SISTEMAS ADUTORES

4 - PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DO CANAL DO TRABALHADOR

- 4.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

5 - PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO EIXO SERTÃO CENTRAL - METROPOLITANAS

- 5.1 - OS SEGMENTOS COMPONENTES DO EIXO DE INTEGRAÇÃO COM A BACIA DO JAGUARIBE
- 5.2 - INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DA RMF ATUAL COM A BACIA DO JAGUARIBE: MACRO-ALTERNATIVAS
- 5.3 - O BALANÇO HÍDRICO DA RMF E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM CONSIDERANDO A IMPORTAÇÃO DA BACIA DO JAGUARIBE VIA EIXO SERTÃO CENTRAL
- 5.4 - A ENGENHARIA DO EIXO SERTÃO CENTRAL: DIMENSIONAMENTO, ESTIMATIVAS DE CUSTOS, SELEÇÃO DENTRE OS TRECHOS ALTERNATIVOS E FASEAMENTO DA IMPLANTAÇÃO

6 - PROGRAMA DE REUSO DE EFLUENTES SANITÁRIOS

- 6.1 - INTRODUÇÃO
- 6.2 - AS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE REUSO DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS DA RMF

7 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS

- 7.1 - INTRODUÇÃO
- 7.2 - BREVE DIAGNÓSTICO SOBRE O MONITORAMENTO DAS ÁGUAS NO BRASIL E NO CEARÁ
- 7.3 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
- 7.4 - PROPOSTA DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
- 7.5 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- 7.6 - PROGRAMAS DE MONITORAMENTOS ESPECIAIS
- 7.7 - ALGUNS ASPECTOS INSTITUCIONAIS DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS
- 7.8 - CONCLUSÕES



8 - PROGRAMA DE ESTUDOS

- 8.1 - ESTUDO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
- 8.2 - ESTUDO DE PERDAS EM TRÂNSITO
- 8.3 - ESTUDO DA REAL POTENCIALIDADE DE REGULARIZAÇÃO DAS LAGOAS LITORÂNEAS
- 8.4 - ESTUDO DE INTEGRAÇÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS COM AS BACIAS A OESTE
- 8.5 - ESTUDO DE CHEIAS
- 8.6 - ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE A PEQUENA E MÉDIA AÇUDAGEM E LAGOAS
- 8.7 - ESTUDO DE IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS
- 8.8 - ESTUDO DAS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DE USUÁRIOS D'ÁGUA
- 8.9 - ESTUDO DE INTRUSÃO SALINA
- 8.10 - ESTUDO DE IMPACTO DO DESMATAMENTO
- 8.11 - ESTUDO DE TARIFA
- 8.12 - ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA
- 8.13 - PROGRAMA DE ESTUDOS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

9 - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES HÍDRICOS

- 9.1 - ADOÇÃO DO VOLUME DE ALERTA
- 9.2 - O SISTEMA INTEGRADO PACOTI-RIACHÃO-PACAJUS
- 9.3 - IMPORTAÇÃO PARA REFORÇO DO SUPRIMENTO HÍDRICO ÀS BACIAS METROPOLITANAS
- 9.4 - CONDICIONANTES À IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE DE ESTOQUES HÍDRICOS

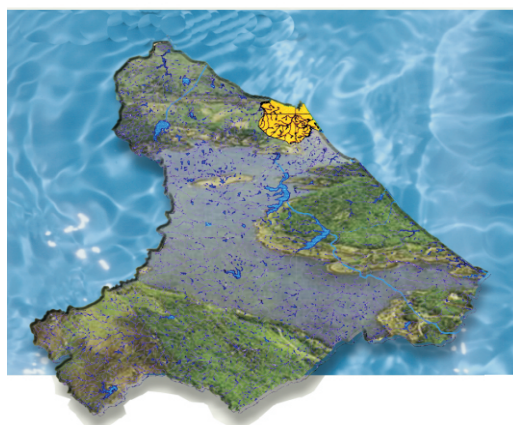
10 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

- 10.1 - GENERALIDADES
- 10.2 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
- 10.3 - ESTABELECIMENTO DE FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS
- 10.4 - CONTROLE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS
- 10.5 - DISCIPLINAMENTO DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS URBANOS E INDUSTRIAIS
- 10.6 - MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
- 10.7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES E DA EFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS
- 10.8 - PROGRAMA DE INCENTIVO AO REUSO DO ESGOTO TRATADO
- 10.9 - CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO
- 10.10 - DISCIPLINAMENTO DA COLETA, RECICLAGEM E DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS
- 10.11 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
- 10.12 - PLANO HIERÁRQUICO DE ENQUADRAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

11 - AÇÕES PRIORITÁRIAS

- 11.1 - PROJETOS

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



**LISTA DE TABELAS, FIGURAS,
FOTOGRAFIAS E MAPAS**



TABELAS

- Tabela 2.1 - Estimativas de Custo Global de Implantação dos Projetos das Barragens Consideradas
- Tabela 3.1 - Custos Unitários Médios
- Tabela 3.2 - Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- Tabela 3.3 - Características e Custos das Novas Adutoras Programadas
- Tabela 3.4 - Ampliação da Capacidade das Aduções Existentes
- Tabela 3.5 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Umarituba-São Gonçalo-Siupé
- Tabela 3.6 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Taíba-Pecem
- Tabela 3.7 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Guararú
- Tabela 3.8 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Sapupara
- Tabela 3.9 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Umarizeiras-Lages-Jubaia-Cachoeira-Tanques
- Tabela 3.10 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Porto das Dunas
- Tabela 3.11 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Patacas-Tapera-Jacaúna
- Tabela 3.12 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Caponga da Bernarda
- Tabela 3.13 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Camará
- Tabela 3.14 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Guanacés
- Tabela 3.15 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Mirambé
- Tabela 3.16 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pacoti-Catu
- Tabela 3.17 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Queimados
- Tabela 3.18 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Dourados
- Tabela 3.19 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Cedro
- Tabela 3.20 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Itaipaba
- Tabela 3.21 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Córrego
- Tabela 3.22 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Morro Branco
- Tabela 3.23 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Jacarecoara
- Tabela 3.24 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Cascavel
- Tabela 3.25 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Beberibe
- Tabela 3.26 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Sereno de Cima
- Tabela 3.27 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Novo Horizonte /Serragem
- Tabela 3.28 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pedra Branca
- Tabela 3.29 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pirangi
- Tabela 3.30 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Jirau
- Tabela 3.31 - Estudo Econômico do Sistema Adutor São José
- Tabela 3.32 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Serra Do Félix
- Tabela 3.33 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Monte Castelo-Maravilha
- Tabela 3.34 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Dom Maurício
- Tabela 3.35 - Estudo Econômico do Sistema Adutor São João dos Queirozes
- Tabela 3.36 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Ibaretama-Oiticica
- Tabela 3.37 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pacajus
- Tabela 3.38 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Chorozinho
- Tabela 4.1 - Orçamento das Obras
- Tabela 5.1 - Consolidação das Séries de Vazões Mínimas a serem Aduzidas em Cada Trecho
- Tabela 5.2 - Consolidação dos Custos de Implantação



- Tabela 7.1 - Densidades Mínimas para Redes Pluviométricas Tolerada em Condições Difíceis
- Tabela 7.2 - Características de Alguns Pluviógrafos Existentes no Mercado Internacional
- Tabela 7.3 - Sumário dos Postos Pluviométricos Constantes no Inventário do DNAEE
- Tabela 7.4 - Características de Alguns Linígrafos Existentes no Mercado Internacional Tipo Redução
- Tabela 7.5 - Tipos de Análise do Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas
- Tabela 7.6 - Programa de Monitoramento de Qualidade de Água de Seções Fluviais das Bacias Metropolitanas
- Tabela 7.7 - Programa de Monitoramento de Qualidade da Água dos Reservatórios das Bacias Metropolitanas
- Tabela 9.1 - Volumes de Alerta a Serem Adotados para os Açudes Existentes, Projetados ou em Estudo
- Tabela 9.2 - Resultados das Simulações do Reservatório Castanhão para 99% de Garantia 17,78 m³/s (Qr sem transposição)

FIGURAS

- Figura 2.1 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Anil
- Figura 2.2 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Feijão
- Figura 2.3 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Amarelas
- Figura 2.4 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Ceará
- Figura 2.5 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Germinal
- Figura 2.6 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Macacos
- Figura 2.7 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Itapebussu
- Figura 2.8 - Planta Baixa e Perfil Longitudinal da Barragem Pesqueiro
- Figura 2.9 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Anil
- Figura 2.10 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Feijão
- Figura 2.11 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Amarelas
- Figura 2.12 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Ceará
- Figura 2.13 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Germinal
- Figura 2.14 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Macacos
- Figura 2.15 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Itapebussu
- Figura 2.16 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Pesqueiro
- Figura 3.1 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Umarituba/São Gonçalo/Suipé Taíba/Pecém /Guararú
- Figura 3.2 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Sapupara/Tucunduba
- Figura 3.3 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Acarape / Lages - A, B, C, D, F, G, e I Lages, Vertentes do Lajedo, Ant^o Marques, Palmácia, Gado dos Rodrigues, Colina
- Figura 3.4 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Porto das Dunas, Camará, Pataca/Tapera/Jacaúna A, B e D, Mirambé, Caponga da Bernarda, Guanacés, Pacoti/Catu/ Aningas
- Figura 3.5 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Dourados, Pacoti/Catu, Queimados, Cedro, Itaipaba Córrego Pascoal, Campestre
- Figura 3.6 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Fátima, Guassi, Lagoa do Barro, Lagoa Grande
- Figura 3.7 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Jacarecoara, Morro Branco, Cascavel, Beberibe, Sucatinga
- Figura 3.8 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Sereno de Cima, Novo Horizonte / Serragem, Curupira, Milton Belo, Arisco dos Marianos
- Figura 3.9 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Pedra Branca, Pirangi
- Figura 3.10 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Serra do Félix, Jirau, São José
- Figura 3.11 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Esperança, Targinos, Barbada



- Figura 3.12 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Monte Castelo / Maravilha – A, Monte Castelo / Maravilha – B, Monte Castelo / Maravilha – C, Dom Maurício
- Figura 3.13 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) São João dos Queirozes, Ibareta / Oiticica
- Figura 3.14 - Sistema(s) Adutor(es) e Poço(s) Boa Água, Nova Vida
- Figura 4.1 - Mapa de Localização e Acesso
- Figura 4.2a - Lay-out Geral do Traçado, Perfil e Dados Básicos Consolidados do Canal do Trabalhador Sobre Carta Topográfica com Representação Hipsométrica
- Figura 4.2b - Lay-out Geral do Traçado, Perfil e Dados Básicos Consolidados do Canal do Trabalhador sobre Carta Topográfica com Representação Hipsométrica
- Figura 4.2c - Lay-out Geral do Traçado, Perfil e Dados Básicos Consolidados do Canal do Trabalhador sobre Carta Topográfica com Representação Hipsométrica
- Figura 5.1 - Diretrizes Gerias do Eixo de Integração das Bacias Jaguaribe e Metropolitanas
- Figura 5.2 - Lay-Out das Alternativas preliminares de Traçados Componentes do Eixo Sertão Central-Metropolitanas
- Figura 5.3a - Programa de Implantação do Eixo Sertão Central – Metropolitanas (Ações para o Ano 2000)
- Figura 5.3b - Programa de Implantação do Eixo Sertão Central – Metropolitanas (Ações para o Ano 2003)
- Figura 5.3c - Programa de Implantação do Eixo Sertão Central – Metropolitanas (Ações para o Ano 2005)
- Figura 5.3d - Programa de Implantação do Eixo Sertão Central – Metropolitanas (Ações para o Ano 2030)
- Figura 10.1 - Uso do Solo em Função da Declividade do Terreno

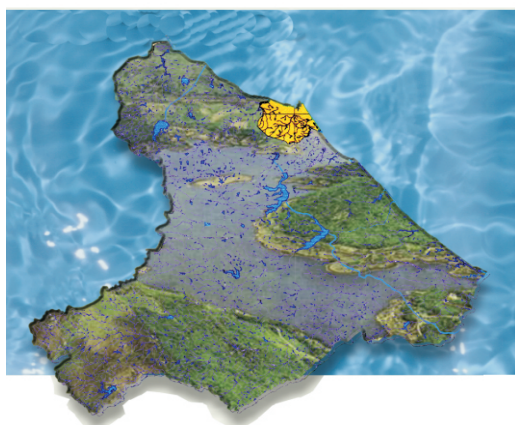
FOTOGRAFIAS

- Fotografia 7.1 - Radar meteorológico do SIMEPAR – Torre, Radome, Antena e Sala de Controle – Teixeira Soares – PR.
- Fotografia 7.2 - Estação Meteorológica da Lapa (PR), Componente do Sistema Telemétrico do SIMEPAR
- Fotografia 7.3 - Seção de Medição de Nível
- Fotografia 7.4 - Estação Hidrológica de Porto Amazonas (PR), Integrante do Sistema Telemétrico do SIMEPAR

MAPAS

- Mapa 6.1 - Lay-out do Traçado do Emissário e Provável Localização de Lagoas sobre Planta com Representação Hipsométrica do Relevo da Região
- Mapa 6.2 - Reuso dos Esgotos
- Mapa 7.1 - Identificação das Áreas Críticas da Rede Pluviométrica
- Mapa 7.2 - Redes de Monitoramento Propostas

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





1 – INTRODUÇÃO

O presente relatório apresenta os programas que visam a ampliação da disponibilidade hídrica, bem como um programa de monitoramento pluviométrico e fluviométrico na região das Bacias Metropolitanas.

Uma vez identificados os déficits hídricos e as ações necessárias à solução destes, trabalho realizado na fase anterior de planejamento, cabe agora, na fase de programação, uma análise mais acurada sobre as novas estruturas de produção e distribuição de recursos hídricos, incluindo uma estimativa dos custos e a hierarquização destas ações.

Essa análise é feita nos dois primeiros capítulos que tratam dos Programas de Açudagem, Adutoras e Ampliação da disponibilidade subterrânea.

O capítulo referente à ampliação da açudagem analisa, considerando os usos a que se destinariam, todos os açudes simulados na avaliação da disponibilidade hídrica potencial das Bacias Metropolitanas, realizada no RF-1, determinando quais dentre aqueles seriam a solução mais adequada ao atendimento de demandas hídricas, e por fim avaliando, ainda que preliminarmente, os custos destes barramentos.

O capítulo seguinte trata da ampliação da distribuição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos fazendo a análise dentro do contexto de cada demanda, considerando o custo de cada uma das alternativas de atendimento, a melhor opção em cada caso.

A solução de atendimento para as grandes demandas concentradas, sob o ponto de vista do balanço concentrado (Eixo Sertão Central / Metropolitanas), foi tratado na fase de planejamento de maneira bastante satisfatória, chegando inclusive ao nível de detalhamento de custo. Assim, neste relatório, reapresenta-se esse estudo visando integrá-lo na perspectiva da programação do Plano de Gerenciamento das Bacias Metropolitanas.

Além do Eixo Sertão Central / Metropolitanas, uma outra estrutura de importação é abordada neste relatório no programa de recuperação de obras, tratando-se particularmente da recuperação do Canal do Trabalhador.

Ainda como incremento da oferta hídrica, apresenta-se neste relatório, Capítulo 6, proposições de reuso de efluentes sanitários na região metropolitana, considerando a possibilidade do aproveitamento de cultivo em áreas irrigadas.

No Capítulo 7, trata-se de um programa que visa traçar as diretrizes básicas do sistema de monitoramento pluviométrico e fluviométrico para as Bacias Metropolitanas, apontando áreas críticas quanto à densidade de postos pluviométricos, além de localizar seções representativas para implantação de estações fluviométricas.

Ainda naquele capítulo propõem-se diretrizes para um monitoramento qualitativo das águas das Bacias Metropolitanas, tecendo comentários sobre a periodicidade e os parâmetros a serem controlados em tal monitoramento. Por fim desenvolve-se um programa de monitoramento das águas subterrâneas.



O Capítulo 8 tem como enfoque propor novos estudos para melhor conhecimento da realidade hídrica das Bacias Metropolitanas, visando ampliar os estudos desenvolvidos no presente PGAM, servindo-se da experiência na elaboração do presente documento para identificar os aspectos que devem ser aprofundados.

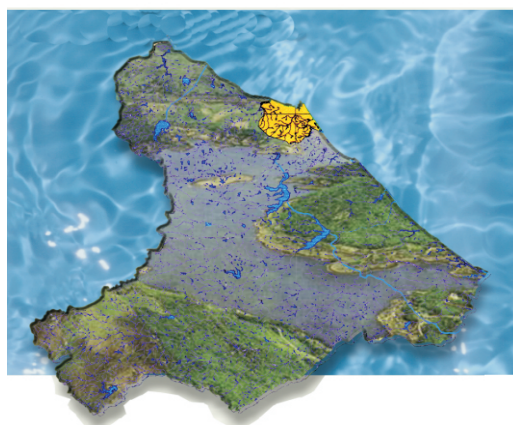
A proposição de um programa de gerenciamento de estoques hídricos, objeto do Capítulo 9, rediscute o tema da adoção do volume de alerta, a operação do sistema integrado Pacoti-Riachão-Pacajus, a importação de águas como reforço ao suprimento hídrico das Bacias Metropolitanas, e condicionantes à implantação das medidas necessárias a tal gerenciamento.

Os dois últimos capítulos desse relatório concentram-se no aspecto ambiental do uso e preservação dos recursos hídricos.

São enfocados então na proposição de um programa de controle de poluição dos recursos hídricos, Capítulo 10, medidas como o disciplinamento do uso e ocupação do solo, estabelecimento de faixas de proteção dos recursos hídricos, controle do lançamento de esgotos, monitoramento da qualidade dos efluentes e da eficiência das estações de tratamento de esgotos, medidas de incentivo ao reuso de efluentes, disciplinamento da coleta, reciclagem e deposição final de resíduos sólidos, educação ambiental e um plano hierárquico de enquadramento dos recursos hídricos.

Por fim, no Capítulo 11, são discutidas as ações prioritárias relacionadas à preservação e controle dos recursos hídricos, abordando temas como o estabelecimento de instrumentos jurídico-institucionais, educação ambiental, florestamento das faixas de proteção, saneamento básico, poluição industrial, macrozoneamento e gestão ambiental das APAs das serras de Maranguape, Aratanha e Baturité, resíduos sólidos e controle das atividades de mineração predatória.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 2 PROGRAMA DE AÇUDAGEM



2 – PROGRAMA DE AÇUDAGEM

2.1 – CONSIDERAÇÕES ACERCA DAS NOVAS OBRAS DE AÇUDAGEM PROGRAMADAS

Inicialmente foi elencada uma gama de novas estruturas de acumulação que poderiam aumentar a disponibilidade hídrica superficial na bacia. Estas estruturas seriam os açudes: Amarelas, Anil, Ceará, Choró, Feijão, Gameleiras, Germinal, Itapebussu, Pesqueiro e Macacos.

Para cada uma destas foi determinada, na fase de Estudos Básicos, a capacidade de regularização, bem como a sua influência na regularização das estruturas de jusante.

Na fase de planejamento foi verificada a eficácia destas estruturas em promover o atendimento das principais demandas, ou seja, as demandas humanas e industriais. Dessa forma considerou-se que os açudes que mais contribuiriam para o incremento do atendimento dessas demandas seriam considerados prioritários, sob o ponto de vista de balanço hídrico.

Já naquela fase, alguns açudes, que ainda não existem de fato, foram considerados como componentes da infra-estrutura atual. Tal fato se justificando pela evidente importância de tais estruturas, ratificada pelo balanço hídrico, e por estas obras já serem prioritárias dentro da política de recursos hídricos do estado. Estes açudes são o Mal Cozinhado, Catu-Cinzenta e Aracoíaba.

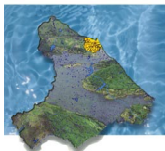
Também no planejamento procedeu-se uma análise preliminar das condições gerais de cada uma das barragens, visando assim identificar aquelas com grandes restrições, não referentes ao balanço hídrico.

Dentre aqueles novos açudes, verificou-se nessa análise preliminar de viabilidade de implantação restrições quanto à construção do açude Choró. Tal estrutura inundaria uma considerável área acarretando grandes custos de desapropriação e fortes impactos ambientais.

Além disso a localização do barramento, controlando áreas a montante constituídas por solos com alto poder salinizante, poderia ocasionar a salinização dos volumes acumulados, como aliás pode se observar no açude Pacajus.

Essas restrições conduziram à não consideração do Açude Choró na infra-estrutura final aqui detalhada, no entanto, considera-se que, do ponto de vista estratégico de longo prazo, o mesmo não pode ser desprezado, havendo, por exemplo a possibilidade de manejo de suas águas com aquelas de outros reservatórios para redução do eventual problema de salinização.

A preocupação com a condição da área a ser inundada, também verificou-se como uma restrição à implantação do açude Ceará, pois a bacia hidráulica do mesmo submergiria uma boa porção da BR-020, apontando para a potencial necessidade de sua realocação. Contudo esse açude já é considerado dentro da política hídrica do estado, sendo talvez transferido para outro boqueirão que, apesar de reduzir sua capacidade, evite a submersão da BR-020.



No caso dos açudes Feijão e Macacos, ambos teriam a função principal de abastecimento do município de Ibareta; no entanto qualquer um dos dois individualmente é capaz de satisfazer tal demanda. Como o açude Macacos localiza-se mais próximo a sede do município, foi considerado como mais apto a satisfazer esta demanda, sendo então considerado um açude prioritário.

Após essa análise preliminar, permaneceram como objetivo de análise do planejamento os seguintes açudes: Itapebussu, Amarelas, Pesqueiro, Macacos, Germinal, Gameleiras. Dentre estes, após uma análise à luz do balanço hídrico, foram considerados ainda como não prioritários os açudes Itapebussu e Amarelas.

Ressalte-se aqui que o conceito ora utilizado de não prioritários procura apenas traduzir, em função das demandas atuais e programadas, a hierarquização, para o conjunto das Bacias Metropolitanas, das intervenções. Isto não significa dizer que um açude presentemente considerado não prioritário tenha de ser descartado integralmente: caso, localmente, ele possa desempenhar um papel social e economicamente relevante (inclusive pelo surgimento de novas demandas futuras não identificadas neste Plano), poderá ser certamente implantado.

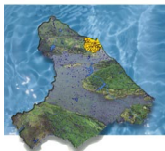
De qualquer forma, a implantação de açudes, quando evidentemente não conflitante com outros ou inviáveis técnica-economicamente, sempre se mostrará em ação desejável, até mesmo pelo fato de promover uma melhor distribuição da oferta d'água, como também ser associados às futuras demandas, podendo merecer estudos específicos mais detalhados.

O açude Amarelas, dentro dos critérios puramente hídricos adotados nesse Plano de Gerenciamento, não representou nenhuma melhora nas condições de atendimento das demandas concentradas que o circundam, estas podendo ser atendidas pelo excedente de importação do Eixo Sertão Central / Metropolitanas, pelo próprio Canal do Trabalhador ou ainda pela ampliação da disponibilidade subterrânea; contudo, como sua exclusão dependerá de obras a construir e de ofertas com bombeamento, ele poderá se tornar uma alternativa atraente.

O açude Itapebussu não representa ganho no atendimento das demandas concentradas na sua área de influência, pois estas poderiam ser totalmente satisfeitas pelo açude Amanari. A simulação do conjunto Sítios Novos – Itapebussu indica um aumento na vazão regularizada de 37 l/s em relação ao sistema apenas com o primeiro açude, contudo as perdas no percurso entre este e o Itapebussu totalizariam 30 l/s (considerando uma perda de 1,5 l/s/Km), portanto, na verdade, este açude não representa nenhum ganho significativo na vazão regularizada disponível para Complexo Portuário do Pecém. Devido a esse motivo este açude não foi considerado prioritário.

Cabe observar que, embora seja conhecido o real desatendimento mesmo das demandas atualmente ligadas ao Açude Amanari, esse fato é provavelmente resultado da deficiência na política operacional do citado reservatório que, conforme os resultados do balanço hídrico distribuído, realizado no RF-2 PLANEJAMENTO, tem em si potencial para o atendimento não só das demandas que lhe são atualmente ligadas, mas ainda daquelas que viriam a ser supridas pelo Açude Itapebussu.

A construção dos reservatórios Germinal e Pesqueiro foi recomendada ao final do planejamento devido às demandas potencialmente atendidas por estes. Porém, na fase de



programação, verificou-se que o atendimento de tais demandas pelos referidos reservatórios seria economicamente desvantajoso em comparação com a opção de ampliação da disponibilidade subterrânea. Dentro desta nova perspectiva, tais açudes passariam a ser identificados também como não-prioritários, embora numa escala menor que os demais já anteriormente apresentados.

Chegou-se a conclusão que, dentre as possibilidades de novos açudes levantadas ao início do estudo, as que concernem aos açudes Anil e Macacos têm uma importância considerável e, portanto, foram os mesmos considerados como os mais prioritários. O primeiro porque incrementa a disponibilidade em uma região para qual se prevê um grande aumento das demandas, que é a região do entorno do complexo portuário do Pecém, e o segundo por ser a única fonte com garantia suficiente para atender a região do município de Ibaratama e cercanias, localizadas no alto Pirangi onde se verifica grande déficit hídrico.

A seguir, é apresentada a estimativa do custo tanto destes dois últimos açudes, selecionados como os mais prioritários dentre as novas possibilidades de incremento da disponibilidade superficial identificadas, como dos demais considerados de menor prioridade na escala de hierarquização de implantação.

2.2 – ESTIMATIVA DE CUSTO GLOBAL DE IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS OBRAS DE AÇUDAGEM CONSIDERADAS

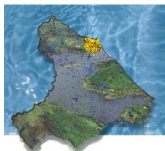
Nos custos globais aqui apresentados estão incluídos serviços, materiais e equipamentos necessários à implantação dos projetos, abrangendo a construção do barramento, vertedouro e tomada d'água, desmatamento da bacia hidráulica, desapropriação e reassentamento. Foram considerados, nos resultados apresentados no seguimento, custos médios representativos da implantação das barragens inseridas no contexto do PROURB-CE.

É importante ressaltar que, por se tratar de um cálculo estimativo, os custos globais obtidos neste trabalho não serão necessariamente idênticos aqueles obtíveis a partir de análises de custos associadas aos projetos executivos supramencionados, sendo sua importância relacionada às necessidades macro de investimento para implantação dos mesmos.

Na composição de custo dos projetos, foi considerado que os reservatórios seriam formados a partir da construção de maciços de terra homogênea compactada, dotados de filtro vertical e enrocamento de pé a jusante. Em cada empreendimento foi incluída a construção de uma tomada d'água em galeria, com controle de saída a jusante, e de um vertedouro em canal com cordão de fixação de concreto em seu eixo transversal.

Os volumes dos maciços de terra compactada foram estimados a partir de fundo topográfico representado em documentação cartográfica disponível para os projetos, nas cartas 1:25.000 do DNOS (Anil, Choró e Feijão), e 1:20.000 do INCRA (Macacos, Amarelas, Germinal e Ceará). Para os açudes Itapebussu e Pesqueiro, foi tomado como base o levantamento topográfico integrante da versão final do projeto executivo do açudes.

Muito embora exista levantamento de custo desses dois últimos açudes nos projetos executivos, recentemente elaborados pela SRH-CE, não são estes os valores aqui apresentados, dada a necessidade de comparação entre os custos das barragens, para o qual



se torna necessária a aplicação de uma mesma metodologia de estimativa para todos os açudes.

Vale ressaltar mais uma vez que, embora já amplamente explicitado no relatório pertinente, quando da elaboração da Fase I – Estudos Básicos e Diagnóstico, foram utilizadas para esses açudes, dada a inexistência de levantamento topográfico à época do levantamento de dados para este estudo (a grande maioria dos projetos executivos desses açudes datam do ano de 1999, ao passo que a coleta de informações para este Plano remonta ao período de 1997/1998), aproximações para curva cota-área-volume a partir da importação de fatores de forma de outros açudes com características específicas e condições ambientais semelhantes aos mesmos.

Nessa fase de programação, face à necessidade de levantamento de custo global da implantação dessas barragens, foram novamente estimadas curvas CAV para esses açudes, as quais, representam uma estimativa mais aproximada do real quando comparadas com aquelas utilizadas anteriormente neste PGAM; ainda assim deverão ter diferenças quando comparadas com as curvas resultantes dos levantamentos topográficos dos açudes.

De forma mais específica para cada reservatório considerado, função dos dados e considerações que basearam o presente Plano e de forma a usar criteriosamente os resultados e informações constantes no mesmo, tem-se que os açudes Anil, Ceará, Amarelas, Feijão, Germinal e Macacos apresentam três curvas CAV distintas, duas das quais consideradas no presente Plano: a curva baseada em estimativa preliminares (fator de forma), apresentada no relatório RF-1 e efetivamente utilizada nas simulações hidrológicas, e a resultante do levantamento nas cartas do INCRA e DNOS, e apresentada no presente relatório. A terceira curva, oficial e definitiva, constará dos projetos executivos de cada reservatório, estando hoje disponíveis na SRH as do Anil e Macacos.

Com relação aos açudes Pesqueiro e Itapebussu, embora as curvas CAV utilizadas para os mesmos durante todas as simulações tenham sido extraídas de versões preliminares dos projetos dos mesmos, estas diferem das curvas constantes na versão final dos projetos executivos destes açudes, as quais são aqui apresentadas, visto que a topografia utilizada na estimativa dos custos é oriunda deste projeto.

Um caso mais extremo no grupo dos açudes isentos de informações no período da coleta de dados corresponde ao do açude Gameleiras (Candeias), para o qual não existia consenso sequer da sua real localização. Nesse caso específico, conforme já abordado no Relatório de Fase I, de posse de informações sobre o rio barrado e da localização aproximada do reservatório, foi locado, nas cartas da SUDENE, um potencial boqueirão adequado ao barramento. Esse açude apresenta sérias dificuldades quanto ao levantamento de custos, uma vez que inexistente levantamento topográfico para o local adotado neste estudo para sua implantação, seja nas cartas do DNOS seja nas do INCRA. Por essa razão, não vai apresentado neste relatório o custo de implantação deste reservatório. Vale considerar que atualmente existe nos arquivos da SRH uma versão do relatório “Elaboração dos Estudos Topográficos e Geotécnicos da Barragem Candeias” contendo quatro possíveis alternativas de barramento para este açude: nenhuma destas, contudo, correspondendo ao boqueirão adotado no presente estudo.

As Figuras 2.1 a 2.2 apresentam a bacia hidráulica e a seção adotada para o barramento dos açudes Anil e Feijão, obtidas a partir das cartas 1:25.000, enquanto nas Figuras 2.3 a 2.6 as mesmas informações são prestadas para os açudes Amarelas, Ceará,



Germinal e Macacos, a partir das cartas 1:20.000. A bacia hidráulica e o perfil longitudinal da seção de barramento dos açudes Itapebussu e Pesqueiro apresentadas no projeto executivo dos mesmo são mostradas nas [Figuras 2.7 e 2.8](#), respectivamente.

As novas curvas cota x área x volume obtidas são apresentadas nas [Figuras 2.9 a 2.14](#), respectivamente para os açudes Anil, Feijão, Amarelas, Ceará, Germinal e Macacos. As curvas CAV definitivas dos açudes Itapebussu e Pesqueiro encontram-se apresentadas nas [Figuras 2.15 e 2.16](#).

Na [Tabela 2.1](#) são apresentadas as estimativas de custo global de implantação dos reservatórios considerados.

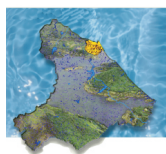
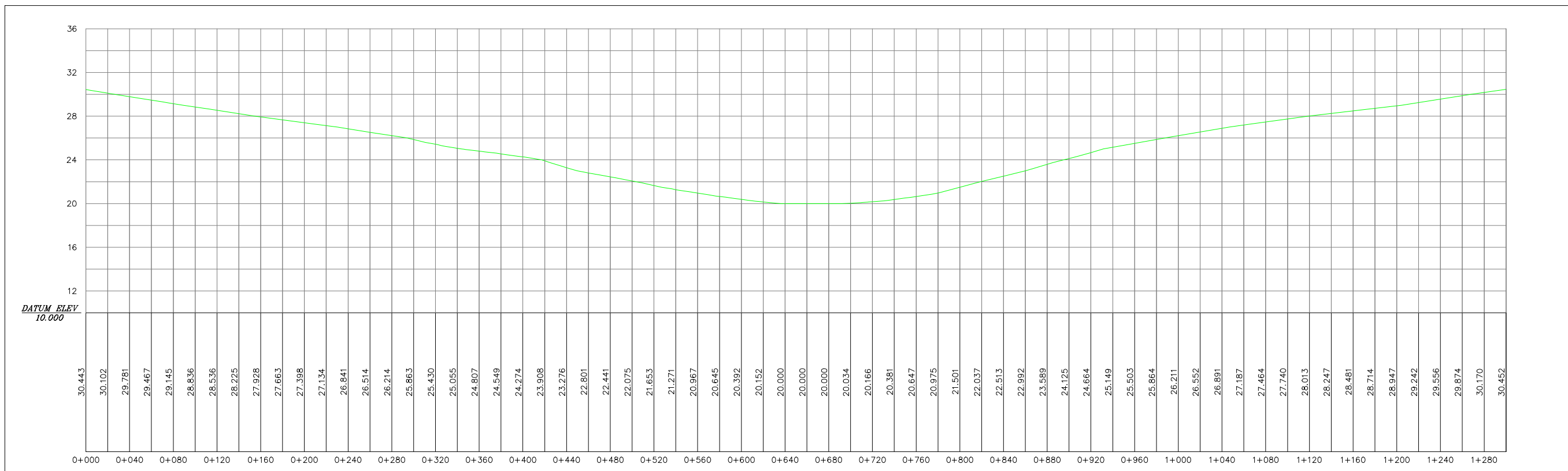
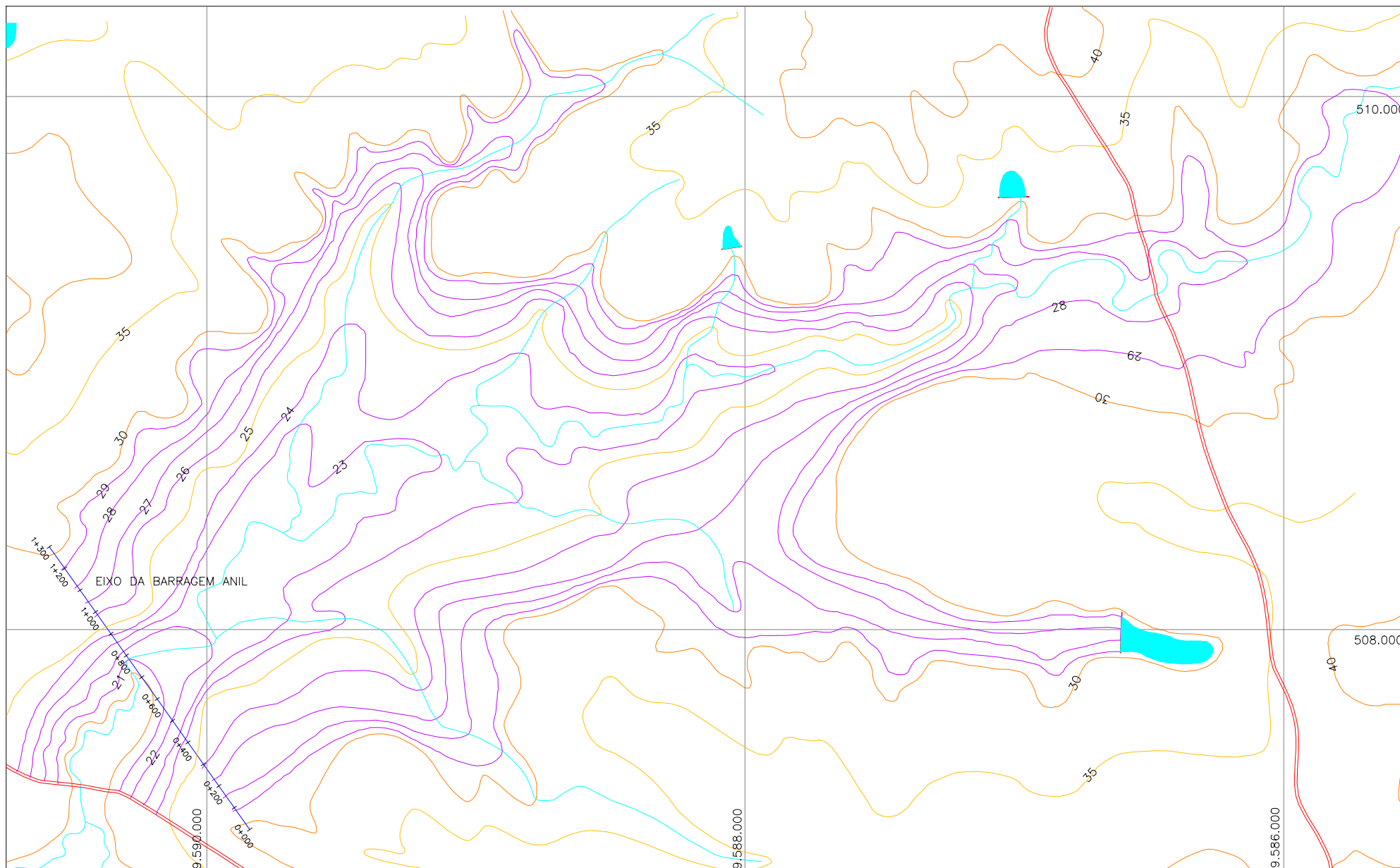


Tabela 2.1
Estimativas de Custo Global de Implantação dos Projetos das Barragens Consideradas

Barragem	Cota Soleira do Vertedouro	Cota Coroamento (m)	Capacidade do reservatório (hm³)	Altura máxima da barragem (m)	Volume total da barragem (m³)	CUSTOS (R\$)		
						Total construção da barragem	Desapropriação	Total p/ implantação do Projeto
Anil	28,0	30,0	10,98	10,0	163.193	1.618.875	730.520	2.349.395
Feijão	107,5	110,0	17,66	14,9	315.692	3.131.669	320.440	3.452.109
Amarelas	17,5	20,0	31,69	17,5	344.290	3.415.360	419.800	3.835.160
Ceará	27,5	30,0	24,96	15,6	727.530	7.217.098	407.520	7.624.618
Germinal	347,5	350,0	11,57	25,8	339.124	3.364.107	62.600	3.426.707
Macacos	133,5	135,0	10,17	12,6	137.063	1.359.665	491.480	1.851.145
Itapebussu	115,5	118,0	9,00	13,0	149.033	1.478.405	105.480	1.583.885
Pesqueiro	196,5	199,2	8,10	23,9	162.824	1.615.211	60.200	1.675.411



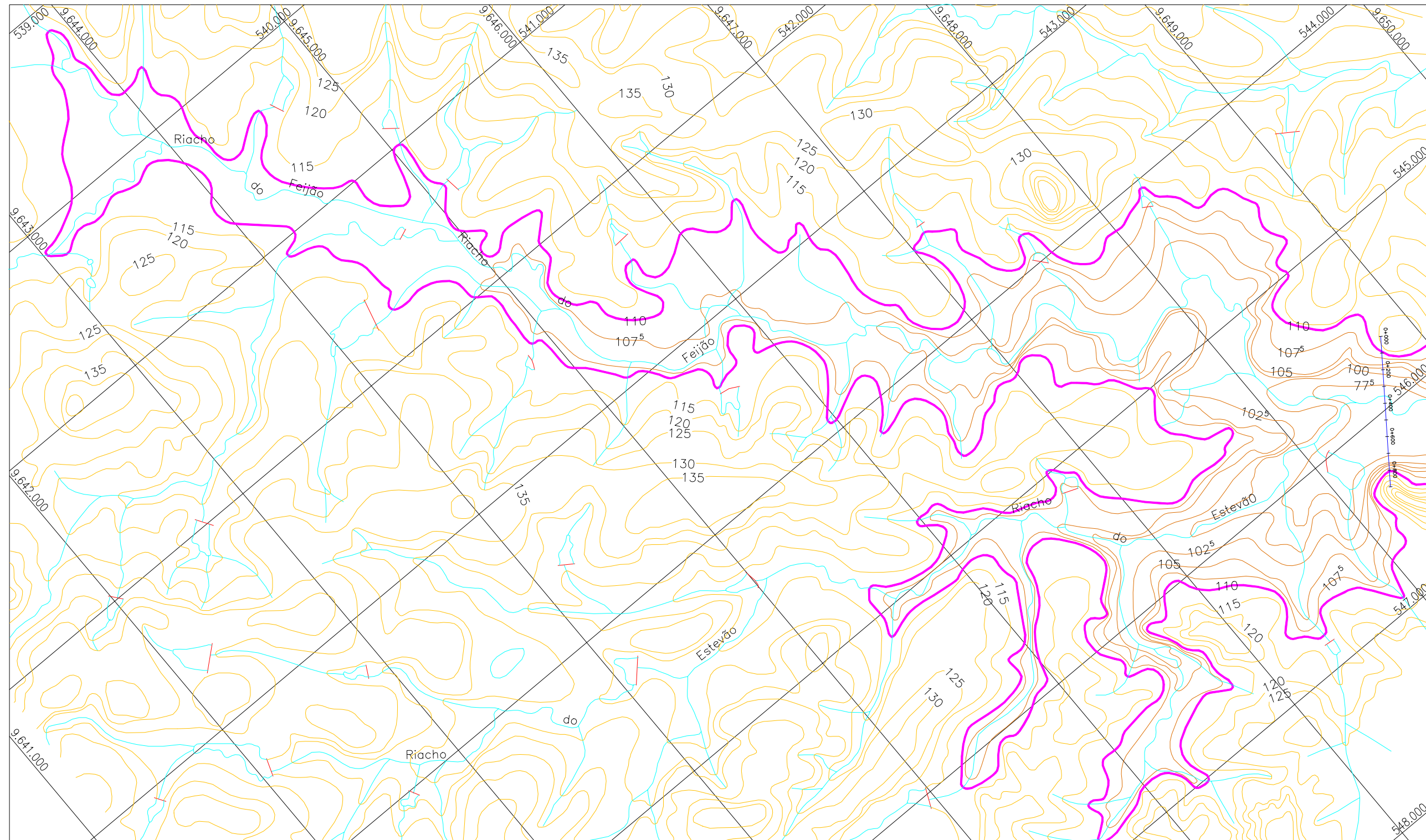
PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM ANIL
ESCALAS: H=1/4.000 V=1/400



PLANTA DA BARRAGEM ANIL
ESCALA: 1/20.000



Figura 2.1
Planta Baixa e Perfil Longitudinal
da Barragem Anil



PLANTA DA BARRAGEM FEIJÃO
 ESCALA: 1/25.000

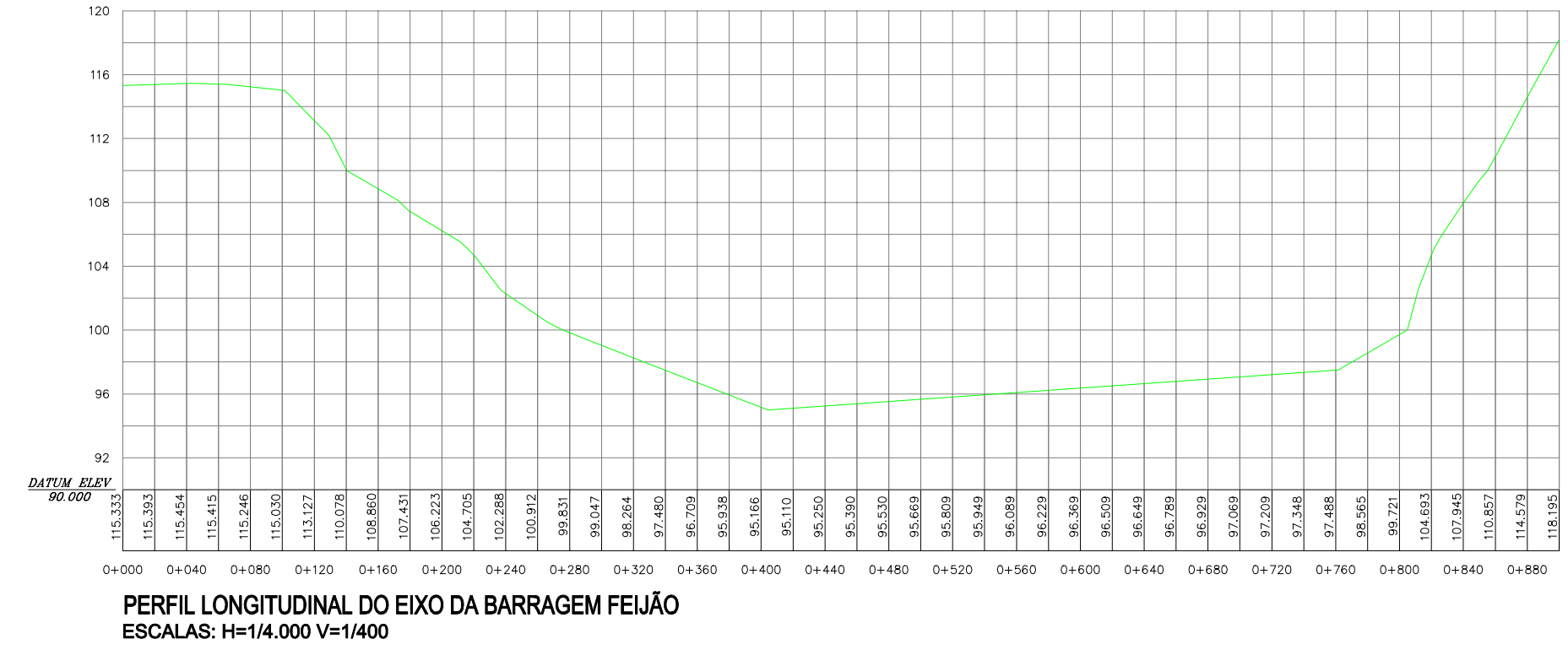
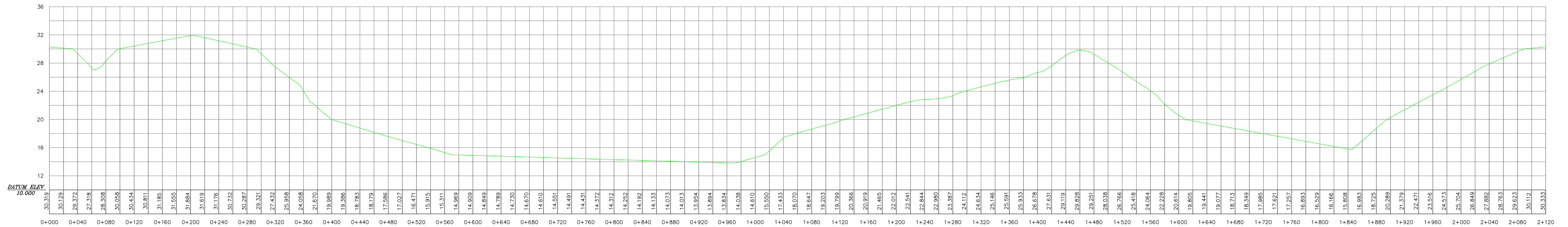
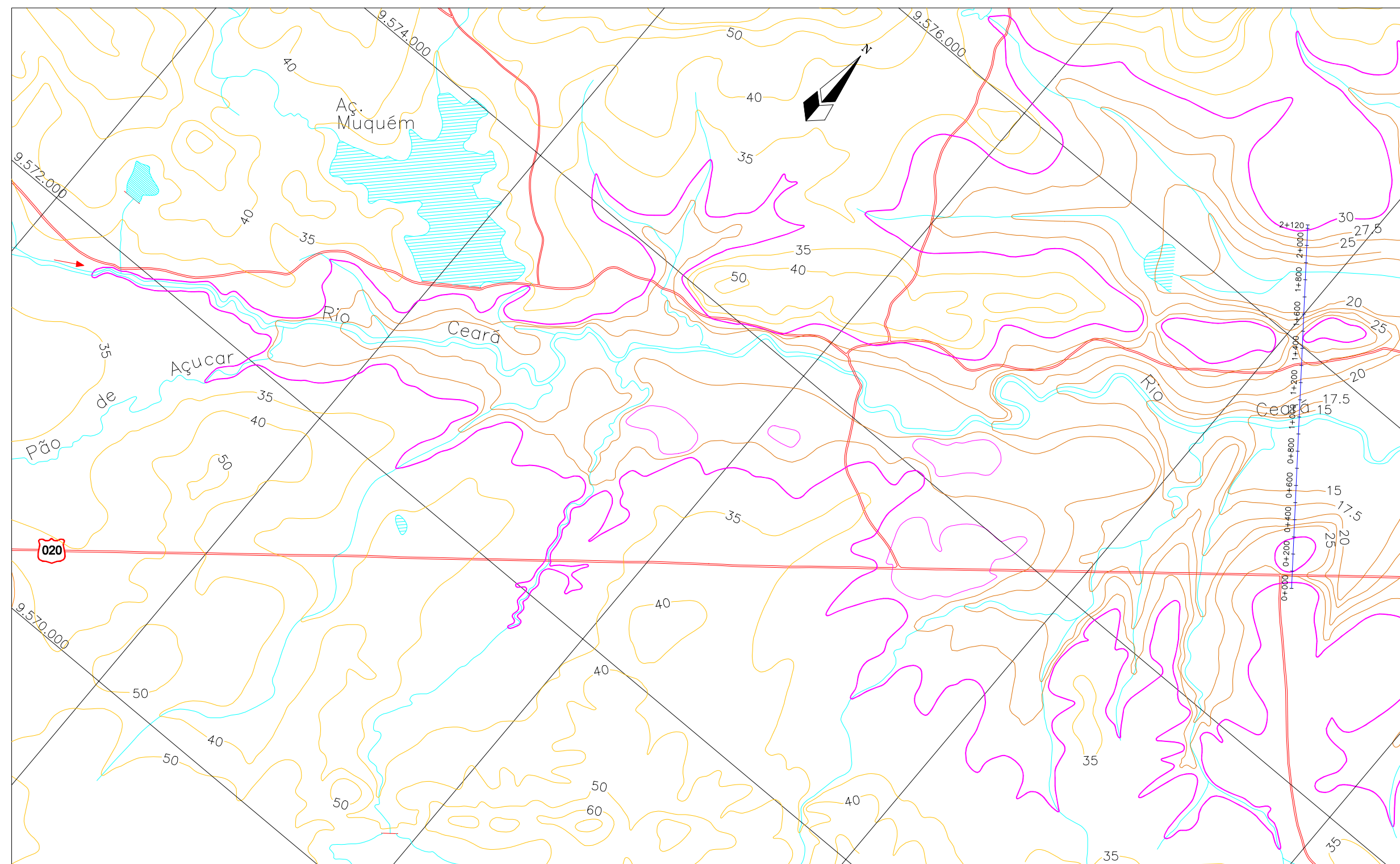


Figura 2.2
 Planta Baixa e Perfil Longitudinal
 da Barragem Feijão



PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM CEARÁ
 ESCALAS: H=1/4.000 V=1/400

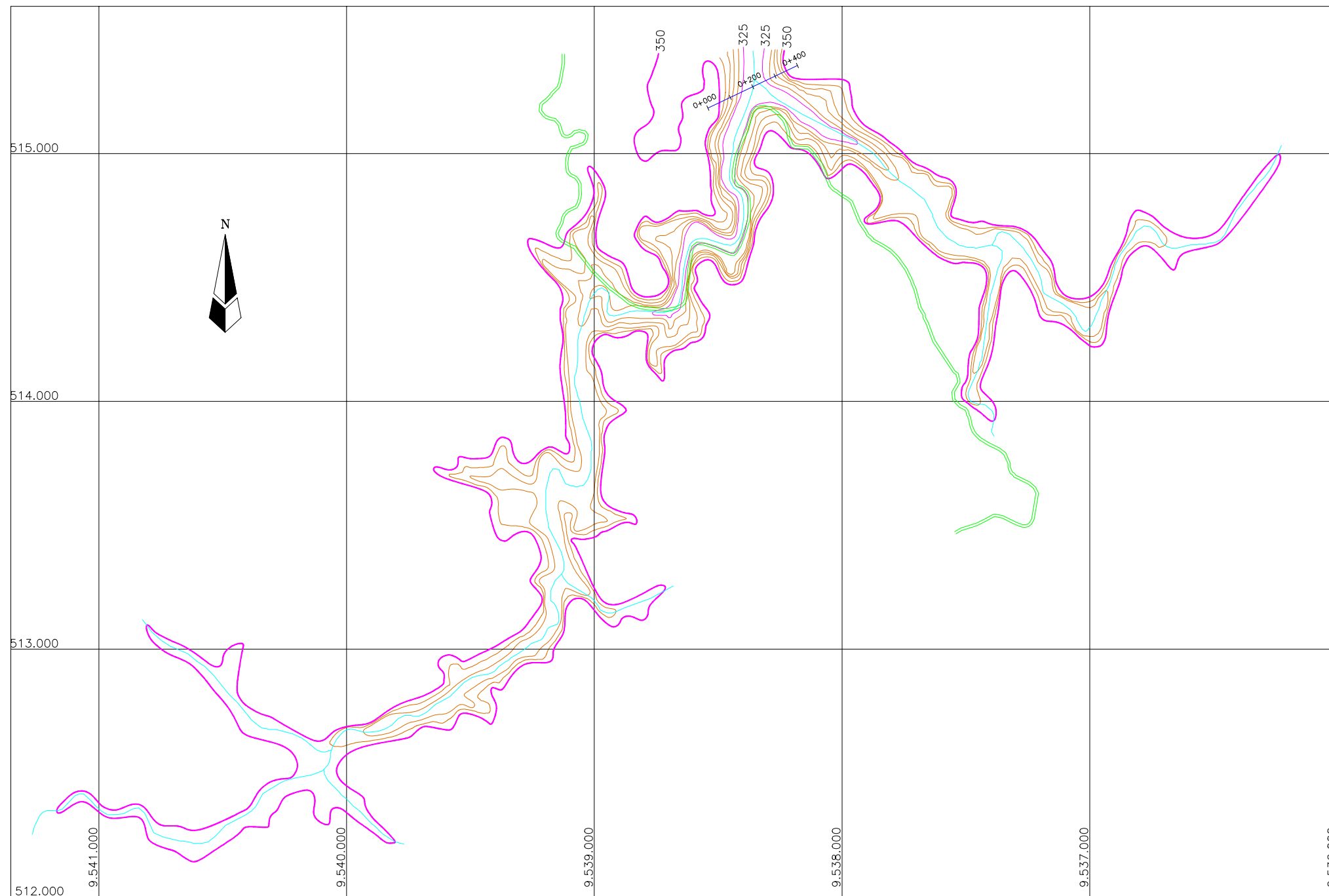


PLANTA DA BARRAGEM CEARÁ
 ESCALA: 1/25.000

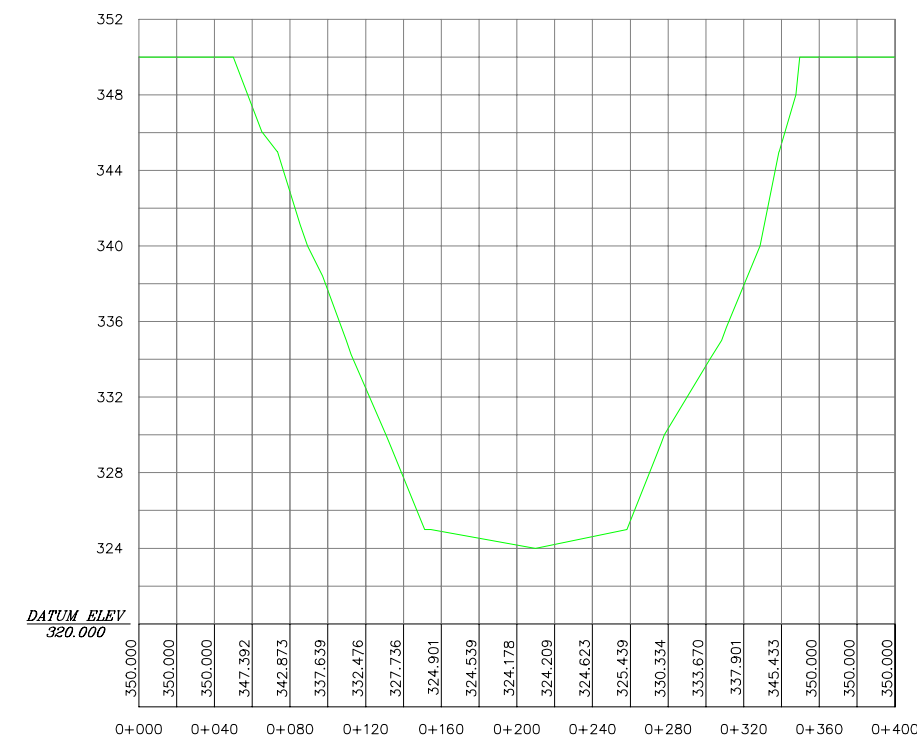


Figura 2.4
 Planta Baixa e Perfil Longitudinal
 da Barragem Ceará

Escala Indicada



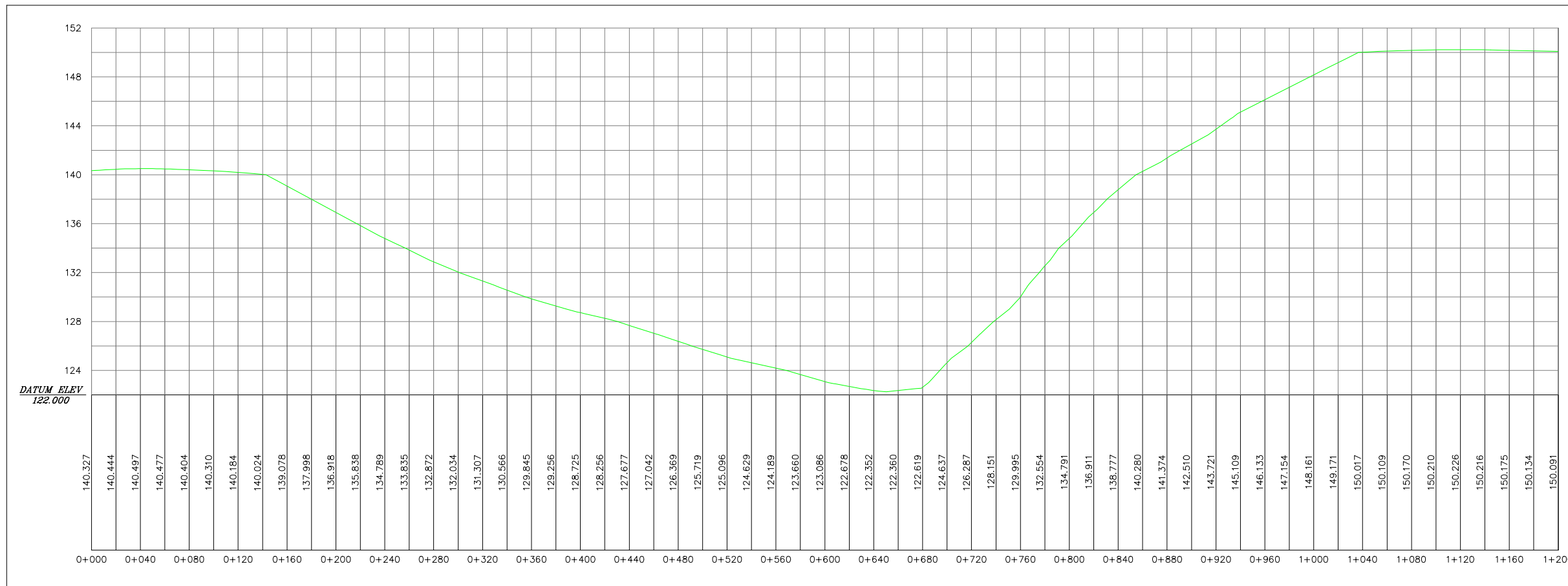
PLANTA DA BARRAGEM GERMINAL
 ESCALA: 1/20.000



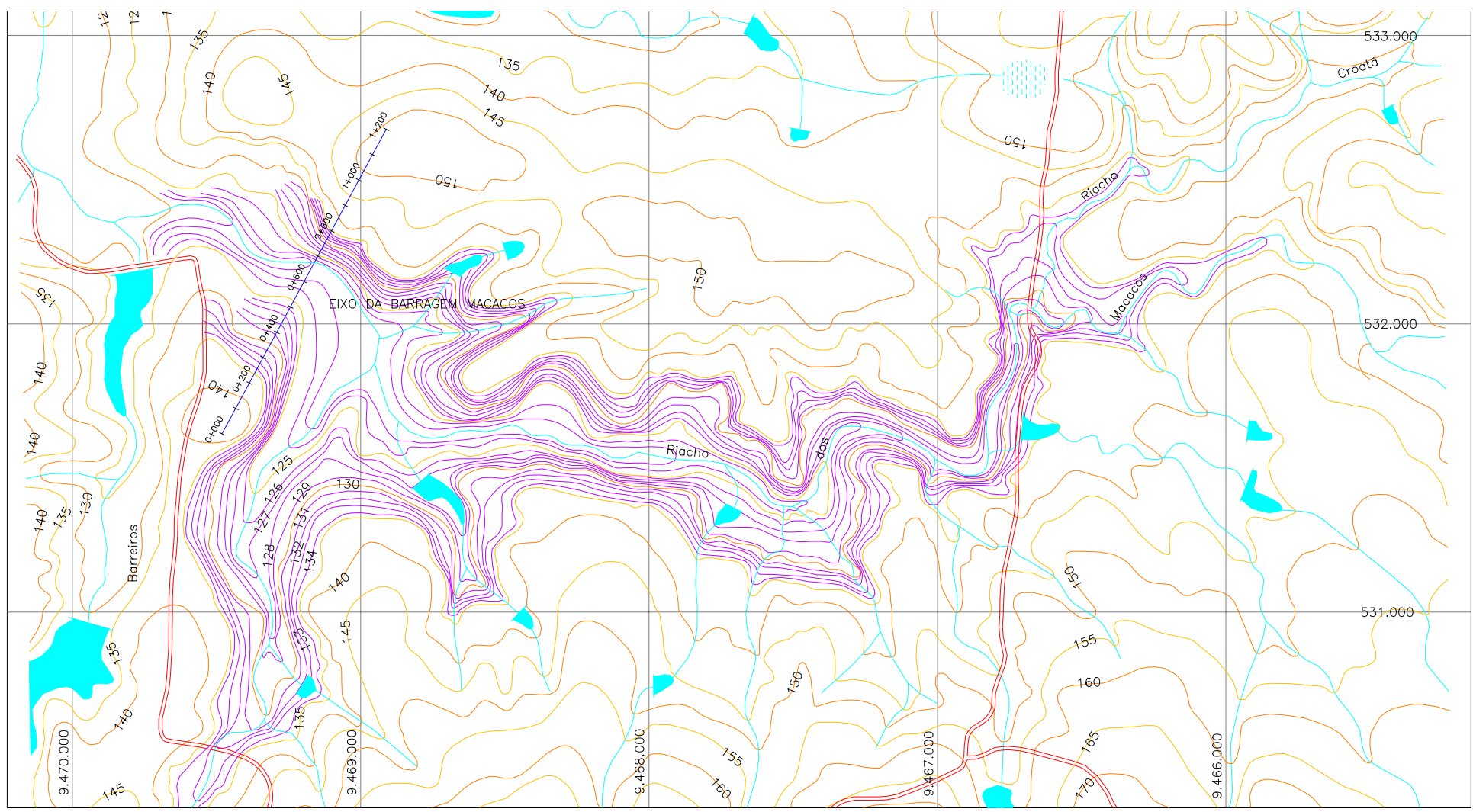
PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM GERMINAL
 ESCALAS: H=1/4.000 V=1/400



Figura 2.5
 Planta Baixa e Perfil Longitudinal
 da Barragem Germinal



PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM MACACOS
ESCALAS: H=1/4.000 V=1/400

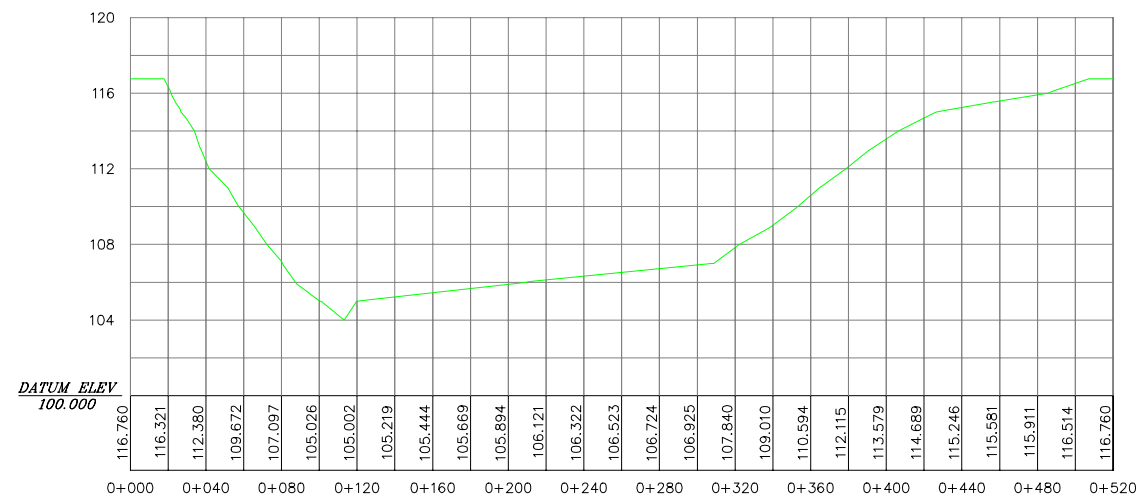


PLANTA DA BARRAGEM MACACOS
ESCALA: 1/20.000

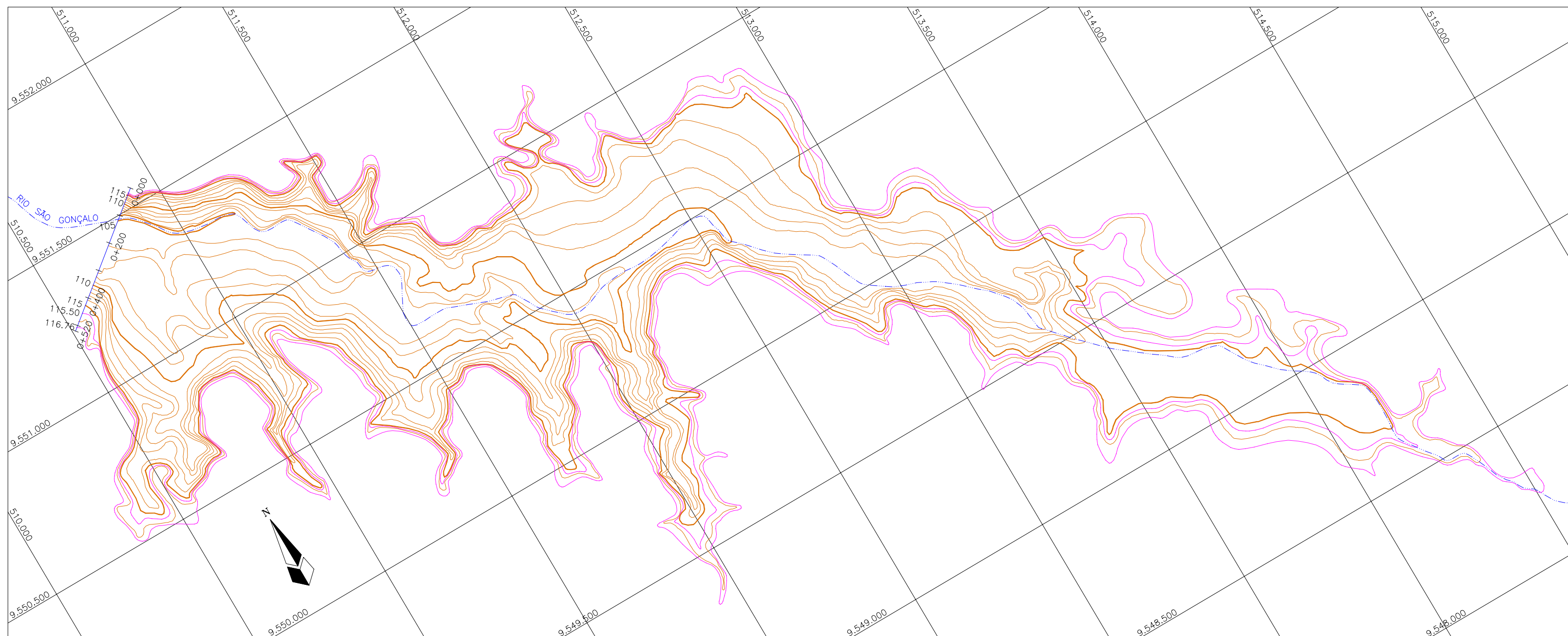


Figura 2.6
Planta Baixa e Perfil Longitudinal
da Barragem Macacos

Escala Indicada



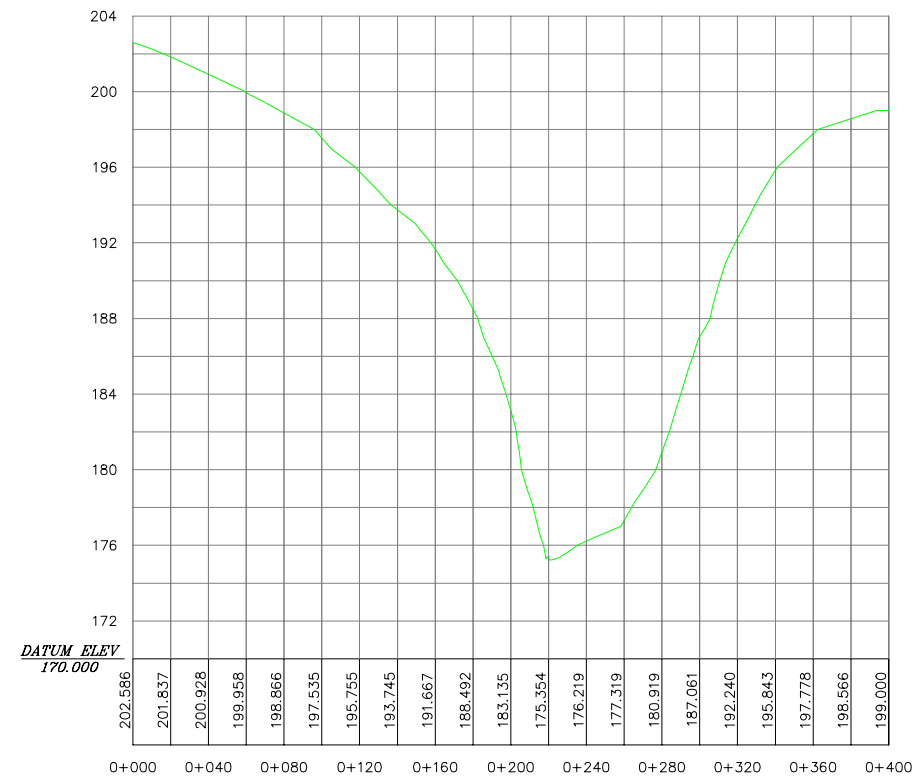
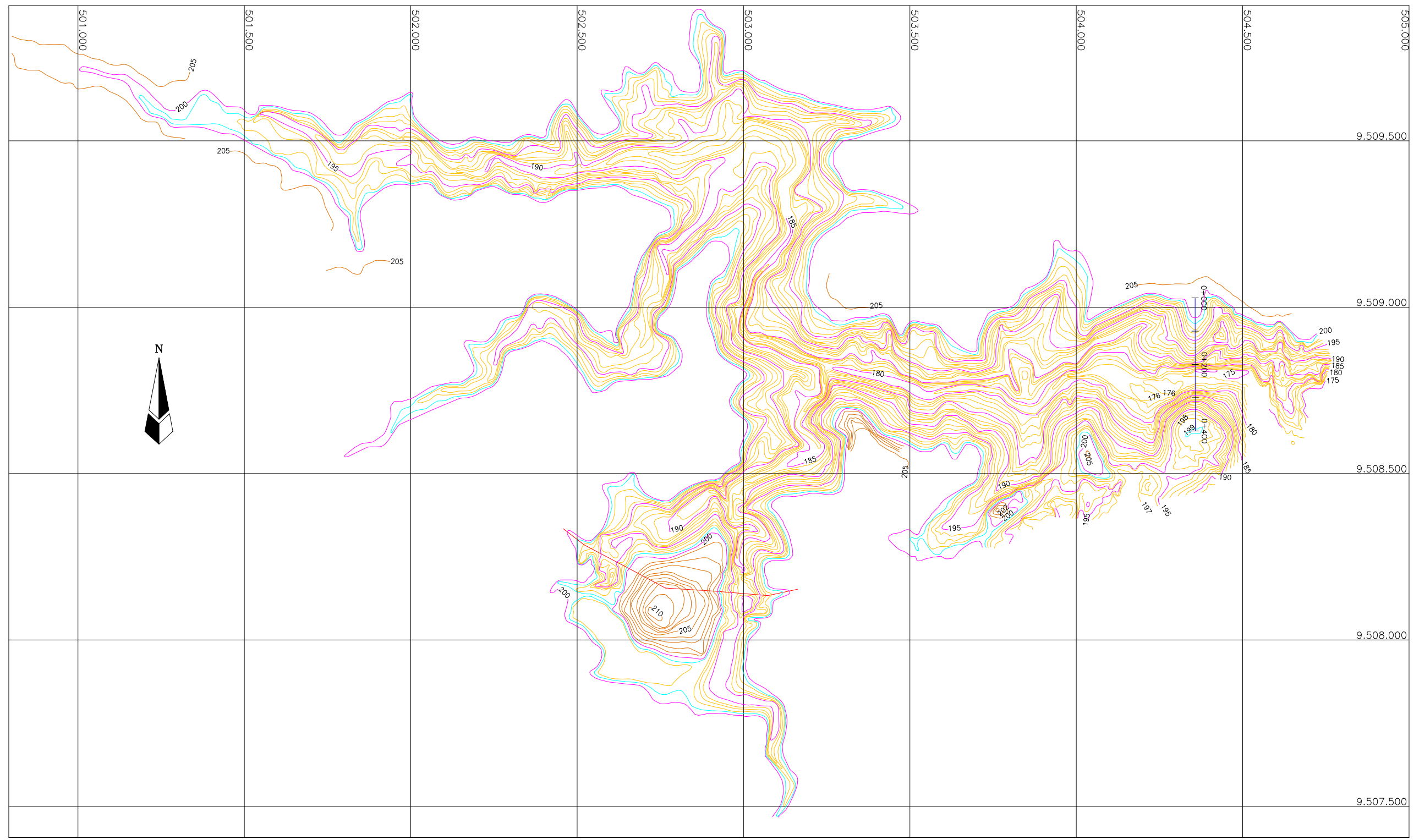
PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM ITAPEBUSSU
ESCALAS: H=1/4.000 V=1/400



PLANTA DA BARRAGEM ITAPEBUSSU
ESCALA: 1/12.500



Figura 2.7
Planta Baixa e Perfil Longitudinal
da Barragem Itapebussu



PERFIL LONGITUDINAL DO EIXO DA BARRAGEM PESQUEIRO
 ESCALAS: H=1/4.000 V=1/400

PLANTA DA BARRAGEM PESQUEIRO
 ESCALA: 1/12.500



Figura 2.8
 Planta Baixa e Perfil Longitudinal
 da Barragem Pesqueiro

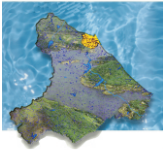
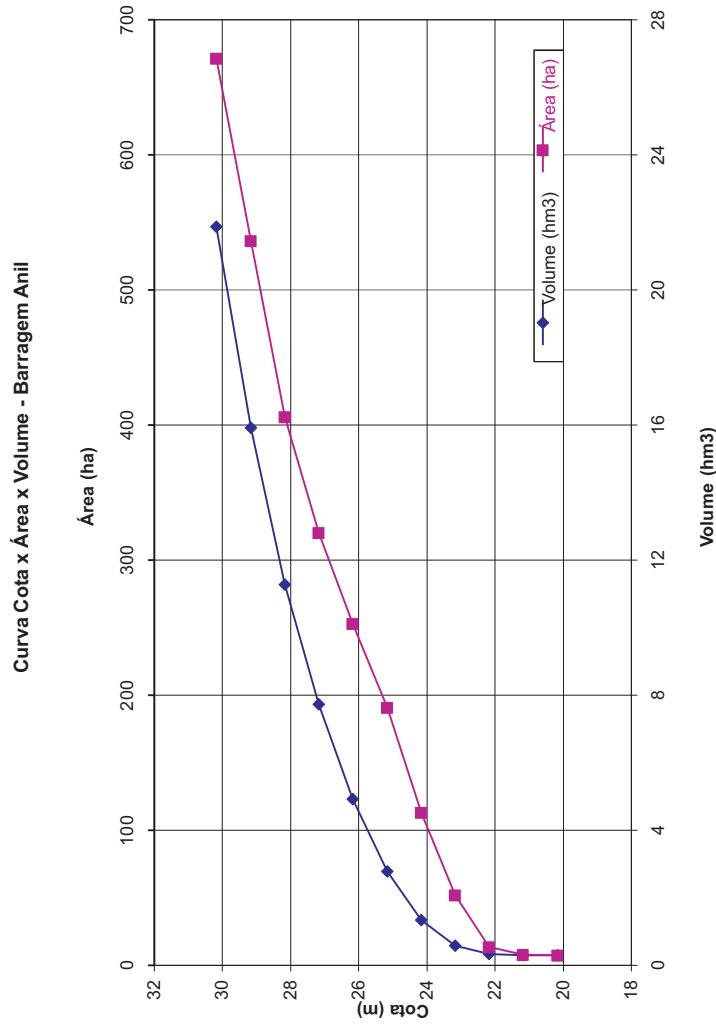


Figura 2.9 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Anil

Obs.: Curva CAV obtida a partir das cartas do DNOS (escala 1:25.000)

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm ³)
20	0,0	0,000
21	0,7	0,003
22	6,0	0,037
23	44,7	0,290
24	105,5	1,042
25	183,5	2,486
26	245,7	4,632
27	312,6	7,424
28	398,5	10,979
29	529,1	15,617
30	663,8	21,582



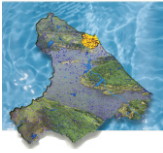
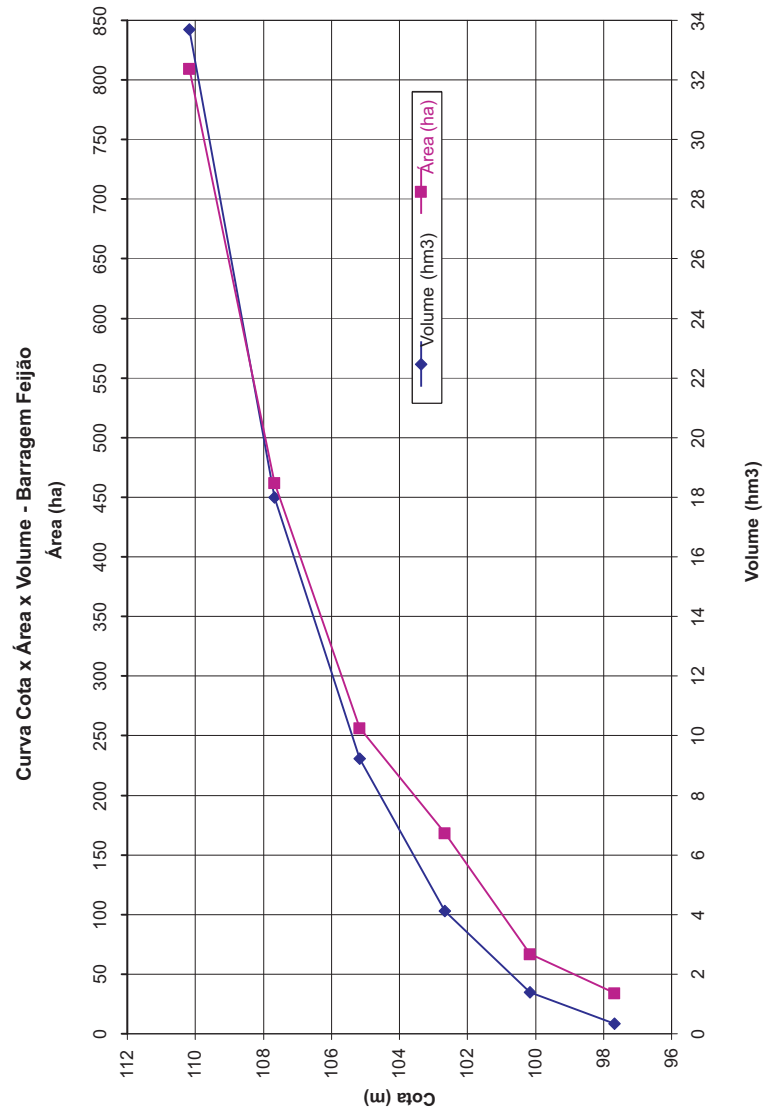


Figura 2.10 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Feijão



Obs.: Curva CAV obtida a partir das cartas do DNOS (escala 1:25.000)

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm³)
97,5	25,5	0,000
100	58,8	1,053
102,5	160,1	3,789
105	248,2	8,892
107,5	453,5	17,663
110	801,1	33,346

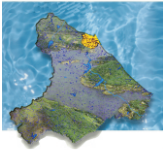
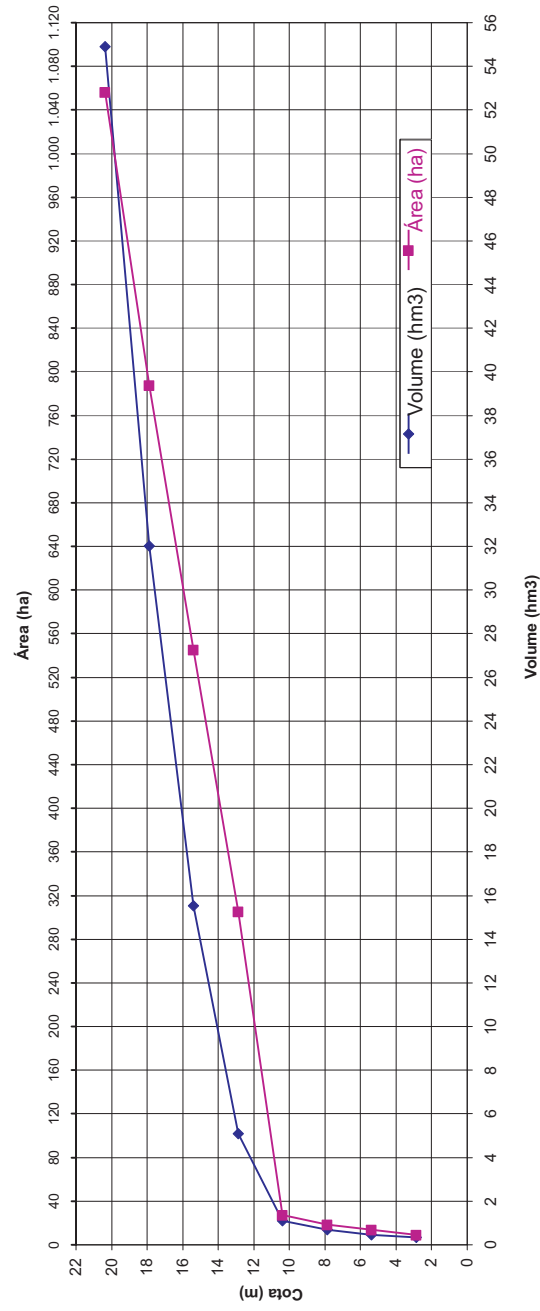


Figura 2.11 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Amarelas

Curva Cota x Área x Volume - Barragem Amarelas



Obs.: Curva CAV obtida a partir das cartas do INCRA (escala 1:20.000)

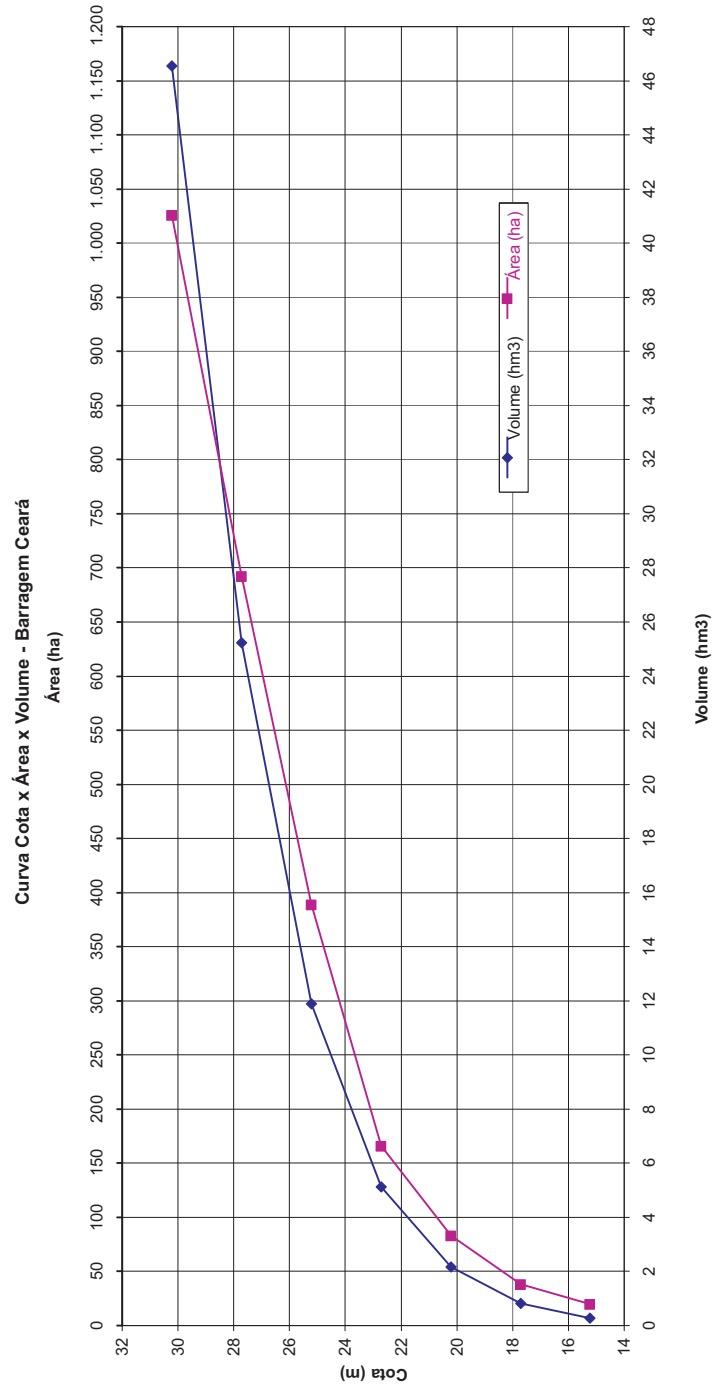
Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm³)
2,5	2,3	0,000
5,0	7,1	0,118
7,5	11,8	0,354
10,0	20,4	0,757
12,5	298,4	4,742
15,0	538,4	15,203
17,5	780,7	31,691
20,0	1.049,5	54,568



Figura 2.12 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Ceará

Obs.: Curva CAV obtida a partir das cartas do INCRA (escala 1:20.000)

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm ³)
15,0	12,9	0,000
17,5	31,3	0,552
20,0	76,6	1,900
22,5	159,3	4,849
25,0	382,2	11,618
27,5	685,4	24,963
30,0	1.018,8	46,265



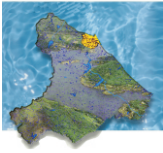


Figura 2.13 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Germainal

Obs.: Curva CAV obtida a partir das cartas do INCRA (escala 1:20.000)

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm ³)
325	8,2	0,000
330	15,4	0,590
335	24,4	1,587
340	71,6	3,987
345	102,4	8,335
350	156,5	14,807

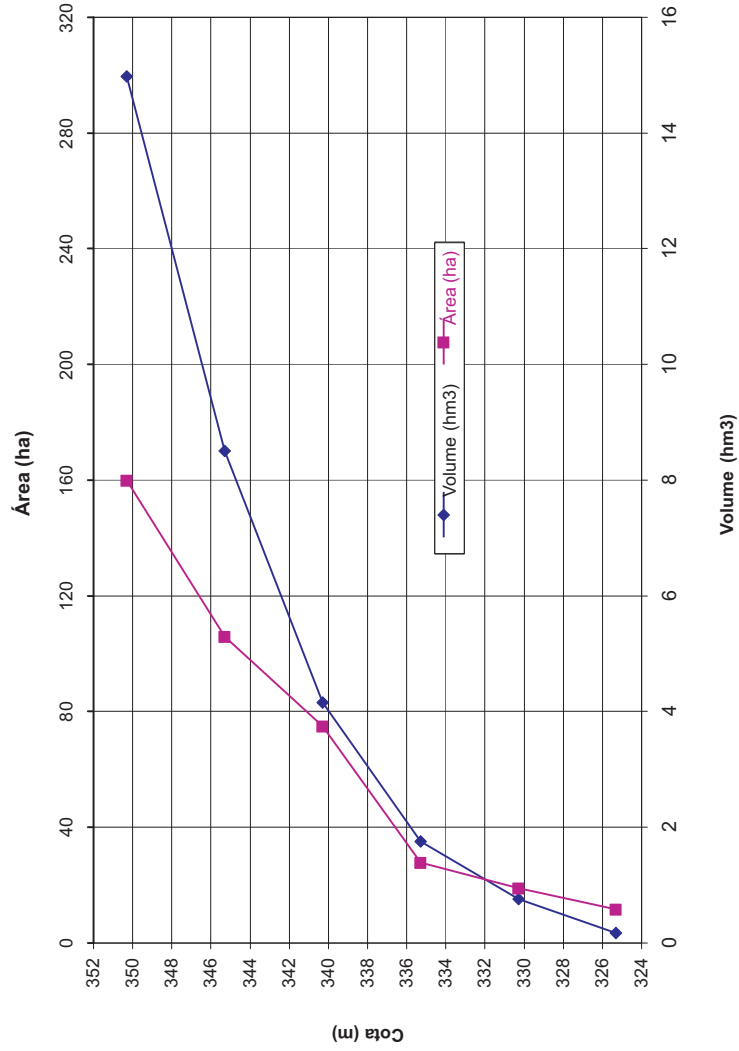




Figura 2.14 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Macacos

Obs.: Curva CAV obtida a partir das cartas do INCRA (escala 1:20.000)

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm ³)
123	14,4	0,000
124	28,5	0,215
125	45,1	0,583
126	56,2	1,090
127	67,9	1,710
128	85,9	2,479
129	105,0	3,434
130	125,8	4,587
131	143,2	5,932
132	161,4	7,455
133	184,3	9,184
134	211,0	11,160
135	241,0	13,420

Curva Cota x Área x Volume - Barragem Macacos

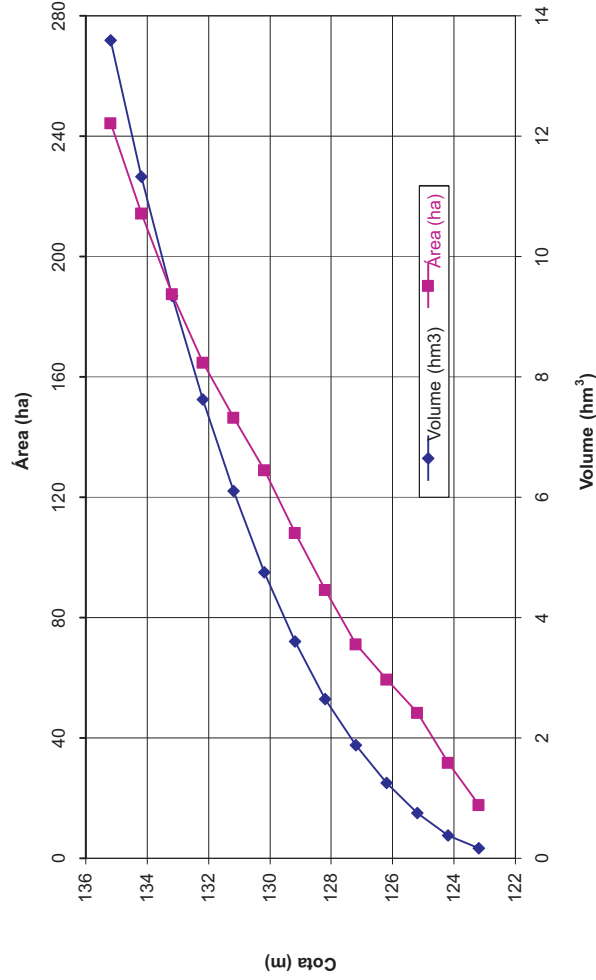
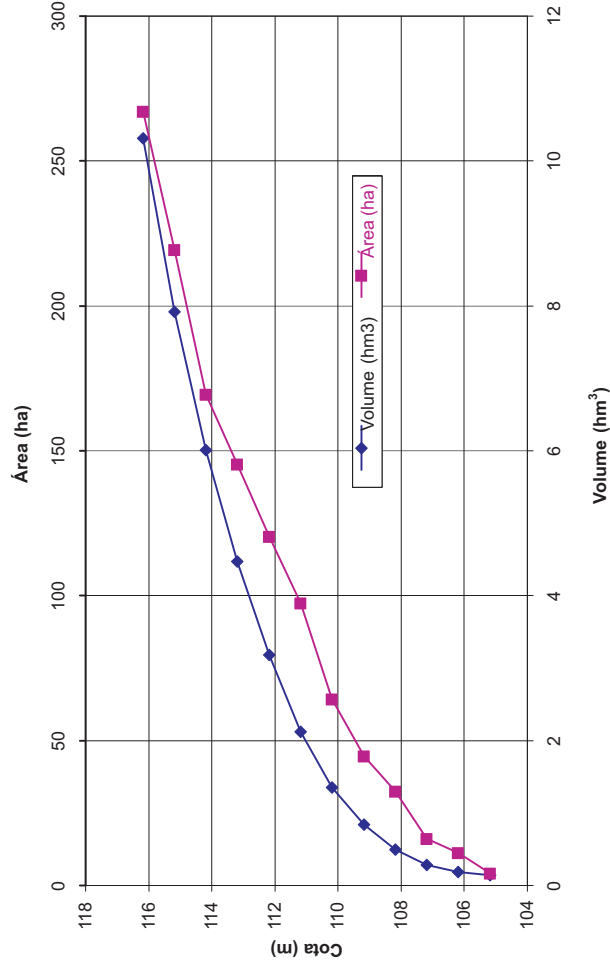




Figura 2.15 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Itapebussu

Curva Cota x Área x Volume - Barragem Itapebussu



Obs.: Curva CAV extraída do Projeto Executivo do açude

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm³)
105	0,6	0,000
106	7,7	0,041
107	12,6	0,143
108	28,8	0,350
109	41,0	0,700
110	60,9	1,209
111	94,0	1,983
112	116,9	3,037
113	141,9	4,331
114	165,9	5,870
115	215,7	7,778
116	263,7	10,175

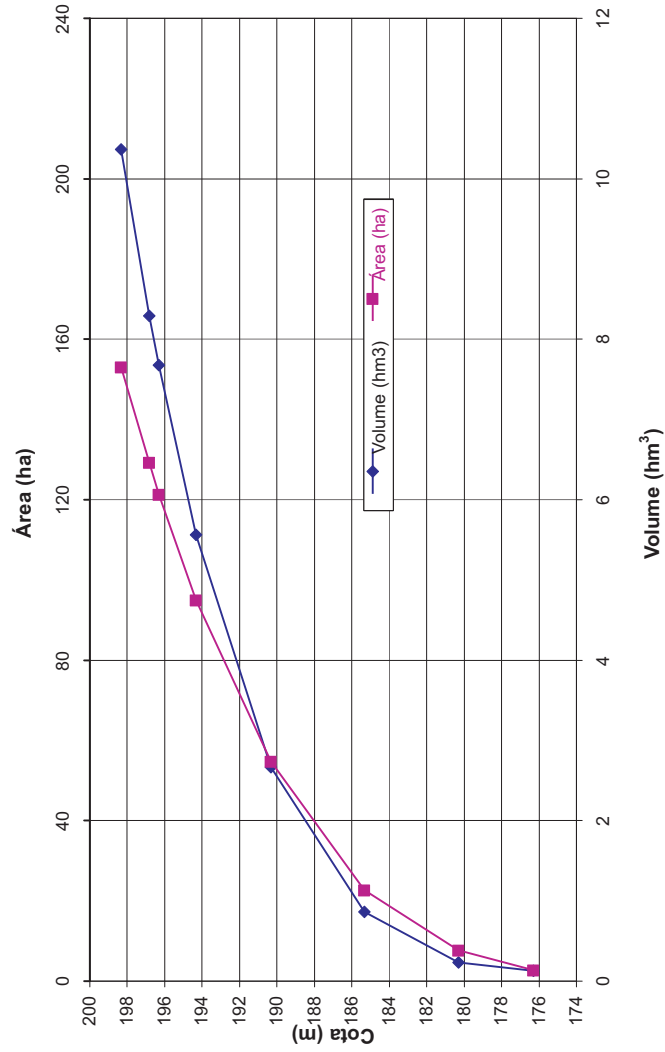


Figura 2.16 - Curva Cota x Área x Volume - Barragem Pesqueiro

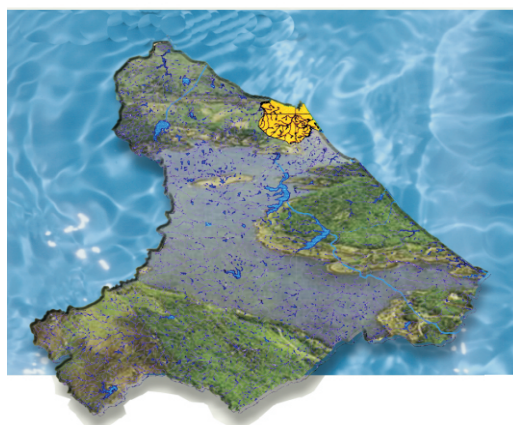
Obs.: Curva CAV extraída do Projeto Executivo do açude

Cota (m)	Área (ha)	Volume (hm ³)
176,0	0,1	0,000
180,0	5,2	0,105
185,0	20,1	0,735
190,0	52,2	2,540
194,0	92,5	5,433
196,0	118,8	7,545
196,5	126,7	8,159
198,0	150,5	10,238

Curva Cota x Área x Volume - Barragem Pesqueiro



PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 3 PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DE SISTEMAS ADUTORES



3 – PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DE SISTEMAS ADUTORES

3.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este item trata da análise e otimização das proposições de necessidade de adução, feitas no relatório da fase de planejamento (RF2). Comparando-se a possibilidade de atendimento das referidas necessidades por poços e por adutoras, chegou-se a infra estrutura hídrica proposta, retratada a seguir, no Mapa 3.1. Nos sub-itens, descritos a seguir, são feitas as devidas considerações, sobre as metodologias e resultados, sendo apresentadas, em detalhes, as características de cada estrutura do atendimento proposto.

3.2 – EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na fase de planejamento utilizou-se uma metodologia para definição da infra estrutura hídrica que maximizava a utilização dos recursos superficiais. Muitas vezes essa metodologia levou a proposição de adutoras com vazões muito pequenas, principalmente quando a demanda a ser atendida era de sedes distritais, que seriam economicamente inviáveis quando seus custos fossem comparados aos das alternativas de perfuração de poços. Por outro lado, o incremento da disponibilidade subterrânea é restringido pelo fato desta apresentar-se de maneira escassa na região de subsolo cristalino.

Devido as considerações acima expostas, foi definido que as necessidades de adução de até 1 l/s seriam atendidas pela perfuração de novos poços, enquanto que as demais deveriam ser atendidas por sistemas de adutoras de águas superficiais.

Para determinar os custos da perfuração de poços, foram adotados os valores unitários médios, apresentados na Tabela 3.1 e fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE.

Tabela 3.1 - Custos Unitários Médios

Tipo de Poço	Produção (l/s)	Mão-de-obra (R\$)	Equipamento (R\$)	Custo Total (R\$)
1 Poço no Domínio Cristalino	0,28	5.500,00	1.800,00	7.300,00
1 Poço no Domínio Sedimentar	1,00	7.200,00	1.800,00	9.000,00

A Tabela 3.2 a seguir, apresenta as localidades onde a necessidade de adução identificada no planejamento foi preterida pela ampliação da disponibilidade subterrânea. Nesta mesma tabela são apresentados também os custos de tais ampliações, calculados com base nos preços unitários da Tabela 3.1.

Ainda na Tabela 3.2 pode-se observar que as localidades de Palmácia, Sucatinga e Milton Belo apresentam necessidades de adução superiores a 1,0 l/s, estabelecido como limite de atendimento. Tal fato se justifica pelo fato de que o atendimento destas demandas através de adutoras não é viável, tendo em vista a falta de um manancial, com garantia suficiente, nas proximidades. No caso de Palmácia, além da adutora, teria que ser construído o reservatório Germinal que, conforme foi exposto no capítulo anterior, não foi elencado como dos mais prioritários.



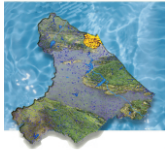
Tabela 3.2 - Ampliação da Disponibilidade Subterrânea

Localidade	Tipo Demanda	Necessidade de Ampliação da Disponibilidade Subterrânea (l/s)	Custo (R\$ 1.000)
Guassi	dhud	0,39	10,17
Vertentes do Lajedo	dhud	0,16	4,28
Antônio Marques	dhud	0,69	18,09
Ladeira Grande	dhud	0,85	22,08
Lagoa do Barro	dhud	0,36	9,26
Curupira	dhud	0,77	20,02
Arisco dos Marianos	dhud	0,40	10,48
Barbada	dhud	0,21	5,42
Sucatinga	dhud	1,29	11,58
Palmácia	dhuc	2,00	52,04
Fátima	dhud	0,36	9,44
Colina	dhud	0,18	4,64
Gado dos Rodrigues	dhud	0,32	8,37
Pirangi	dhud	0,19	4,82
Nova Vida	dhud	0,38	9,83
Boa Água	dhud	0,75	19,55
Aningás	dhud	0,24	6,26
Pascoal	dhud	0,27	7,01
Campestre	dhud	0,58	15,02
Milton Belo	dhud	1,12	29,30
Lagoa Grande	dhud	0,74	19,16
Serragem	dhud	0,98	25,58
Esperança	dhud	0,12	3,13
Targinos	dhud	0,28	7,30
Plácido Martins	dhud	0,61	15,90
Tucunduba	dhud	0,37	9,65
Total			332,81

3.3 – SISTEMAS ADUTORES

No planejamento dividiu-se as necessidades de adução, calculadas com base no balanço hídrico, em dois grandes grupos. O primeiro engloba as adutoras que deveriam ser ampliadas e o segundo trata das novas adutoras a serem construídas. Nesse primeiro grupo se encontram as maiores demandas da bacia metropolitana, sendo estas ampliações, portanto, as obras de maior impacto no balanço hídrico da bacia como um todo. O segundo grupo apresenta demandas bastante reduzidas, representando, assim, impactos bem menos significativos no balanço hídrico global.

As características das novas adutoras programadas, apresentadas a seguir, no [Tabela 3.3](#), foram concebidas de forma exploratória e de acordo com informações preliminares disponíveis, não se constituindo em projetos definitivos. O objetivo de se reunir tais informações é apresentar a dimensão das demandas, das obras e dos investimentos que o abastecimento de água estará a exigir em integração e em complementaridade com todos os programas relacionados ao incremento de oferta hídrica nas bacias metropolitanas.

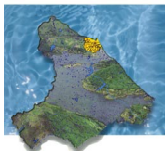


Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 3.3 - Características e Custos da Novas Adutoras Programadas

Localidade	Manancial	Demanda Total (l/s)	Extensão da Adutora (km)	Diâmetro (mm)	Perda de Carga	Altura Manométrica (m)	Potência Calculada (cv)	Potência Instalada (cv)	Custos (R\$1.000)		
									Adutora	Elevação	Total
Queimados	Ligação Pacajus-Pacoti	1,67	2,8	75	7	19	1	1	62,78	8,26	71,04
Serra do Félix	Eixo Sertão Central no Rio Pirangi	1,88	12	75	37	26	2	2	269,04	23,25	292,29
Acar-Mara A		11,04	7,2	150	20	-10	2	2	248,11	21,52	269,63
Acar-Mara B		9,51	4,3	150	9	0	2	2	148,18	16,61	164,79
Acar-Mara C		8,33	2,6	150	4	0	1	1	89,60	6,88	96,48
Acar-Mara D		3,93	4,6	100	14	10	2	2	114,77	17,80	132,57
Acar-Mara F		4,40	4,069	100	15	10	2	2	101,52	20,97	122,49
Acar-Mara G		2,80	4,8	75	31	20	3	3	107,62	27,29	134,90
Acar-Mara I		1,53	2,9	75	6	0	0	0	65,02	1,79	66,81
Umarizelas	Acarape na adutora Acarape-Guaiuba	1,60									129,87
Lages	Acarape na adutora Acarape-Guaiuba	2,80									362,17
Jubaia	Acarape na adutora Acarape-Guaiuba	3,93									342,15
Cachoeira	Acarape na adutora Acarape-Guaiuba	1,18									49,30
Tanques	Acarape na adutora Acarape-Guaiuba	1,53									104,18
Sapupara	Gavião em Maranguape	13,14	6,9	150	27	10	9	10	237,77	60,00	297,77
Umarituba/São Gonsalo/Siupé	Canal Sítios Novos Pecém	52,00	17,7	250	73	11	83	83	1.061,29	165,74	1.227,03
São José	Antônio de Medeiros	1,54	11,753	75	25	33	2	2	263,50	17,09	280,59
Jirau	Canal do trabalhador	1,30	3	75	5	14	0	1	67,26	10,00	77,26
Caponga da Bernalda	Açude Catu	2,27	10,6	75	47	9	2	2	237,65	24,08	261,73
Pat-Tap-Jac A		31,50	2,5	200	12	1	8	8	116,73	46,93	163,66
Pat-Tap-Jac B		7,10	3,0	150	4	1	1	1	103,38	6,39	109,77
Pat-Tap-Jac D		12,00	6,7	150	22	1	5	5	230,88	31,49	262,38
Patacas	Açude Catu no Lagamar do Catu	7,10									146,66
Tapera	Açude Catu no Lagamar do Catu	12,40									64,42
Jacaúna	Açude Catu no Lagamar do Catu	12,00									324,72
Porto das Dunas	Catu em Aquiraz	14,80	3,6	150	17	-14	1	1	124,06	9,57	133,63
Guaraú	Gavião no Canal Gavião-Pecém	5,35	7,2	100	38	15	5	5	179,64	32,50	212,14
Miramé	Gavião no Canal Gavião-Pecém	6,44	1,6	150	2	10	1	1	55,14	14,30	69,44
Ibaretama / Oiticica	Açude Macacos	3,40	5,6	75	52	52	7	7	125,55	40,44	165,99
Pirangi	Macacos no rio Pirangi	1,24	3,2	75	5	3	0	1	71,74	10,00	81,74
São João dos Queirozes	Macacos em Ibaretama	1,66	18,7	75	46	52	3	3	419,25	31,04	450,29
Cascavel	Pacajus no rio Choró	298,23	8,437	500	30	15	256	256	1.462,98	306,62	1.769,60
Jacarecoara	Pacajus em Cascavel	12,92	8,516	150	32	-20	3	3	293,46	29,55	323,01
Morro Branco	Pacajus em Beberibe	14,60	2,96	150	14	-10	1	1	102,00	10,98	112,98
Beberibe	Pacajus no rio Choró	82,40	11,1	300	44	-17	42	42	869,80	126,88	996,68
Guanaçós	Açude Mal Cozinhado	6,99	6,9	100	60	10	9	9	172,16	55,93	228,08
Itaipaba	Acarape no rio Pacoti	2,21	5,496	75	23	5	1	1	123,22	11,79	135,01
Córrego	Pacajus em Chorozinho	2,71	8,218	75	50	10	3	3	184,25	31,03	215,28
Cedro	Canal do trabalhador	1,52	3,9	75	8	15	1	1	87,44	6,73	94,17
Dourados	Pacoti em Horizonte	4,10	4,609	75	61	30	7	7	103,33	42,45	145,78
Pacoti-Catu	Açude Pacoti Açude Catu	1.400,00	2,9	1200	3	30	868	868	3.294,40	1.041,10	4.335,50
Camará	Gavião em Itaitinga	16,58	5,58	150	33	2	11	11	192,29	66,83	259,11
Pedra Branca	Pesqueiro no Riacho da lagoa Nova	1,82	0,9	75	3	2	0	0	20,18	1,61	21,79
Sereno de Cima	Aracoiaba em Ocara	1,94	3,8	75	13	-30	-1	0	85,20	-	85,20
Novo Horizonte / Serragem	Aracoiaba em Ocara	2,13	12,4	75	48	-10	2	2	278,01	15,51	293,52
Dom Maurício	Açude Pompeu Sobrinho	1,18	8,4	75	11	356	8	8	188,33	49,58	237,91
Monte/Mara A		3,45	10,9	75	104	40	9	9	244,38	56,83	301,21
Monte/Mara B		1,49	8,18	75	17	0	0	0	183,40	4,71	188,11
Monte/Mara C		1,96	9,4	75	32	20	2	2	210,75	19,24	229,99
Monte Castelo	Açude Pompeu Sobrinho	1,96									401,11
Maravilha	Açude Pompeu Sobrinho	1,49									318,37
Taíba-Pecém	Canal Sítios Novos Pecém	34,13	22	200	123	-10	73	73	1.027,18	146,75	1.173,93
Pacajus	Açude Pacajus	485,00	4,5	500	39	10	456	456	780,30	546,71	1.327,01
Chorozinho	Açude Pacajus	7,00	1	100	9	5	2	2	24,95	18,28	43,23



Torna-se, assim, evidente que será necessária a elaboração de projetos executivos dos sistemas a serem implantados, com o levantamento de informações mais detalhadas e precisas, de tal modo que as características e o dimensionamento dos sistemas correspondam às reais necessidades do atendimento das demandas.

Também na Tabela 3.3 estão relacionadas as estimativas de custos dos investimentos necessários para a implantação das adutoras a serem construídas. Do mesmo modo, essas estimativas são preliminares e podem sofrer mudanças, quando da elaboração dos projetos definitivos. Os custos unitários de adutoras, em diversos diâmetros, e de estações elevatórias, de variadas potências, foram extraídos de projetos similares desenvolvidos pela VBA Consultores no âmbito dos Programas PROSANEAMENTO, PMSS – Programa de Modernização do Setor de Saneamento, PRODETUR – Programa de Desenvolvimento do Turismo no Nordeste e PROÁGUA.

Comparando-se a Tabela 3.3 com a Tabela 5.3 contida no Relatório de Fase 2 - Planejamento, que apresenta as necessidades de aduções, observa-se que algumas demandas passaram a ser atendidas por outros mananciais. Isso ocorreu devido a uma otimização no traçado das adutoras, feita na fase de programação, onde o custo passou a ser levado em conta. A maioria destas mudanças foi bastante sutil, a exceção da adutora que partiria do açude Amanari para os distritos com atendimento deficitário em Maranguape. Foi identificado que o distrito de Sapupara seria melhor atendido com águas do Açude Gavião, através de uma extensão do sistema que serve à sede municipal de Maranguape, e que a adução aos distritos de Umarizeiras, Tanques, Lages, Jubaia e Cachoeira, seria mais racional se partisse da adutora que liga o açude Acarape do Meio ao município de Guaiuba.

O Sistema Gavião que atualmente atende a RMF é composto pelo açude Pacajus com vazão bombeada pelo Canal Ererê para o açude Pacoti-Riachão que, mantido em cota conveniente, alimenta o açude Gavião através de um túnel que se liga a um canal. Imediatamente a jusante desse reservatório localiza-se a ETA responsável pelo suprimento de água tratada à RMF. Observa-se, na Tabela 3.4, apresentada a seguir, que a demanda projetada para o ano 2020 representa um montante significativamente superior se comparado ao atual. Isto se dá, não apenas devido ao crescimento vegetativo da população que ocupa esta área, mas, fundamentalmente, à implementação de programas de desenvolvimento advindos do Complexo Portuário do Pecém e da indústria do turismo na região denominada Praias Oeste, composta pelas localidades de Iparana, Pacheco, Icarai, Tabuba e Cumbuco.

Além desta área, o Sistema Gavião passou a reforçar o atendimento às demandas da região de Maracanaú e Maranguape, anteriormente supridas pelo açude Acarape do Meio, atualmente comprometido com demandas locais em Redenção e Acarape.

Assim, a estimativa de custos de ampliação das adutoras existentes nesta área torna-se uma tarefa mais complexa, haja vista que esta previsão deve ser objeto de um estudo integrando, com critérios mais técnicos, o atendimento de todas estas localidades. Entretanto, visando à uma estimativa preliminar, adotando-se um critério segundo uma hipótese de distribuição do incremento de demanda, totalizado em 8,9 m³/s, em troncos dimensionados para aduzir 1 m³/s, em distâncias médias de 10 km, perfaz-se um custo global da ordem de 60 milhões de reais.



Tabela 3.4 - Ampliação da Capacidade das Aduções Existentes

Localidade	Manancial	Tipo de Demanda(s)	Capacidade Atual (l/s)	Capacidade Planejada (l/s)
Barreira	ACARAPE DO MEIO	dhuc	11.9	13.8
Aquiraz	CATU	dhuc / di	77.4	197.4
Pacatuba	GAVIÃO	dhuc / di	57.2	187.6
Maranguape	GAVIÃO	dhuc / di	138.0	309.2
Maracanaú	GAVIÃO	dhuc / di	458.6	1,111.9
Fortaleza	GAVIÃO	dhuc / di	6,000.0	12,217.0
Eusébio	GAVIÃO	dhuc / di	114.0	330.3
Caucaia	GAVIÃO	dhuc / di	306.8	1,480.3
Jurema	GAVIÃO	dhud	82.1	379.5
Horizonte	PACOTI	dhuc / di	5.6	164.3
Itaitinga	PACOTI	dhuc / di	27.0	129.0
Total			10,248.7	24,366.0

Visando a uma análise da viabilidade econômica de cada sistema adutor, foi desenvolvido um conjunto de planilhas que processam o cálculo do custo do metro cúbico da água aduzida a partir da relação entre os valores presentes das despesas e dos volumes produzidos, considerando-se uma vida útil das adutoras de trinta anos e uma taxa de desconto de 12 % a.a.. Nas despesas foram considerados os custos de implantação, de operação e manutenção, incluindo os gastos com a energia elétrica. Considerando-se que a viabilização econômica da produção e adução da água bruta possui um valor que se encontra próximo de R\$ 0,20/m³, e que alguns sistemas apresentaram custos superiores a este índice, esta avaliação ponderou todos os sistemas num único bloco de despesas e volumes faturáveis, perfazendo um custo médio de R\$0,14/m³. Além disso, é importante ressaltar que sistemas alternativos de produção de água, tais como, poços ou caminhões pipa apresentam-se inviáveis, seja pela limitação da capacidade dos poços em regiões de embasamento cristalino, estabelecido neste estudo como 1 l/s, seja pelo alto custo de produção, no caso do abastecimento através de caminhões.

A seguir apresenta-se nas [Tabelas 3.5 a 3.38](#) o resultado desta análise para cada sistema de adução. Apresenta-se também, através das [Figuras 3.1 a 3.14](#), o traçado em planta de cada uma delas.



Tabela 3.5 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Umarituba-São Gonçalo-Siupé

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA	
											Demanda	Consumo		
0	20.157	0,67												
1	20.560	0,69	16,74	1.013.091	1.125.657	1061,00	166,00	50,00	49,08	18,00	-	-	1.344,08	1.344,08
2	20.971	0,70	17,07	1.148.170	1.033.353	-	-	-	-	-	18,91	3,36	25,19	47,45
3	21.391	0,71	17,41	1.171.133	1.054.020	-	-	-	-	-	18,91	3,36	25,69	47,96
4	21.818	0,73	17,76	1.194.556	1.075.100	-	-	-	-	-	18,91	3,36	26,20	48,47
5	22.255	0,74	18,11	1.218.447	1.096.602	-	-	-	-	-	18,91	3,36	26,73	48,99
6	22.700	0,76	18,48	1.242.816	1.118.534	-	-	-	-	-	18,91	3,36	27,26	49,53
7	23.154	0,77	18,85	1.267.672	1.140.905	-	-	-	-	-	18,91	3,36	27,81	50,07
8	23.617	0,79	19,22	1.293.026	1.163.723	-	-	-	-	-	18,91	3,36	28,36	50,63
9	24.089	0,80	19,61	1.318.886	1.186.998	-	-	-	-	-	18,91	3,36	28,93	51,20
10	24.571	0,82	20,00	1.345.264	1.210.737	0,00	0,00	-	0,00	-	18,91	3,36	29,51	51,78
11	25.062	0,84	16,74	1.372.169	1.234.952	-	-	-	-	-	18,91	3,36	24,69	46,96
12	25.564	0,85	17,07	1.399.613	1.259.651	-	-	-	-	-	18,91	3,36	25,19	47,45
13	26.075	0,87	17,41	1.427.605	1.284.844	-	-	-	-	-	18,91	3,36	25,69	47,96
14	26.596	0,89	17,76	1.456.157	1.310.541	-	-	-	-	-	18,91	3,36	26,20	48,47
15	27.128	0,91	18,11	1.485.280	1.336.752	-	-	-	-	-	18,91	3,36	26,73	48,99
16	27.671	0,92	18,48	1.514.966	1.363.487	-	-	-	-	-	18,91	3,36	27,26	49,53
17	28.224	0,94	18,85	1.545.285	1.390.757	-	-	-	-	-	18,91	3,36	27,81	50,07
18	28.789	0,96	19,22	1.576.191	1.418.572	-	-	-	-	-	18,91	3,36	28,36	50,63
19	29.365	0,98	19,61	1.607.715	1.446.943	-	-	-	-	-	18,91	3,36	28,93	51,20
20	29.952	1,00	20,00	1.639.869	1.475.882	-	-	-	-	-	18,91	3,36	29,51	51,78
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				10.665.275	9.598.747	1.061,00	166,00	50,00	49,08	18,00	139,29	24,73	197,41	1.705,50

custo/m3 R\$ 0,18



Tabela 3.6 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Taíba-Pecem

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	VOLUME (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		
											Demanda	Consumo			
0	2000	13.230	0,67												
1	2001	13.494	0,69	738.820	664.938	1027,00	146,00	20,00	0,12	20,00	-	-	1.213,12	1.213,12	
2	2002	13.764	0,70	753.597	678.237	-	-	-	-	-	17,57	2,95	22,15	42,67	
3	2003	14.040	0,71	768.669	691.802	-	-	-	-	-	17,57	2,95	22,59	43,12	
4	2004	14.320	0,73	784.042	705.638	-	-	-	-	-	17,57	2,95	23,05	43,57	
5	2005	14.607	0,74	799.723	719.751	-	-	-	-	-	17,57	2,95	23,51	44,03	
6	2006	14.899	0,76	815.717	734.146	-	-	-	-	-	17,57	2,95	23,98	44,50	
7	2007	15.197	0,77	832.032	748.829	-	-	-	-	-	17,57	2,95	24,46	44,98	
8	2008	15.501	0,79	848.672	763.805	-	-	-	-	-	17,57	2,95	24,95	45,47	
9	2009	15.811	0,80	865.646	779.081	-	-	-	-	-	17,57	2,95	25,44	45,97	
10	2010	16.127	0,82	882.959	794.663	0,00	0,00	-	0,00	-	17,57	2,95	25,95	46,48	
11	2011	16.450	0,84	900.618	810.556	-	-	-	-	-	17,57	2,95	26,42	46,97	
12	2012	16.779	0,85	918.630	826.767	-	-	-	-	-	17,57	2,95	26,89	47,46	
13	2013	17.114	0,87	937.003	843.303	-	-	-	-	-	17,57	2,95	27,36	47,95	
14	2014	17.456	0,89	955.743	860.169	-	-	-	-	-	17,57	2,95	27,83	48,44	
15	2015	17.806	0,91	974.858	877.372	-	-	-	-	-	17,57	2,95	28,30	48,93	
16	2016	18.162	0,92	994.355	894.919	-	-	-	-	-	17,57	2,95	28,77	49,42	
17	2017	18.525	0,94	1.014.242	912.818	-	-	-	-	-	17,57	2,95	29,24	49,91	
18	2018	18.895	0,96	1.034.527	931.074	-	-	-	-	-	17,57	2,95	29,71	50,40	
19	2019	19.273	0,98	1.055.217	949.696	-	-	-	-	-	17,57	2,95	30,18	50,89	
20	2020	19.659	1,00	1.076.322	968.690	-	-	-	-	-	17,57	2,95	30,65	51,38	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				7.000.112	6.300.101	1.027,00	146,00	20,00	0,12	20,00	129,42	21,75	173,62	324,79	1.537,91

CUSTOM3 R\$ 0,24



Tabela 3.7 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Guararú

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)				MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável		Elevatórias	Projetos	Gerenciam.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		
											Demanda	Consumo			
0	2.074	0,67													
1	2.115	0,69	16,74	115.813	104.231	179,64	32,50	15,00	8,49	8,00	243,63	-	-	243,63	
2	2.158	0,70	17,07	118.129	106.316	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,14	
3	2.201	0,71	17,41	120.492	108.442	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,17	
4	2.245	0,73	17,76	122.901	110.611	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,20	
5	2.290	0,74	18,11	125.359	112.823	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,23	
6	2.335	0,76	18,48	127.867	115.080	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,27	
7	2.382	0,77	18,85	130.424	117.382	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,30	
8	2.430	0,79	19,22	133.032	119.729	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,33	
9	2.478	0,80	19,61	135.693	122.124	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,37	
10	2.528	0,82	20,00	138.407	124.566	0,00	0,00	-	0,00	-	-	3,42	0,20	5,40	
11	2.579	0,84	16,74	141.175	127.058	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,11	
12	2.630	0,85	17,07	143.999	129.599	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,14	
13	2.683	0,87	17,41	146.879	132.191	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,17	
14	2.736	0,89	17,76	149.816	134.835	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,20	
15	2.791	0,91	18,11	152.812	137.531	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,23	
16	2.847	0,92	18,48	155.869	140.282	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,27	
17	2.904	0,94	18,85	158.986	143.087	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,30	
18	2.962	0,96	19,22	162.166	145.949	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,33	
19	3.021	0,98	19,61	165.409	148.868	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,37	
20	3.082	1,00	20,00	168.717	151.846	-	-	-	-	-	-	3,42	0,20	5,40	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				1.097.293	987.563	179,64	32,50	15,00	8,49	8,00	243,63	25,20	1,49	11,89	282,21

custo/m3 R\$ 0,29



Tabela 3.8 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Sapupara

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/PF		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciam	Desaprop	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		
											Demanda	Consumo			
0	2000	5.093	0,67												
1	2001	5.195	0,69	16,74	256.000	237,77	60,00	20,00	11,91	7,00	-	-	-	336,68	
2	2002	5.299	0,70	17,07	290.134	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,03	8,82	
3	2003	5.405	0,71	17,41	295.936	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,10	8,88	
4	2004	5.513	0,73	17,76	301.855	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,16	8,94	
5	2005	5.624	0,74	18,11	307.892	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,22	9,00	
6	2006	5.736	0,76	18,48	314.050	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,28	9,07	
7	2007	5.851	0,77	18,85	320.331	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,35	9,13	
8	2008	5.968	0,79	19,22	326.738	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,42	9,20	
9	2009	6.087	0,80	19,61	333.272	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,49	9,27	
10	2010	6.209	0,82	20,00	339.938	0,00	0,00	-	0,00	-	5,38	0,40	3,56	9,34	
11	2011	6.333	0,84	16,74	346.737	-	-	-	-	-	5,38	0,40	2,97	8,76	
12	2012	6.460	0,85	17,07	353.671	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,03	8,82	
13	2013	6.589	0,87	17,41	360.745	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,10	8,88	
14	2014	6.721	0,89	17,76	367.960	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,16	8,94	
15	2015	6.855	0,91	18,11	375.319	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,22	9,00	
16	2016	6.992	0,92	18,48	382.825	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,28	9,07	
17	2017	7.132	0,94	18,85	390.482	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,35	9,13	
18	2018	7.275	0,96	19,22	398.291	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,42	9,20	
19	2019	7.420	0,98	19,61	406.257	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,49	9,27	
20	2020	7.569	1,00	20,00	414.382	-	-	-	-	-	5,38	0,40	3,56	9,34	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					2.695.033	237,77	60,00	20,00	11,91	7,00	39,61	2,98	23,78	66,37	403,06

custo/m3 R\$ 0,17



Tabela 3.9 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Umarizeiras-Lages-Jubaia-Cachoeira-Tanques

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciament.	Desapropri.	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/PIf		Captado	Faturável						TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia			
												Demanda	Consumo					
0	2000	4.279	0,67															
1	2001	4.365	0,69	16,74	215.087	875,00	113,00	50,00	39,52	30,00	1.107,52	-	-	-	1.107,52	18,18		
2	2002	4.452	0,70	17,07	243.765	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,34	18,18	18,18		
3	2003	4.541	0,71	17,41	248.641	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,40	18,25	18,25		
4	2004	4.632	0,73	17,76	253.613	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,47	18,32	18,32		
5	2005	4.725	0,74	18,11	258.686	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,54	18,39	18,39		
6	2006	4.819	0,76	18,48	263.859	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,61	18,46	18,46		
7	2007	4.916	0,77	18,85	269.137	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,69	18,53	18,53		
8	2008	5.014	0,79	19,22	274.519	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,76	18,60	18,60		
9	2009	5.114	0,80	19,61	280.010	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,83	18,68	18,68		
10	2010	5.217	0,82	20,00	285.610	0,00	0,00	-	0,00	-	-	14,40	0,44	3,91	18,76	18,76		
11	2011	5.321	0,84	16,74	291.322	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,27	18,12	18,12		
12	2012	5.427	0,85	17,07	297.149	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,34	18,18	18,18		
13	2013	5.536	0,87	17,41	303.091	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,40	18,25	18,25		
14	2014	5.647	0,89	17,76	309.153	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,47	18,32	18,32		
15	2015	5.760	0,91	18,11	315.336	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,54	18,39	18,39		
16	2016	5.875	0,92	18,48	321.643	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,61	18,46	18,46		
17	2017	5.992	0,94	18,85	328.076	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,69	18,53	18,53		
18	2018	6.112	0,96	19,22	334.637	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,76	18,60	18,60		
19	2019	6.234	0,98	19,61	341.330	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,83	18,68	18,68		
20	2020	6.359	1,00	20,00	348.157	-	-	-	-	-	-	14,40	0,44	3,91	18,76	18,76		
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					2.264.320	875,00	113,00	50,00	39,52	30,00	1.107,52	106,07	3,28	26,16	135,51	1.243,03		

custo/m3 R\$ 0,61



Tabela 3.10 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Porto das Dunas

ANO	POPULAÇÃO (hab)			Nº Horas diárias de bombeam.		Volume (m³)		INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)				MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf	PI/Pf	Captado	Faturável	Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciam	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia		
													Demanda	Consumo			
0	2000	5.737	0,67														
1	2001	5.652	0,69	16,74	320.379	288.341	124,00	10,00	15,00	5,36	10,00	164,36	-	-	-	164,36	2,08
2	2002	5.969	0,70	17,07	326.787	294.108	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,30	2,08	2,09
3	2003	6.088	0,71	17,41	333.323	299.990	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,31	2,09	2,10
4	2004	6.210	0,73	17,76	339.989	305.990	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,32	2,10	2,10
5	2005	6.334	0,74	18,11	346.789	312.110	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,32	2,10	2,11
6	2006	6.461	0,76	18,48	353.725	318.352	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,33	2,11	2,12
7	2007	6.590	0,77	18,85	360.799	324.719	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,34	2,12	2,12
8	2008	6.722	0,79	19,22	368.015	331.213	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,34	2,12	2,13
9	2009	6.856	0,80	19,61	375.375	337.838	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,35	2,13	2,14
10	2010	6.993	0,82	20,00	382.883	344.595	0,00	0,00	-	0,00	-	-	1,74	0,04	0,36	2,14	2,08
11	2011	7.133	0,84	16,74	390.540	351.486	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,30	2,08	2,09
12	2012	7.276	0,85	17,07	398.351	358.516	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,30	2,08	2,09
13	2013	7.421	0,87	17,41	406.318	365.686	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,31	2,09	2,10
14	2014	7.570	0,89	17,76	414.445	373.000	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,32	2,10	2,10
15	2015	7.721	0,91	18,11	422.734	380.460	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,32	2,10	2,11
16	2016	7.876	0,92	18,48	431.188	388.069	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,33	2,11	2,12
17	2017	8.033	0,94	18,85	439.812	395.831	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,34	2,12	2,12
18	2018	8.194	0,96	19,22	448.608	403.747	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,34	2,12	2,13
19	2019	8.358	0,98	19,61	457.580	411.822	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,35	2,13	2,14
20	2020	8.525	1,00	20,00	466.732	420.059	-	-	-	-	-	-	1,74	0,04	0,36	2,14	179,85
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					3.035.501	2.731.951	124,00	10,00	15,00	5,36	10,00	164,36	12,82	0,30	2,38	15,49	

custo/m3 R\$ 0,07



Tabela 3.11 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Patacas-Tapera-Jacaúna

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombream.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciam	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia
											Demanda	Consumo			
0	2000	12.210	0,67												
1	2001	12.455	0,69	661.888	613.699	450,00	84,00	15,00	21,36	12,00	-	-	582,36	582,36	
2	2002	12.704	0,70	695.526	625.973	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,16	13,41	
3	2003	12.958	0,71	709.436	638.493	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,24	13,49	
4	2004	13.217	0,73	723.625	651.263	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,33	13,58	
5	2005	13.481	0,74	738.098	664.288	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,41	13,67	
6	2006	13.751	0,76	752.860	677.574	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,50	13,75	
7	2007	14.026	0,77	767.917	691.125	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,59	13,84	
8	2008	14.306	0,79	783.275	704.948	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,68	13,94	
9	2009	14.593	0,80	798.941	719.047	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,78	14,03	
10	2010	14.884	0,82	814.919	733.428	0,00	0,00	-	0,00	-	8,70	0,55	4,87	14,12	
11	2011	15.182	0,84	831.218	748.096	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,08	13,33	
12	2012	15.486	0,85	847.842	763.058	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,16	13,41	
13	2013	15.795	0,87	864.799	778.319	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,24	13,49	
14	2014	16.111	0,89	882.095	793.886	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,33	13,58	
15	2015	16.434	0,91	899.737	809.763	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,41	13,67	
16	2016	16.762	0,92	917.732	825.958	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,50	13,75	
17	2017	17.097	0,94	936.086	842.478	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,59	13,84	
18	2018	17.439	0,96	954.808	859.327	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,68	13,94	
19	2019	17.788	0,98	973.904	876.514	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,78	14,03	
20	2020	18.144	1,00	993.382	894.044	-	-	-	-	-	8,70	0,55	4,87	14,12	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				6.460.695	5.814.626	450,00	84,00	15,00	21,36	12,00	64,08	4,08	32,58	100,75	683,11

CUSTO/m3 R\$ 0,12



Tabela 3.12 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Caponga da Bernarda

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)		
	Residente	PI/PF		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia	
0	2000	880	0,67													
1	2001	898	0,69	16,74	44.225	237,65	24,80	10,00	10,50	10,00	292,95	-	-	-	292,95	
2	2002	915	0,70	17,07	45.110	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,61	4,30	
3	2003	934	0,71	17,41	46.012	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,62	4,32	
4	2004	952	0,73	17,76	46.932	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,63	4,33	
5	2005	972	0,74	18,11	47.871	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,64	4,34	
6	2006	991	0,76	18,48	48.828	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,66	4,35	
7	2007	1.011	0,77	18,85	49.805	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,67	4,37	
8	2008	1.031	0,79	19,22	50.801	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,68	4,38	
9	2009	1.052	0,80	19,61	51.817	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,70	4,39	
10	2010	1.073	0,82	20,00	52.853	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	3,62	0,08	0,71	4,41	
11	2011	1.094	0,84	16,74	53.910	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,59	4,29	
12	2012	1.116	0,85	17,07	54.989	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,61	4,30	
13	2013	1.138	0,87	17,41	56.088	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,62	4,32	
14	2014	1.161	0,89	17,76	57.210	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,63	4,33	
15	2015	1.184	0,91	18,11	58.354	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,64	4,34	
16	2016	1.208	0,92	18,48	59.521	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,66	4,35	
17	2017	1.232	0,94	18,85	60.712	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,67	4,37	
18	2018	1.257	0,96	19,22	61.926	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,68	4,38	
19	2019	1.282	0,98	19,61	63.165	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,70	4,39	
20	2020	1.308	1,00	20,00	64.428	-	-	-	-	-	-	3,62	0,08	0,71	4,41	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					465.580	237,65	24,80	10,00	10,50	10,00	292,95	26,64	0,60	4,76	31,99	324,94

CUSTO/m3 R\$ 0,78



Tabela 3.13 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Camará

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciam.	Desaprop.	TOTAL Investimento	MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável							Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
												Demanda	Consumo			
0	2000	6.427	0,67													
1	2001	6.555	0,69	358.911	323.020	192,00	66,00	10,00	1,24	6,00	275,24	-	-	-	275,24	
2	2002	6.887	0,70	366.090	329.481	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,34	9,00	9,00
3	2003	6.820	0,71	373.411	336.070	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,40	9,07	9,07
4	2004	6.957	0,73	380.880	342.792	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,47	9,14	9,14
5	2005	7.096	0,74	388.497	349.647	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,54	9,21	9,21
6	2006	7.238	0,76	396.267	356.640	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,61	9,28	9,28
7	2007	7.383	0,77	404.192	363.773	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,69	9,35	9,35
8	2008	7.530	0,79	412.276	371.049	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,76	9,42	9,42
9	2009	7.681	0,80	420.522	378.470	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,83	9,50	9,50
10	2010	7.834	0,82	428.932	386.039	0,00	0,00	-	0,00	-	-	5,22	0,44	3,91	9,58	9,58
11	2011	7.991	0,84	437.511	393.760	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,27	8,94	8,94
12	2012	8.151	0,85	446.261	401.635	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,34	9,00	9,00
13	2013	8.314	0,87	455.186	409.668	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,40	9,07	9,07
14	2014	8.480	0,89	464.290	417.861	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,47	9,14	9,14
15	2015	8.650	0,91	473.576	426.218	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,54	9,21	9,21
16	2016	8.823	0,92	483.047	434.743	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,61	9,28	9,28
17	2017	8.999	0,94	492.708	443.437	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,69	9,35	9,35
18	2018	9.179	0,96	502.562	452.306	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,76	9,42	9,42
19	2019	9.363	0,98	512.614	461.352	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,83	9,50	9,50
20	2020	9.550	1,00	522.866	470.579	-	-	-	-	-	-	5,22	0,44	3,91	9,58	9,58
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				3.400.582	3.060.524	192,00	66,00	10,00	1,24	6,00	275,24	36,45	3,28	26,16	67,89	343,13

custo/m3 R\$ 0,11



Tabela 3.14 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Guanacés

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/PF		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		
											Demanda	Consumo			
0	2000	2.710	0,67												
1	2001	2.764	0,69	16,74	136.183	172,00	55,00	15,00	9,08	7,00	-	-	258,08	258,08	
2	2002	2.819	0,70	17,07	138.906	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,73	7,56	
3	2003	2.875	0,71	17,41	141.685	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,79	7,62	
4	2004	2.933	0,73	17,76	144.518	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,84	7,68	
5	2005	2.992	0,74	18,11	147.409	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,90	7,73	
6	2006	3.051	0,76	18,48	150.357	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,96	7,79	
7	2007	3.112	0,77	18,85	153.364	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,02	7,85	
8	2008	3.175	0,79	19,22	156.431	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,08	7,91	
9	2009	3.238	0,80	19,61	159.560	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,14	7,97	
10	2010	3.303	0,82	20,00	162.751	0,00	0,00	0,00	0,00	-	4,47	0,36	3,20	8,03	
11	2011	3.369	0,84	16,74	166.006	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,68	7,51	
12	2012	3.436	0,85	17,07	169.326	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,73	7,56	
13	2013	3.505	0,87	17,41	172.713	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,79	7,62	
14	2014	3.575	0,89	17,76	176.167	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,84	7,68	
15	2015	3.647	0,91	18,11	179.690	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,90	7,73	
16	2016	3.720	0,92	18,48	183.284	-	-	-	-	-	4,47	0,36	2,96	7,79	
17	2017	3.794	0,94	18,85	186.950	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,02	7,85	
18	2018	3.870	0,96	19,22	190.689	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,08	7,91	
19	2019	3.947	0,98	19,61	194.503	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,14	7,97	
20	2020	4.026	1,00	20,00	198.393	-	-	-	-	-	4,47	0,36	3,20	8,03	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					1.433.659	172,00	55,00	15,00	9,08	7,00	258,08	2,68	21,41	57,01	315,09

CUSTO/m3 R\$ 0,24



Tabela 3.15 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Mirambé

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/PF		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
0	2.496	0,67													
1	2.546	0,69	16,74	125.467	139.408	55,14	14,30	15,00	2,78	1,60	88,82	-	-	88,82	
2	2.597	0,70	17,07	127.977	142.196	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,61	
3	2.649	0,71	17,41	130.536	145.040	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,62	
4	2.702	0,73	17,76	133.147	147.941	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,62	
5	2.756	0,74	18,11	135.810	150.900	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,63	
6	2.811	0,76	18,48	138.526	153.918	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,64	
7	2.868	0,77	18,85	141.297	156.996	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,64	
8	2.925	0,79	19,22	144.123	160.136	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,65	
9	2.983	0,80	19,61	147.005	163.339	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,66	
10	3.043	0,82	20,00	149.945	166.606	0,00	0,00	-	0,00	-	-	1,27	0,04	1,66	
11	3.104	0,84	16,74	152.944	169.938	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,60	
12	3.166	0,85	17,07	156.003	173.337	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,61	
13	3.229	0,87	17,41	159.123	176.803	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,62	
14	3.294	0,89	17,76	162.305	180.339	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,62	
15	3.360	0,91	18,11	165.552	183.946	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,63	
16	3.427	0,92	18,48	168.863	187.625	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,64	
17	3.495	0,94	18,85	172.240	191.378	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,64	
18	3.565	0,96	19,22	175.685	195.205	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,65	
19	3.637	0,98	19,61	179.198	199.109	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,66	
20	3.709	1,00	20,00	182.782	203.091	-	-	-	-	-	-	1,27	0,04	1,66	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				1.188.768	1.320.853	55,14	14,30	15,00	2,78	1,60	88,82	9,33	0,30	2,38	100,82

CUSTO/m3 R\$ 0,08



Tabela 3.16 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pacoti-Catu

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	VOLUME (m³)		INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)						MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ X 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	Pi/PF		Captado	Faturável	Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciam.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. Energia		
													Demanda	Consumo			
0	2000	542,663	0,67														
1	2001	553,537	0,69	16,74	27,275,526	32,94,00	1041,00	100,00	173,40	50,00	4,658,40	-	-	-	-	4,658,40	
2	2002	564,608	0,70	17,07	30,912,262	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	263,38	383,48	383,48	
3	2003	575,900	0,71	17,41	31,530,508	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	268,65	388,75	388,75	
4	2004	587,418	0,73	17,76	32,161,118	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	274,02	394,12	394,12	
5	2005	599,186	0,74	18,11	32,804,340	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	279,50	399,60	399,60	
6	2006	611,149	0,76	18,48	33,460,427	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	285,09	405,19	405,19	
7	2007	623,372	0,77	18,85	34,129,635	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	290,80	410,90	410,90	
8	2008	635,840	0,79	19,22	34,812,228	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	296,61	416,71	416,71	
9	2009	648,557	0,80	19,61	35,508,473	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	302,54	422,64	422,64	
10	2010	661,528	0,82	20,00	36,218,642	0,00	0,00	-	0,00	-	-	84,99	35,11	308,59	428,70	428,70	
11	2011	674,758	0,84	18,74	36,943,015	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	258,22	378,32	378,32	
12	2012	688,253	0,85	17,07	37,681,875	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	263,38	383,48	383,48	
13	2013	702,018	0,87	17,41	38,435,513	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	268,65	388,75	388,75	
14	2014	716,059	0,89	17,76	39,204,223	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	274,02	394,12	394,12	
15	2015	730,380	0,91	18,11	39,988,307	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	279,50	399,60	399,60	
16	2016	744,988	0,92	18,48	40,788,074	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	285,09	405,19	405,19	
17	2017	759,887	0,94	18,85	41,603,835	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	290,80	410,90	410,90	
18	2018	775,085	0,96	19,22	42,435,912	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	296,61	416,71	416,71	
19	2019	790,587	0,98	19,61	43,284,630	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	302,54	422,64	422,64	
20	2020	806,389	1,00	20,00	44,150,323	-	-	-	-	-	-	84,99	35,11	308,59	428,70	428,70	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)						287,142,016	1,041,00	100,00	173,40	50,00	4,658,40	626,02	258,62	2,064,44	2,949,08	7,607,48	
																custo/m³	R\$ 0,03



Tabela 3.17 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Queimados

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciament	Desapropri	TOTAL Investimento	MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)							
	Residente	PI/PF		Captado	Faturável							Manutenção	ENERGIA	TOTAL Manut. / Energia								
												Demanda	Consumo									
0	2000	647	0,67																			
1	2001	660	0,69	16,74	32.536	62,78	8,26	5,00	2,84	3,00	81,88	-	-	-	81,88							
2	2002	673	0,70	17,07	36.874							1,04	0,04	0,30	1,38	1,38						
3	2003	687	0,71	17,41	33.850							1,04	0,04	0,31	1,39	1,39						
4	2004	701	0,73	17,76	38.364							1,04	0,04	0,32	1,40	1,40						
5	2005	715	0,74	18,11	39.131							1,04	0,04	0,32	1,40	1,40						
6	2006	729	0,76	18,48	39.914							1,04	0,04	0,33	1,41	1,41						
7	2007	744	0,77	18,85	40.712							1,04	0,04	0,34	1,42	1,42						
8	2008	758	0,79	19,22	41.526							1,04	0,04	0,34	1,42	1,42						
9	2009	774	0,80	19,61	42.357							1,04	0,04	0,35	1,43	1,43						
10	2010	789	0,82	20,00	43.204	0,00	0,00		0,00			1,04	0,04	0,36	1,44	1,44						
11	2011	805	0,84	16,74	44.068							1,04	0,04	0,30	1,38	1,38						
12	2012	821	0,85	17,07	44.949							1,04	0,04	0,30	1,38	1,38						
13	2013	837	0,87	17,41	45.848							1,04	0,04	0,31	1,39	1,39						
14	2014	854	0,89	17,76	46.765							1,04	0,04	0,32	1,40	1,40						
15	2015	871	0,91	18,11	47.700							1,04	0,04	0,32	1,40	1,40						
16	2016	889	0,92	18,48	48.654							1,04	0,04	0,33	1,41	1,41						
17	2017	906	0,94	18,85	49.627							1,04	0,04	0,34	1,42	1,42						
18	2018	925	0,96	19,22	50.620							1,04	0,04	0,34	1,42	1,42						
19	2019	943	0,98	19,61	51.632							1,04	0,04	0,35	1,43	1,43						
20	2020	962	1,00	20,00	52.665							1,04	0,04	0,36	1,44	1,44						
VALOR ATUAL (12 % a.a.)												342.519	8,26	5,00	2,84	3,00	81,88	7,67	0,30	2,38	10,34	92,22

custo/m3 R\$ 0,30



Tabela 3.18 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Dourados

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia
0	2000	1.589	0,67												
1	2001	1.621	0,69	88.754	79.878	103,00	42,00	10,00	1,24	4,00	160,24	-	-	160,24	
2	2002	1.653	0,70	90.529	81.476	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,12	5,54
3	2003	1.687	0,71	92.339	83.105	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,17	5,58
4	2004	1.720	0,73	94.186	84.768	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,21	5,62
5	2005	1.755	0,74	96.070	86.463	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,25	5,67
6	2006	1.790	0,76	97.991	88.192	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,30	5,71
7	2007	1.826	0,77	99.951	89.956	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,35	5,76
8	2008	1.862	0,79	101.950	91.755	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,39	5,81
9	2009	1.899	0,80	103.989	93.590	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,44	5,85
10	2010	1.937	0,82	106.069	95.462	0,00	0,00	-	0,00	-	-	3,13	0,28	2,49	5,90
11	2011	1.976	0,84	108.190	97.371	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,08	5,50
12	2012	2.016	0,85	110.354	99.319	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,12	5,54
13	2013	2.056	0,87	112.561	101.305	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,17	5,58
14	2014	2.097	0,89	114.812	103.331	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,21	5,62
15	2015	2.139	0,91	117.109	105.398	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,25	5,67
16	2016	2.182	0,92	119.451	107.506	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,30	5,71
17	2017	2.225	0,94	121.840	109.656	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,35	5,76
18	2018	2.270	0,96	124.277	111.849	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,39	5,81
19	2019	2.315	0,98	126.762	114.086	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,44	5,85
20	2020	2.362	1,00	129.297	116.368	-	-	-	-	-	-	3,13	0,28	2,49	5,90
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				840.916	756.824	103,00	42,00	10,00	1,24	4,00	160,24	23,05	2,09	16,65	202,03

custo/m3 R\$ 0,27



Tabela 3.19 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Cedro

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia
											Demanda	Consumo			
0	2000	589	0,67												
1	2001	601	0,69	16,74	29.613	87,00	6,70	5,00	1,24	4,00	103,94	-	-	103,94	
2	2002	613	0,70	17,07	30.206	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,55	
3	2003	625	0,71	17,41	30.810	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,55	
4	2004	638	0,73	17,76	31.426	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,56	
5	2005	651	0,74	18,11	32.055	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,57	
6	2006	664	0,76	18,48	32.696	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,57	
7	2007	677	0,77	18,85	33.350	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,58	
8	2008	690	0,79	19,22	34.017	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,59	
9	2009	704	0,80	19,61	34.697	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,59	
10	2010	718	0,82	20,00	35.391	0,00	0,00	-	0,00	-	-	1,21	0,04	1,60	
11	2011	733	0,84	16,74	36.099	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,54	
12	2012	747	0,85	17,07	36.821	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,55	
13	2013	762	0,87	17,41	37.557	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,55	
14	2014	777	0,89	17,76	38.308	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,56	
15	2015	793	0,91	18,11	39.074	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,57	
16	2016	809	0,92	18,48	39.856	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,57	
17	2017	825	0,94	18,85	40.653	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,58	
18	2018	842	0,96	19,22	41.466	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,59	
19	2019	858	0,98	19,61	42.295	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,59	
20	2020	876	1,00	20,00	43.141	-	-	-	-	-	-	1,21	0,04	1,60	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					311.754	87,00	6,70	5,00	1,24	4,00	103,94	8,88	0,30	2,38	115,49

CUSTO/m3 R\$ 0,41



Tabela 3.20 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Itaipaba

ANO	POPULAÇÃO (hab)			DADOS GERAIS				INVESTIMENTOS (R\$ X 10 ³)					MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10 ³)				TOTAL GERAL (R\$ X 10 ³)
	Residente	PI/Pf	Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m ³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciament.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia		
				Captado	Faturável								Demanda	Consumo			
0	2000	857	0,67														
1	2001	874	0,69	16,74	47.840	43.056	123,00	11,80	15,00	5,39	6,00	161,19	-	-	-	161,19	
2	2002	891	0,70	17,07	48.797	43.917	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,30	2,16	
3	2003	909	0,71	17,41	49.773	44.796	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,31	2,17	
4	2004	927	0,73	17,76	50.769	45.692	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,32	2,18	
5	2005	946	0,74	18,11	51.784	46.606	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,32	2,18	
6	2006	965	0,76	18,48	52.820	47.538	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,33	2,19	
7	2007	984	0,77	18,85	53.876	48.488	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,34	2,20	
8	2008	1.004	0,79	19,22	54.954	49.458	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,34	2,20	
9	2009	1.024	0,80	19,61	56.053	50.447	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,35	2,21	
10	2010	1.044	0,82	20,00	57.174	51.456	0,00	0,00	0,00	-	-	-	1,82	0,04	0,36	2,22	
11	2011	1.065	0,84	16,74	58.317	52.485	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,30	2,16	
12	2012	1.086	0,85	17,07	59.484	53.535	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,30	2,16	
13	2013	1.108	0,87	17,41	60.673	54.606	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,31	2,17	
14	2014	1.130	0,89	17,76	61.887	55.698	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,32	2,18	
15	2015	1.153	0,91	18,11	63.124	56.812	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,32	2,18	
16	2016	1.176	0,92	18,48	64.387	57.948	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,33	2,19	
17	2017	1.200	0,94	18,85	65.675	59.107	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,34	2,20	
18	2018	1.224	0,96	19,22	66.988	60.289	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,34	2,20	
19	2019	1.248	0,98	19,61	68.328	61.495	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,35	2,21	
20	2020	1.273	1,00	20,00	69.694	62.725	-	-	-	-	-	-	1,82	0,04	0,36	2,22	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					453.274	407.947	123,00	11,80	15,00	5,39	6,00	161,19	13,41	0,30	2,38	16,08	177,27

custo/m3 R\$ 0,43



Tabela 3.21 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Córrego

ANO	DADOS GERAIS				INVESTIMENTOS (R\$ X 10 ³)						MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10 ³)				TOTAL GERAL (R\$ X 10 ³)	
	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m ³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciam.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável								Demanda	Consumo		
0	2000	1.050	0,67													
1	2001	1.071	0,69	58.664	52.798	184,00	11,80	15,00	1,24	8,00	220,04	-	-	-	220,04	
2	2002	1.093	0,70	59.837	53.854	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,91	3,46	
3	2003	1.115	0,71	61.034	54.931	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,93	3,48	
4	2004	1.137	0,73	62.255	56.029	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,95	3,50	
5	2005	1.160	0,74	63.500	57.150	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,97	3,52	
6	2006	1.183	0,76	64.770	58.293	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,99	3,54	
7	2007	1.207	0,77	66.065	59.459	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,01	3,56	
8	2008	1.231	0,79	67.387	60.648	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,03	3,58	
9	2009	1.255	0,80	68.734	61.861	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,05	3,60	
10	2010	1.281	0,82	70.109	63.098	0,00	0,00	-	0,00	-	-	2,43	0,12	1,07	3,62	
11	2011	1.306	0,84	71.511	64.360	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,89	3,44	
12	2012	1.332	0,85	72.941	65.647	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,91	3,46	
13	2013	1.359	0,87	74.400	66.960	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,93	3,48	
14	2014	1.386	0,89	75.888	68.299	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,95	3,50	
15	2015	1.414	0,91	77.406	69.665	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,97	3,52	
16	2016	1.442	0,92	78.954	71.059	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	0,99	3,54	
17	2017	1.471	0,94	80.533	72.480	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,01	3,56	
18	2018	1.500	0,96	82.144	73.929	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,03	3,58	
19	2019	1.530	0,98	83.787	75.408	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,05	3,60	
20	2020	1.561	1,00	85.462	76.916	-	-	-	-	-	-	2,43	0,12	1,07	3,62	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)				555.825	500.242	184,00	11,80	15,00	1,24	8,00	220,04	17,90	0,89	7,14	25,93	245,97

custo/m3 R\$ 0,49



Tabela 3.22 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Morro Branco

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)				MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável		Elevatórias	Projetos	Gerenciam	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		
											Demanda	Consumo			
0	2000	5.659	0,67												
1	2001	5.773	0,69	16,74	284.445	102,00	10,00	15,00	4,48	10,00	-	-	141,48	-	141,48
2	2002	5.888	0,70	17,07	322.371	-	-	-	-	-	1,52	0,04	0,30	1,86	1,86
3	2003	6.006	0,71	17,41	328.818	-	-	295.936	-	-	1,52	0,04	0,31	1,87	1,87
4	2004	6.126	0,73	17,76	335.395	-	-	301.855	-	-	1,52	0,04	0,32	1,88	1,88
5	2005	6.248	0,74	18,11	342.102	-	-	307.892	-	-	1,52	0,04	0,32	1,88	1,88
6	2006	6.373	0,76	18,48	348.944	-	-	314.050	-	-	1,52	0,04	0,33	1,89	1,89
7	2007	6.501	0,77	18,85	355.923	-	-	320.331	-	-	1,52	0,04	0,34	1,90	1,90
8	2008	6.631	0,79	19,22	363.042	-	-	326.738	-	-	1,52	0,04	0,34	1,90	1,90
9	2009	6.764	0,80	19,61	370.303	-	-	333.272	-	-	1,52	0,04	0,35	1,91	1,91
10	2010	6.899	0,82	20,00	377.709	0,00	0,00	339.938	0,00	-	1,52	0,04	0,36	1,92	1,92
11	2011	7.037	0,84	16,74	385.263	-	-	346.737	-	-	1,52	0,04	0,30	1,86	1,86
12	2012	7.178	0,85	17,07	392.968	-	-	353.671	-	-	1,52	0,04	0,30	1,86	1,86
13	2013	7.321	0,87	17,41	400.827	-	-	360.745	-	-	1,52	0,04	0,31	1,87	1,87
14	2014	7.467	0,89	17,76	408.844	-	-	367.960	-	-	1,52	0,04	0,32	1,88	1,88
15	2015	7.617	0,91	18,11	417.021	-	-	375.319	-	-	1,52	0,04	0,32	1,88	1,88
16	2016	7.769	0,92	18,48	425.361	-	-	382.825	-	-	1,52	0,04	0,33	1,89	1,89
17	2017	7.925	0,94	18,85	433.869	-	-	390.482	-	-	1,52	0,04	0,34	1,90	1,90
18	2018	8.083	0,96	19,22	442.546	-	-	398.291	-	-	1,52	0,04	0,34	1,90	1,90
19	2019	8.245	0,98	19,61	451.397	-	-	406.257	-	-	1,52	0,04	0,35	1,91	1,91
20	2020	8.410	1,00	20,00	460.425	-	-	414.382	-	-	1,52	0,04	0,36	1,92	1,92
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					2.994.481	102,00	10,00	15,00	4,48	10,00	11,20	0,30	2,38	13,87	155,35

custo/m3 R\$ 0,06



Tabela 3.23 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Jacarecoara

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciám	Desaprop.	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia	
												Demanda	Consumo		
0	2000	5.000	0,67												
1	2001	5.100	0,69	16,74	279.249	293,00	29,00	20,00	12,88	10,00	364,88	-	-	364,88	
2	2002	5.202	0,70	17,07	284.834	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,41	
3	2003	5.307	0,71	17,41	290.531	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,43	
4	2004	5.413	0,73	17,76	296.342	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,45	
5	2005	5.521	0,74	18,11	302.269	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,47	
6	2006	5.631	0,76	18,48	308.314	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,49	
7	2007	5.744	0,77	18,85	314.480	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,51	
8	2008	5.859	0,79	19,22	320.770	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,53	
9	2009	5.976	0,80	19,61	327.185	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,55	
10	2010	6.096	0,82	20,00	333.729	0,00	0,00	-	0,00	-	-	4,38	0,12	5,57	
11	2011	6.217	0,84	16,74	340.403	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,39	
12	2012	6.342	0,85	17,07	347.212	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,41	
13	2013	6.469	0,87	17,41	354.156	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,43	
14	2014	6.598	0,89	17,76	361.239	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,45	
15	2015	6.730	0,91	18,11	368.464	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,47	
16	2016	6.865	0,92	18,48	375.833	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,49	
17	2017	7.002	0,94	18,85	383.350	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,51	
18	2018	7.142	0,96	19,22	391.017	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,53	
19	2019	7.285	0,98	19,61	398.837	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,55	
20	2020	7.430	1,00	20,00	406.814	-	-	-	-	-	-	4,38	0,12	5,57	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					2.645.809	293,00	29,00	20,00	12,88	10,00	364,88	32,26	0,89	7,14	405,17

custo/m3 R\$ 0,17



Tabela 3.24 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Cascavel

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciám	Desaprop	TOTAL Investimento	MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	P/PIF		Captado	Faturável							Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia	
												Demanda	Consumo			
0	2000	115.514	0,67													
1	2001	117.824	0,69	16,74	5.805.790	1.465,98	306,62	100,00	70,90	9,00	1.952,50	-	-	-	1.952,50	
2	2002	120.181	0,70	17,07	6.579.896	5.921.906	-	-	-	-	-	29,99	10,36	77,68	118,03	
3	2003	122.584	0,71	17,41	6.711.494	6.040.344	-	-	-	-	-	29,99	10,36	79,23	119,58	
4	2004	125.036	0,73	17,76	6.845.724	6.161.151	-	-	-	-	-	29,99	10,36	80,82	121,16	
5	2005	127.537	0,74	18,11	6.982.638	6.284.374	-	-	-	-	-	29,99	10,36	82,43	122,78	
6	2006	130.088	0,76	18,48	7.122.291	6.410.062	-	-	-	-	-	29,99	10,36	84,08	124,43	
7	2007	132.689	0,77	18,85	7.264.737	6.538.263	-	-	-	-	-	29,99	10,36	85,76	126,11	
8	2008	135.343	0,79	19,22	7.410.031	6.669.028	-	-	-	-	-	29,99	10,36	87,48	127,83	
9	2009	138.050	0,80	19,61	7.588.232	6.802.409	-	-	-	-	-	29,99	10,36	89,23	129,58	
10	2010	140.811	0,82	20,00	7.709.397	6.938.457	0,00	0,00	0,00	-	-	29,99	10,36	91,01	131,36	
11	2011	143.627	0,84	16,74	7.863.585	7.077.226	-	-	-	-	-	29,99	10,36	76,16	116,50	
12	2012	146.500	0,85	17,07	8.020.856	7.218.771	-	-	-	-	-	29,99	10,36	77,68	118,03	
13	2013	149.430	0,87	17,41	8.181.273	7.363.146	-	-	-	-	-	29,99	10,36	79,23	119,58	
14	2014	152.418	0,89	17,76	8.344.899	7.510.409	-	-	-	-	-	29,99	10,36	80,82	121,16	
15	2015	155.467	0,91	18,11	8.511.797	7.660.617	-	-	-	-	-	29,99	10,36	82,43	122,78	
16	2016	158.576	0,92	18,48	8.682.033	7.813.830	-	-	-	-	-	29,99	10,36	84,08	124,43	
17	2017	161.747	0,94	18,85	8.855.673	7.970.106	-	-	-	-	-	29,99	10,36	85,76	126,11	
18	2018	164.982	0,96	19,22	9.032.787	8.129.508	-	-	-	-	-	29,99	10,36	87,48	127,83	
19	2019	168.282	0,98	19,61	9.213.443	8.292.098	-	-	-	-	-	29,99	10,36	89,23	129,58	
20	2020	171.648	1,00	20,00	9.397.712	8.457.940	-	-	-	-	-	29,99	10,36	91,01	131,36	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					61.120.229	55.008.206	1.465,98	306,62	100,00	70,90	9,00	1.952,50	220,91	76,28	608,87	2.858,55

custo/m3 R\$ 0,05



Tabela 3.25 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Beberibe

ANO	DADOS GERAIS				INVESTIMENTOS (R\$ X 10 ³)						MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10 ³)				TOTAL GERAL (R\$ X 10 ³)	
	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m ³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciam.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável								Demanda	Consumo		
0	2000	9.071	0,67													
1	2001	9.252	0,69	16,74	455.891	518,00	37,00	30,00	22,20	11,00	618,20	-	-	-	618,20	
2	2002	9.437	0,70	17,07	465.009	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,82	9,09	9,09
3	2003	9.626	0,71	17,41	474.309	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,86	9,13	9,13
4	2004	9.818	0,73	17,76	483.795	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,89	9,17	9,17
5	2005	10.015	0,74	18,11	493.471	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,93	9,20	9,20
6	2006	10.215	0,76	18,48	503.340	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,97	9,24	9,24
7	2007	10.419	0,77	18,85	513.407	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,01	9,28	9,28
8	2008	10.628	0,79	19,22	523.675	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,05	9,32	9,32
9	2009	10.840	0,80	19,61	534.149	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,09	9,36	9,36
10	2010	11.057	0,82	20,00	544.832	0,00	0,00	-	0,00	-	-	7,03	0,24	2,13	9,41	9,41
11	2011	11.278	0,84	16,74	555.728	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,78	9,06	9,06
12	2012	11.504	0,85	17,07	566.843	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,82	9,09	9,09
13	2013	11.734	0,87	17,41	578.180	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,86	9,13	9,13
14	2014	11.968	0,89	17,76	589.744	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,89	9,17	9,17
15	2015	12.208	0,91	18,11	601.538	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,93	9,20	9,20
16	2016	12.452	0,92	18,48	613.569	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	1,97	9,24	9,24
17	2017	12.701	0,94	18,85	625.841	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,01	9,28	9,28
18	2018	12.955	0,96	19,22	638.357	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,05	9,32	9,32
19	2019	13.214	0,98	19,61	651.125	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,09	9,36	9,36
20	2020	13.478	1,00	20,00	664.147	-	-	-	-	-	-	7,03	0,24	2,13	9,41	9,41
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					4.319.436	518,00	37,00	30,00	22,20	11,00	618,20	51,78	1,79	14,27	67,84	686,04

custo/m3 R\$ 0,16



Tabela 3.26 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Sereno de Cima

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)			
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável		Projetos	Gerenciám	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia		
											Demanda	Consumo					
0	2000	752	0,67														
1	2001	767	0,69	16,74	37.796	85,20	0,00	10,00	0,12	5,00	-	-	100,32	100,32			
2	2002	782	0,70	17,07	42.836	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
3	2003	798	0,71	17,41	43.692	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
4	2004	814	0,73	17,76	44.566	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
5	2005	830	0,74	18,11	45.457	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
6	2006	847	0,76	18,48	46.367	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
7	2007	864	0,77	18,85	47.294	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
8	2008	881	0,79	19,22	48.240	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
9	2009	899	0,80	19,61	49.205	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
10	2010	917	0,82	20,00	50.189	0,00	0,00	10,00	0,00	-	-	-	-	0,85			
11	2011	935	0,84	16,74	51.192	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
12	2012	954	0,85	17,07	52.216	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
13	2013	973	0,87	17,41	53.261	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
14	2014	992	0,89	17,76	54.326	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
15	2015	1.012	0,91	18,11	55.412	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
16	2016	1.032	0,92	18,48	56.521	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
17	2017	1.053	0,94	18,85	57.651	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
18	2018	1.074	0,96	19,22	58.804	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
19	2019	1.096	0,98	19,61	59.980	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
20	2020	1.117	1,00	20,00	61.180	-	-	-	-	-	0,85	-	-	0,85			
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					397.897	85,20		10,00	0,12	5,00			100,32	106,60			
													6,28			6,28	
													CUSTO/m3			R\$ 0,30	



Tabela 3.27 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Novo Horizonte /Serragem

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciament.	Desaprop.	TOTAL Investimento	MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável							Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut. / Energia	
												Demanda	Consumo			
0	2000	826	0,67													
1	2001	842	0,69	16,74	41.498	278,00	16,00	15,00	0,12	13,00	322,12	-	-	-	322,12	
2	2002	859	0,70	17,07	42.328	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,43	6,33	
3	2003	876	0,71	17,41	43.174	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,48	6,38	
4	2004	894	0,73	17,76	44.038	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,53	6,43	
5	2005	912	0,74	18,11	44.919	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,58	6,48	
6	2006	930	0,76	18,48	45.817	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,63	6,53	
7	2007	948	0,77	18,85	46.733	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,68	6,58	
8	2008	967	0,79	19,22	47.668	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,73	6,64	
9	2009	987	0,80	19,61	48.621	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,79	6,69	
10	2010	1.006	0,82	20,00	49.594	0,00	0,00	-	0,00	-	-	3,58	0,32	2,84	6,75	
11	2011	1.027	0,84	16,74	50.586	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,38	6,28	
12	2012	1.047	0,85	17,07	51.597	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,43	6,33	
13	2013	1.068	0,87	17,41	52.629	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,48	6,38	
14	2014	1.089	0,89	17,76	53.682	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,53	6,43	
15	2015	1.111	0,91	18,11	54.755	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,58	6,48	
16	2016	1.133	0,92	18,48	55.851	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,63	6,53	
17	2017	1.156	0,94	18,85	56.968	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,68	6,58	
18	2018	1.179	0,96	19,22	58.107	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,73	6,64	
19	2019	1.203	0,98	19,61	59.269	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,79	6,69	
20	2020	1.227	1,00	20,00	60.454	-	-	-	-	-	-	3,58	0,32	2,84	6,75	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					436.866	278,00	16,00	15,00	0,12	13,00	322,12	26,37	2,38	19,03	47,78	369,90

custo/m3 R\$ 0,94



Tabela 3.28 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pedra Branca

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)		
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável		Elevatórias	Projetos	Gerenciám	Desaprop.	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia	
										Demanda	Consumo					
0	2000	705	0,67													
1	2001	720	0,69	16,74	39.398	20,18	1,61	10,00	1,24	2,00	35,03	-	-	35,03		
2	2002	734	0,70	17,07	40.186	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,30	0,63	
3	2003	749	0,71	17,41	40.990	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,31	0,63	
4	2004	764	0,73	17,76	41.809	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,32	0,64	
5	2005	779	0,74	18,11	42.646	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,32	0,64	
6	2006	794	0,76	18,48	43.499	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,33	0,65	
7	2007	810	0,77	18,85	44.369	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,34	0,66	
8	2008	827	0,79	19,22	45.256	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,34	0,66	
9	2009	843	0,80	19,61	46.161	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,35	0,67	
10	2010	860	0,82	20,00	47.084	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,28	0,04	0,36	0,68	
11	2011	877	0,84	16,74	48.026	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,30	0,62	
12	2012	895	0,85	17,07	48.986	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,30	0,63	
13	2013	913	0,87	17,41	49.966	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,31	0,63	
14	2014	931	0,89	17,76	50.965	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,32	0,64	
15	2015	949	0,91	18,11	51.985	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,32	0,64	
16	2016	968	0,92	18,48	53.024	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,33	0,65	
17	2017	988	0,94	18,85	54.085	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,34	0,66	
18	2018	1.008	0,96	19,22	55.167	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,34	0,66	
19	2019	1.028	0,98	19,61	56.270	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,35	0,67	
20	2020	1.048	1,00	20,00	57.395	-	-	-	-	-	-	0,28	0,04	0,36	0,68	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					373.285	20,18	1,61	10,00	1,24	2,00	35,03	2,08	0,30	2,38	4,76	39,79

CUSTO/m3 R\$ 0,12



Tabela 3.29 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pirangi

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável		Projetos	Gerenciados	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
											Demanda	Consumo			
0	2000	481	0,67												
1	2001	490	0,69	16,74	24.158	71,00	10,00	20,00	3,24	4,00	-	-	108,24	108,24	-
2	2002	500	0,70	17,07	24.641	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,30	1,55	1,55
3	2003	510	0,71	17,41	25.134	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,31	1,56	1,56
4	2004	520	0,73	17,76	25.637	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,32	1,57	1,57
5	2005	531	0,74	18,11	26.150	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,32	1,57	1,57
6	2006	541	0,76	18,48	26.673	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,33	1,58	1,58
7	2007	552	0,77	18,85	27.206	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,34	1,59	1,59
8	2008	563	0,79	19,22	27.750	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,34	1,59	1,59
9	2009	574	0,80	19,61	28.305	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,35	1,60	1,60
10	2010	586	0,82	20,00	28.871	0,00	0,00	-	0,00	-	1,21	0,04	0,36	1,61	1,61
11	2011	598	0,84	16,74	29.449	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,30	1,55	1,55
12	2012	610	0,85	17,07	30.038	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,30	1,55	1,55
13	2013	622	0,87	17,41	30.639	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,31	1,56	1,56
14	2014	634	0,89	17,76	31.251	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,32	1,57	1,57
15	2015	647	0,91	18,11	31.876	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,32	1,57	1,57
16	2016	660	0,92	18,48	32.514	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,33	1,58	1,58
17	2017	673	0,94	18,85	33.164	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,34	1,59	1,59
18	2018	687	0,96	19,22	33.827	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,34	1,59	1,59
19	2019	700	0,98	19,61	34.504	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,35	1,60	1,60
20	2020	714	1,00	20,00	35.194	-	-	-	-	-	1,21	0,04	0,36	1,61	1,61
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					254.326	71,00	10,00	20,00	3,24	4,00	8,91	0,30	2,38	11,59	119,83

CUSTO/m3 R\$ 0,52



Tabela 3.30 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Jirau

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)				MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável		Elevatórias	Projetos	Gerenciám	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
											Demanda	Consumo				
0	2000	504	0,67													
1	2001	514	0,69	16,74	25,327	67,26	10,00	5,00	3,09	3,00				88,35	88,35	
2	2002	524	0,70	17,07	25,834	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,30	1,52	1,52	
3	2003	535	0,71	17,41	29,278	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,31	1,52	1,52	
4	2004	545	0,73	17,76	29,864	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,32	1,53	1,53	
5	2005	556	0,74	18,11	30,461	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,32	1,54	1,54	
6	2006	567	0,76	18,48	31,070	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,33	1,54	1,54	
7	2007	579	0,77	18,85	31,692	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,34	1,55	1,55	
8	2008	590	0,79	19,22	32,326	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,34	1,55	1,55	
9	2009	602	0,80	19,61	32,972	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,35	1,56	1,56	
10	2010	614	0,82	20,00	33,632	0,00	0,00	-	0,00	-	1,17	0,04	0,36	1,57	1,57	
11	2011	627	0,84	16,74	30,874	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,30	1,51	1,51	
12	2012	639	0,85	17,07	31,491	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,30	1,52	1,52	
13	2013	652	0,87	17,41	32,121	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,31	1,52	1,52	
14	2014	665	0,89	17,76	32,764	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,32	1,53	1,53	
15	2015	678	0,91	18,11	33,419	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,32	1,54	1,54	
16	2016	692	0,92	18,48	34,087	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,33	1,54	1,54	
17	2017	706	0,94	18,85	34,769	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,34	1,55	1,55	
18	2018	720	0,96	19,22	35,464	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,34	1,55	1,55	
19	2019	734	0,98	19,61	36,174	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,35	1,56	1,56	
20	2020	749	1,00	20,00	36,897	-	-	-	-	-	1,17	0,04	0,36	1,57	1,57	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					266.632	67,26	10,00	5,00	3,09	3,00	88,35	8,64	0,30	2,38	11,31	99,66

CUSTO/m3 R\$ 0,42



Tabela 3.31 - Estudo Econômico do Sistema Adutor São José

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável		Projetos	Gerenciam	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
											Demanda	Consumo			
0	2000	597	0,67												
1	2001	609	0,69	16,74	30,003	263,50	17,09	10,00	11,22	11,00	312,81	-	-	312,81	
2	2002	621	0,70	17,07	30,603	-	-	-	-	-	-	0,08	0,61	4,18	
3	2003	633	0,71	17,41	31,215	-	-	-	-	-	-	0,08	0,62	4,19	
4	2004	646	0,73	17,76	31,840	-	-	-	-	-	-	0,08	0,63	4,20	
5	2005	659	0,74	18,11	32,476	-	-	-	-	-	-	0,08	0,64	4,21	
6	2006	672	0,76	18,48	33,126	-	-	-	-	-	-	0,08	0,66	4,23	
7	2007	686	0,77	18,85	33,788	-	-	-	-	-	-	0,08	0,67	4,24	
8	2008	699	0,79	19,22	34,464	-	-	-	-	-	-	0,08	0,68	4,25	
9	2009	713	0,80	19,61	35,153	-	-	-	-	-	-	0,08	0,70	4,27	
10	2010	728	0,82	20,00	35,856	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,08	0,71	4,28	
11	2011	742	0,84	16,74	36,574	-	-	-	-	-	-	0,08	0,59	4,17	
12	2012	757	0,85	17,07	37,305	-	-	-	-	-	-	0,08	0,61	4,18	
13	2013	772	0,87	17,41	38,051	-	-	-	-	-	-	0,08	0,62	4,19	
14	2014	788	0,89	17,76	38,812	-	-	-	-	-	-	0,08	0,63	4,20	
15	2015	803	0,91	18,11	39,588	-	-	-	-	-	-	0,08	0,64	4,21	
16	2016	819	0,92	18,48	40,380	-	-	-	-	-	-	0,08	0,66	4,23	
17	2017	836	0,94	18,85	41,188	-	-	-	-	-	-	0,08	0,67	4,24	
18	2018	853	0,96	19,22	42,012	-	-	-	-	-	-	0,08	0,68	4,25	
19	2019	870	0,98	19,61	42,852	-	-	-	-	-	-	0,08	0,70	4,27	
20	2020	887	1,00	20,00	43,709	-	-	-	-	-	-	0,08	0,71	4,28	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					315.856	263,50	17,09	10,00	11,22	11,00	312,81	25,70	0,60	4,76	343,87

custo/m3 R\$ 1,21



Tabela 3.32 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Serra Do Félix

ANO	DADOS GERAIS				INVESTIMENTOS (R\$ X 10 ³)						MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10 ³)				TOTAL GERAL (R\$ X 10 ³)			
	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m ³)		Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciament	Desaprop	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia		
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável								Demanda	Consumo				
0	2000	729	0,67															
1	2001	743	0,69	16,74	36,627	269,00	23,25	10,00	11,69	12,00	325,94	-	-	-	-	325,94	4,54	
2	2002	758	0,70	17,07	37,360	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,61	0,62	4,55	4,55	
3	2003	773	0,71	17,41	42,341	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,62	0,63	4,56	4,56	
4	2004	789	0,73	17,76	43,188	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,64	0,64	4,58	4,58	
5	2005	805	0,74	18,11	44,052	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,66	0,66	4,59	4,59	
6	2006	821	0,76	18,48	44,933	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,67	0,67	4,60	4,60	
7	2007	837	0,77	18,85	45,831	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,68	0,68	4,62	4,62	
8	2008	854	0,79	19,22	46,748	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,70	0,70	4,63	4,63	
9	2009	871	0,80	19,61	47,683	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,71	0,71	4,64	4,64	
10	2010	888	0,82	20,00	48,636	0,00	0,00	-	0,00	-	-	3,85	0,08	0,71	0,71	4,64	4,64	
11	2011	906	0,84	16,74	49,609	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,59	0,59	4,53	4,53	
12	2012	924	0,85	17,07	50,601	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,61	0,61	4,54	4,54	
13	2013	943	0,87	17,41	51,613	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,62	0,62	4,55	4,55	
14	2014	962	0,89	17,76	52,646	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,63	0,63	4,56	4,56	
15	2015	981	0,91	18,11	53,699	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,64	0,64	4,58	4,58	
16	2016	1.000	0,92	18,48	54,773	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,66	0,66	4,59	4,59	
17	2017	1.020	0,94	18,85	55,868	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,67	0,67	4,60	4,60	
18	2018	1.041	0,96	19,22	56,985	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,68	0,68	4,62	4,62	
19	2019	1.062	0,98	19,61	58,125	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,70	0,70	4,63	4,63	
20	2020	1.083	1,00	20,00	59,288	-	-	-	-	-	-	3,85	0,08	0,71	0,71	4,64	4,64	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					365.591	269,00	23,25	10,00	11,69	12,00	325,94	26,38	0,60	4,76	33,73	359,67		

custo/m3 R\$ 1,04



Tabela 3.33 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Monte Castelo-Maravilha

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciam	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
											Demanda	Consumo				
0	2000	1.337	0,67													
1	2001	1.364	0,69	16,74	74.683	638,00	80,00	15,00	0,12	20,00			753,12		753,12	
2	2002	1.391	0,70	17,07	76.177	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,64	14,51	14,51	
3	2003	1.419	0,71	17,41	77.700	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,71	14,58	14,58	
4	2004	1.448	0,73	17,76	79.254	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,79	14,65	14,65	
5	2005	1.477	0,74	18,11	80.839	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,86	14,73	14,73	
6	2006	1.506	0,76	18,48	82.456	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,94	14,81	14,81	
7	2007	1.536	0,77	18,85	84.105	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,02	14,89	14,89	
8	2008	1.567	0,79	19,22	85.787	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,10	14,97	14,97	
9	2009	1.598	0,80	19,61	87.503	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,18	15,05	15,05	
10	2010	1.630	0,82	20,00	89.253	0,00	0,00	0,00	0,00	-	10,38	0,49	4,27	15,13	15,13	
11	2011	1.663	0,84	16,74	91.038	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,57	14,44	14,44	
12	2012	1.696	0,85	17,07	92.859	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,64	14,51	14,51	
13	2013	1.730	0,87	17,41	94.716	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,71	14,58	14,58	
14	2014	1.765	0,89	17,76	96.610	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,79	14,65	14,65	
15	2015	1.800	0,91	18,11	98.543	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,86	14,73	14,73	
16	2016	1.836	0,92	18,48	100.513	-	-	-	-	-	10,38	0,49	3,94	14,81	14,81	
17	2017	1.873	0,94	18,85	102.524	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,02	14,89	14,89	
18	2018	1.910	0,96	19,22	104.574	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,10	14,97	14,97	
19	2019	1.948	0,98	19,61	106.666	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,18	15,05	15,05	
20	2020	1.987	1,00	20,00	108.799	-	-	-	-	-	10,38	0,49	4,27	15,13	15,13	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					707.600	638,00	80,00	15,00	0,12	20,00	753,12	76,46	3,58	28,54	108,57	861,69

CUSTO/m3 R\$ 1,35



Tabela 3.34 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Dom Maurício

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciam	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		
											Demanda	Consumo			
0	2000	457	0,67												
1	2001	467	0,69	16,74	22.989	188,00	50,00	15,00	0,12	9,00	-	-	262,12	262,12	
2	2002	476	0,70	17,07	26.055	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,43	7,13	
3	2003	485	0,71	17,41	26.576	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,48	7,18	
4	2004	495	0,73	17,76	27.107	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,53	7,23	
5	2005	505	0,74	18,11	27.649	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,58	7,28	
6	2006	515	0,76	18,48	28.202	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,63	7,33	
7	2007	525	0,77	18,85	28.766	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,68	7,38	
8	2008	536	0,79	19,22	29.342	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,73	7,44	
9	2009	547	0,80	19,61	29.929	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,79	7,49	
10	2010	558	0,82	20,00	30.527	0,00	0,00	-	0,00	-	4,38	0,32	2,84	7,55	
11	2011	569	0,84	16,74	31.138	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,38	7,08	
12	2012	580	0,85	17,07	31.760	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,43	7,13	
13	2013	592	0,87	17,41	32.396	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,48	7,18	
14	2014	604	0,89	17,76	33.044	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,53	7,23	
15	2015	616	0,91	18,11	33.704	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,58	7,28	
16	2016	628	0,92	18,48	34.379	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,63	7,33	
17	2017	640	0,94	18,85	35.066	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,68	7,38	
18	2018	653	0,96	19,22	35.767	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,73	7,44	
19	2019	666	0,98	19,61	36.483	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,79	7,49	
20	2020	680	1,00	20,00	37.212	-	-	-	-	-	4,38	0,32	2,84	7,55	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					242.020	188,00	50,00	15,00	0,12	9,00	262,12	32,26	2,38	19,03	315,79

CUSTO/m3 R\$ 1,45



Tabela 3.35 - Estudo Econômico do Sistema Adutor São João dos Queirozes

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)	
	Residente	PI/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciám	Desaprop.	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia
0	2000	643	0,67												
1	2001	656	0,69	16,74	32,341	420,00	31,00	20,00	18,04	4,00	493,04	-	-	493,04	
2	2002	669	0,70	17,07	32,988	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,91	6,78
3	2003	683	0,71	17,41	33,648	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,93	6,80
4	2004	697	0,73	17,76	34,321	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,95	6,82
5	2005	710	0,74	18,11	35,007	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,97	6,84
6	2006	725	0,76	18,48	35,707	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,99	6,86
7	2007	739	0,77	18,85	36,421	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,01	6,88
8	2008	754	0,79	19,22	37,150	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,03	6,90
9	2009	769	0,80	19,61	37,893	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,05	6,92
10	2010	784	0,82	20,00	38,650	0,00	0,00	-	0,00	-	-	5,75	0,12	1,07	6,94
11	2011	800	0,84	16,74	39,423	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,89	6,76
12	2012	816	0,85	17,07	40,212	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,91	6,78
13	2013	832	0,87	17,41	41,016	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,93	6,80
14	2014	849	0,89	17,76	41,837	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,95	6,82
15	2015	866	0,91	18,11	42,673	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,97	6,84
16	2016	883	0,92	18,48	43,527	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	0,99	6,86
17	2017	901	0,94	18,85	44,397	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,01	6,88
18	2018	919	0,96	19,22	45,285	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,03	6,90
19	2019	937	0,98	19,61	46,191	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,05	6,92
20	2020	956	1,00	20,00	47,115	-	-	-	-	-	-	5,75	0,12	1,07	6,94
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					340,468	420,00	31,00	20,00	18,04	4,00	493,04	42,35	0,89	7,14	543,42

custo/m3 R\$ 1,77



Tabela 3.36 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Ibareta-Oitica

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombagem.	Volume (m³)		Adutora	Elevatórias	INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)			MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)			TOTAL GERAL (R\$ X 103)		
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável			Projetos	Gerenciados	Desaprop.	Manutenção	ENERGIA			TOTAL Manut. / Energia	
0	2000	1.318	0,67													
1	2001	1.344	0,69	16,74	66.241	125,00	40,00	20,00	6,60	6,00	197,60	-	-	197,60	5,66	
2	2002	1.371	0,70	17,07	67.565	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,12	5,66	
3	2003	1.399	0,71	17,41	68.917	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,17	5,70	
4	2004	1.427	0,73	17,76	70.295	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,21	5,74	
5	2005	1.455	0,74	18,11	71.701	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,25	5,79	
6	2006	1.484	0,76	18,48	73.135	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,30	5,83	
7	2007	1.514	0,77	18,85	74.598	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,35	5,88	
8	2008	1.544	0,79	19,22	76.090	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,39	5,93	
9	2009	1.575	0,80	19,61	77.611	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,44	5,97	
10	2010	1.607	0,82	20,00	79.164	0,00	0,00	-	0,00	-	-	3,25	0,28	2,49	6,02	
11	2011	1.639	0,84	16,74	80.747	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,08	5,62	
12	2012	1.671	0,85	17,07	82.362	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,12	5,66	
13	2013	1.705	0,87	17,41	84.009	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,17	5,70	
14	2014	1.739	0,89	17,76	85.689	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,21	5,74	
15	2015	1.774	0,91	18,11	87.403	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,25	5,79	
16	2016	1.809	0,92	18,48	89.151	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,30	5,83	
17	2017	1.845	0,94	18,85	90.934	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,35	5,88	
18	2018	1.882	0,96	19,22	92.753	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,39	5,93	
19	2019	1.920	0,98	19,61	94.608	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,44	5,97	
20	2020	1.958	1,00	20,00	96.500	-	-	-	-	-	-	3,25	0,28	2,49	6,02	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)					627.610	125,00	40,00	20,00	6,60	6,00	197,60	23,94	2,09	16,65	42,67	240,27

CUSTO/m3 R\$ 0,38



Tabela 3.37 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Pacajus

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		Adutora	INVESTIMENTOS (R\$ X 10 ³)				MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10 ³)				TOTAL GERAL (R\$ X 10 ³)
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável		Gerencia m.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut./Energia		
							Elevatórias	Projetos		Demanda	Consumo				
0	2000	188.001	0.67												
1	2001	191.761	0.69	10.498,913	9.449,021	780,00	546,00	100,00	53,04	50,00	1,529,04	-	-	1,529,04	
2	2002	195.596	0.70	10.708,891	9.638,002	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	138,37	
3	2003	199.508	0.71	10.923,069	9.830,762	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	141,13	
4	2004	203.498	0.73	11.141,530	10.027,377	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	143,96	
5	2005	207.568	0.74	11.364,361	10.227,925	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	146,84	
6	2006	211.720	0.76	11.591,648	10.432,483	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	149,77	
7	2007	215.954	0.77	11.823,481	10.641,133	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	152,77	
8	2008	220.273	0.79	12.059,950	10.853,955	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	155,82	
9	2009	224.679	0.80	12.301,149	11.071,035	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	158,94	
10	2010	229.172	0.82	12.547,172	11.292,455	0,00	0,00	-	0,00	-	-	35,10	18,45	162,12	
11	2011	233.756	0.84	12.798,116	11.518,304	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	135,65	
12	2012	238.431	0.85	13.054,078	11.748,670	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	138,37	
13	2013	243.199	0.87	13.315,160	11.983,644	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	141,13	
14	2014	248.063	0.89	13.581,463	12.223,317	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	143,96	
15	2015	253.025	0.91	13.853,082	12.467,783	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	146,84	
16	2016	258.085	0.92	14.130,154	12.717,139	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	149,77	
17	2017	263.247	0.94	14.412,757	12.971,481	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	152,77	
18	2018	268.512	0.96	14.701,012	13.230,911	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	155,82	
19	2019	273.882	0.98	14.995,033	13.495,529	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	158,94	
20	2020	279.360	1.00	15.294,933	13.765,440	-	-	-	-	-	-	35,10	18,45	162,12	
VALOR ATUAL (12 % a.a.)						780,00	546,00	100,00	53,04	50,00	1,529,04	288,54	135,87	1,084,54	1,478,95
														3,007,99	

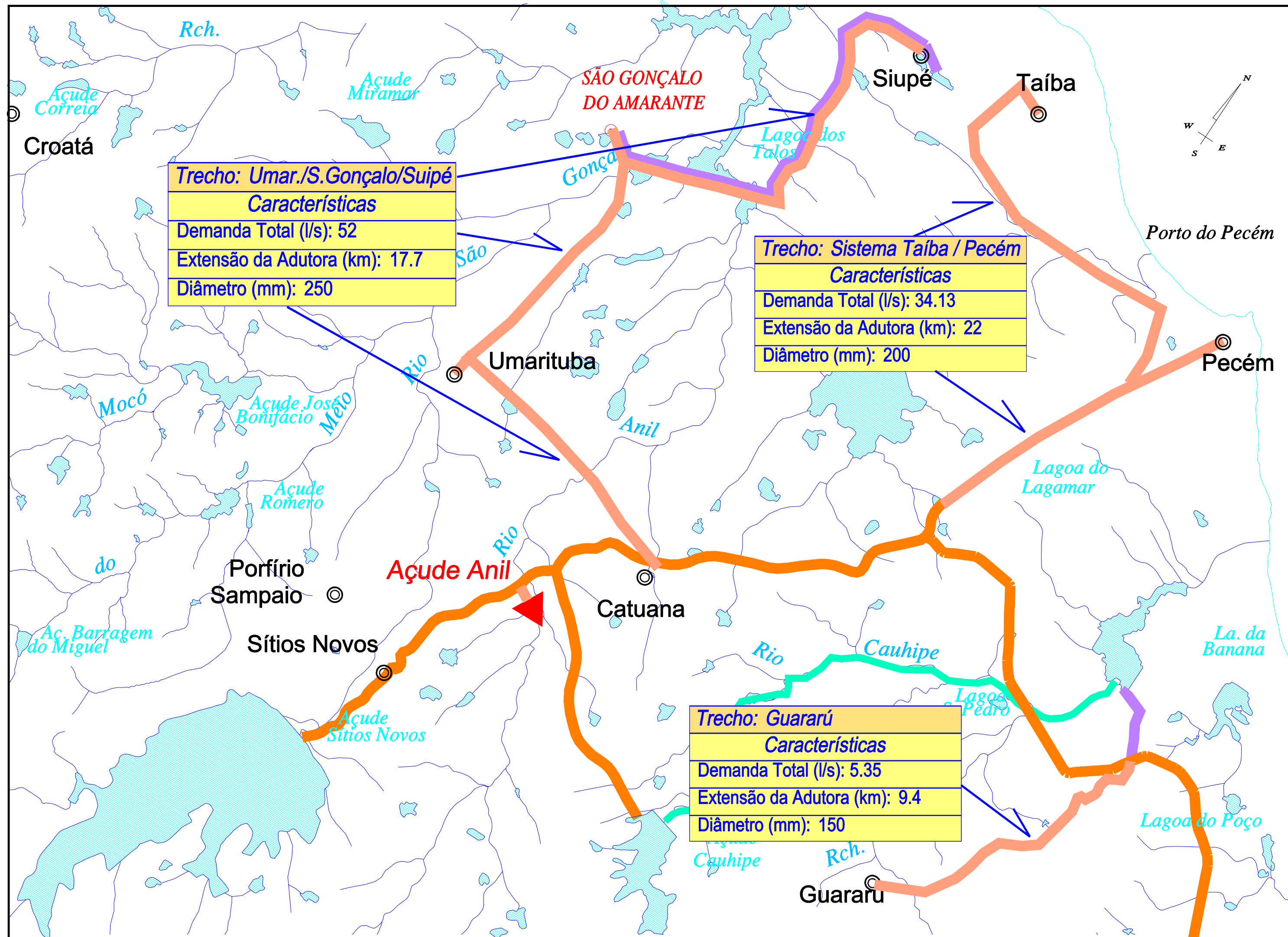
custo/m3 R\$ 0,03



Tabela 3.38 - Estudo Econômico do Sistema Adutor Chorozinho

ANO	POPULAÇÃO (hab)		Nº Horas diárias de bombeam.	Volume (m³)		INVESTIMENTOS (R\$ X 10³)						MANUTENÇÃO/ENERGIA (R\$ x 10³)				TOTAL GERAL (R\$ X 103)		
	Residente	Pi/Pf		Captado	Faturável	Adutora	Elevatórias	Projetos	Gerenciam.	Desaprop.	TOTAL Investimento	Manutenção	ENERGIA		TOTAL Manut./Energia			
												Demanda	Consumo					
0	2000	2,713	0,67															
1	2001	2,768	0,69	151.531	136.378	5,00	10,30	10,00	0,61	20,00	45,91	-	-	-	45,91			
2	2002	2,823	0,70	154.561	139,105	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,61	1,25			
3	2003	2,879	0,71	157,653	141,887	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,62	1,26			
4	2004	2,937	0,73	160,806	144,725	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,63	1,28			
5	2005	2,996	0,74	164,022	147,620	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,64	1,29			
6	2006	3,056	0,76	167,302	150,572	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,66	1,30			
7	2007	3,117	0,77	170,648	153,583	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,67	1,32			
8	2008	3,179	0,79	174,061	156,685	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,68	1,33			
9	2009	3,243	0,80	177,542	159,788	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,70	1,34			
10	2010	3,308	0,82	181,093	162,984	0,00	0,00	-	0,00	-	-	0,57	0,08	0,71	1,36			
11	2011	3,374	0,84	184,715	166,244	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,59	1,24			
12	2012	3,441	0,85	188,409	169,568	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,61	1,25			
13	2013	3,510	0,87	192,178	172,980	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,62	1,26			
14	2014	3,580	0,89	196,021	176,419	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,63	1,28			
15	2015	3,652	0,91	199,942	179,947	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,64	1,29			
16	2016	3,725	0,92	203,940	183,546	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,66	1,30			
17	2017	3,799	0,94	208,019	187,217	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,67	1,32			
18	2018	3,875	0,96	212,180	190,962	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,68	1,33			
19	2019	3,953	0,98	216,423	194,781	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,70	1,34			
20	2020	4,032	1,00	220,752	198,676	-	-	-	-	-	-	0,57	0,08	0,71	1,36			
VALOR ATUAL (12 % a.a.)						5,00	10,30	10,00	0,61	20,00	45,91	4,16	0,60	4,76	9,51	55,43		

custo/m3 R\$ 0,04



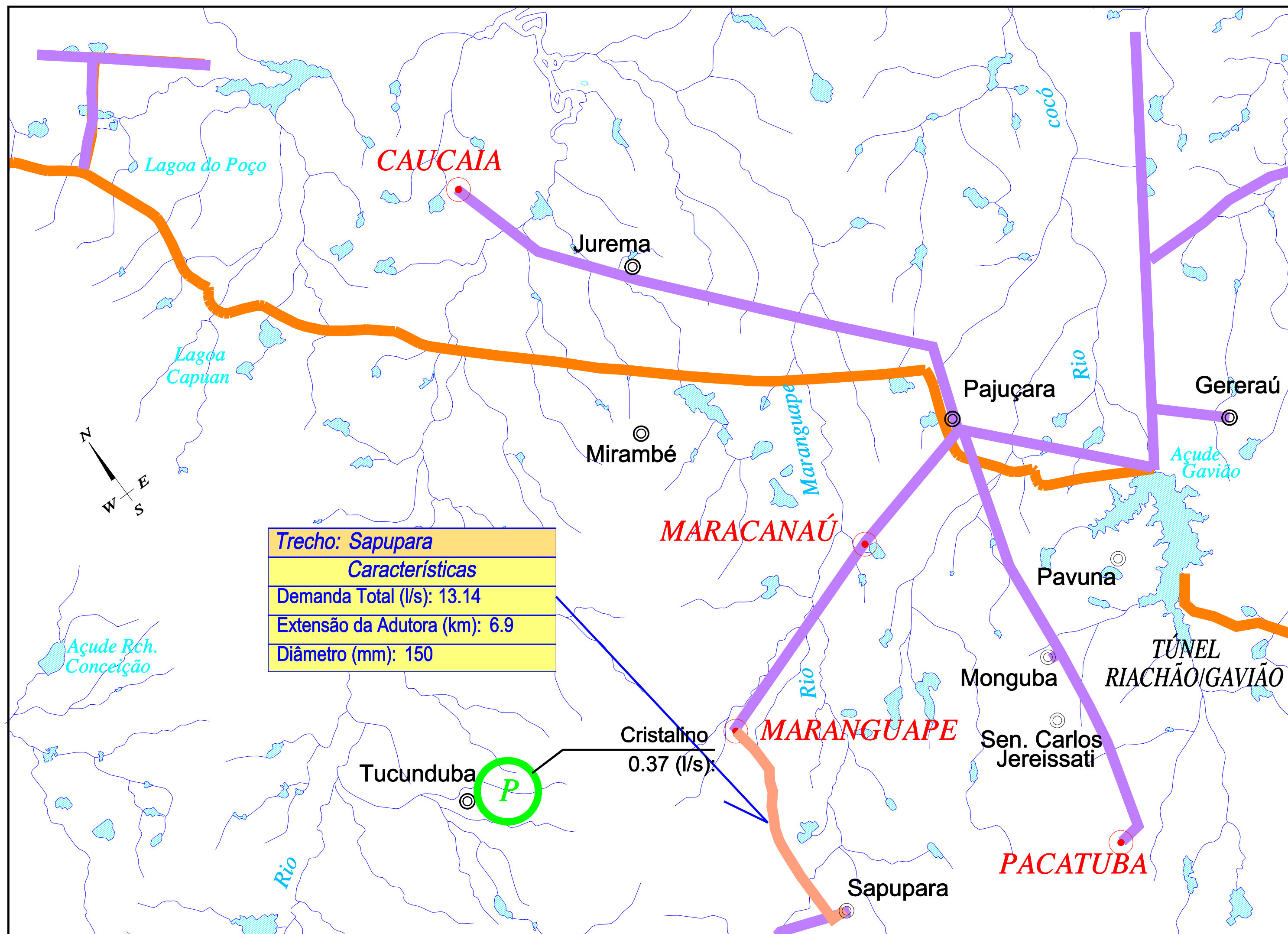
CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- P Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados

FIGURA 3.1
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Umarituba/São Gonçalo/Suiapé
 Taíba / Pecém
 Guararú

VBA
 CONSULTORES

S/ESCALA



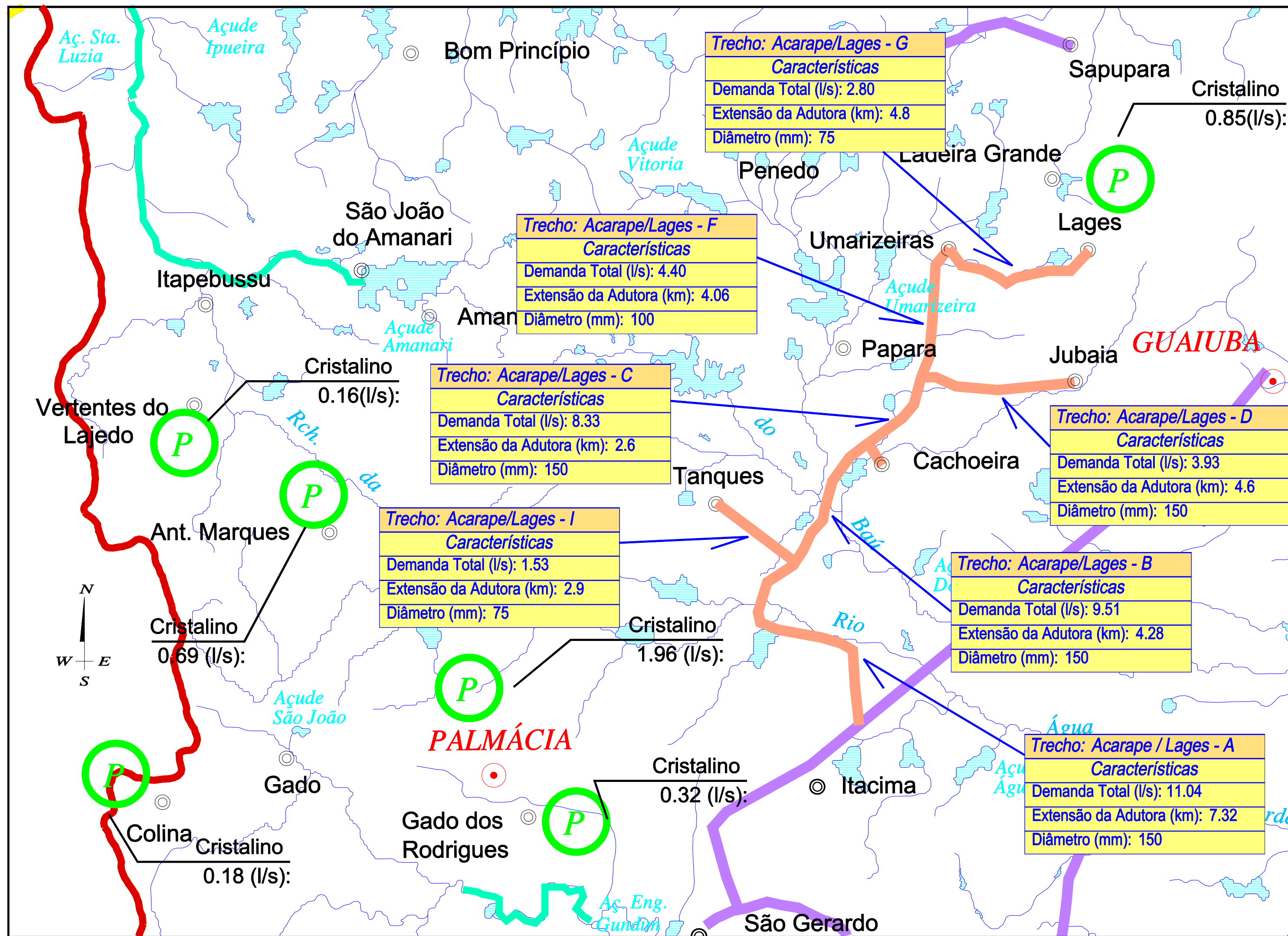
CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- P Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados



FIGURA 3.2
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Sapupara
 Tucunduba


S/ESCALA

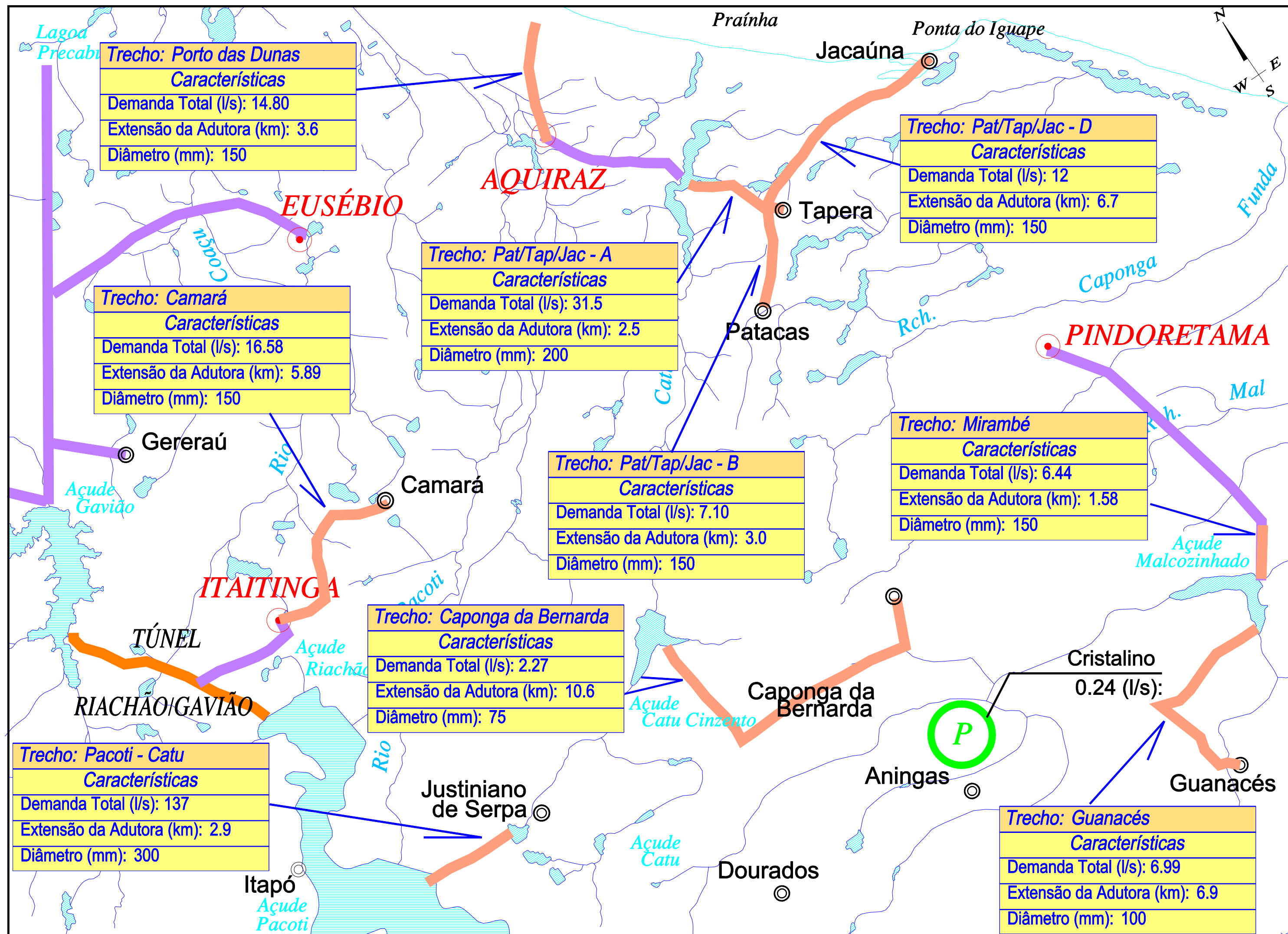


CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- Açudes Programados

FIGURA 3.3
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Acarape / Lages - A, B, C, D, F, G, e I
 Lages, Vertentes do Lajedo, Antº Marques, Palmácia, Gado dos Rodrigues, Colina
 S/ESCALA



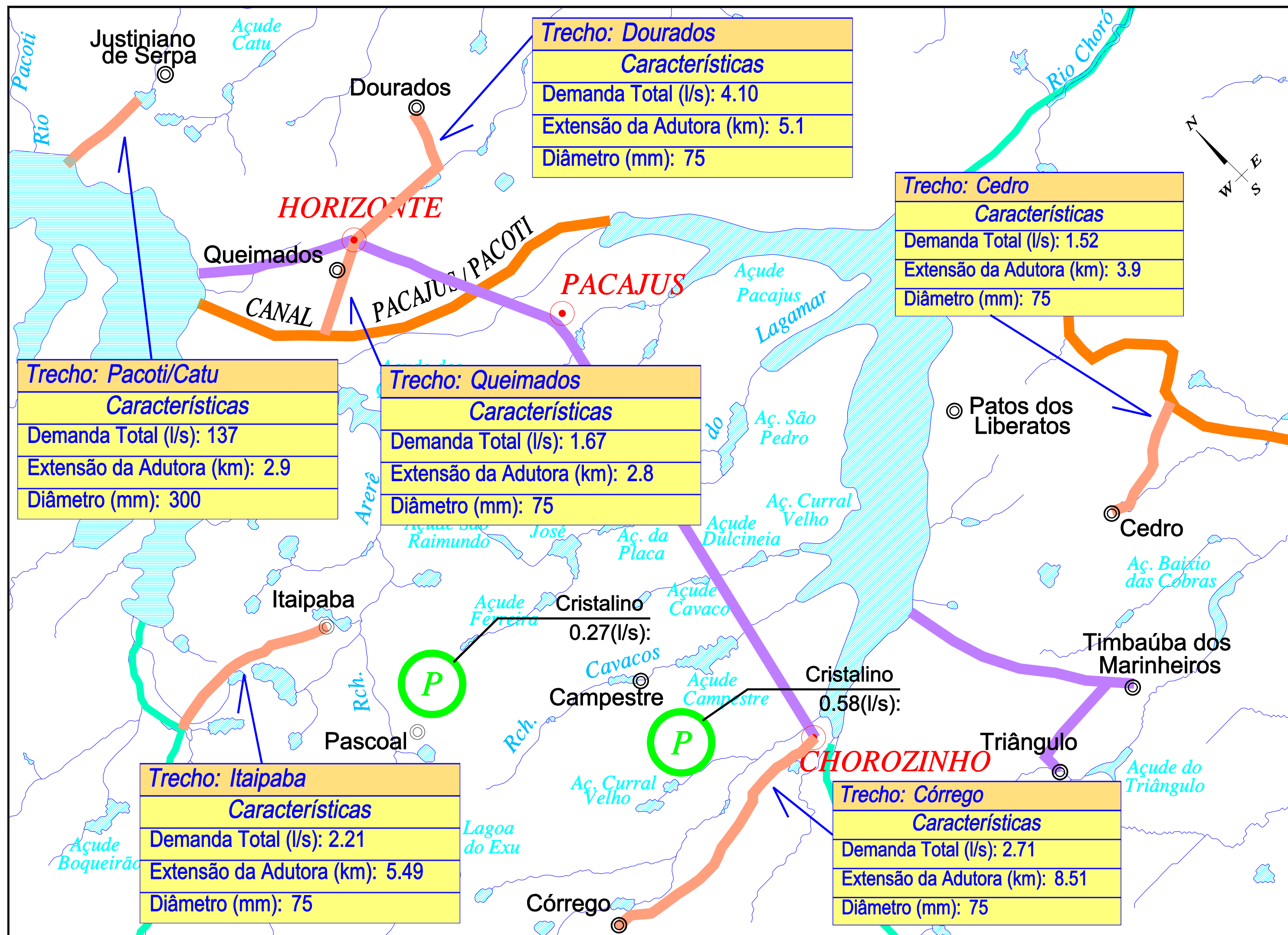


CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- Açudes Programados



FIGURA 3.4
 SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Porto das Dunas, Camará,
 Pataca/Tapera/Jacaúna A, B e D,
 Mirambé, Caponga da Bernarda,
 Guanacés, Pacoti/Catu/
 Aningas



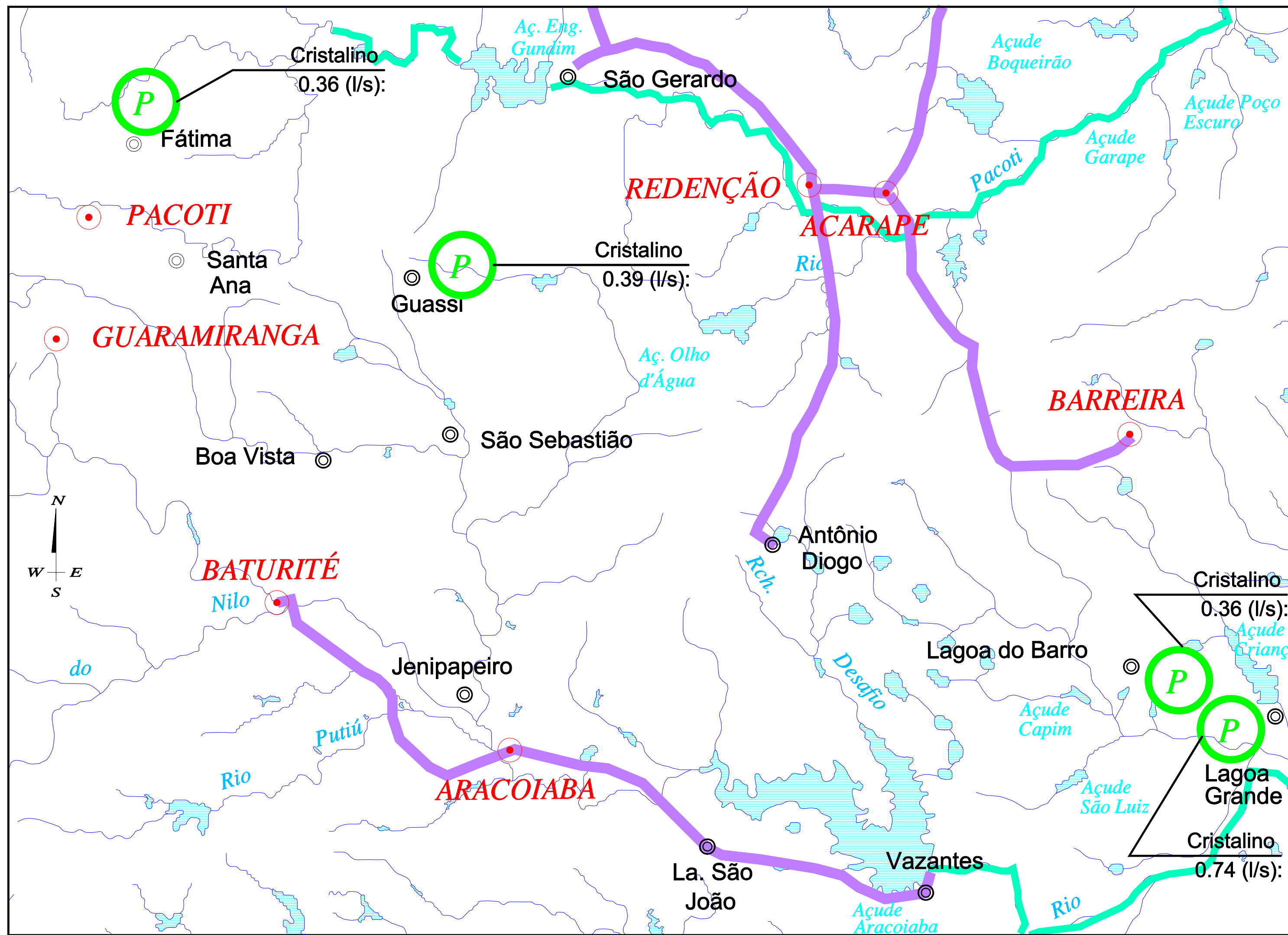
CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- P Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados

FIGURA 3.5
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Dourados, Pacoti/Catu,
 Queimados, Cedro, Itaipaba
 Córrego
 Pascoal, Campestre

VBA
 CONSULTORES

S/ESCALA



CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- ▲ Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- (P) Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados



FIGURA 3.6
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Fátima, Guassi,
 Lagoa do Barro, Lagoa Grande

S/ESCALA

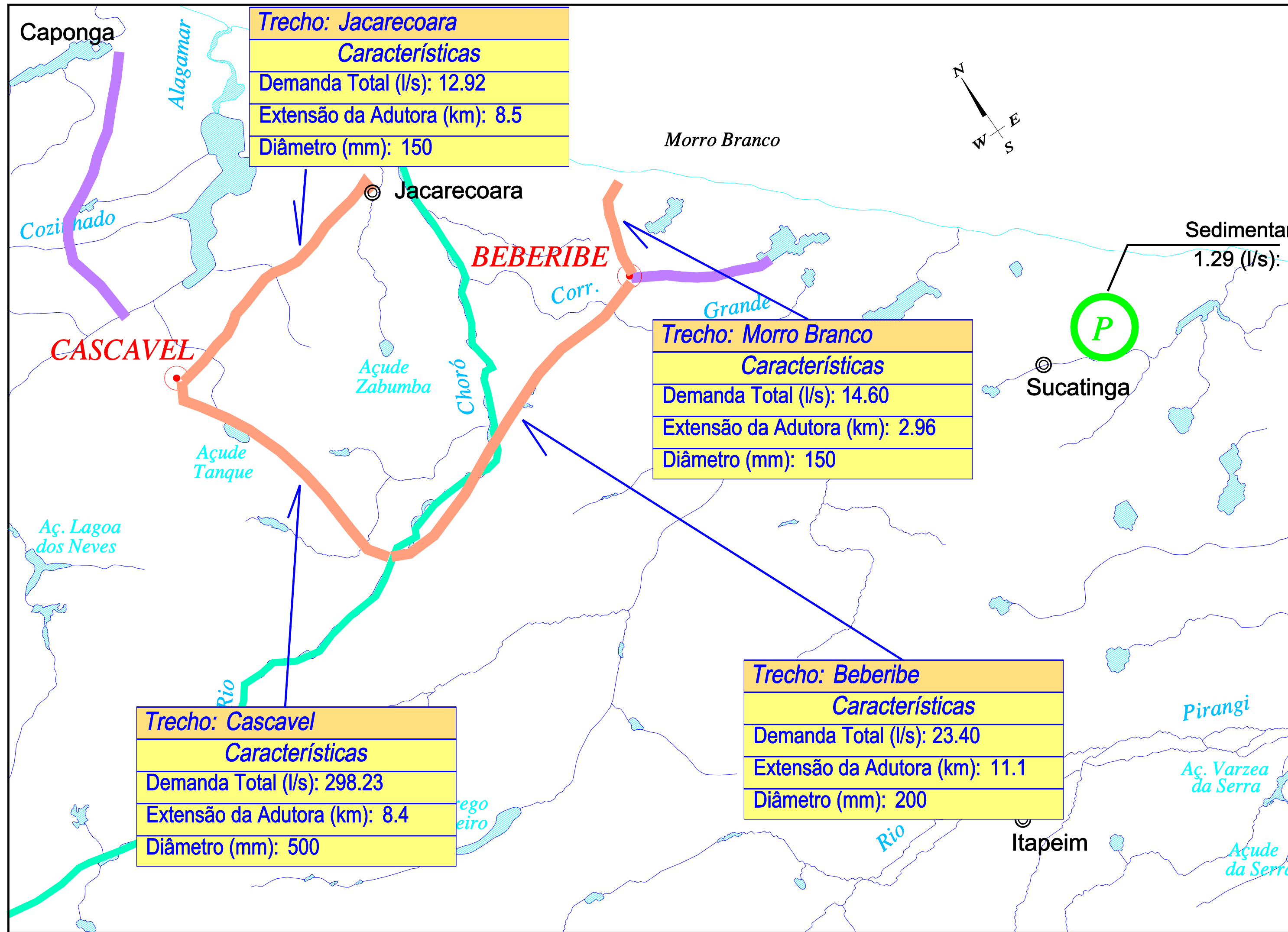
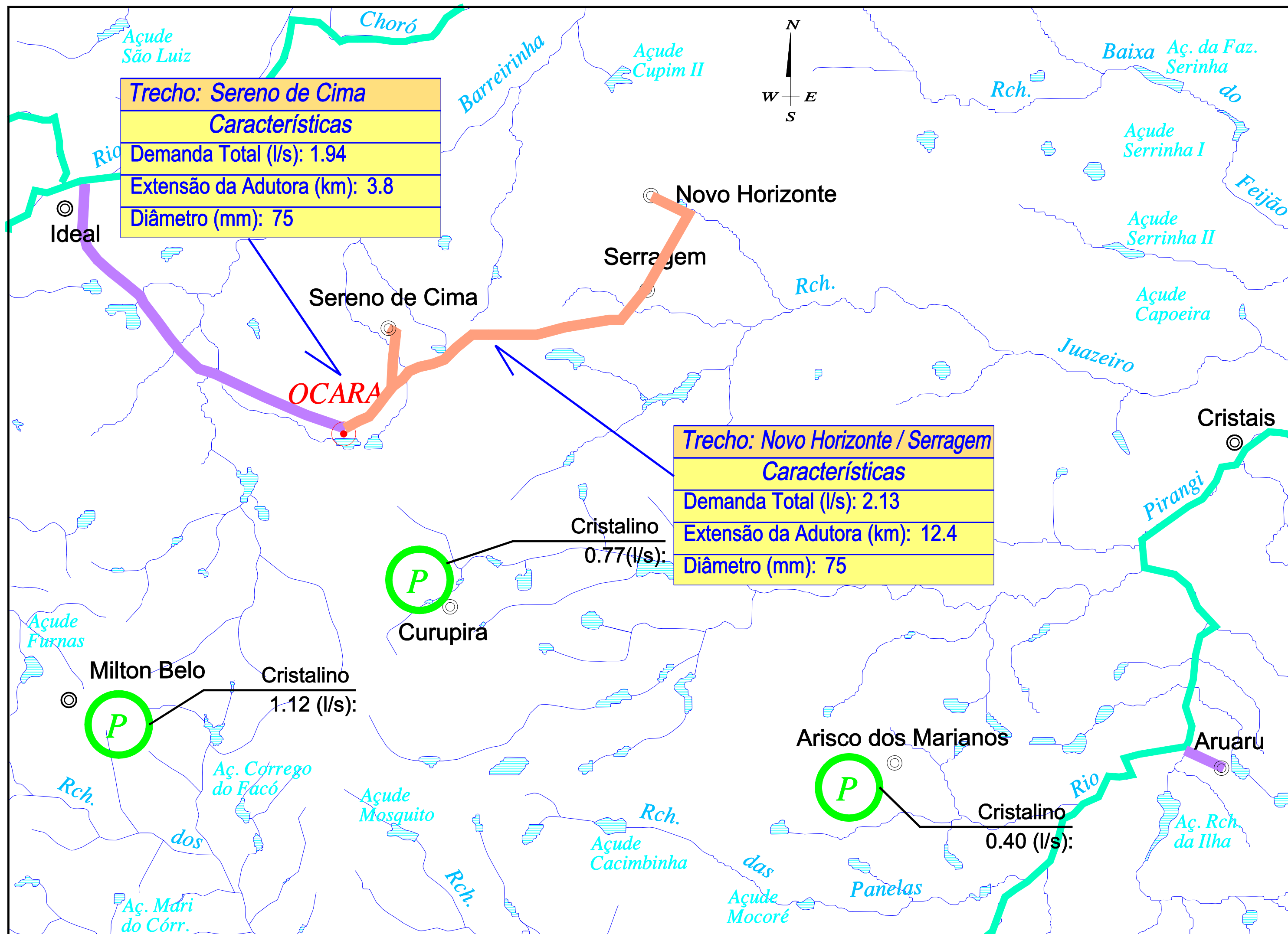


FIGURA 3.7
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Jacarecoara, Morro Branco,
 Cascavel, Beberibe
 Sucatinga



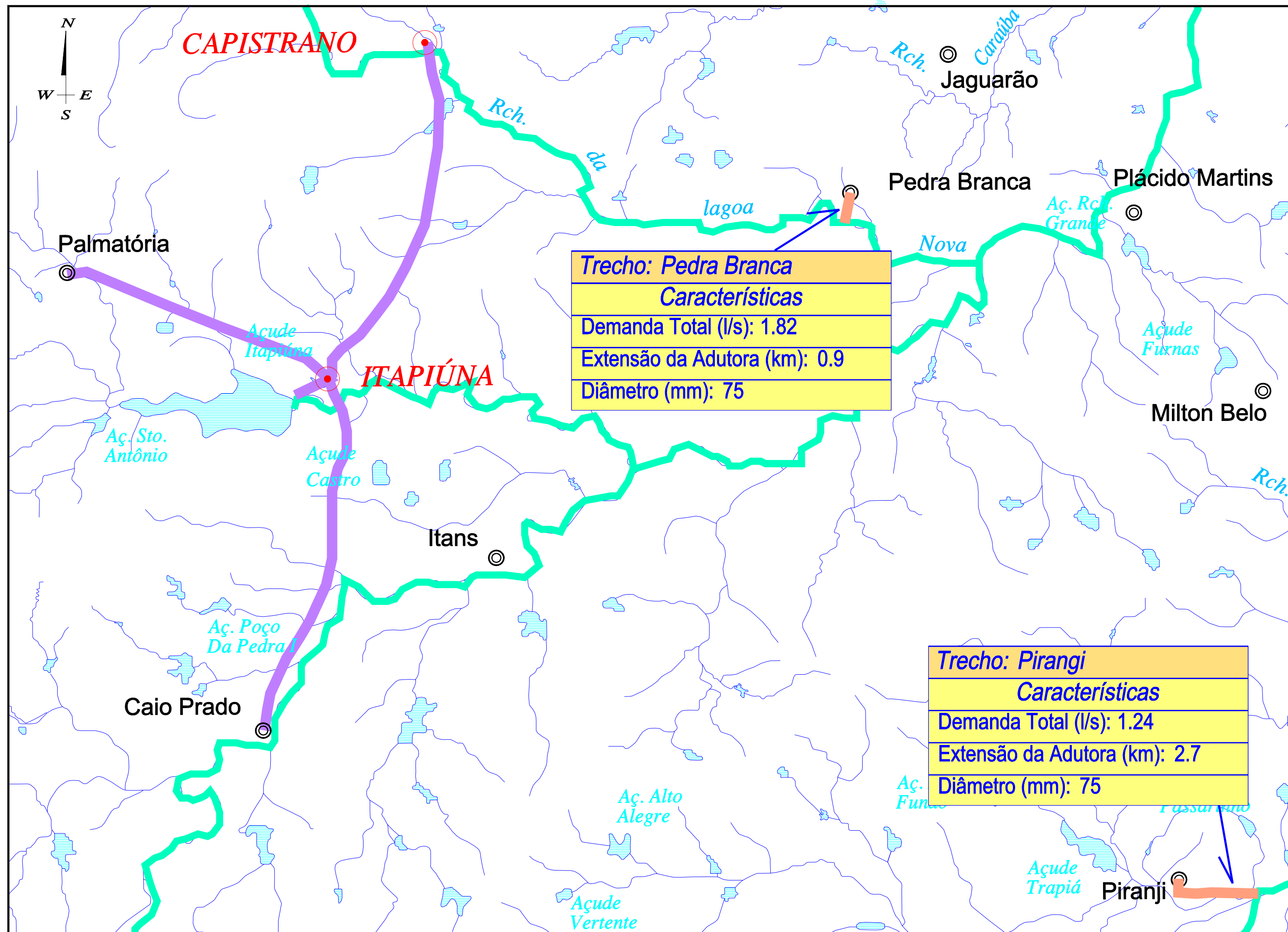
CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- ▲ Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- (P) Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados



FIGURA 3.8
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Sereno de Cima,
 Novo Horizonte / Serragem
 Curupira, Milton Belo
 Arisco dos Marianos

S/ESCALA

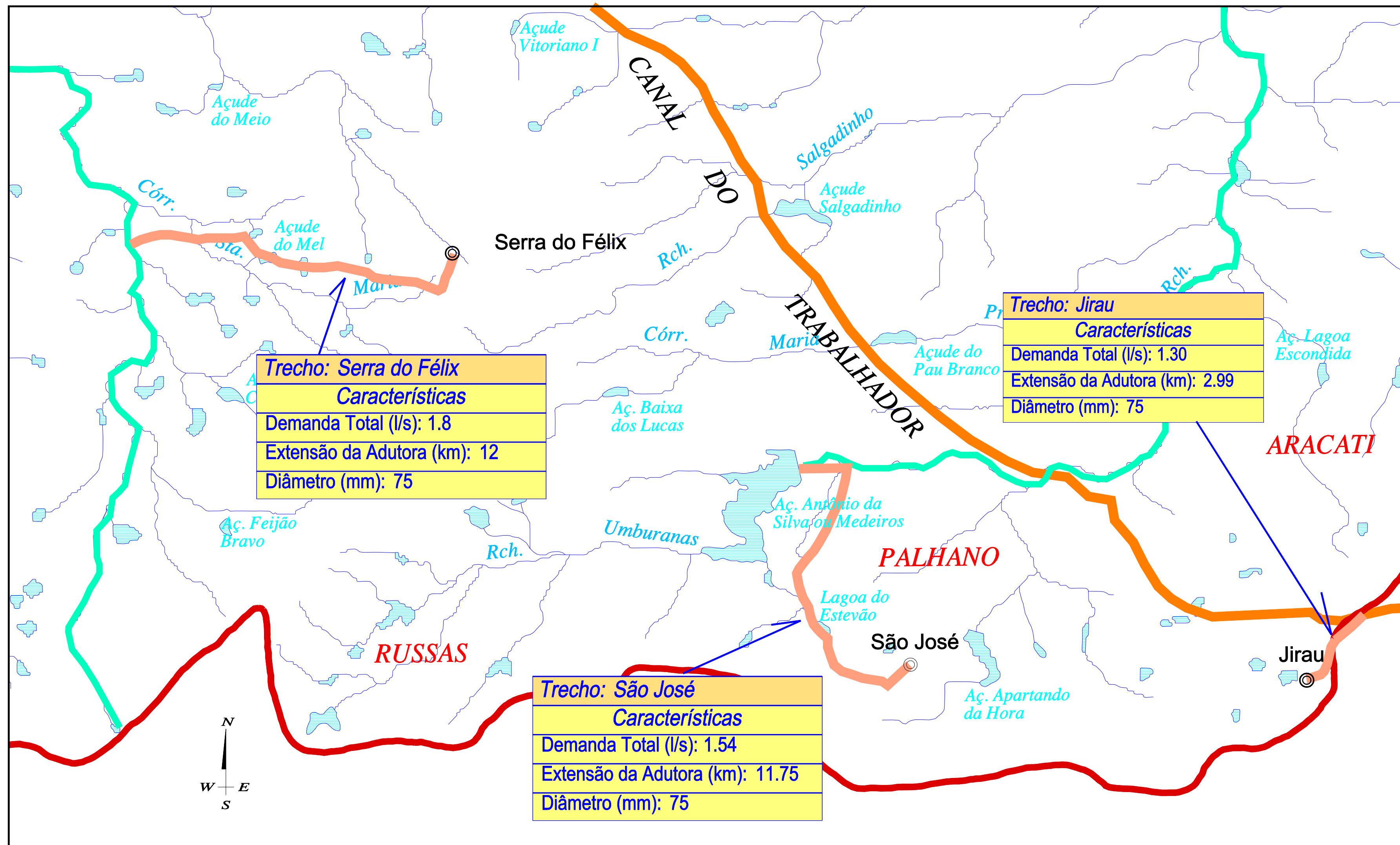


CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- P Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados



FIGURA 3.9
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Pedra Branca, Pirangi

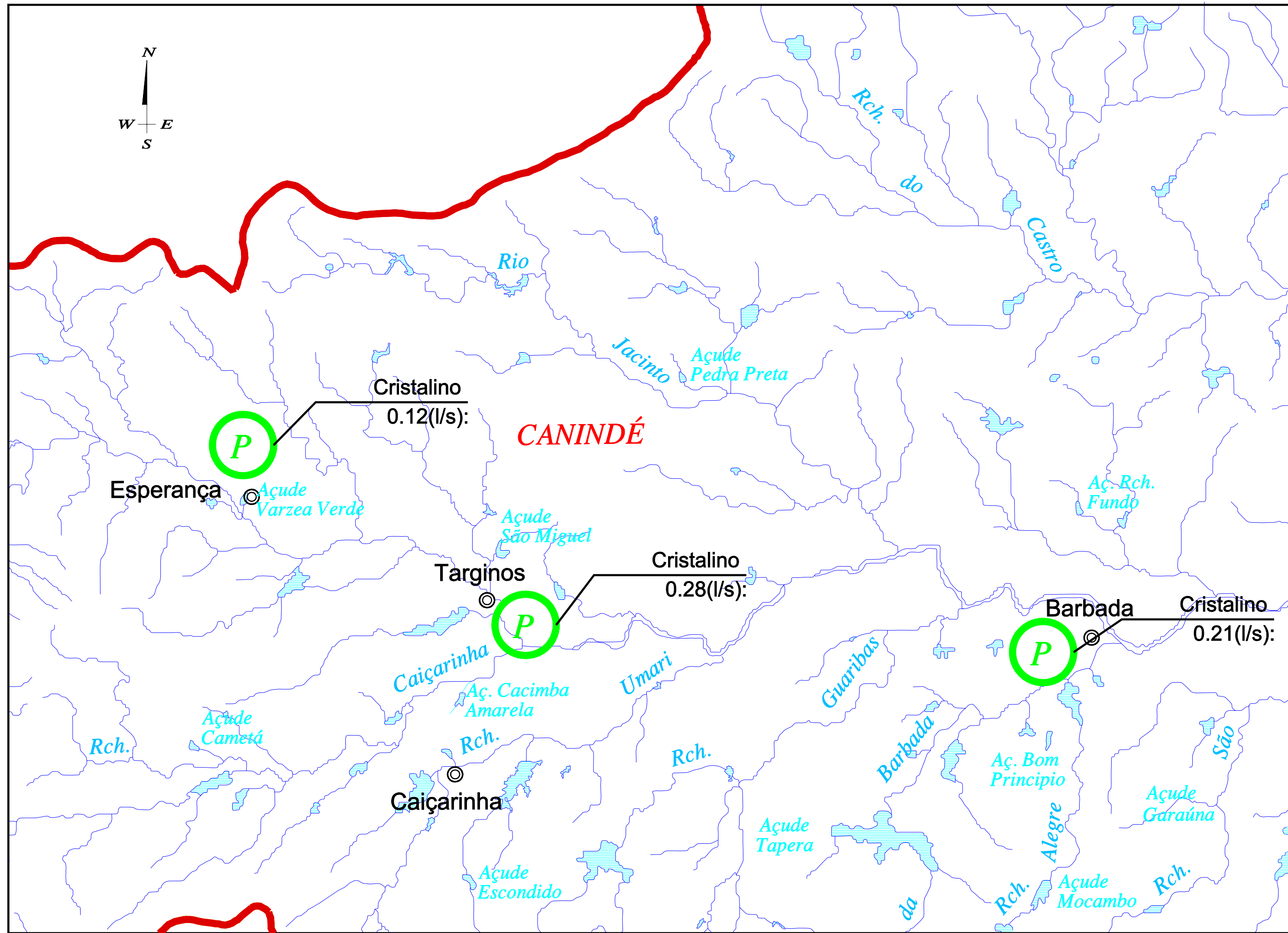


CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- Açudes Programados



FIGURA 3.10
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Serra do Félix, Jirau
 São José



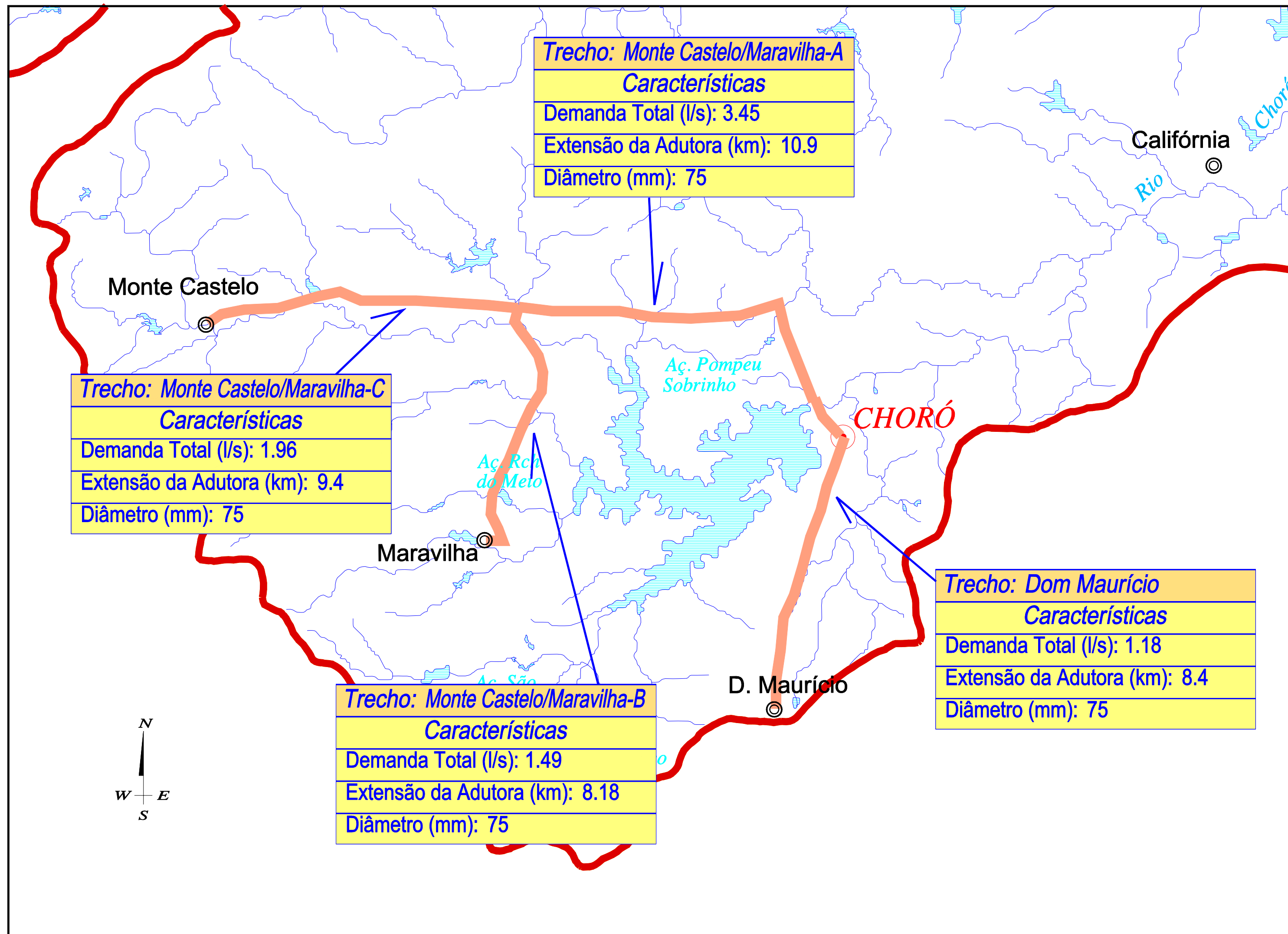
CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- ▭ Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- P Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados



FIGURA 3.11
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Esperança, Targinos,
 Barbada

S/ESCALA



CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- Açudes Programados



FIGURA 3.12
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Monte Castelo / Maravilha - A
 Monte Castelo / Maravilha - B
 Monte Castelo / Maravilha - C
 Dom Maurício
 S/ESCALA

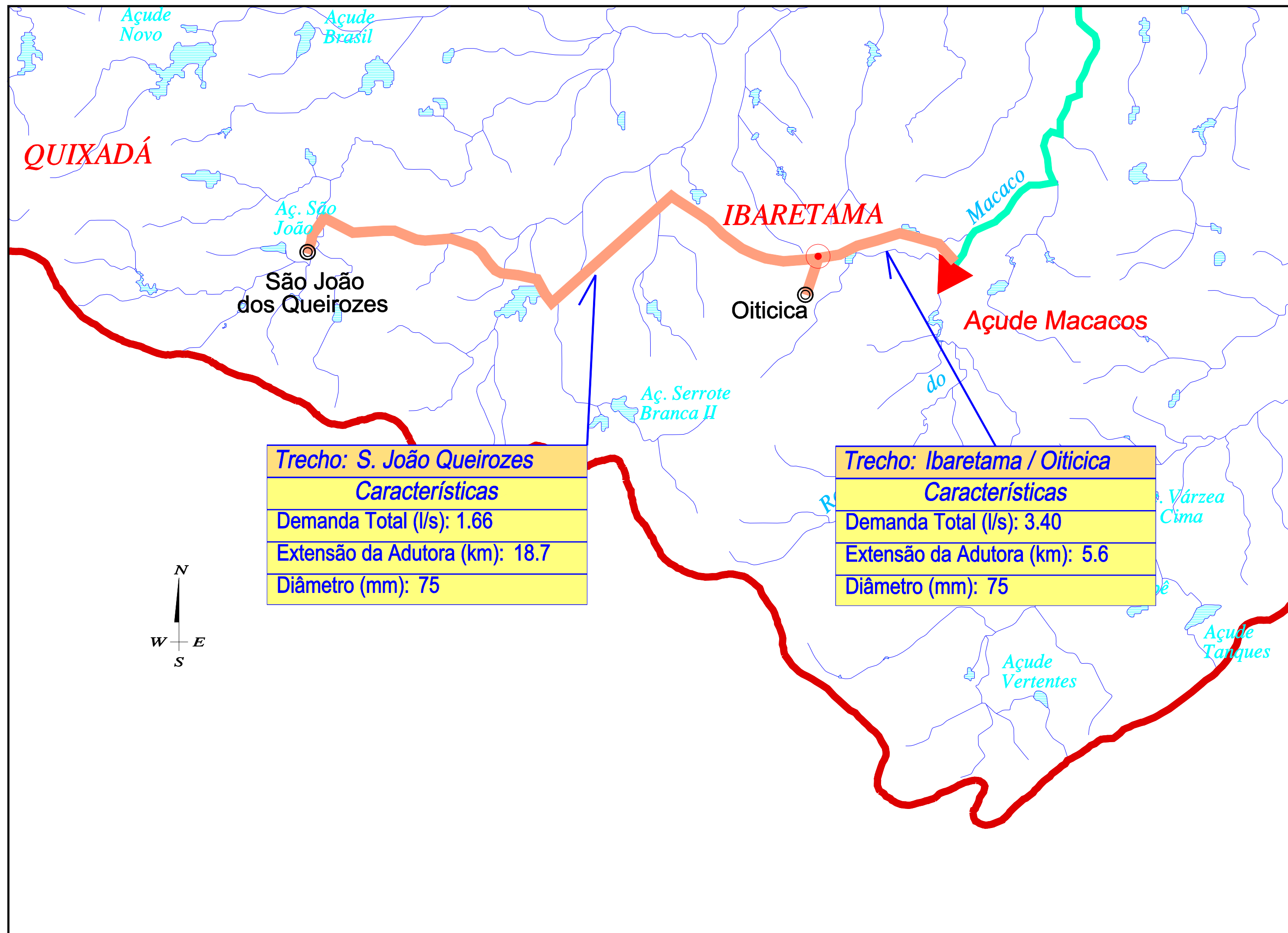
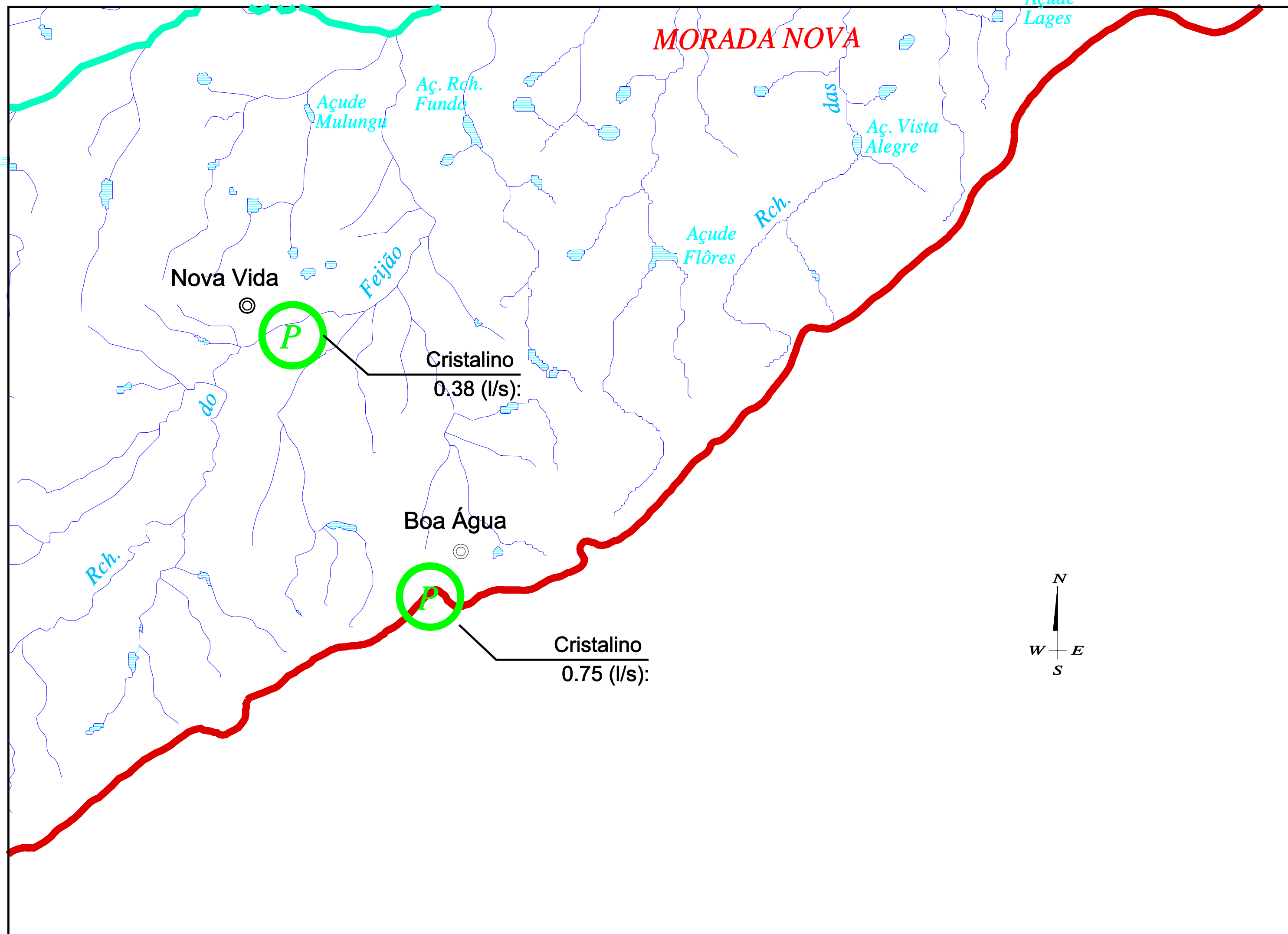


FIGURA 3.13
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 São João dos Queirozes
 Ibaretama / Oiticica



CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Adutoras da Infra-Estrutura Atual
- Adutoras da Infra-Estrutura de Programação
- Canais
- Rio Perenizado
- P Ampliação da Disponibilidade Subterrânea
- ▲ Açudes Programados

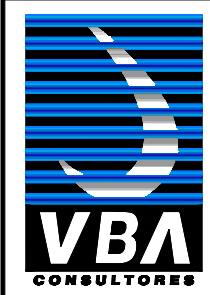
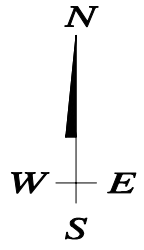
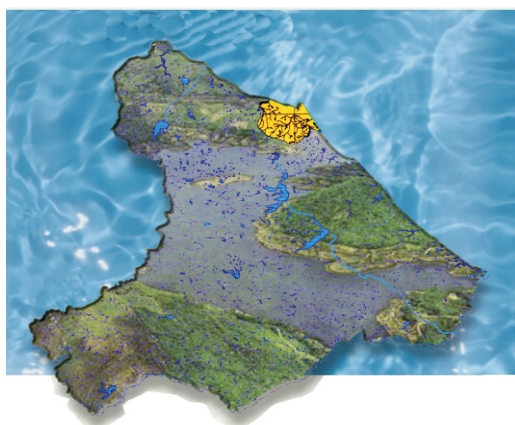


FIGURA 3.14
SISTEMA(S) ADUTOR(ES) E POÇO(S)
 Boa Água, Nova Vida
 S/ESCALA

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 4 PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DO CANAL DO TRABALHADOR



4 - PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DO CANAL DO TRABALHADOR

4.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em decorrência da irregularidade de chuvas, registrada nos três últimos anos, os açudes que abastecem o Sistema de Água Bruta da Região Metropolitana de Fortaleza (SABRMF) não receberam recarga significativa. Este fato demandou uma série de ações com a finalidade de evitar o comprometimento do sistema.

A COGERH, que a partir de novembro de 1996 vem operando, em regime de comodato, estes mesmos açudes, tem tomado, ao longo deste período, uma série de ações com objetivo de aumentar a robustez operacional do SABRMF.

Dentre o conjunto de ações, pode-se destacar a construção do Sistema Auxiliar de Transferência de Água do Açude Pacoti para o Açude Riachão, em outubro de 1998, a fim de garantir o funcionamento do canal que une estes dois reservatórios.

A despeito destas ações, os níveis operacionais dos reservatórios só puderam ser mantidos graças a transferência de água, operada pela COGERH de forma continuada, através do Canal do Trabalhador, cuja localização está apresentada na Figura 4.1. É neste contexto, portanto, que se fez necessário um conjunto de ações para garantia e melhoria das condições de transposição através do referido canal.

Assim, a partir de agosto de 1999, a COGERH desencadeou, sob o título de AÇÕES DE MELHORIA DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DO CANAL DO TRABALHADOR, um conjunto de obras subdivididas em três vertentes, licitadas em lotes diferentes, conforme descrito abaixo:

- LOTE 1 – Fornecimento de Equipamentos e Execução de Obras Civas do Sifão Complementar do Rio Macacos e Serviços de Apoio para Recuperação dos Sifões Existentes nos Rio Macacos e Umburanas.
- LOTE 2 – Serviços de Reforço de Aterros, da Implantação de Extravadores de Segurança e Serviços Complementares de Recuperação de Pontos Isolados.
- LOTE 3 – Fornecimento e Instalação de Equipamentos Hidromecânicos de Operação, Manutenção e Segurança do Canal.

Na Tabela 4.1, apresentada a seguir, encontram-se resumidos os valores e prazos das obras em execução.



Tabela 4.1 - Orçamento das Obras

Lote	Empresa Contratada	Valor da Obra	Prazo
01	ARCOS/ENATEC	R\$ 3.270.745,58	120 dd
02	MARY EMPREENDIMENTOS	R\$ 1.116.999,21	120 dd
03	NOVAMETA	R\$ 292.400,00	90 dd
TOTAL		R\$ 4.680.144,79	

Além destas ações, encontra-se em execução a Estação de Bombeamento de Água Bruta do Açude Pacajus (EB-0), cuja finalidade é melhorar as condições operacionais de transferência de água bruta deste para o Açude Pacoti.

4.1.1 - SIFÃO MACACOS

Atividade principal – Execução de uma nova célula, paralela à célula existente, com as seguintes características:

- vazão de projeto de 6,00m³/s;
- comprimento de 1.592m;
- diâmetro composto de 2.100 e 2.300 mm;
- aço com revestimento interno com tinta primária de *primer epoxi* rico em zinco (2 demãos, com espessura mínima por demão igual a 70 micra) e acabamento interno contituído de 3 (três) demãos de *Coal Tar Epoxi* com espessura mínima de 100 micra por demão, espessura total de 300 micra;
- cota da boca de montante (geratriz superior do tubo): 51,00
- cota da boca de jusante (geratriz superior do tubo): 49,50

4.1.2 - REFORÇO DOS ATERROS

Os reforços de aterros existente estão sendo executados em 10 trechos, ao longo de 70 Km do eixo do canal. Esta ação visa garantir a estabilidade de aterros parcialmente comprometidos por erosão dos taludes, bem como elevar a cota de coroamento dos mesmos, afim de melhorar as condições de vazão no trecho.

Os reforços estão sendo executados nos seguintes trechos:

- 208 a 228 UM;
- 000 a 008 UP;
- 082 a 084UP;
- 128 a 131 UP;
- 138 a 142 UP;
- 190 a 195 UP;
- 044 a 051 PP;



- 099 a 111 PP;
- 228 a 236 UP;
- 318 a 322 PP.

4.1.3 - INSTALAÇÃO DE COMPORTA

A implementação de comportas corredeiras verticais, subdividindo o canal em vários sub-trechos, almeja permitir a melhoria do controle operacional, tanto no que tange ao período necessário ao esvaziamento de um certo trecho, como à economia decorrente da possibilidade do não esvaziamento completo.

Outra vantagem relevante, especialmente nos períodos de demanda continuada, é a capacidade de atenuar o período entre o desligamentos das bombas e a retomada da condição de operação normal.

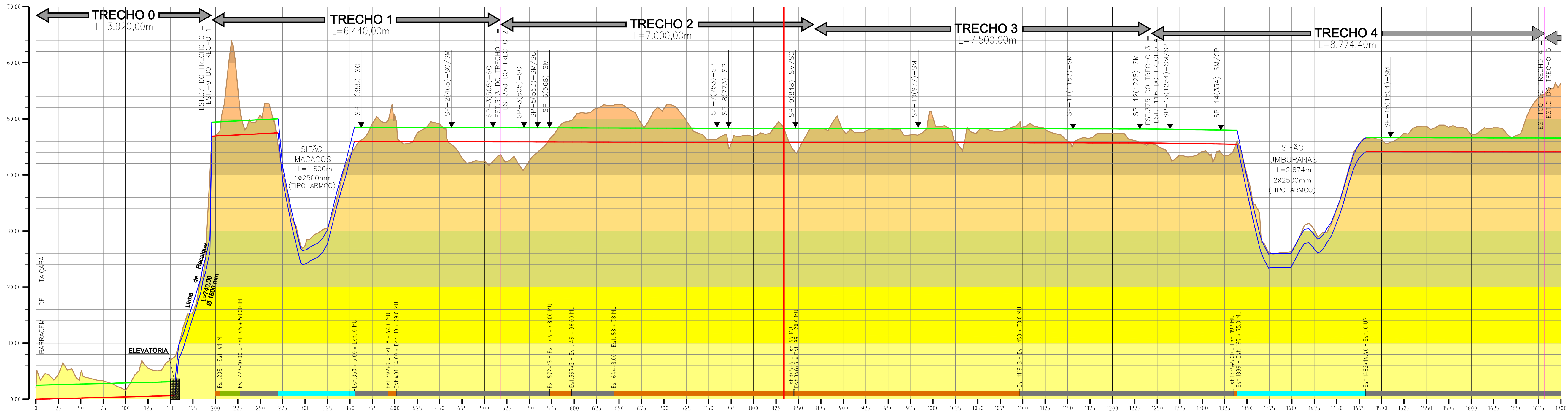
As comportas serão fabricadas em aço carbono e acessórios de aço inox, composta de 5 (cinco) módulos de 1,577m de largura e alturas totais variando de 1,05m a 2,20m, que deverão estar equipadas com sistema de acionamento eletromecânico com motoredutor e de acionamento manual por manivela.

O fundo do canal será revestido em concreto no local em que será instalada a comporta. Isto acarreta, somado à própria comporta, uma redução da seção hidráulica, cujas conseqüências merecem análise.

As cinco comportas estarão localizadas nos seguintes pontos, ao longo do canal:

- 97 MU;
- 127 UP + 50,00;
- 250 UP + 50,00;
- 99 PP + 50,00; e
- 205 PP + 50,00.

Afim de ilustrar o que foi relatado, apresenta-se, nas Figuras 4.2.a, 4.2.b e 4.2.c, o perfil do canal com a localização das principais obras.



LEGENDA

TERRENO ———

F. CANAL ———

BERMA ———

TIPO DE REVESTIMENTO

MANTA ———

CONCRETO ———

ROCHA ———

SIFÃO ———

COTA TN.	DIST. PARCIAL	DIST. ACUMULADA	COTA FUNDO CANAL	COTA DA BERMA
2.500	0,00	0,00	2,00	2,50
2.602	0,102	500,00	4,40	2,60
2.704	0,204	1000,00	4,70	2,70
2.807	0,307	1500,00	4,20	2,80
2.909	0,409	2000,00	1,60	2,90
3.011	0,511	2500,00	5,50	3,01
3.113	0,613	3000,00	7,00	3,11
-	14,640	3500,00	15,20	-
49.433	46,933	4000,00	46,90	49,43
49.639	47,139	4500,00	55,50	49,63
49.845	47,345	5000,00	50,70	49,84
-	39,008	5500,00	40,40	-
-	24,110	6000,00	27,40	-
-	27,710	6500,00	30,50	-
-	42,760	7000,00	43,50	-
48.491	45,991	7500,00	49,20	48,49
48.475	45,975	8000,00	50,80	48,47
48.459	45,959	8500,00	47,50	48,45
48.443	45,943	9000,00	49,10	48,44
48.427	45,927	9500,00	42,30	48,42
48.411	45,911	10000,00	42,50	48,41
48.399	45,899	10500,00	42,30	48,39
48.391	45,891	11000,00	42,00	48,39
48.384	45,884	11500,00	46,46	48,38
48.377	45,877	12000,00	49,80	48,37
48.370	45,870	12500,00	51,80	48,37
48.363	45,863	13000,00	52,60	48,36
48.356	45,856	13500,00	49,60	48,35
48.349	45,849	14000,00	51,40	48,34
48.341	45,841	14500,00	50,20	48,34
48.334	45,834	15000,00	46,30	48,33
48.327	45,827	15500,00	47,70	48,32
48.320	45,820	16000,00	46,90	48,32
48.313	45,813	16500,00	48,50	48,31
48.306	45,806	17000,00	43,80	48,30
48.299	45,799	17500,00	48,20	48,29
48.292	45,792	18000,00	48,40	48,29
48.285	45,785	18500,00	47,60	48,28
48.279	45,779	19000,00	48,10	48,27
48.272	45,772	19500,00	47,10	48,27
48.265	45,765	20000,00	51,30	48,26
48.259	45,759	20500,00	46,30	48,25
48.252	45,752	21000,00	47,40	48,25
48.245	45,745	21500,00	47,80	48,24
48.239	45,739	22000,00	46,50	48,23
48.232	45,732	22500,00	48,40	48,23
48.225	45,725	23000,00	46,30	48,22
48.219	45,719	23500,00	46,50	48,21
48.212	45,712	24000,00	47,40	48,21
48.205	45,705	24500,00	46,20	48,20
48.176	45,676	25000,00	45,30	48,17
48.118	45,618	25500,00	43,40	48,11
48.061	45,561	26000,00	44,10	48,06
48.003	45,503	26500,00	43,40	48,00
-	36,957	27000,00	40,60	-
-	23,421	27500,00	26,20	-
-	23,802	28000,00	26,30	-
-	29,799	28500,00	30,50	-
-	31,101	29000,00	33,50	-
-	42,981	29500,00	45,10	-
46.650	44,150	30000,00	45,40	46,65
46.613	44,113	30500,00	47,40	46,61
46.636	44,136	31000,00	48,70	46,63
46.630	44,130	31500,00	48,50	46,63
46.623	44,123	32000,00	47,20	46,62
46.616	44,116	32500,00	48,40	46,61
46.609	44,109	33000,00	47,00	46,60
46.603	44,103	33500,00	53,20	46,60
46.595	44,095	34000,00	56,30	46,59

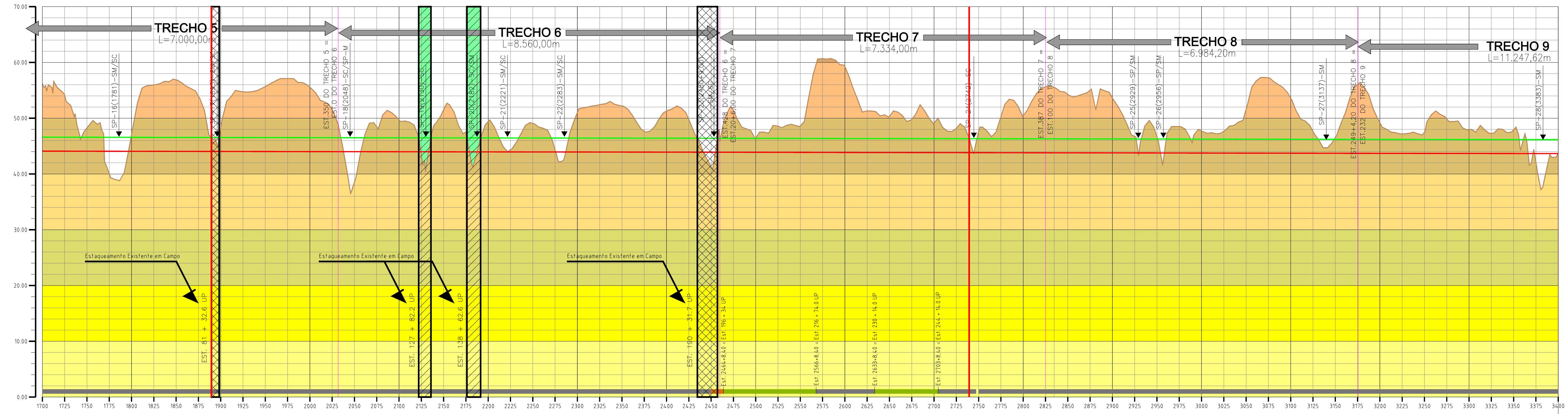


Trechos Prioritários p/ Recuperação dos Aterros

Outros Trechos p/ Recuperação dos Aterros

Ponto de Instalação de Comporta

FIGURA 4.2.a -LAYOUT GERAL DO TRAÇADO, PERFIL E DADOS BÁSICOS CONSOLIDADOS DO CANAL DO TRABALHADOR SOBRE CARTA TOPOGRÁFICA COM REPRESENTAÇÃO HIPSOMÉTRICA
ESCALA 1/50.000



- LEGENDA**
- TERRENO
 - F. CANAL
 - BERMA
- TIPO DE REVESTIMENTO**
- MANTA
 - CONCRETO
 - ROCHA
 - SIFÃO

COTA TN.	DIST. PARCIAL	DIST. ACUMULADA	COTA FUNDO CANAL	COTA DA BERMA
46.595	44.095	34000.00	500.00	56.30
46.588	44.088	34500.00	500.00	54.20
46.581	44.081	35000.00	500.00	47.60
46.574	44.074	35500.00	500.00	41.50
46.567	44.067	36000.00	500.00	39.30
46.560	44.060	36500.00	500.00	55.90
46.552	44.052	37000.00	500.00	57.00
46.545	44.045	37500.00	500.00	54.90
46.537	44.037	38000.00	500.00	45.00
46.530	44.030	38500.00	500.00	54.80
46.523	44.023	39000.00	500.00	55.40
46.516	44.016	39500.00	500.00	57.00
46.509	44.009	40000.00	500.00	56.00
46.502	44.002	40500.00	500.00	57.40
46.496	43.996	41000.00	500.00	36.90
46.491	43.991	41500.00	500.00	49.20
46.485	43.985	42000.00	500.00	50.30
46.479	43.979	42500.00	500.00	46.80
46.473	43.973	43000.00	500.00	50.40
46.467	43.967	43500.00	500.00	47.50
46.461	43.961	44000.00	500.00	48.80
46.456	43.956	44500.00	500.00	44.00
46.450	43.950	45000.00	500.00	49.20
46.444	43.944	45500.00	500.00	46.00
46.438	43.938	46000.00	500.00	49.70
46.432	43.932	46500.00	500.00	51.70
46.426	43.926	47000.00	500.00	51.70
46.421	43.921	47500.00	500.00	48.80
46.415	43.915	48000.00	500.00	51.00
46.409	43.909	48500.00	500.00	51.00
46.403	43.903	49000.00	500.00	42.30
46.395	43.895	49500.00	500.00	51.60
46.387	43.887	50000.00	500.00	46.30
46.379	43.879	50500.00	500.00	43.60
46.371	43.871	51000.00	500.00	48.50
46.363	43.863	51500.00	500.00	60.70
46.355	43.855	52000.00	500.00	59.50
46.349	43.849	52500.00	500.00	51.30
46.345	43.845	53000.00	500.00	50.20
46.339	43.839	53500.00	500.00	49.70
46.332	43.832	54000.00	500.00	49.00
46.326	43.826	54500.00	500.00	48.00
46.319	43.819	55000.00	500.00	47.30
46.313	43.813	55500.00	500.00	50.00
46.307	43.807	56000.00	500.00	50.30
46.301	43.801	56500.00	500.00	55.60
46.294	43.794	57000.00	500.00	54.70
46.287	43.787	57500.00	500.00	54.00
46.280	43.780	58000.00	500.00	54.00
46.273	43.773	58500.00	500.00	54.00
46.266	43.766	59000.00	500.00	48.40
46.258	43.758	59500.00	500.00	48.50
46.251	43.751	60000.00	500.00	48.00
46.244	43.744	60500.00	500.00	47.30
46.237	43.737	61000.00	500.00	49.60
46.230	43.730	61500.00	500.00	51.30
46.223	43.723	62000.00	500.00	54.60
46.216	43.716	62500.00	500.00	48.70
46.208	43.708	63000.00	500.00	45.60
46.201	43.701	63500.00	500.00	55.70
46.195	43.695	64000.00	500.00	49.90
46.190	43.690	64500.00	500.00	47.20
46.185	43.685	65000.00	500.00	47.00
46.180	43.680	65500.00	500.00	50.30
46.175	43.675	66000.00	500.00	47.90
46.170	43.670	66500.00	500.00	47.30
46.164	43.664	67000.00	500.00	47.50
46.159	43.659	67500.00	500.00	44.40
46.154	43.654	68000.00	500.00	43.00

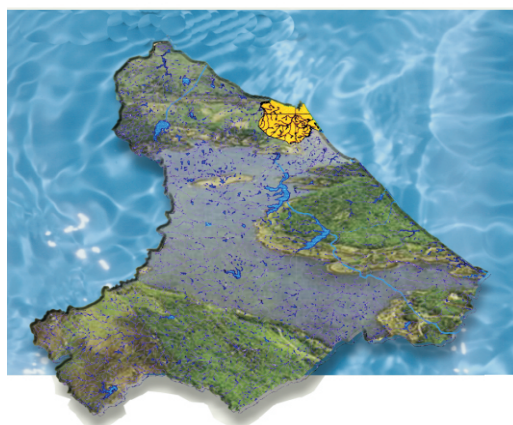


- Trechos Prioritários p/ Recuperação dos Aterros
- Outros Trechos p/ Recuperação dos Aterros

Ponto de Instalação de Comporta

FIGURA 4.2.b - LAYOUT GERAL DO TRAÇADO, PERFIL E DADOS BÁSICOS CONSOLIDADOS DO CANAL DO TRABALHADOR SOBRE CARTA TOPOGRÁFICA COM REPRESENTAÇÃO HIPSOMÉTRICA
 ESCALA 1/50.000

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 5 PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO EIXO SERTÃO CENTRAL



5 – PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO EIXO SERTÃO CENTRAL - METROPOLITANAS

5.1 – OS SEGMENTOS COMPONENTES DO EIXO DE INTEGRAÇÃO COM A BACIA DO JAGUARIBE

A distribuição espacial das áreas de concentração de demandas, das fontes de suprimento e do sistema Pacajus/Pacoti/Riachão/Gavião, atualmente em operação, induz e condiciona, que qualquer estudo de alternativas de concepção de um eixo de integração das Bacias Metropolitanas com o Jaguaribe deve, naturalmente, ser desenvolvido considerando o sistema geral de integração subdividido nos dois segmentos a seguir caracterizados:

▸ Segmento Leste - Integração da Bacia Jaguaribe com Sistema RMF Atual

Este segmento deverá ser concebido e otimizado para garantir a complementação programada em etapas das demandas da RMF, considerando-se nos estudos as alternativas de integração dos reservatórios Castanhão, Banabuiú e Pedras Brancas, bem como importantes obras existentes situadas ao longo da diretriz geral de ligação das regras de suprimento ao açude Pacoti, que será considerado como local de referência e chegada da água importada da bacia do Jaguaribe.

Como obras importantes, que se evidenciam como pontos de atração a serem consideradas no desenvolvimento dos traçados, podem ser citados a barragem Curral Velho, que compõe o sistema de captação-derivação do projeto de irrigação Chapadão de Russas, a partir do rio Banabuiú, o trecho final do Canal do Trabalhador, a barragem Pacajus e a futura barragem Aracoiaíba.

▸ Segmento Oeste - Integração do Sistema com Bacias do Oeste

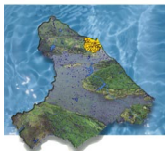
Além da função normal de sistema adutor ponta a ponta, complementando as demandas concentradas das bacias oeste, o segmento correspondente deverá permitir a integração das fontes locais como o açude Sítios Novos com as demandas concentradas e, se possível, até difusas da área oeste se forem considerados os dois outros pequenos reservatórios programados (Cauhipe, em construção, e Anil, programado).

Tal multiplicidade de funções operacionais como sistema adutor externo, integração de bacias locais e até distribuição espacial das fontes de demandas, associadas ao relativo pequeno porte das vazões máximas a serem aduzidas (da ordem de 3,00 m³/s) condicionam que, na concepção de alternativas devem ser consideradas as viabilidades de trechos reversíveis que mudarão seu fluxo, conforme a origem da água seja das fontes locais ou importado do sistema RMF/Jaguaribe.

5.2 – INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DA RMF ATUAL COM A BACIA DO JAGUARIBE: MACRO-ALTERNATIVAS

5.2.1 – CANAL DO TRABALHADOR

O ponto de origem do Canal com sua captação se dando nas vizinhanças da cidade de Itaiçaba, no extremo de jusante do rio Jaguaribe e próxima de sua foz, traz como



conseqüência duas grandes desvantagens, que são justamente opostas às vantagens do eixo anterior:

- esta captação se dá após toda a região de grandes demandas concentradas da bacia do Jaguaribe, principalmente os cerca de 45 mil ha já implantados/em implantação no Baixo Jaguaribe, potencializando um grave conflito em especial nos períodos de estiagem;
- sujeita-se à uma deterioração praticamente incontornável da qualidade d'água, resultado dos efluentes de área irrigada tão significativa, além daqueles das cidades situadas às margens do rio.

Somente tais desvantagens já seriam fundamentais para buscar descartar o uso integral do Canal como eixo de integração do sistema da RMF com a Bacia do Jaguaribe.

Além do mais, ainda devem ser enumerados dois argumentos também muito relevantes:

- o Canal por atravessar áreas vocacionalmente irrigáveis nas Bacias Metropolitanas, principalmente para fruticultura tropical de boas perspectiva de mercado, criou uma grande expectativa nos proprietários locais (e outros empresários), além daquela expectativa associada às atividades agropecuárias normais da população marginal;
- o Canal como obra de engenharia é de marcante debilidade, não só exigindo uma permanente e dispendiosa manutenção, oferecendo um contínuo risco de grandes avarias, em especial no caso de ocorrência de fortes chuvas, como também funcionando com um muito baixo nível de rendimento: teoricamente dimensionado para 6,0 m³/s, opera hoje, precariamente com cerca de 2,5 m³/s.

Pode-se, em síntese, enumerar as principais falhas de engenharia que são inerentes à obra:

- Traçado: sendo um canal transversal às bacias hidrográficas, ele deveria ter um caminhamento bem mais sinuoso, de forma a melhor se ajustar ao relevo e às curvas de nível; a excessiva “retificação”, que aparentemente acarretou o “benefício” de menor comprimento, na realidade implicou na ocorrência de complicados trechos de grandes aterros e cortes, sendo que os primeiros feitos sem umidificação e compactação;
- Drenagem e escalonamento dos taludes: quando executado, não foi associado ao canal o necessário sistema de drenagem, deficiência bastante agravada pela ausência de escalonamento apropriado dos trechos de cortes acima citados;
- Controle de vazões e níveis: a ausência de um adequado sistema de controle de vazões e níveis, bem como de obras de seccionamento, em um canal de cerca de 100 km, constitui uma falha absurda, inviabilizando praticamente sua operação adequada e acarretando, na ocorrência de problemas localizados, grandes perdas d'água.

5.2.2 – O EIXO SERTÃO CENTRAL

Em condições normais, a alternativa do eixo Sertão Central seria a solução natural de interligação dos reservatórios Orós, Banabuiú e Pedras Brancas ao sistema da RMF.



Sem a existência do Castanhão a diretriz geral do traçado passaria literalmente do Orós ao Banabuiú e Pedras Brancas, sempre mantendo-se na direção e sentido predominante da RMF, conforme está mostrado na Figura 5.1.

A construção do Castanhão e do Projeto de Irrigação Chapadão de Russas reforçaram a alternativa do eixo Sertão Central que, mesmo com base nas vazões do Orós, sempre se evidenciou como a solução mais sensata para abastecer a RMF; de fato a construção do Castanhão veio, em muito, melhorar as condições de garantia, operação e de custos pela redução do comprimento total dos possíveis traçados e bombeamento.

Na realidade, a localização do açude Castanhão permite a definição de um traçado bem mais direto à RMF, e, ainda, passando pela barragem de compensação do sistema de captação e recalque do projeto de irrigação Chapadão de Russas, alimentada pelo Banabuiú e Pedras Brancas.

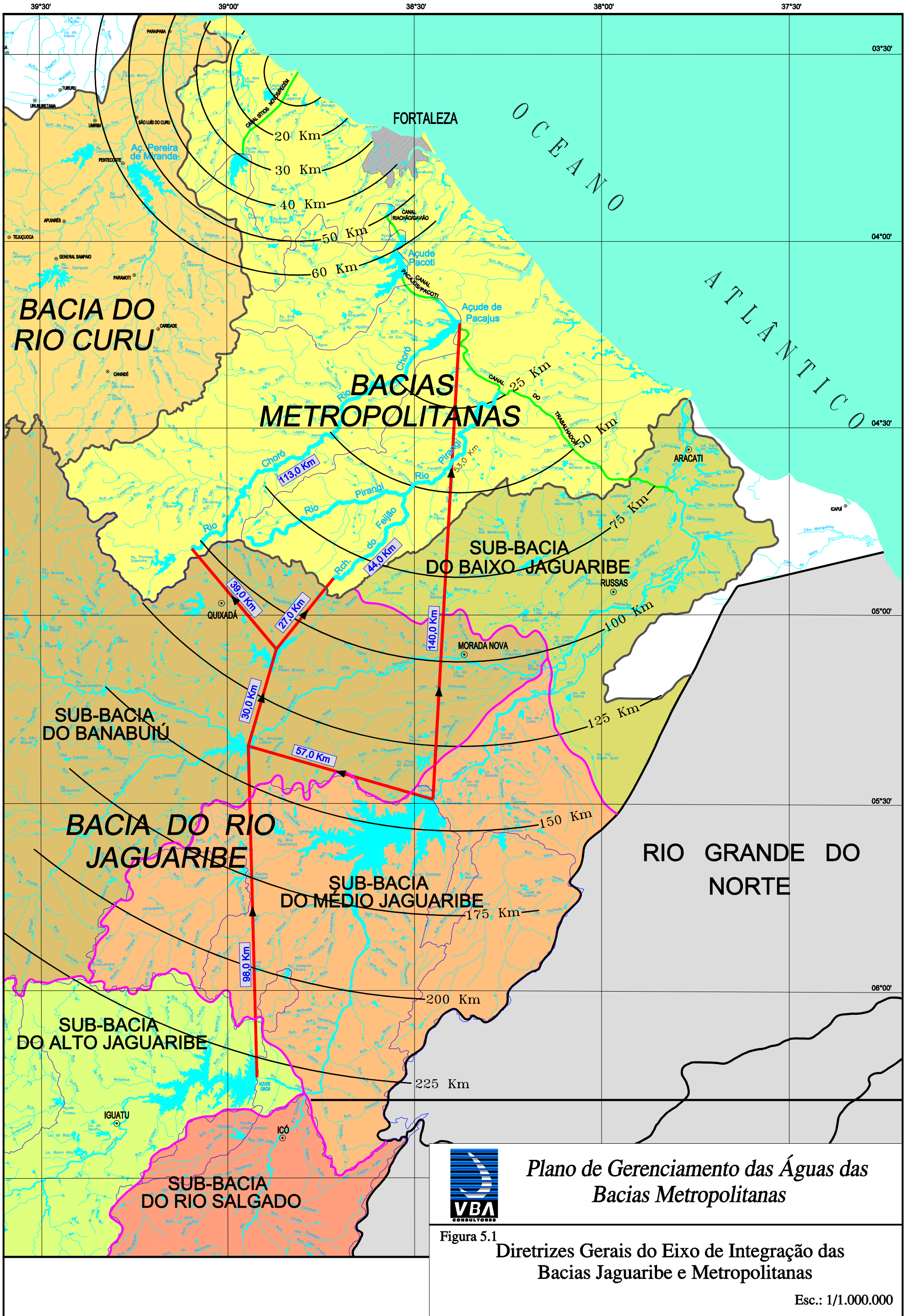
O sistema de captação, recalque e compensação do projeto Chapadão de Russas está implantado para a capacidade de 14,00 m³/s, e a integração dos sistemas exatamente na barragem de compensação denominado Curral Velho, permite a manutenção da completa integração operacional dos reservatórios, bem como da flexibilidade para o faseamento da implantação das obras do eixo RMF, e aumenta a garantia das demandas do Chapadão de Russas através do Castanhão.

À alternativa do eixo Sertão Central estão associadas duas grandes vantagens, muito difíceis de serem quantitativamente mensuradas mas de cristalina e inquestionável compreensão ,

- em primeiro lugar, ao efetuar a captação no próprio açude Castanhão, garantir-se-á com absoluta segurança, a prioridade do suprimento do abastecimento humano (no caso da RMF) sobre os demais usos, principalmente nos períodos de estiagem, quando os conflitos ficam muito acentuados;
- em segundo lugar, garantir-se-á também a melhor qualidade d'água possível de ser obtida na bacia, visto estarem a jusante do Castanhão as grandes demandas concentradas com irrigação da Bacia do Jaguaribe.

As Alternativas do Eixo Sertão Central

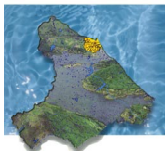
As condições nitidamente favoráveis da diretriz Castanhão → Curral Velho → RMF, descartam, claramente, qualquer outra macro-alternativa para o eixo Sertão Central; pode-se exemplificar pela análise comparativa com a diretriz açude Castanhão → açude Banabuiú → açude Pedras Brancas → Pirangi ou Choró, que manteria conceitualmente a alternativa original mas considerando a existência do Castanhão.



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas

Figura 5.1 Diretrizes Gerais do Eixo de Integração das Bacias Jaguaribe e Metropolitanas

Esc.: 1/1.000.000



Tal alternativa original, passando literalmente pelo Sertão Central, apresentaria comprimentos de canais, adutoras, túneis e bombeamentos, bastante superiores aos do traçado alternativo (Castanhão → Curral Velho → RMF), comprovando que por simples comparação quantitativa dos seus componentes, pode-se descartá-las sem a necessidade de estimativa de custos.

Diante de tais condições, os estudos preliminares de otimização do eixo Sertão Central foram fundamentados na macro-diretriz Castanhão → Curral Velho → RMF (açude Pacoti), fazendo-se, no entanto, estudos de otimização de seus trechos componentes e suas possíveis variantes de abrangência mais localizadas, conforme se apresenta a seguir:

▫ **Composição e Otimização da Alternativa Selecionada para o Eixo Sertão Central**

Embora a apresentação gráfica deste relatório esteja sendo feito a nível de concepção preliminar, os trabalhos de otimização desenvolvidos pela VBA Consultores foram bastante exaustivos no que se refere às estruturas e viabilidade do traçado da alternativa Castanhão → Curral Velho → RMF (Pacoti).

Os possíveis traçados ao longo da diretriz foram sucessivamente lançados e ajustados, por aproximações sucessivas, nas escalas 1:500.000, e 1:100.000, fazendo-se sempre a verificação de pontos e passagem notáveis nas cartas nas escalas 1:25.000 ou 1:20.000, que estão disponíveis na quase totalidade dos traçados estudados.

O conhecimento detalhado destes possíveis traçados e uma análise seletiva de otimização das variantes locais permitiu a identificação e consolidação de vários segmentos de traçado e suas variantes, que convenientemente combinados compõem a alternativa otimizada global Castanhão → Curral Velho → Pacoti.

A seguir apresenta-se uma descrição sintética de cada trecho considerado na análise de otimização, podendo-se na Figura 5.2, visualizar o lay-out geral dos traçados.

*** Trecho Canal A1 (Selecionado para a alternativa otimizada)**

- Início: após a tubulação de recalque de EB do Castanhão, recebendo a vazão num reservatório de recepção/tranquilização.
 - Fim: barragem Curral Velho com obra de restituição.
 - Data de início de funcionamento: 2005.
 - Comprimento total: 52,8 km
- Canal: 36,4 km
 - Tubulações: 13,2 km

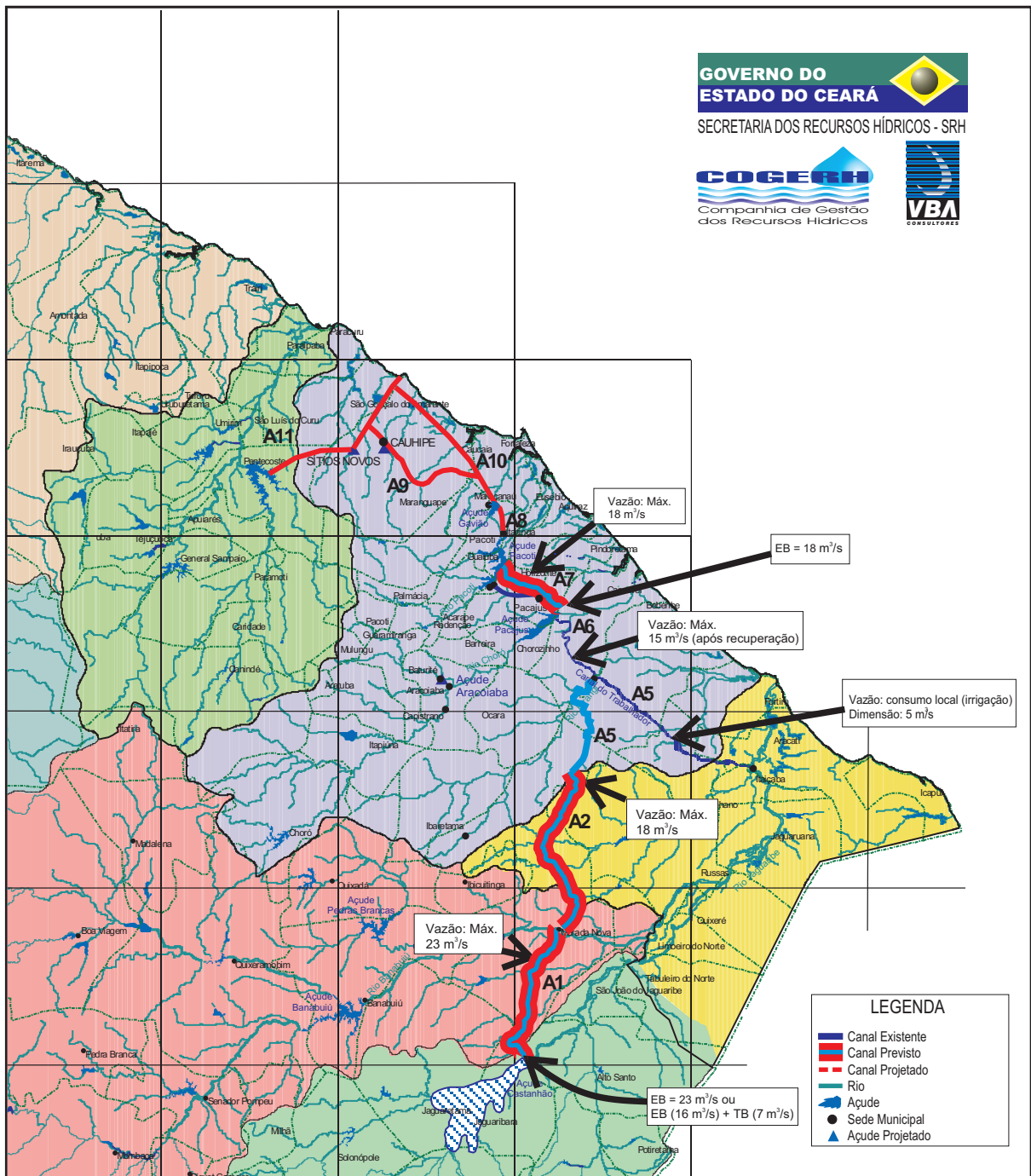
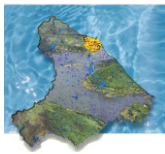


Figura 5.2

Lay-out das Alternativas Preliminares de Traçados Componentes do Eixo Sertão Central - Metropolitanas

A1 - Eixo Castanhão - Banabuiú	A6 - Canal do Trabalhador Pirangi - Pacajus
A2 - Eixo Banabuiú - Pirangi	A7 - Canal Ererê (Pacajus - Pacoti)
A5 - Trecho do Rio Pirangi Perenizado entre os Canais A2 e A6	

▭ Trechos componentes da alternativa preliminar do Eixo Jaguaribe-RMF



- Túneis: 3,2 km
 - Vazão máxima de dimensionamento: 23 m³/s
 - Cota d'água inicial: 105,00 m
 - Cota d'água final: 85,51 m
 - Declividade média de traçado: 0,15 m/km.
 - Declividade de linha d'água: 0,10 m/km
 - Condicionamento para início de operação: conclusão da barragem Castanhão e disponibilidade de água acumulada.

*** Trecho Canal A2 (Selecionado para alternativa otimizada)**

- Início: na barragem Curral Velho em Morada Nova, através de uma obra de captação ao lado da tomada d'água do Canal Adutor do Projeto de Irrigação Chapadão de Russas.
- Fim: após atravessar a serra do Félix, ou mais precisamente, no início do riacho Feijão que é afluente da margem direita do rio Pirangi. Após percorrer 30,3 km no leito do riacho Feijão e 14,1 km no rio Pirangi encontra o trecho final do Canal do Trabalhador: Pirangi → Pacajus denominado como trecho A7 no presente estudo.
- Data de início de funcionamento: 2003.
- Comprimento total: 67,60 km
- Canal: 61,5 km
- Tubulações: 1,9 km
- Túneis: 2,3 km
 - Vazão máxima de dimensionamento: 18 m³/s
 - Cota d'água inicial: 85,50 m
 - Cota d'água final: 73,63 m.
 - Declividade média do traçado: 0,12 m/km.
 - Declividade da linha d'água: 0,10 m/km.
 - Condicionamento para início da operação: não existe, porém só poderá no início funcionar com vazão limitada ao excedente do Chapadão de Russas até o momento em que o Castanhão e o trecho anterior A1 entrem em operação normal.

*** Trecho Canal A3 (Trecho descartado em função da escolha do trecho alternativo A6 para alternativa)**

- Início: liga-se no final do canal A2.
- Fim: início do A7.
- Data de início de funcionamento (2014, como alternativa ao A6 que seria recuperado provisoriamente para Q=10m³/s).



- Comprimento total: 45,40 km
- Canal: 37,6 km
- Tubulações: 7,8 km
- Túneis: 0 km
 - Vazão de dimensionamento: 15 m³/s
 - Cota d'água inicial: 73,63 m
 - Cota d'água final: 62,62 m.
 - Declividade média de projeto: 0,12 m/km.
 - Declividade da linha d'água: 0,10 m/km.

*** Trecho Canal A6**

- Início: no km 70, sifão de Pirangi.
- Fim: açude Pacajus e/ou trecho A7 após este concluído.
- Tipo de Obra: recuperação do canal para uma vazão de 15 m³/s.
- Data de início de funcionamento: 2003.
- Comprimento total: 32,5 km
- Cota d'água inicial: 44,0 m
- Cota d'água final: 42,50 m.

*** Trecho Canal A7 (Selecionado para a alternativa otimizada)**

- Início: no final do Canal do Trabalhador, no trecho recuperado denominado A6).
- Fim: açude Pacoti.
- Data de início de funcionamento: 2000.
- Comprimento total: 25,80 km
- Canal: 22,0 km
- Tubulações: 3,8 km
- Túneis: 0 km
 - Vazão de dimensionamento: 18 m³/s
 - Cota d'água inicial: 62,62 m
 - Cota d'água final: 55,68 m.
 - Declividade média de projeto: 0,15 m/km.
 - Declividade da linha d'água: 0,10 m/km.
 - Condicionamento para início de operação: nenhum, pode de início substituir o atual sistema Pacajus/Erere/Pacoti.
 - Em plena capacidade deverá receber as vazões do trecho A6 e do Pacajus e futuro Aracoíaba através da tomada d'água do Pacajus.



5.3 – O BALANÇO HÍDRICO DA RMF E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM CONSIDERANDO A IMPORTAÇÃO DA BACIA DO JAGUARIBE VIA EIXO SERTÃO CENTRAL

Para fins de dimensionamento das vazões máximas e estudo de faseamento dos componentes economicamente moduláveis, fez-se na Tabela 5.1 a seguir, a consolidação das séries de vazões mínimas a serem aduzidas em cada trecho componente da alternativa selecionada e os consequentes resultados do cenário oferta x demanda para a região Metropolitana de Fortaleza e o Complexo Portuário do Pecém., considerando, inclusive, o adequamento do Canal do Trabalhador.

5.4 – A ENGENHARIA DO EIXO SERTÃO CENTRAL: DIMENSIONAMENTO, ESTIMATIVAS DE CUSTOS, SELEÇÃO DENTRE OS TRECHOS ALTERNATIVOS E FASEAMENTO DA IMPLANTAÇÃO

Para fundamentar o estudo de concepção e otimização das alternativas do eixo metropolitano, a VBA Consultores desenvolveu um estudo detalhado para elaboração de curvas paramétricas de dimensionamento e estimativa de custo unitário otimizado das principais obras e equipamentos possíveis de serem utilizados na composição da alternativa otimizada do traçado.

Na Tabela 5.2 apresenta-se uma consolidação dos custos de implantação de todos os segmentos selecionados como possíveis componentes do eixo sertão central, onde, ainda constam trechos alternativos A3 e A7 que devem ser comparados para fins de se definir a composição real da alternativa a ser adotada para análise de pré-viabilidade.

Com base nos custos de investimento dos trechos A3 e A6 da tabela acima referida e estimativa dos custos de energia do trecho A6 pode-se concluir com elevada margem de segurança pela viabilidade da recuperação do trecho A6 do Canal do Trabalhador, devendo portanto a alternativa otimizada do eixo Sertão Central ser composto em sua concepção preliminar dos seguintes segmentos:

Trecho A1: Castanhão → Curral Velho.

Trecho A2: Curral Velho → Riacho Feijão/Pirangi

Trecho A6: Canal do Trabalhador (Pirangi/Pacajus).

Trecho A7: Pacajus → Pacoti.

Nas Figuras 5.3a a 5.3d apresenta-se, de forma sequenciada por trechos, a Programação de Implantação do Eixo Sertão Central → Metropolitana.

Tabela 5.1 - Consolidação das Séries de Vazões Mínimas a serem Aduzidas em Cada Trecho

Etapas de implantação e ampliação do Eixo Sertão Central - Metropolitanas																																
Demandas (m³/s)									Disponibilidade local					Balanço local	A1 - Castanhão-Banabuiú					A2 - Banabuiú-Serra do Félix (Pirangi)				A6 - Pirangi-Pacajus (CT)		A7 - Pacajus - Pacoti		Itaíçaba - Rio Pirangi (CT)		Total importado SC	Balanco com importação SC	
Ano	Fortaleza, Maracanaú, Eusébio e Caucaia sem praias	Caucaia (praias)	Complexo Portuário, São Gonçalo e Pecém	Chorozinho	Horizonte	Pacajus	Pacatuba	Cascavel	Total	Pacoti-Riachão-Gavião (Q _{99,9}) (m³/s)	Pacajus (Q _{99,9}) (m³/s)	Aracoiaba (Q _{99,9}) (m³/s)	Sítios Novos (Q _{99,9}) (m³/s)	S _{disp. Local} (m³/s)	Q(m³/s)	Dimensão do canal Q(m³/s)	Vazão aduzida para projetos da Bacia do Banabuiú Q(m³/s)	Vazão aduzida para a RMF Q(m³/s)	Vazão aduzida de perdas e consumo no Pirangi Q(m³/s)	Vazão aduzida total Q(m³/s)	Dimensão do canal Q(m³/s)	Vazão aduzida para a RMF Q(m³/s)	Vazão aduzida de perdas e consumo local Q(m³/s)	Vazão aduzida total Q(m³/s)	Dimensão do canal Q(m³/s)	Vazão aduzida Q(m³/s)	Dimensão do canal Q(m³/s)	Vazão aduzida Q(m³/s)	Dimensão do canal Q(m³/s)	Vazão aduzida Q(m³/s)	Q(m³/s)	Q(m³/s)
2000	8,857	0,093	0,564	0,019	0,099	0,398	0,208	0,442	10,681	3,874	1,989		0,921	6,784	-3,897	-	-	-	-	-	18,000	-	-	-	15,000	4,000	-	-	5,000	4,000	4,000	0,103
2001	8,942	0,176	0,604	0,020	0,103	0,409	0,214	0,453	10,921	3,874	1,705	0,288	0,921	6,788	-4,132	-	-	-	-	-	18,000	-	-	-	15,000	5,000	18,000	7,500	5,000	5,000	5,000	0,868
2002	9,036	0,258	0,634	0,020	0,107	0,420	0,220	0,465	11,161	3,874	1,705	0,385	0,921	6,885	-4,276	23,000	-	-	-	-	18,000	-	-	-	15,000	5,000	18,000	7,500	5,000	5,000	5,000	0,724
2003	9,138	0,341	1,033	0,021	0,112	0,432	0,226	0,478	11,779	3,874	1,705	0,577	0,921	7,077	-4,702	23,000	-	-	-	-	18,000	6,000	2,000	8,000	15,000	6,000	18,000	8,500	-	-	6,000	1,298
2004	9,220	0,428	1,053	0,021	0,119	0,443	0,232	0,490	12,007	3,874	1,705	0,769	0,921	7,269	-4,738	23,000	-	-	-	-	18,000	6,000	2,000	8,000	15,000	6,000	18,000	8,500	-	-	6,000	1,262
2005	9,490	0,541	1,074	0,021	0,121	0,450	0,229	0,495	12,421	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-4,960	23,000	5,000	6,000	2,000	13,000	18,000	6,000	2,000	8,000	15,000	6,000	18,000	8,500	-	-	6,000	1,040
2006	9,778	0,694	1,096	0,021	0,126	0,462	0,235	0,508	12,921	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-5,459	23,000	5,000	7,000	2,500	14,500	18,000	7,000	2,500	9,500	15,000	7,000	18,000	9,500	-	-	7,000	1,541
2007	10,075	0,792	1,118	0,022	0,131	0,475	0,242	0,521	13,376	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-5,915	23,000	5,000	7,000	2,500	14,500	18,000	7,000	2,500	9,500	15,000	7,000	18,000	9,500	-	-	7,000	1,085
2008	10,376	0,891	1,140	0,022	0,136	0,487	0,248	0,535	13,836	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-6,375	23,000	5,000	7,000	2,500	14,500	18,000	7,000	2,500	9,500	15,000	7,000	18,000	9,500	-	-	7,000	0,625
2009	10,680	0,976	1,247	0,023	0,142	0,501	0,255	0,549	14,372	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-6,911	23,000	5,000	9,000	3,000	17,000	18,000	9,000	3,000	12,000	15,000	9,000	18,000	11,500	-	-	9,000	2,089
2010	10,992	1,116	1,355	0,022	0,144	0,509	0,253	0,555	14,946	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-7,485	23,000	5,000	9,000	3,000	17,000	18,000	9,000	3,000	12,000	15,000	9,000	18,000	11,500	-	-	9,000	1,515
2011	11,311	1,210	1,457	0,022	0,147	0,516	0,258	0,567	15,488	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-8,027	23,000	5,000	9,000	3,000	17,000	18,000	9,000	3,000	12,000	15,000	9,000	18,000	11,500	-	-	9,000	0,973
2012	11,636	1,304	1,560	0,023	0,149	0,523	0,264	0,579	16,037	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-8,576	23,000	5,000	10,000	3,000	18,000	18,000	10,000	3,000	13,000	15,000	10,000	18,000	13,000	-	-	10,000	1,424
2013	11,977	1,398	1,663	0,023	0,152	0,530	0,269	0,591	16,603	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-9,141	23,000	5,000	10,000	3,000	18,000	18,000	10,000	3,000	13,000	15,000	10,000	18,000	13,000	-	-	10,000	0,859
2014	12,325	1,491	1,684	0,024	0,155	0,538	0,275	0,603	17,094	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-9,633	23,000	5,000	11,000	3,000	19,000	18,000	11,000	3,000	14,000	15,000	11,000	18,000	13,500	-	-	11,000	1,367
2015	12,718	1,585	1,705	0,024	0,157	0,545	0,281	0,615	17,631	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-10,169	23,000	5,000	11,000	3,000	19,000	18,000	11,000	3,000	14,000	15,000	11,000	18,000	13,500	-	-	11,000	0,831
2016	12,973	1,678	1,726	0,025	0,160	0,553	0,287	0,628	18,030	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-10,568	23,000	5,000	12,000	3,000	20,000	18,000	12,000	3,000	15,000	15,000	12,000	18,000	14,500	-	-	12,000	1,432
2017	13,219	1,772	1,747	0,025	0,163	0,560	0,293	0,641	18,420	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-10,959	23,000	5,000	12,000	3,000	20,000	18,000	12,000	3,000	15,000	15,000	12,000	18,000	14,500	-	-	12,000	1,041
2018	13,455	1,865	1,769	0,026	0,166	0,568	0,299	0,654	18,802	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-11,340	23,000	5,000	13,000	3,000	21,000	18,000	13,000	3,000	16,000	15,000	13,000	18,000	15,500	-	-	13,000	1,660
2019	13,681	1,950	1,775	0,026	0,169	0,576	0,306	0,668	19,150	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-11,689	23,000	5,000	13,000	3,000	21,000	18,000	13,000	3,000	16,000	15,000	13,000	18,000	15,500	-	-	13,000	1,311
2020	13,899	2,034	1,782	0,027	0,171	0,584	0,312	0,682	19,491	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-12,030	23,000	5,000	13,000	3,000	21,000	18,000	13,000	3,000	16,000	15,000	13,000	18,000	15,500	-	-	13,000	0,970
2021	14,106	2,034	1,788	0,027	0,174	0,592	0,319	0,696	19,737	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-12,275	23,000	5,000	13,000	3,000	21,000	18,000	13,000	3,000	16,000	15,000	13,000	18,000	15,500	-	-	13,000	0,725
2022	14,304	2,034	1,795	0,027	0,178	0,600	0,325	0,710	19,975	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-12,514	23,000	5,000	14,000	3,000	22,000	18,000	14,000	3,000	17,000	15,000	14,000	18,000	16,500	-	-	14,000	1,486
2023	14,495	2,034	1,803	0,028	0,181	0,609	0,332	0,725	20,207	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-12,745	23,000	5,000	14,000	3,000	22,000	18,000	14,000	3,000	17,000	15,000	14,000	18,000	16,500	-	-	14,000	1,255
2024	14,679	2,034	1,810	0,028	0,184	0,617	0,339	0,740	20,432	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-12,971	23,000	5,000	14,000	3,000	22,000	18,000	14,000	3,000	17,000	15,000	14,000	18,000	16,500	-	-	14,000	1,029
2025	14,856	2,034	1,818	0,029	0,187	0,626	0,406	0,755	20,711	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-13,249	23,000	5,000	14,000	3,000	22,000	18,000	14,000	3,000	17,000	15,000	14,000	18,000	16,500	-	-	14,000	0,751
2026	15,027	2,034	1,826	0,029	0,190	0,634	0,414	0,771	20,927	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-13,465	23,000	5,000	15,000	3,000	23,000	18,000	15,000	3,000	18,000	15,000	15,000	18,000	18,000	-	-	15,000	1,535
2027	15,193	2,034	1,834	0,030	0,194	0,643	0,423	0,787	21,138	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-13,676	23,000	5,000	15,000	3,000	23,000	18,000	15,000	3,000	18,000	15,000	15,000	18,000	18,000	-	-	15,000	1,324
2028	15,353	2,034	1,843	0,030	0,197	0,652	0,432	0,803	21,345	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-13,883	23,000	5,000	15,000	3,000	23,000	18,000	15,000	3,000	18,000	15,000	15,000	18,000	18,000	-	-	15,000	1,117
2029	15,508	2,034	1,912	0,031	0,200	0,661	0,441	0,820	21,609	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-14,147	23,000	5,000	15,000	3,000	23,000	18,000	15,000	3,000	18,000	15,000	15,000	18,000	18,000	-	-	15,000	0,853
2030	15,660	2,034	1,924	0,031	0,204	0,670	0,451	0,837	21,811	3,874	1,705	0,961	0,921	7,461	-14,350	23,000	5,000	15,000	3,000	23,000	18,000	15,000	3,000	18,000	15,000	15,000	18,000	18,000	-	-	15,000	0,650

Observações

Convenções:

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

- Valores em vermelho indicam implantação de obras

- O canal A1 deve ser dimensionado para a vazão final de projeto de 23m³/s, conduzindo vazão do Açude Castanhão para suprir o déficit do balanço local das Bacias Metropolitanas e reforçar o atendimento das demandas de irrigação dos reservatórios Banabuiú

- Valores em azul indicam final de implantação e operação inicial de obras

- O canal A2 deve ser dimensionado para a vazão final de 18m³/s entrando em operação garantindo transposição emergencial da Bacia do Rio Banabuiú para para suprimento das demandas da RMF;

- Valores em verde indicam mudanças nas vazões transpostas

- A vazão a ser conduzida através do canal A2 deve atender as demandas da RMF além de consumo e perdas, em torno de 25% da mesma, no trecho a ser perenizado no Rio Pirangi;

- SC - Eixo Sertão Central

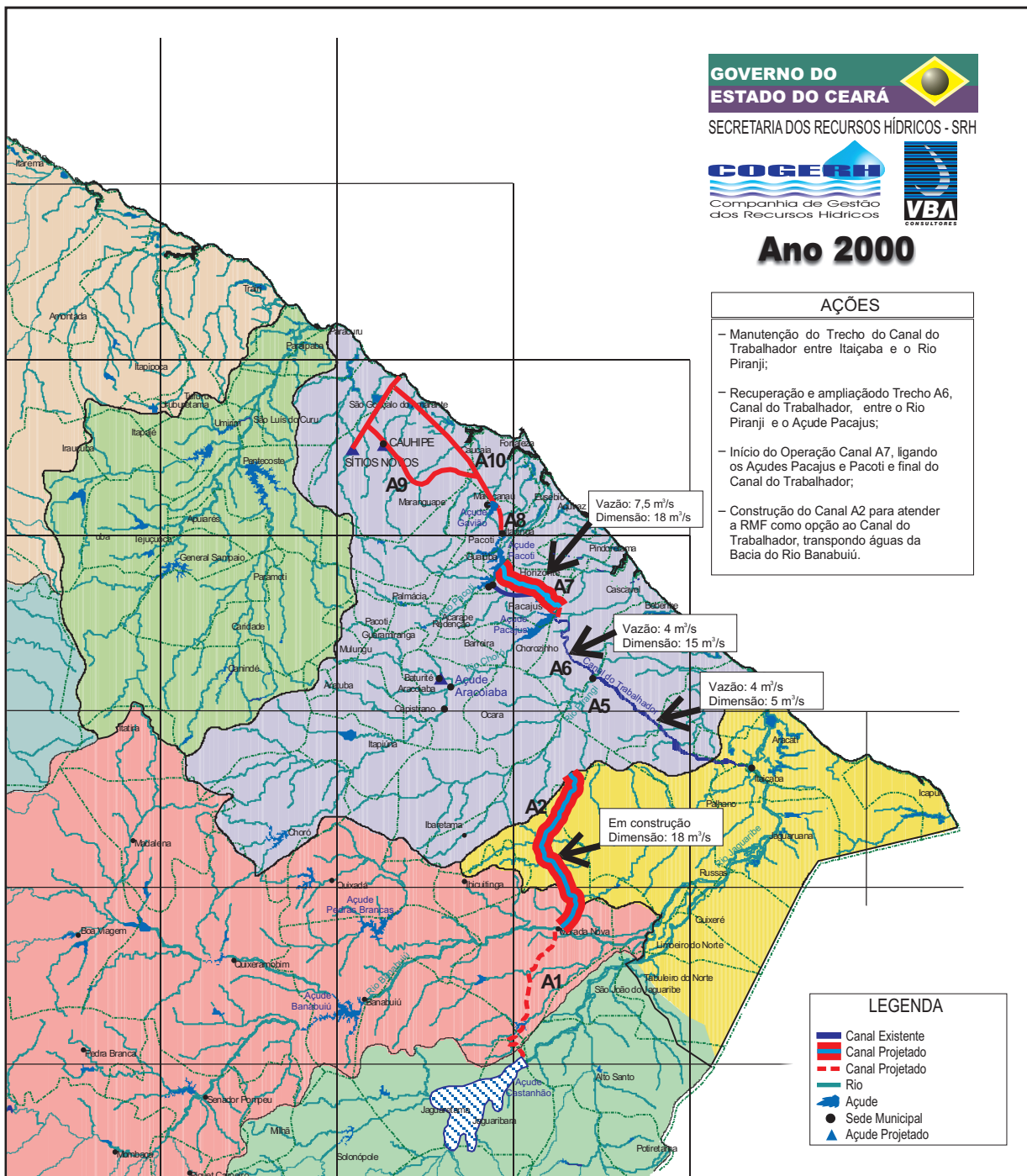
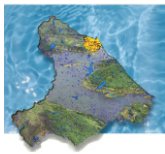
- A entrada em operação do canal A1 garante o suprimento da RMF e dos projetos de irrigação ba bacia do Rio Banabuiú, conduzindo água para o canal deve A2;

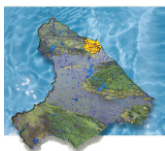
- CT - Canal do Trabalhador

- O trecho do CT entre Itaíçaba e o Rio Pirangi, deve ser mantido para permitir o fluxo de 5m³/s, passando a ser utilizado, a partir da entrada em operação dos trechos A1 e A2, para consumo da região (com irrigação, principalmente);

- O canal A6, trecho do CT entre o Rio Pirangi e o Açude Pacajus, deve ser recuperado para permitir o fluxo de 15m³/s, oriundos dos canais A1 e A2.

- O canal A7, que substituirá o atual Canal do Ererê, deve ser dimensionado para a vazão de 18m³/s, correspondente à vazão máxima importada, 15 m³/s, somada às vazões dos Açudes Pacajus e Aracoiaba, 3m³/s;





GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

COGERH
Companhia de Gestão
dos Recursos Hídricos



Ano 2003

AÇÕES

- Início de Operação do Canal A2, que constitui alternativa de substituição ao Canal do Trabalhador, transpondo água da Bacia do Banabuiú.

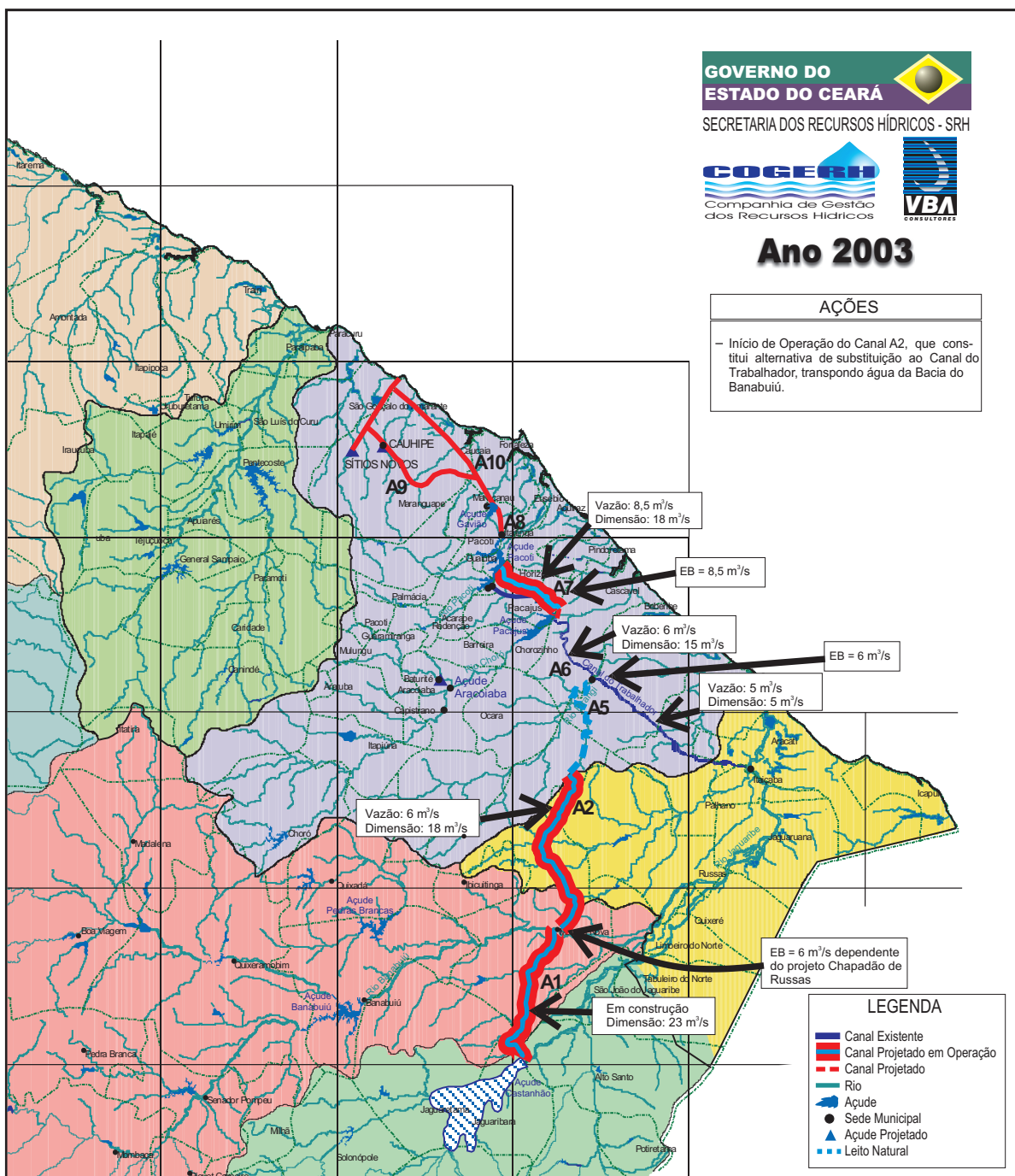


Figura 5.3b

Programação de Implantação do Eixo Sertão Central - Metropolitanas

A1 - Eixo Castanhão - Banabuiú

A2 - Eixo Banabuiú - Pirangi

A4 - Eixo Choró - Pacoti

A5 - Trecho do Rio Pirangi Perenizado entre os Canais A2 e A6

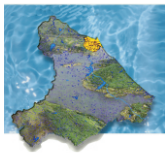
A6 - Canal do Trabalhador Pirangi - Pacajus

A7 - Canal Ererê (Pacajus - Pacoti)

A8 - Canal Riachão - Gavião

A9 - Eixo Metropolitano Gavião - Sítios Novos (Alternativa)

A10 - Eixo Metropolitano Gavião - Pecém (Alternativa)



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

COGERH
Companhia de Gestão
dos Recursos Hídricos

VBA
CONSULTORES

Ano 2005

AÇÕES

- Início de Operação do Canal A1, importando água diretamente do Açude Castanhão.

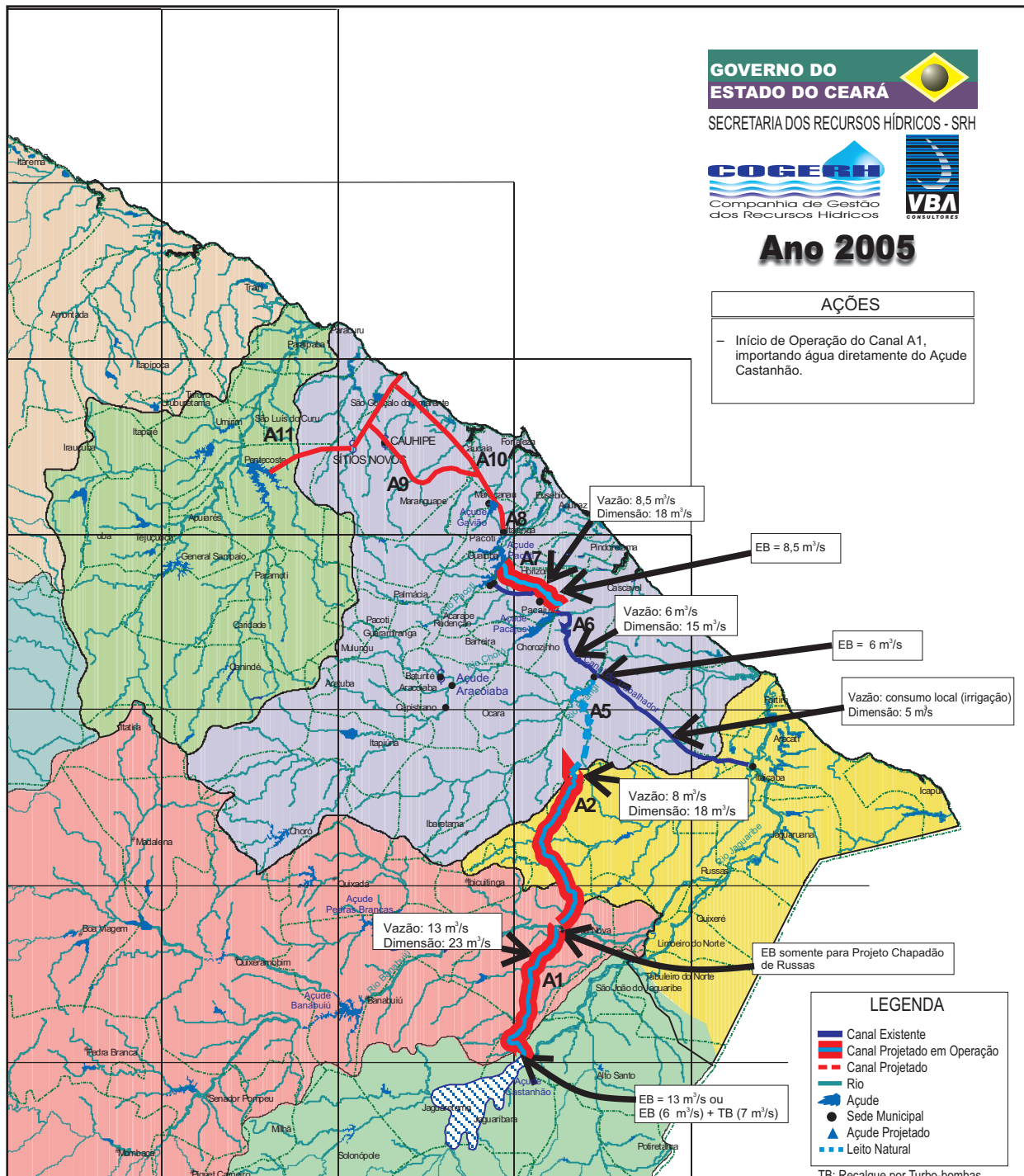
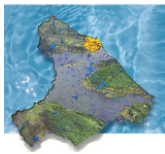


Figura 5.3c
Programação de Implantação do Eixo Sertão Central - Metropolitanas

- A1 - Eixo Castanhão - Banabuiú
- A2 - Eixo Banabuiú - Pirangi
- A4 - Eixo Choró - Pacoti
- A5 - Trecho do Rio Pirangi Perenizado entre os Canais A2 e A6
- A6 - Canal do Trabalhador Pirangi - Pacajus

- A7 - Canal Ererê (Pacajus - Pacoti)
- A8 - Canal Riachão - Gavião
- A9 - Eixo Metropolitan Gavião - Sítios Novos (Alternativa)
- A10 - Eixo Metropolitan Gavião - Pecém (Alternativa)



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH



Ano 2030

**HORIZONTE FINAL
COM UTILIZAÇÃO PLENA
DO EIXO SERTÃO CENTRAL -
METROPOLITANAS**

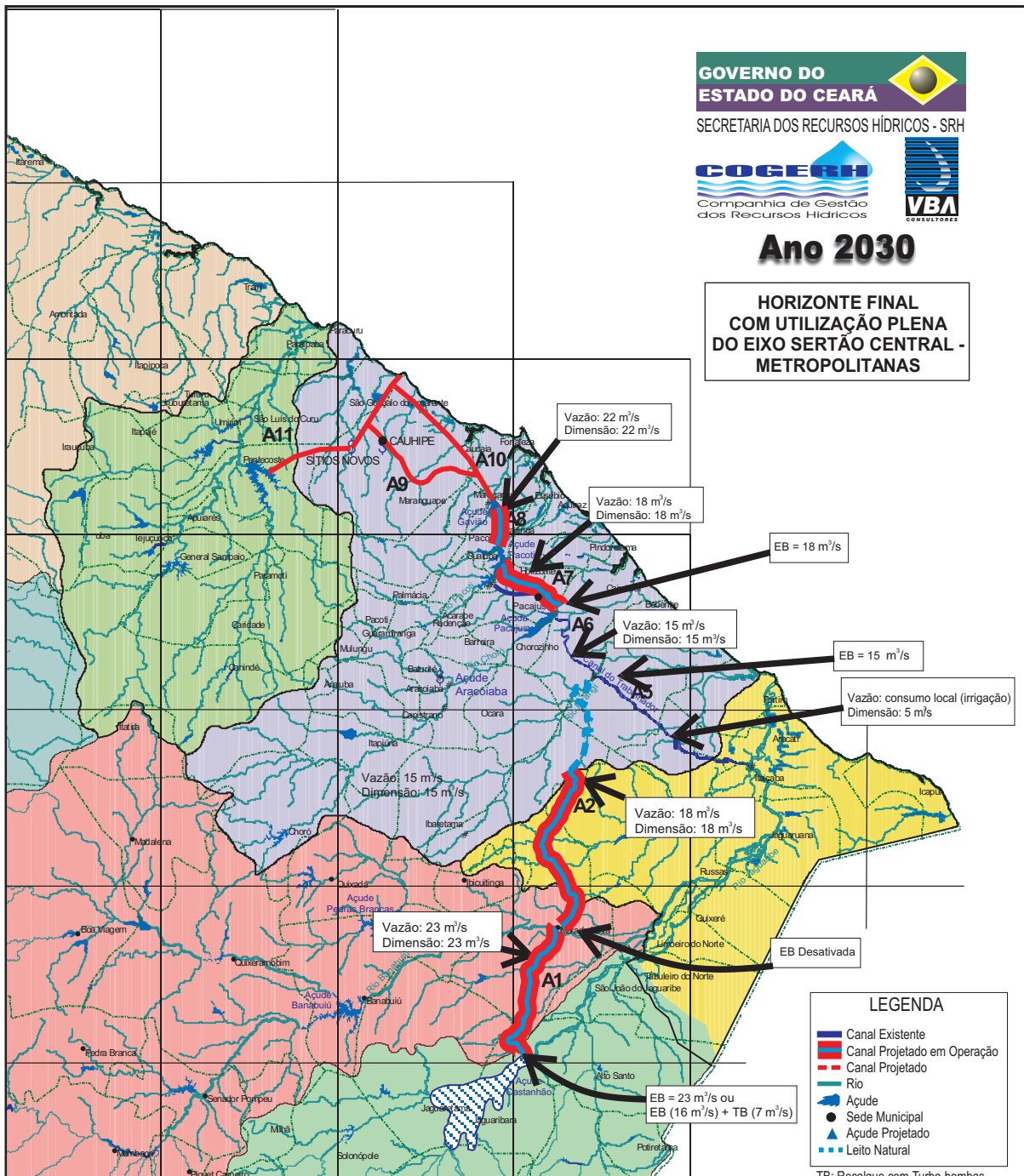
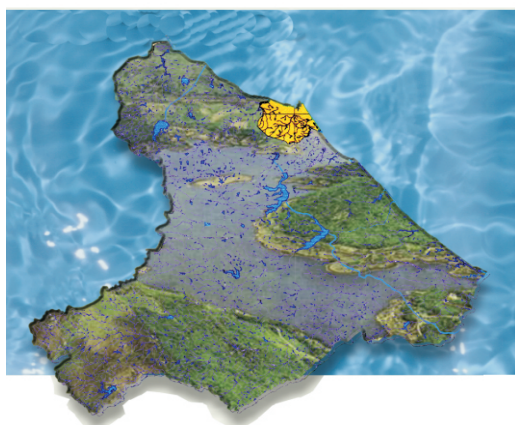


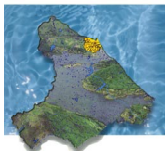
Figura 5.3d
Programação de Implantação do Eixo Sertão Central - Metropolitanas

- A1 - Eixo Castanhão - Banabuiú
- A2 - Eixo Banabuiú - Pirangi
- A4 - Eixo Choró - Pacoti
- A5 - Trecho do Rio Pirangi Perenizado entre os Canais A2 e A6
- A6 - Canal do Trabalhador Pirangi - Pacajus
- A7 - Canal Ereré (Pacajus - Pacoti)
- A8 - Canal Riachão - Gavião
- A9 - Eixo Metropolitano Gavião - Sítios Novos (Alternativa)
- A10 - Eixo Metropolitano Gavião - Pecém (Alternativa)

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 6 PROGRAMA DE REUSO DE EFLUENTES SANITÁRIOS



6 - PROGRAMA DE REUSO DE EFLUENTES SANITÁRIOS

6.1 - INTRODUÇÃO

O destino final dos esgotos sanitários é, quase sempre, o lançamento ao mar ou o despejo em rios e lagos. Em qualquer dos dois casos acima mencionados há um evidente desperdício, pois os esgotos consistem de dois elementos essenciais, principalmente para a agricultura, que são água e nutrientes. Assim, em regiões semi-áridas, caracterizadas pela carência de água e necessidade de incorporação desse recurso até mesmo via importação de outras bacias, deveria ser sempre verificada a possibilidade de utilização dos efluentes domésticos para usos diversos, após adequado tratamento.

As possibilidades de reuso de águas residuárias são diversas, englobando irrigação, seja de culturas agrícolas, seja de áreas de lazer como parques e campos de esporte, dessedentação de animais, aquaculturas, uso industrial, combate a incêndios e até mesmo uso doméstico (jardinagem, descarga de vasos, lavagem de veículos). Também a manutenção de vazões mínimas em cursos d'água e a recarga de aquíferos são alternativas de destino final utilizável de efluentes domésticos. Claro está que, em função do destino dos recursos advindos do reuso, deve ser utilizado um tipo de tratamento específico e que quanto melhor a qualidade requerida, maiores serão os custos desse tratamento.

As lagoas de estabilização em série, quando corretamente projetadas e construídas, além de produzirem um efluente com qualidade compatível com as exigências, podem contribuir de forma extremamente valiosa para reduzir a demanda industrial e agrícola por fontes de água bruta, com custos compatíveis com a realidade nordestina. Em adição, dado esse tipo de estação de tratamento ser formado por sistemas de lagoas, torna-se relativamente fácil a elevação da capacidade da mesma, permitindo a sua implantação gradual, à medida que a população contribuinte aumente. O reuso do efluente de lagoas de estabilização pode ainda permitir o surgimento de atividades agrícola, industrial e de piscicultura, com a conseqüente criação de oportunidades de emprego e de geração de renda.

O reuso de águas, embora prática adotada em várias partes do mundo, ainda não é muito utilizada no Brasil. Nos Estados Unidos, a recuperação dos fatores de fertilidade que os esgotos contêm é uma constante preocupação das autoridades, de tal modo que a Agência de Proteção do Ambiente (EPA) exige que, em todo planejamento submetido à sua aprovação, a alternativa do aproveitamento agrícola do esgoto seja considerado. Em países como Israel, acompanhando a canalização de água limpa tem quase sempre uma canalização de água residuária tratada, para usos pré-definidos.

A nível de Brasil é possível citar, a título informativo, a experiência no Estado de São Paulo, com reuso de aproximadamente 20 l/s do efluente da ETE Jesus Neto, pertencente a SABESP e instalada no bairro Ypiranga em São Paulo Capital, destinado a indústria Linhas Correntes S.A.

No estado do Ceará, embora existam ações isoladas com fins agrícolas, essas se dão de forma não planejada, sem a observância dos critérios técnicos necessários. Com finalidade de reuso industrial, algumas indústrias utilizam técnicas de reciclagem de águas, constituindo, porém, ações privadas e restritas a determinados estabelecimentos. Em



aquacultura, tem-se notícia do início de utilização desse tipo de recurso na criação de camarão no município de Beberibe.

A alternativa de reuso dos efluentes tratados apresenta, portanto, aspectos muito vantajosos, pois, ao mesmo tempo que é dada uma solução para o problema do destino final dos esgotos, aumenta a oferta de recurso hídrico, que muito embora de qualidade inferior, tem diversas aplicações e reduz a demanda por água bruta. A seguir são tecidas algumas considerações sobre as vantagens da adoção dessa política na gestão dos recursos hídricos e objetivos alcançáveis com o incentivo a esse tipo de aproveitamento:

- irrigação de solos agrícolas, com suprimento não apenas de água, como também de elementos nutritivos que existem nos esgotos e que são essenciais ao desenvolvimento das plantas; a fertilização de campos de cultura pouco produtivos tem sido alcançada por esse meio em diversas partes do mundo;
- recarga de lençóis aquíferos subterrâneos, através de campos de infiltração intensiva; indiretamente são também realimentados os cursos d'água que constituem os exutórios naturais de tais aquíferos;
- simultaneamente com a irrigação agrícola ou com a recarga dos lençóis subterrâneos, realiza-se uma depuração complementar dos esgotos que é similar, em seus efeitos, a custosos processos biológicos e físico-químicos denominados de tratamento terciário;
- a disponibilidade dos esgotos tratados pode reduzir a demanda de água bruta por indústrias que não necessitem de água potável, ou que efetuem o seu próprio tratamento da água utilizada em seus processos;
- a natureza dos esgotos, praticamente de origem exclusivamente doméstica, somada à excelente qualidade bacteriológica dos efluentes de sistemas de tratamento formados por lagoas de estabilização em série, permite a utilização do esgoto tratado em piscicultura.

Nas regiões carentes de água, como o Nordeste do Brasil, as considerações acima assumem excepcional importância e não podem ser esquecidas pelos planejadores dos sistemas de esgotos sanitários. Assim, no nordeste brasileiro a reutilização de efluentes domésticos para irrigação surge como a alternativa potencial mais adequada visto o montante considerável de água intrínseco a esse tipo de uso.

6.1.1 – REUSO DE ÁGUAS NA IRRIGAÇÃO

Dado ser, como já ressaltado, a mais viável alternativa de reutilização de águas na Região Metropolitana de Fortaleza, a irrigação merece análise especial. Assim, a utilização de águas residuárias com esse fim deve considerar alguns aspectos importantes tais como: a seleção das culturas a serem irrigadas, a qualidade desejada para o efluente a ser utilizado e, por conseguinte, o tipo de tratamento a ser aplicado ao esgoto bruto, as técnicas de irrigação a serem utilizadas e, finalmente, as medidas de controle ambiental e política de gestão a serem adotadas.

A definição dos tipos de culturas a serem irrigadas com águas residuárias depende das características do local (condições climáticas, tipos de solo) e da qualidade final do efluente. Quando se cultivam, nos campos irrigados com águas provenientes de sistemas de



reuso, produtos como algodão, tubérculos alimentícios, milho e feijão, nenhuma providência, além do tratamento secundário, é prevista. Porém quando se cultivam hortaliças e frutas ingeridas cruas, as legislações impõem a desinfecção final pelo cloro. Nesse sentido, a OMS estabeleceu (1987) critérios para a qualidade microbiológica das águas residuárias a serem utilizadas na irrigação, em função dos tipos de culturas, dos grupos de pessoas expostas e dos sistemas de tratamento de esgotos. Também o CONAMA estabeleceu critérios (1986) para a destinação de águas para irrigação.

Quanto à qualidade dos efluentes destinados à irrigação, de modo sintético, podem ser aplicados ao solo agrícola os esgotos tratados em nível secundário que não contenham mais que 25 a 30 mg/l de DBO, 50 mg/l de sólidos suspensos, 20 mg/l de nitrogênio total, 10 mg/l de fósforo total e 1 mg/l de Boro. Ainda com relação à qualidade, o aspecto da salinidade das águas deve ser levado em conta, não somente por parte da resistência das culturas ao sal, como também devido ao risco de salinização dos solos.

O tratamento adequado aos esgotos, conforme já referido, consiste em sistemas de lagoas de estabilização dado à remoção satisfatória de cargas orgânicas e microrganismos nesse tipo de tratamento (tratamento secundário), a capacidade de tratar ampla variedade de resíduos domésticos e industriais, e a boa adequabilidade desses sistemas a regiões de clima quente. Segundo estudos realizados por Silva¹ no período de julho a dezembro de 1997 junto ao sistema de lagoas de estabilização do DI de Maracanaú, composto por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e três lagoas de maturação, apontaram no efluente final uma média de 14 coliformes fecais por 100 ml, estando, portanto, em conformidade com a quantidade requerida para a utilização na irrigação, e significando uma taxa de remoção acima de 99% em relação ao esgoto bruto afluente.

A definição do método de irrigação a ser utilizado também é função de uma série de fatores, começando com o tipo de cultura e os custos requeridos. No entanto, pode-se afirmar, a princípio, ser a irrigação localizada por gotejamento a mais indicada, uma vez que restringe a aplicação às raízes das plantas, diminuindo os riscos de contaminação dos frutos, mananciais superficiais, agricultores e áreas vizinhas. A irrigação por canal superficial corre o risco de contaminação de culturas que se desenvolvem rentes ao solo, ao passo que a irrigação por aspersão aumenta ainda mais os riscos devido ao contato do líquido com a folhagem e os frutos, além da possibilidade do transporte dos aerossóis contendo microrganismos para as vizinhanças.

Embora dotada de muitas e grandes vantagens, a reutilização de águas residuárias na irrigação pode, se não tomadas as precauções e adotados tratamentos e medidas necessárias, provocar poluição de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, alterações das características dos solos, efeitos sobre a vegetação, além de problemas de ordem sanitária. Nesse sentido, a adoção de um programa de reuso de esgotos exige um planejamento prévio, não podendo ser instaurado de forma aleatória. Esse planejamento deve englobar desde um zoneamento da região potencial de reuso visando posterior seleção da área a irrigar, até a adoção de um política de fiscalização, controle e gestão da área irrigada (monitoramento das características do solo) e do efluente tratado utilizado (monitoramento das características do efluente), bem como das técnicas utilizadas e proteções adotadas.

¹ SILVA, F.J.A. Diretrizes Básicas para o Reuso dos Efluentes do Sistema de Lagoas de Estabilização do Distrito Industrial de Maracanaú. Fortaleza, Deptº de Engenharia Hidráulica e Ambiental da UFC, 1998.



6.2 - AS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE REUSO DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS DA RMF

A primeira proposição concreta de reuso de efluentes domésticos na Região Metropolitana de Fortaleza foi elaborada pela VBA Consultores para a Proposta Técnica para licitação dos Estudo “Elaboração do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário (PDES) das Áreas Integradas, constituídas pelos Municípios de Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Estudos dos Demais Municípios da RMF”, em consórcio com a empresa pernambucana ABF-Engenharia, Serviços e Comércio Ltda.

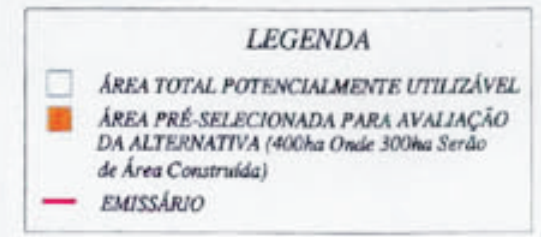
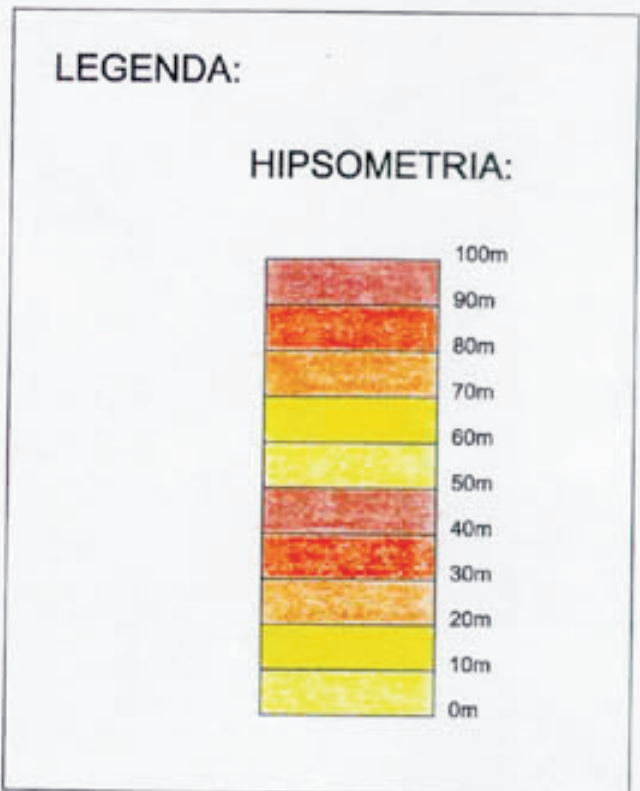
Tal proposição tem intrínseca uma série de benefícios sócio-econômicos visto que, além de consistir em um destino “nobre” aos dejetos humanos, encerra todos os proveitos anteriormente listados, com sobrepujança da irrigação, uma vez que é possível afirmar que na sua área de abrangência ocorrem solos em quantidade abundante e em qualidade elevada de potencial agrícola, que poderão proporcionar significativo retorno econômico com baixos custos de produção, quando destinados à irrigação.

Seguindo a linha de raciocínio recém-despertada, novas alternativas de utilização de esgotos domésticos vem surgindo, seja para uso local (nos arredores das lagoas de estabilização de pequenas comunidades), seja para exportação para utilização em locais de uso potencial desse tipo de recurso.

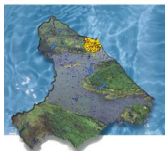
6.2.1 - ALTERNATIVA DE REUSO EM CONTRAPOSIÇÃO AO EMISSÁRIO SUBMARINO DA PRAIA DO FUTURO – UTILIZAÇÃO POTENCIAL NO ENTORNO LESTE DE FORTALEZA

Quando da licitação acima referida, a VBA Consultores sugeriu o reuso de esgotos domésticos de Fortaleza como alternativa à construção do novo emissário submarino na região costeira do estuário do Cocó, ou mais especificamente, em sua margem esquerda, emissário este que era consenso em todos os trabalhos de consultoria desenvolvidos anteriormente para o sistema de esgotamento sanitário da RMF. 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. O emissário submarino em estudo, por circunstância de sua localização e do sentido das correntes marítimas na região, tende a desencadear um progressivo auto fechamento da foz do rio Cocó, com graves desequilíbrios, que tenderiam a eutrofização pela minimização da influência do mar em seu curso inferior, já prejudicado pelos barramentos da RMF. Quanto aos questionamentos desta nova alternativa, apresentou-se como maior dificuldade o consumo de energia necessário para exportação dos esgotos.

Com efeito apenas ilustrativo dessa alternativa, 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. O traçado desta alternativa encontra-se mostrado no [Mapa 6.1](#) enquanto que a síntese do pré-dimensionamento é apresentada a seguir.



 	<p>GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH</p>
	<p>PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DOS RECURSOS HÍDRICOS - PROURB</p>
<p>PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS</p>	
<p>TÍTULO: Mapa 6.1 Lay-out do Traçado do Emissário e Provável Localização de Lagoas sobre Planta com Representação Hipsométrica do Relevo da Região</p>	
<p>ESCALA: 1/100.000</p>	<p>DATA: DEZEMBRO/99</p>
<p>CONTRATO</p>	<p>FRANCHA:</p>



Vale atentar para a representatividade da vazão visto que ter-se-ia, em média, 2 m³/s de aumento da oferta de recursos hídricos através da reutilização das águas residuárias. Percebe-se, portanto, a importância dessa alternativa, dado que o incremento de vazão é de ordem de grandeza semelhante a vazão atualmente importada da Bacia do Jaguaribe via Canal do Trabalhador, e que a vazão média dos esgotos tratados proporcionará uma disponibilidade hídrica equivalente praticamente a mais da metade da vazão de regularização do sistema Pacoti-Riachão-Gavião, que sozinho forneceu água para a RMF, antes de ser complementado pelo açude Pacajus e pelo Canal do Trabalhador. Ainda com relação a representatividade das vazões, outro ponto a ser destacado é que, segundo indicação de especialistas, 10 a 20 hectares podem ser irrigados com a descarga de esgotos de 1.000 m³/dia, de onde se conclui que, com a vazão aqui tratada, poder-se-á irrigar uma área de 2 mil hectares.

Seleção da área

A área escolhida para locação do sistema de lagoas foi considerada a uma distância de 30,0 km do rio Cocó, em uma região a jusante dos pontos de barramento dos mananciais que abastecem a RMF, de forma a excluir a possibilidade de contaminação desses mananciais. Aliado a esse critério de seleção, contribuiu para a escolha, além da viabilidade econômica função das distâncias e cotas, a proximidade com áreas caracterizadas por solos com potencial agrícola.

Já a área a ser irrigada pelo efluente tratado pelas lagoas de estabilização foi selecionada em função da qualidade do solo, da proximidade da lagoa, bem como da proteção contra a poluição do meio ambiente. Assim, cuidados foram tomados de modo que essa área estivesse fora da zona de contribuição aos reservatórios da região, quais sejam Pacajus, Pacoti-Riachão e Gavião, bem como daqueles reservatórios projetados, embora ainda não construídos (Catu e Mal-Cozinhado). Ademais, procurou-se proteger a perenização desses novos açudes ao longo dos cursos d'água, dado que estão previstas adutoras originadas nesses mananciais para abastecimento humano e industrial de cidades como Aquiraz, Pindoretama e Cascavel. Também foi levado em conta, na escolha da área, a proximidade com o litoral, deixando para tanto uma faixa de transição, de modo a proteger as praias de uma possível poluição.

Emissário de esgoto bruto

- população contribuinte aproximada: 1.000.000 habitantes (*)
- ponto inicial: nas proximidades da estação de reversão do Cocó para a vertente marítima (cota 2,0)
- ponto final: a 30 km de distância, nas proximidades da localidade de Aquiraz, conforme indicado no mapa (cota média de restituição: 32,00 m).
- extensão do emissário: 30,0 km (*)
- desnível geométrico: 30,0 m (*)
- vazão máxima: 3,0 m³/s (*)
- vazão média: 1,95 m³/s



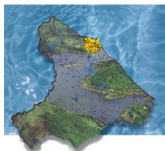
- diâmetro econômico: 1.400 mm (em PVC + PRFV)
 - perda de carga: 1,65 m/km (+ 5% de reserva)
 - velocidade: 1,95 m/s
 - altura manométrica total: 81,98 mca
 - potência instalada: 4.800 CV = 3.540 kw
 - consumo diário: 46.014 kwh (0,046 kw.h/hab.dia contra 0,035 kw.h/hab.dia sugerido no edital)
 - * custos estimados
- Obs: 1 US\$ = 1,20 R\$
- | | |
|---|--|
| { | da elevatória: R\$ 5.760,000 (US\$ 4.800.000) |
| | do emissário: R\$ 28.410.000 (US\$ 23.675.000) |

Estação de Tratamento

- tipo da estação de tratamento: séries de lagoas de estabilização em paralelo, que serão construídas gradualmente, cada série formada por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e três lagoas de maturação.
- vazão média: 1,95 m³/s (*)
- contribuição de DBO₅: 50gr/pessoa/dia
- Contribuição orgânica total: 50.000 kg DBO₅
- Lagoas anaeróbias: tempo de detenção: 3 dias; profundidade: 3,0 m; volume total das lagoas anaeróbias: 500.000 m³; área total das lagoas anaeróbias: 16,7 ha; remoção de DBO₅: 50%
- Lagoas Facultativas: profundidade: 1,5 m; taxa orgânica aplicada: 300 kg DBO₅/ha; carga orgânica afluyente às lagoas : 30.000 kg DBO₅; área total das lagoas facultativas: 66,7 ha; tempo de detenção: 8,9 dias
- Lagoas de Maturação: quantidade de lagoas em cada série: 3; profundidade: 1,5 m; tempo de detenção em cada lagoa: 5 dias; volume total das lagoas de maturação: 2.500.000 m³ ; área total das lagoas de maturação: 166,7 ha.
- Área total do sistema de lagoas de estabilização: 250,1 ha
- Área total necessária para implantação do sistema de lagoas: 300,0 ha
- Custo estimado para a lagoa de 300 ha atendendo a 1.000.000 de pessoas: R\$ 20.580.000 (US\$ 17.150,00)

Custos totais e per capita da alternativa analisada

- Custo total: R\$ 51.320.000 (US\$ 42.766,670,00)
- Custo per capita: R\$ 51,32/hab



Em síntese, o custo da energia de bombeamento é bastante compatível com altura de bombeamento de sistemas de irrigação e com sistema da RMF se for considerada a adução a partir do rio Jaguaribe.

De posse desse levantamento preliminar, conclui-se que o reuso dos efluentes de Fortaleza ainda não ligados a um sistema de coleta e destinação final adequado constitui-se em uma possibilidade perfeitamente viável de incremento da oferta hídrica para agricultura, tanto em função da existência de um cenário físico e social propício, quanto e principalmente devido a custos compatíveis com aqueles necessários a uma destinação final do resíduos por meio de um emissário submarino.

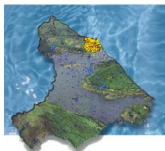
Em suma, há que se considerar alguns aspectos de fundamental importância a favor da opção pelo reuso dos esgotos tratados através de lagoas de estabilização:

- essa disponibilidade hídrica é um fator de amplas possibilidades de geração de emprego e produção de riquezas, não sendo aceitável o descarte dessa alternativa apenas através da análise dos custos diretos envolvidos em sua implantação, sem considerar-se os benefícios indiretos que o reuso dos esgotos traria;
- a construção de um novo emissário submarino junto à foz do rio Cocó inevitavelmente ocasionará impactos ambientais na área da praia junto ao estuário do rio, os quais poderão se propagar para o rio Cocó, causando sua completa eutrofização;
- estações de tratamento isoladas poderão comprometer ainda mais a qualidade da água dos corpos receptores existentes em Fortaleza, a não ser que se projete ETE's de elevada sofisticação, com unidades de remoção de nutrientes.

6.2.1.1 - Possibilidades de Incremento e Composição de Vazões

Em fases posteriores, adotadas todas as medidas de controle ambiental e gestão necessárias e, nesses moldes, detectado o perfeito funcionamento do sistema proposto, existe a possibilidade de incremento da vazão própria ao reuso. Tal fato torna-se possível devido a relativa flexibilidade de aumento da capacidade de tratamento de efluentes através de sistema de lagoas de estabilização (acréscimo de lagoas em paralelo ou em série, em função das necessidades) e as possibilidades de inter-ligação com demais sedes municipais componentes da Região Metropolitana de Fortaleza, com concentração num único local (o sistema de lagoas de Fortaleza). Mesmo sendo vazões bem menores, da ordem de litros por segundo em contraponto a ordem de metros cúbicos por segundo própria ao sistema de Fortaleza, quando interligadas tais vazões municipais assumem maior representatividade. Além disso, dado ser o esgoto oriundo de Fortaleza de origem fundamentalmente doméstica e em grande quantidade, existe a possibilidade de mistura de vazões domésticas com vazões industriais (efluentes pré-tratados dos distritos industriais), os quais teriam sua concentração previamente reduzida em tratamento próprio e específico (caso das indústrias de maior porte), com posterior diluição e mistura com a grande quantidade oriunda de Fortaleza e refinamento do tratamento na série de lagoas devendo, para tanto, ser tais efluentes misturados despejados na primeira das lagoas.

Inserem-se nesse cenário de prolongamento do emissário coletor e concentração de vazões em um ponto único, além é claro de Fortaleza, os municípios de Eusébio, Guaiúba, Pacatuba, Itaitinga, Pacajus, Horizonte, Cascavel, Pindoretama e Aquiraz. Tal cenário, no entanto, exige a implantação de sistema de coleta em cada uma das citadas comunidades e



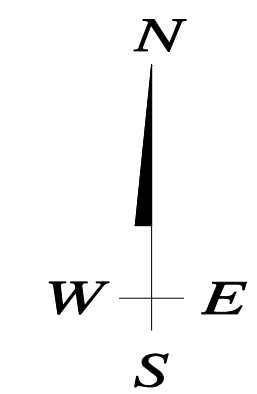
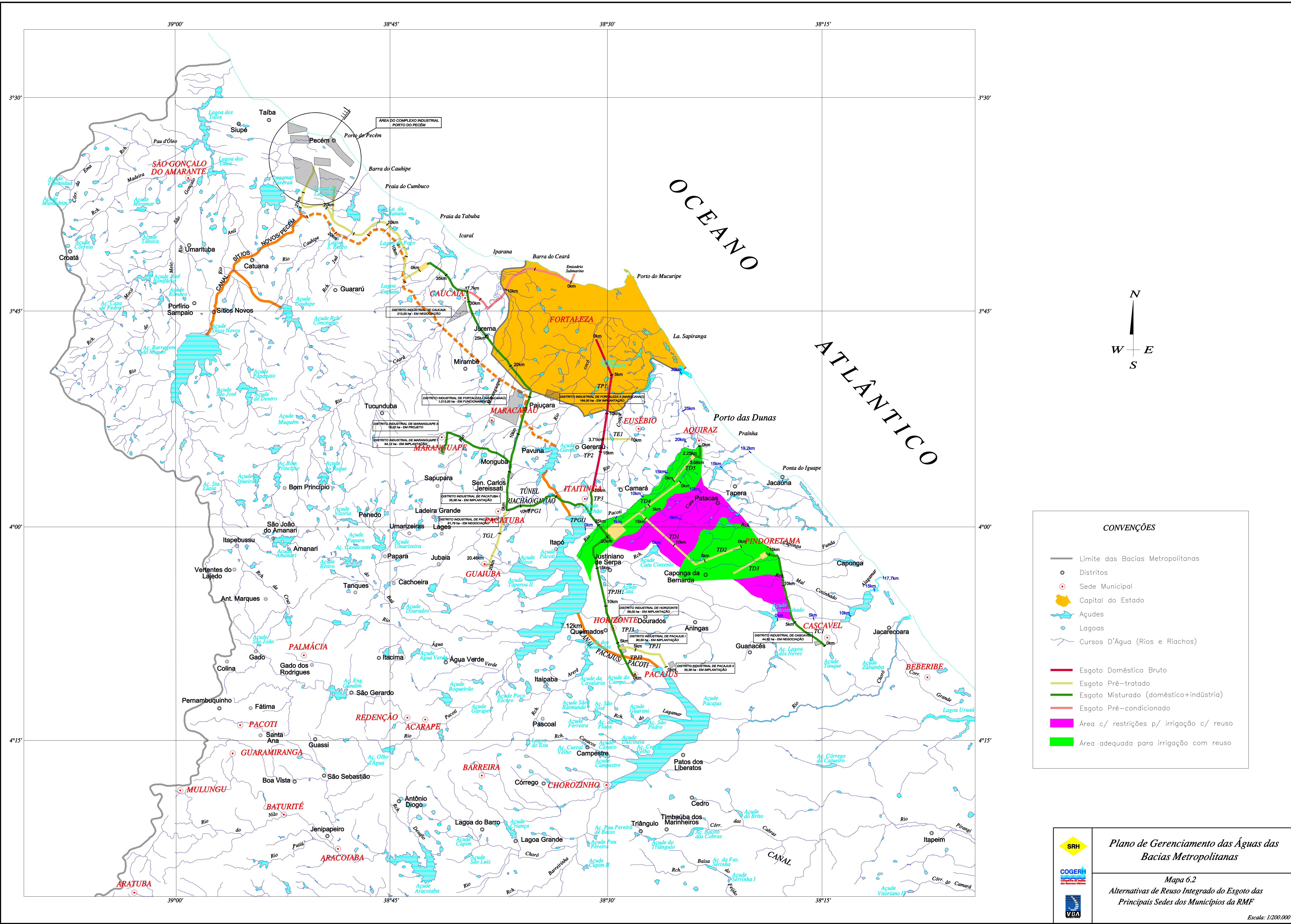
foi selecionado com base na viabilidade de ligação em função das distâncias. Ademais a hipótese de ligação por partes traz como vantagem adicional a possibilidade de implantação faseada do sistema total, com a execução dos trechos situada dentro de um cenário financeiro favorável.

Supondo a existência de um cenário ótimo de esgotamento sanitário, onde toda a população urbana das sedes dos citados municípios fosse dotada de sistema de coleta e destinação final de esgotos, e que esse cenário esteja plenamente implantado no horizonte do ano 2020, as projeções indicam uma vazão total de incremento (excluindo Fortaleza) de $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo $277,4 \text{ l/s}$ de esgoto doméstico e $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ relativo às águas residuárias das indústrias, assumindo o retorno da indústria igual ao da população, o que proporciona a irrigação de uma área adicional de 1,8 mil hectares, se considerado um consumo médio de esgoto para irrigação de $1,0 \text{ l/s/ha}$.

Analisando caso a caso as motivações para agregação de cada uma dessas cidades nota-se que Eusébio, por estar no caminho do emissário de esgoto bruto de Fortaleza, pode ser diretamente ligado a esse conduto; Guaiúba e Pacatuba necessitam da construção de um novo emissário superficial e em função das distâncias podem ser ligadas em fases posteriores; Itaitinga, pela proximidade da área potencial de implantação do sistema de lagoas, constitui-se em opção mais imediata de ligação, com seu emissário, pela disposição de seu traçado, constituído como ramal final do possível condutor oriundo de Guaiúba e Pacatuba. Pacajus, além de consistir em uma das comunidades destacadas com maior contingente populacional, situa-se na área de contribuição do açude Pacajus, o que motiva a exportação de seus efluentes para o sistema de lagoas no intuito da preservação desse manancial. Horizonte, embora com contribuição pequena por ser uma comunidade de menor porte, consiste em outra possibilidade de incremento da oferta de águas residuárias para irrigação por estar no caminho do conduto originário de Pacajus. O ramal superior dessa ligação, constituído por Cascavel, Pindoretama e Aquiraz, por localizar-se acima da área selecionada para irrigação, foi a princípio detectado como mais viável o tratamento local de seus efluentes, sem concentração no sistema de lagoas de Fortaleza, sendo os mesmos exportados diretamente para a área a ser irrigada através de um emissário de esgoto já tratado. Assim, um emissário desse tipo sairia da lagoa de estabilização de Cascavel, agregaria a vazão tratada de Pindoretama e atingiria a área de irrigação. O outro ramal consistiria em um emissário independente, saindo diretamente da lagoa de Aquiraz e atingindo a área de irrigação.

O novo esquema proposto, construído em sua plenitude, encontra-se esquematizado no [Mapa 6.2](#).

Embora a cidade de Chorozinho esteja situada às margens do açude Pacajus e crescendo no sentido do reservatório, a pequena vazão aliada a distância a ser vencida até a cidade de Pacajus, não justifica financeiramente sua exportação e ligação ao sistema de lagoas, motivo pelo qual não participa do cenário aqui proposto, não deixando, no entanto, de constituir um risco para a qualidade das águas desse reservatório.



CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Distritos
- Sede Municipal
- Capital do Estado
- Açudes
- Lagoas
- Cursos D'Água (Rios e Riachos)
- Esgoto Doméstico Bruto
- Esgoto Pré-tratado
- Esgoto Misturado (doméstico+indústria)
- Esgoto Pré-condicionado
- Área c/ restrições p/ irrigação c/ reuso
- Área adequada para irrigação com reuso



Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas

Mapa 6.2
Alternativas de Reuso Integrado do Esgoto das Principais Sedes dos Municípios da RMF



6.2.2 - ALTERNATIVA DE REUSO EM CONTRAPOSIÇÃO AO EMISSÁRIO SUBMARINO JÁ EXISTENTE

6.2.2.1 - Proposição da CAGECE

Na tentativa de colaborar com o equacionamento da otimização das soluções para o problema de abastecimento d'água do Complexo Portuário do Pecém, o engenheiro Antônio Praxedes Berto, técnico da CAGECE, elaborou para sua instituição uma proposição de reutilização da parcela do esgotamento sanitário de Fortaleza que é atualmente lançada ao mar, via emissário submarino, com vistas ao reforço do abastecimento do Pecém, basicamente para atender as necessidades das indústrias que não necessitam de água de boa qualidade, como por exemplo o uso em sistemas de refrigeração de máquinas.

A proposta, elaborada em moldes preliminares superficiais, também apresentada no Mapa 6.2, estima uma distância média de 35 km do ponto final de concentração de esgotos doméstico coletados nas bacias da vertente marítima de Fortaleza até a estação da CAGECE situada dentro do Complexo do Pecém e uma vazão final de 4,8 m³/s. Uma estimativa bem global dos custos foi feita pelo engenheiro responsável e é apresentada a seguir.

Estação Elevatória.....	R\$ 1.500.000,00
Emissário com 35 km de extensão e diâmetro de 1.200 mm.....	R\$ 40.000.000,00
Estação de Tratamento de Esgoto	R\$ 60.000.000,00
Projeto	R\$ 100.000,00
Total	R\$ 101.600.000,00

Do ponto de vista de quantidade de água, é notável as vantagens dessa alternativa de reuso. Contudo, dado ser o uso final a indústria e visto que as grandes indústrias já são dotadas de sistemas privados de reutilização de suas águas devido aos padrões de seus efluentes exigidos pela legislação antes de sua destinação final, o que leva a uma necessidade de tratamento desses efluentes, é possível a sobreposição de recursos hídricos para um mesmo tipo de uso. Nesse caso, novos usos podem ser verificados, aumentando, contudo, o nível de tratamento requerido dos efluentes e, conseqüentemente, os custos dessa alternativa.

O grande obstáculo a essa proposição consiste no alto custo intrínseco a ela, já existente antes mesmo de qualquer intervenção de engenharia, uma vez que já encontra-se construída toda uma infra-estrutura de destinação final do esgoto de Fortaleza, constando de estação de pré-condicionamento e emissário submarino, custo este que não pode ser ignorado.

6.2.2.2 - Alternativas à Proposição da CAGECE

Buscando alternativas para a proposta da CAGECE, a VBA pesquisou novas estratégias para o reuso do esgoto de Fortaleza que tem o emissário submarino como ponto de lançamento. Assim, foi apontada como alternativa mais viável, pelo menos a princípio, ao invés de aprimoramento da estação de pré-condicionamento do esgoto, transformando-a em estação de tratamento, a exportação desse material para as lagoas de Caucaia destinada ao tratamento dos dejetos oriundos das praias do litoral oeste, uma vez que, como já



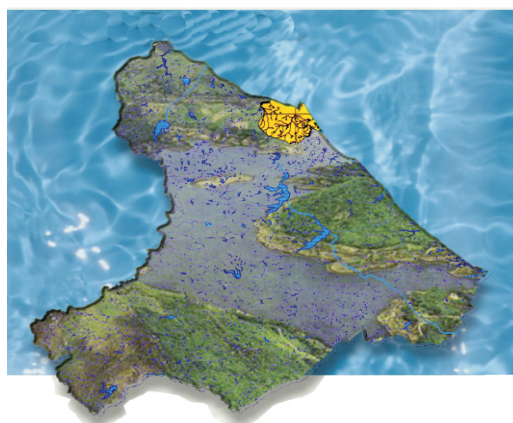
constatado, sistemas de lagoas de estabilização constituem tratamento adequado a reprocessamento das águas. Para tanto, seria necessário, a ampliação dessas lagoas, cujo detalhamento encontra-se no relatório final do “Projeto Executivo do Sistema de Esgotamento Sanitário das Praias do Litoral Oeste de Fortaleza”, elaborado pela VBA Consultores.

Como alternativa de incremento da disponibilidade hídrica, foi levantada a hipótese de inter-ligação com os efluentes de Maracanaú e Maranguape, através de um emissário superficial que levaria tais recursos (industriais e domésticos) para o ponto de concentração localizado no sistema de lagoas de Caucaia (esquemáticamente apresentado no Mapa 6.2). A possibilidade de utilização de resíduos industriais dos DIs desses dois municípios se justifica mediante um pré-tratamento feito nos próprios distritos industriais, antes de seu lançamento no emissário, e devido a mistura e conseqüente diluição desses efluentes com o montante de esgoto doméstico de Fortaleza.

Com relação aos potenciais usos dessas águas residuárias tratadas, foi a princípio levantada a hipótese de utilização desse recurso na irrigação de áreas a oeste de Fortaleza. No entanto, a já grande e ainda crescente urbanização da região, além da carência de solos adequados ao cultivo agrícola descartaram essa alternativa. Resta, portanto, a maior possibilidade de utilização junto as indústrias do Complexo do Pecém.

No contexto de levantamento de suposições, surgiu também a alternativa de, numa fase posterior, fazer a ligação dos efluentes dos municípios de Maracanaú e Maranguape com o sistema de lagoas destinado ao reuso na irrigação da área a sudeste de Fortaleza, mostrada anteriormente, estando, no entanto, sua aplicação mais viável para o reforço hídrico do Pecém.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 7 PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



7 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS

7.1 – INTRODUÇÃO

No Nordeste Brasileiro, particularmente no Estado do Ceará, o marcante baixo índice pluviométrico e a irregular distribuição intra e interanual das chuvas, são importantes fatores na inibição da economia da região. A falta de água provocada pelas longas e freqüentes estiagens afeta a economia da região, dificultando a manutenção das atividades econômicas e a fixação da população local. A falta de informações precisas sobre estas constatações dificultam sobremaneira uma abordagem técnica e precisa do problema.

Assim, o principal objetivo desse estudo é consolidar a situação atual da rede hidrometeorológica e da qualidade de águas nas Bacias Metropolitanas e, sobretudo, propor um redimensionamento e estruturação de uma nova rede de coleta de dados, operada e mantida estritamente por órgãos estaduais.

7.1.1 – OBJETIVO GERAL: PROPOSTA DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DAS ÁGUAS

Dada a necessidade de informações fomentadoras para os estudos dos recursos hídricos de uma região, redes de medições hidrometeorológicas são criadas para possibilitar a formação de séries contínuas de dados sobre o regime e o estado dos recursos hídricos como rios, lagos e reservatórios.

As características do escoamento superficial e do regime tempo-espacial das precipitações são duas das principais variáveis a serem observadas. A razão é simples: as últimas formam as principais entradas no sistema estudado ao passo que as primeiras se constituem nas principais saídas, juntamente com a evapotranspiração.

Planejar uma rede otimizada, portanto, consiste em especificar uma densidade de postos de observações que seja suficiente para obter confiabilidade dos dados, sem, no entanto, requerer um número excessivo de estações, tampouco de recursos financeiros. Uma das mais importantes capacidades de um rede de observação é obter dados para previsões de vazões e precipitações, informações fundamentais para o planejamento do atendimento as necessidades humanas e demais atividades econômicas.

Existem diversos tipos de estações de monitoramento, as quais serão aqui propostas segundo sua adequabilidade regional, operacional e financeira, incluindo:

- pluviométricas, onde são feitas as leituras do total acumulado de chuvas às 7h através de observadores;
- pluviográficas, onde são registrados continuamente os dados de chuva;
- limnimétricas, onde são feitas duas leituras diárias (7h e 17h) através de observadores;
- fluviométricas, estações limnimétricas para as quais se levantam periodicamente curvas-chave para estimativa das vazões líquidas;



- fluviográficas, onde os níveis da água são registrados continuamente e existe curva-chave para cálculo das vazões líquidas;
- climatológicas, onde são medidas diferentes variáveis meteorológicas, incluindo velocidade e direção do vento, umidade relativa do ar, pressão, temperatura e evaporação potencial;
- evaporimétricas, onde são feitas as leituras do total evaporado às 7h através de observadores,
- sedimentológicas, onde são coletadas regularmente amostras de sedimentos; e
- qualidade da água, onde são coletadas amostras de diferentes parâmetros de qualidade com frequência variável.

7.1.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Monitoramento significa a avaliação e o acompanhamento de uma dada situação, a partir de dados medidos por aparelhos, conforme definição encontrada nos dicionários. Embora a noção de quais objetivos desse acompanhamento pareça estar embutida nesse conceito, não é, no entanto, o que comumente se observa.

Muitas vezes inicia-se a prática da coleta de dados sem que se saiba para que e onde esses dados serão utilizados. Isto ocorre principalmente com relação a qualidade da água, na escolha dos parâmetros a serem monitorados.

Necessário se faz, portanto, a determinação de uma completa e concreta gama de objetivos que se deseja atingir com os dados a serem levantados, de forma a não sub ou hiper dimensionar a rede de monitoramento para a região em foco.

O Programa de Monitoramento ora proposto compreende a implantação de dois programas distintos, e ao mesmo tempo complementares, interdependentes e simultâneos, englobando o monitoramento *quantitativo* e *qualitativo* das águas superficiais.

Os objetivos específicos de cada um dos ramos de monitoramento para a região das Bacias Metropolitanas são elencados a seguir, ao passo que as principais intervenções propostas para cada um deles encontram-se descritas no decorrer desse relatório.

7.1.2.1 - Objetivos de um Sistema de Monitoramento Quantitativo das Águas Superficiais

Os principais objetivos da rede de monitoramento programada para compor o sistema de controle e gestão dos recursos hídricos nas Bacias Metropolitanas estão descritos a seguir:

- estabelecimento de uma rede pluviométrica fixa, confiável e que dê total cobertura à região das Bacias Metropolitanas, compreendendo medições contínuas e sistemáticas, bem como medições de controle não contínuo, porém também sistemáticas;
- implantação de uma rede de estações climatológicas, para monitoramento de variáveis climatológicas auxiliares nos estudos de recursos hídricos;



- implantação de uma rede controladora dos aportes aos açudes, provenientes do escoamento direto da área não controlada; e
- implantação de uma rede fluviométrica que monitore o escoamento a jusante dos grandes reservatórios, com o intuito de controlar as perdas, seja por fenômenos naturais, seja por intervenções antrópicas não registradas.

7.1.2.2 - Objetivos de um Sistema de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais

O conceito de monitoramento da qualidade da água é muito mais amplo do que a simples verificação se padrões legais de qualidade da água estão sendo obedecidos ou não. Deve-se atender à necessidade de responder o que está sendo alterado e porque estas modificações estão ocorrendo.

Um sistema de monitoramento de qualidade da água eficiente é aquele cujos dados disponíveis respondam às perguntas dos seus usuários. Quando isto acontece, o sistema é eficiente em termos técnicos e certamente o será sob o ponto de vista econômico, já que não estão sendo desperdiçados recursos financeiros em dados que sejam apenas armazenados, sem qualquer utilidade prática.

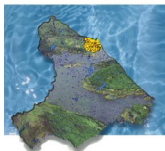
Dependendo do objetivo a ser alcançado, a rede de qualidade de água terá características próprias e adequadas para a obtenção das informações esperadas. Por exemplo, redes cujo objetivo é detectar tendências de alteração de qualidade da água da bacia hidrográfica devem ser previstas para operar durante um longo período de tempo, sem que a frequência das observações se altere. Isto deve ser obedecido para que seja viabilizada a utilização de métodos estatísticos de análise da série. As redes cujo objetivo é o de fiscalizar a obediência aos padrões de qualidade da água estabelecidos por lei devem ter como características básicas a localização das estações em pontos estratégicos, onde a probabilidade de violação do padrão é maior, e devem ser planejadas para uma frequência de amostragem compatível com a violação a ser detectada.

Por conseguinte, em função dos objetivos é que serão determinados a localização dos pontos de amostragem, o material a ser coletado (água, sedimentos, material biológico), parâmetros a serem analisados, período e frequência das amostragens.

As amostras devem ser coletadas juntamente com informações hidrológicas de vazão, nível de água e velocidade, bem como informações climáticas, de modo a facilitar a interpretação e análise dos resultados e possibilitar a estimativa de cargas, balanço de massas e entradas para modelos matemáticos de qualidade da água. Do exposto, evidencia-se claramente a já referida interdependência entre os programas de monitoramento qualitativo e quantitativo das águas superficiais.

Em um nível macro, podem ser listados os seguintes objetivos para as redes de monitoramento de qualidade da água:

- identificação de concentrações anormais, por lançamentos contínuos ou acidentais, para fins de fiscalização;
- detecção de tendências de alteração das concentrações;
- avaliação de alterações dos ecossistemas.



- estimativa de fluxo de poluentes;
- monitoramento de fluxo de poluentes em eventos; e
- avaliação geral da bacia.

De maneira mais detalhada, os principais objetivos almejados com o monitoramento da qualidade das águas nas Bacias Metropolitanas compreendem:

- levantamento e controle sistemático da qualidade hídrica em pontos estratégicos de demanda hídrica, de modo a permitir a classificação da água para os diversos usos;
- acompanhamento e controle dos impactos de intervenções antrópicas, norteados possíveis mudanças nas políticas ambientais e conservacionista, sobretudo o zoneamento do uso do solo;
- levantamento de informações necessárias ao fomento de modelos matemáticos de simulação sistemática da qualidade hídrica, viabilizando a antecipação de impactos de intervenções programadas na bacia, com vistas ao encontro de formas mitigadoras;
- identificação de áreas críticas, incluindo açudes com salinização e eutrofização elevadas, seções de rios com poluição, de modo a possibilitar a concretização de ações que visem o controle destes aspectos, remetendo a uma conseqüente melhoria da qualidade;
- levantamento e zoneamento de fontes poluidoras, efetivas e/ou potenciais, de modo a facilitar o estabelecimento de medidas mitigadoras e acompanhamento permanente de sua efetiva intervenção; e
- determinação de variações da qualidade da água em períodos críticos específicos, como estiagens prolongadas, antecipando tendências e facilitando a tomada de medidas preventivas.

7.2 – BREVE DIAGNÓSTICO SOBRE O MONITORAMENTO DAS ÁGUAS NO BRASIL E NO CEARÁ

7.2.1 – ÁGUAS ATMOSFÉRICAS

No Brasil, o monitoramento das águas atmosféricas é responsabilidade do *Instituto Nacional de Meteorologia* (INMET), que opera um conjunto de estações meteorológicas no país. A função desta rede é permitir a previsão do tempo e disponibilizar aos usuários de recursos hídricos informações sobre precipitação e evaporação, para fins de balanço hídrico. O número de estações integrante da rede de hidrometeorologia é bastante razoável (720 estações em todo o Brasil), sendo, entretanto, sua distribuição espacial deficitária nas regiões Oeste e Norte do país.

O INPE — *Instituto de Pesquisas Espaciais* — também produz previsões de tempo e clima, utilizando modernos recursos tecnológicos de sensoriamento remoto e modelos matemáticos altamente sofisticados. Os dados meteorológicos necessários para estudos de recursos hídricos podem ser obtidos junto a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).



A quantificação da precipitação a partir de imagem de satélite já é possível com o nível de tecnologia atualmente existente. Sua utilização de forma operacional, entretanto, é ainda incipiente, associado principalmente ao fato de que a resolução espacial para estimativas dessa natureza é pouco detalhada.

Por sua vez, a quantificação da precipitação através de radares meteorológicos tem sido feita com sucesso por diferentes entidades ligadas à previsão de precipitação e inundações a curto prazo (CTH, SIMEPAR, etc.). Estas informações, entretanto, por estarem disponíveis em tempo real, geram um volume de dados excessivo para fazer parte de um banco de dados de longo prazo de uma rede de informações hidrológicas. Além disso, existem alguns problemas tecnológicos a serem resolvidos com esse tipo de tecnologia, problemas estes que impedem sua utilização na forma tradicional das redes hidrométricas. Estes problemas incluem: propagação anômala, ecos de terreno e presença de gelo em certos tipos de precipitação, entre outros.

No Ceará, a previsão de tempo e clima fica a cargo da FUNCEME, órgão estadual integrante do SIGERH que tem por finalidade promover estudos de meteorologia aplicada, além de aprofundar e desenvolver operacionalmente as experiências precursoras no setor de chuva provocada e oferecer dados para a definição da política de formação e aperfeiçoamento dos Recursos Hídricos.

7.2.2 – ÁGUAS SUPERFICIAIS

As águas superficiais estão no Brasil sob responsabilidade da ANEEL, que opera uma rede hidrométrica constituída de 1.874 estações fluviométricas. Além disso, suplementarmente ao INMET, a ANEEL opera um conjunto de 2234 estações pluviométricas e hidrometeorológicas.

Para fins de operação, o Brasil encontra-se dividido em oito bacias hidrográficas principais, sendo que cada uma delas possui subdivisões em diversas outras sub-bacias. O conjunto de bacias denominado *Bacias Metropolitanas* encontra-se inserido na Bacia 3 — Atlântico Sul, trechos Norte/Nordeste, sendo representado pelo código 35 na identificação de cada posto fluviométrico inserido na mesma.

O Brasil é um país com poucos sistemas de monitoramento de qualidade da água e que, portanto, dispõe de pequena quantidade de informações sobre o estado de seus corpos d'água, principalmente face as dimensões continentais, diferenças geográficas regionais e magnitude dos problemas de poluição. Existem poucas redes instaladas com coleta sistemática de dados e, mesmo no caso de campanhas mais específicas quanto a objetivo e local, também não há grande disponibilidade. Este fato indica a necessidade do país desenvolver sua tecnologia de redes de monitoramento de qualidade da água e reconhecer a importância desse investimento para melhorar e ampliar seus bancos de informação no setor de recursos hídricos.

A rede de monitoramento de qualidade de água operada pela ANEEL abrange todo o território nacional, com um total de 322 pontos de amostragem. Os diversos pontos de coleta estão divididos naqueles que se compõem na chamada rede mínima, para a qual são monitorados apenas quatro variáveis de qualidade da água (oxigênio dissolvido, pH, condutividade e temperatura), com periodicidade trimestral, e os demais, que compõem as redes especiais, nas quais são monitoradas mais variáveis.



Quanto às redes sedimentométricas, as mesmas são raras no país e nem sempre apresentam periodicidade adequada, devido aos altos custos de operação e manutenção. A própria observação da seção do leito de medição é deficiente, apesar de importante, já que permitiria obter informações sobre a ação dos rios, facilitando uma adequada calibração de curvas-chaves.

No Ceará, a COGERH e a FUNCEME têm realizado campanhas de medições de vazão em rios e campanhas de coleta de amostras de água em rios e açudes e levantamento de perfis de qualidade hídrica em alguns reservatórios estratégicos do Estado. Contudo, devido a inexistência de um programa, tais campanhas não são sistemáticas, o que dificulta a análise e interpretação dos resultados em sua plenitude, bem como inviabiliza o acompanhamento adequado dos recursos hídricos no Estado.

7.2.3 – ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As águas subterrâneas não dispõem ainda, mesmo em nível nacional, de um aparato de coleta de dados sistemático. Os dados existentes são resultado de observações em poços perfurados por entidades privadas e públicas, em nível estadual ou regional.

7.3 – PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O programa de monitoramento quantitativo das águas superficiais consiste basicamente na ampliação e melhoria da rede hidrometeorológica atualmente existente, bem como no controle sistemático de vazões em seções de rios não controladas por açudes e medição de vazões liberadas pelos reservatórios.

A nova rede hidrometeorológica deve ter como principais metas: i) total cobertura pluviométrica da região, através do aumento do número dos pluviômetros; ii) registro contínuo de eventos chuvosos, essencial a determinados tipos de estudos, possibilitado, através da instalação de pluviógrafos; iii) medição de outras variáveis meteorológicas de importância para estudos na área de recursos hídricos.

A medição de vazões não controladas visa principalmente a real quantificação da vazão efluente a reservatórios, ao passo que o controle da regularização destes visa não só a aferição contínua da válvula dispersora dos açudes, o que facilitaria e melhoraria a gestão das águas dos mesmos, como, e principalmente, a estimativa de perdas em trânsito (parâmetro ainda pouco conhecido) e o controle de captações, facilitando sobremaneira os processos de concessão de outorga do direito de uso da água, bem como a sua fiscalização por parte do órgão responsável.

Assim, como proposição concreta, esta nova rede dita *otimizada*, deve visar a eficiência na gestão dos recursos hídricos nas Bacias Metropolitanas, uma vez que, através de parâmetros hidrometeorológicos básicos, melhor se dará o levantamento e controle do real confronto entre ofertas e demandas. A seguir encontra-se detalhada a rede proposta.

7.3.1 – MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO

A chuva, por se constituir na principal variável de entrada em uma bacia hidrográfica, assume papel de destaque em qualquer estudo hidrológico, sobretudo em regiões semi-áridas e com substrato essencialmente cristalino como a que aqui se apresenta



no Estado do Ceará, em geral, e nas Bacias Metropolitanas, em particular, o que impede a alimentação dos leitos superficiais por lençóis subterrâneos.

Basicamente existem duas maneiras de medir a chuva:

- pontualmente, com pluviômetros ou pluviógrafos;
- espacialmente, com radares.

As medições por radares, dado o caráter tecnológico avançado dos equipamentos, serão melhor detalhadas quando da abordagem do monitoramento específico.

Como já amplamente conhecido, a diferença entre pluviômetro e pluviógrafo reside no fato de que o último registra automaticamente os dados, ao contrário do primeiro que precisa de leituras manuais a intervalos pré-definidos.

Dada a diferença entre os equipamentos, ponderando vantagens e desvantagens, e visando tanto aspectos financeiros como de uniformização dos dados, a presente proposição de monitoramento engloba os dois tipos de equipamentos.

Em função da tecnologia requerida, o custo de implantação e manutenção de pluviógrafos é bem superior ao dos pluviômetros, razão pela qual sugere-se um destaque inicial para um adensamento da rede pluviométrica já existente, em contraposição a substituição da mesma por uma rede de pluviógrafos.

Entretanto, por serem os pluviógrafos equipamentos automáticos que permitem medir a intensidade das chuvas durante intervalos de tempo inferiores aqueles obtidos com as observações manuais feitas nos pluviômetros, o que permite o registro da variabilidade temporal de eventos chuvosos, também é aqui proposta uma rede mínima deste tipo, com postos implantados em pontos estrategicamente escolhidos, seja em função da importância de sua área de abrangência, seja em função das dificuldades de acesso a certos locais, o que dificultaria o controle via aparelho tradicional.

7.3.1.1 – Adensamento da Rede de Pluviômetros

A diversidade de características regionais em termos de topografia, uso do solo, acesso, infra-estrutura e problemas hídricos, torna impraticável estabelecer normas universalmente satisfatórias para o projeto de redes pluviométricas. Daí a dificuldade de se estabelecer o número mínimo de estações para compor uma rede de medição.

A Organização Mundial de Meteorologia (OMM) aconselha as densidades mínimas para redes pluviométricas constante na Tabela.7.1



Tabela 7.1 - Densidades Mínimas para Redes Pluviométricas

Tipo de Região	Densidade Mínima (1 posto para cada área em km ²)	
	Normal	Tolerada em Condições Difíceis
1. Regiões planas, planaltos de clima tropical e temperado	600 – 900	900 - 3000
2. Regiões montanhosas em zonas tropicais ou de clima temperado.	100 – 250	250 – 1000
3. Ilhas montanhosas com precipitação irregular e rede hidrográfica densa	25	
4. Regiões áridas e polares	1500 – 1000	

A atual rede pluviométrica dá uma boa cobertura às Bacias Metropolitanas. Muito embora razoável, esta rede está longe do ótimo, uma vez que entende-se por ótima aquela rede na qual por simples interpolação dos valores medidos nas diferentes estações, é possível determinar com a precisão desejada a precipitação em qualquer ponto da região. Ademais, pela análise do Mapa 7.1 podem ser identificados vazios em certas regiões das Bacias, os quais podem ser caracterizados como áreas críticas da rede.

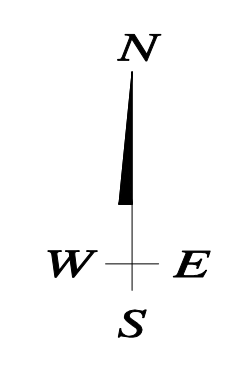
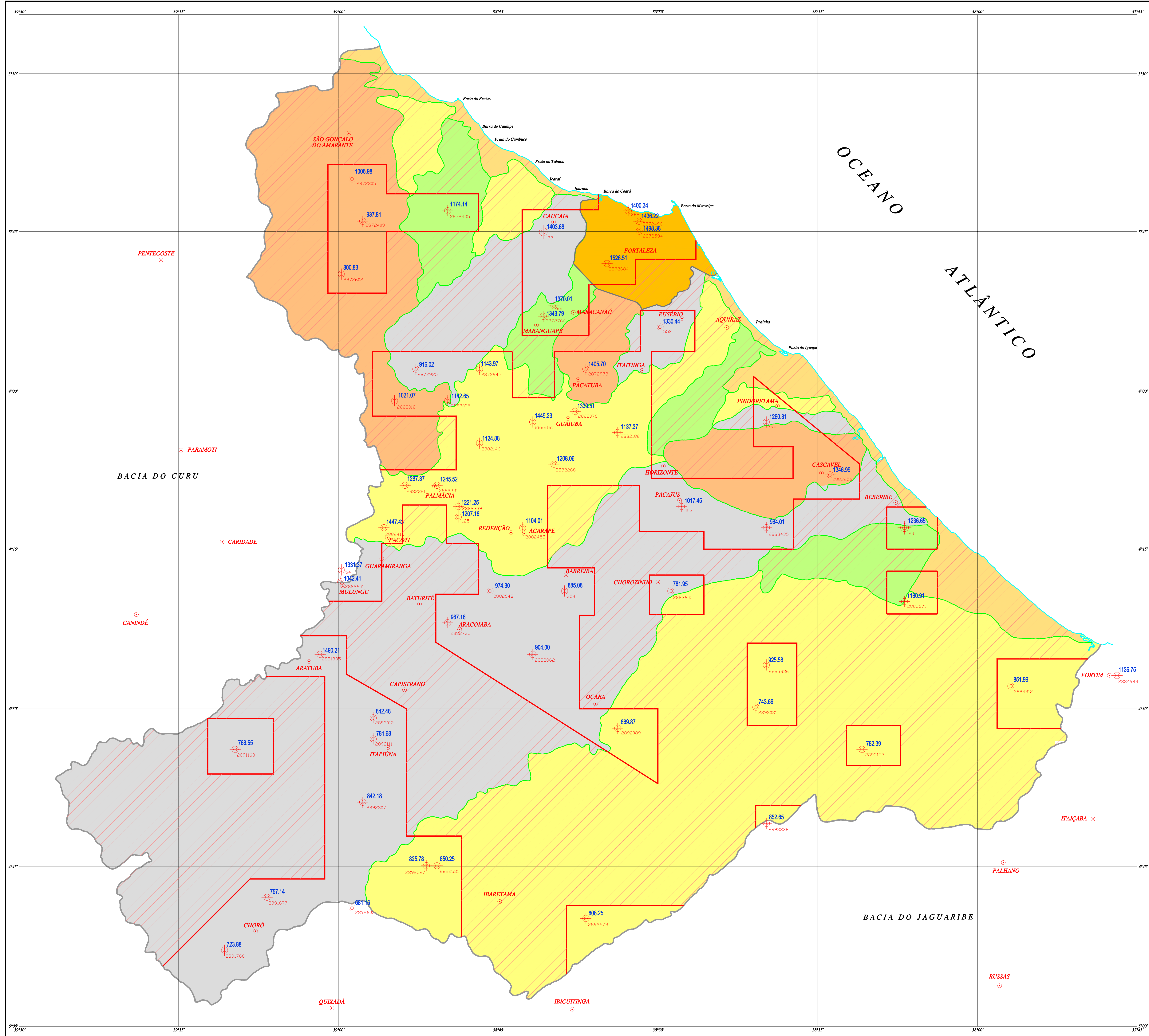
Há cinco métodos principais para se projetar, em uma região, a rede pluviométrica, observando os seguintes critérios:

- experiência internacional;
- principais objetivos de precisão desejada;
- características meteorológicas predominantes na região;
- informação específica contida em cada uma das estações; e
- métodos de componentes principais.

Seguindo o método que se fundamenta nas características meteorológicas predominantes na região, cabe destacar, portanto, algumas regiões no interior das Bacias Metropolitanas que, pela intensa variação e importância, necessitam de ações direcionadas de monitoramento pluviométrico.

O Litoral Oeste das Bacias Metropolitanas, a partir de Fortaleza, por exemplo, apesar de sua importância, com a implantação do PRODETUR e do Complexo Portuário e Industrial do Pecém, conta com postos somente em Caucaia, Guararu e Umarituba. Da mesma forma o Litoral Leste carece de postos pluviométricos, sendo recomendados estudos para a possível instalação no mínimo de postos em Iguape, Dourados, Guanacés, Jacarecoara e Sucatinga.

Na bacia do rio Cocó existem vazios em Pavuna e Monguba, inviabilizando a documentação da pluviometria desde o seu trecho médio até as cabeceiras.



CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Limite Bacias Principais
- ✕ (Altura Anual) ✕ (Cota) Postos Pluviométricos
- Sede Municipal
- Capital do Estado
- ▭ Áreas Críticas

SRH
COGERH
 Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DOS RECURSOS HÍDRICOS - PROURB

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS
 BACIAS METROPOLITANAS

TÍTULO:
Mapa 7.1
Identificação das Áreas Críticas da Rede Pluviométrica

ESCALA: 1:250.000 DATA: DEZEMBRO/09 CONTRATO: PRANCHA:



A região do Maciço de Baturité, em particular, deve ser contemplada com postos pluviométricos que registrem as variações decorrentes das condições orográficas da chuva. Por conseguinte, estações em Colina, Gado dos Rodrigues, Fátima, Guassi, Santa Ana, Pernambuco e Boa Vista, situadas na própria serra, devem ser alvo de estudo mais específico visando suas instalações.

Muito embora as condições pluviométricas no Médio Choró e ao longo do Alto Pirangi não se alterem muito, um estudo de viabilidade da instalação de postos pluviométricos em Itans, na Bacia do Choró e em Pirangi, na Bacia do Rio Pirangi, se faz necessário para a verificação da cobertura do monitoramento das precipitações nas Bacias Metropolitanas.

A região do Alto Choró encontra-se, também, caracterizada por um vazio pluviométrico, dada a existência de apenas 2 (dois) postos nessa porção da bacia (açude Pompeu Sobrinho e Queimadas), devendo, portanto, também serem consideradas em um estudo mais detalhado para a implantação de novos postos.

7.3.1.2 – Instalação de Pluviógrafos

Para o desenvolvimento de projetos de obras de engenharia de grande porte, especialmente obras hidráulicas, tais como vertedores de barragens, sistemas de drenagem e galerias pluviais, faz-se necessário o conhecimento das três grandezas que caracterizam as precipitações máximas: intensidade, duração e frequência.

A determinação da relação entre estas três variáveis (curvas i-d-f) deve ser deduzida das observações das chuvas intensas, estabelecida com base nos dados de pluviógrafos, durante um período de tempo suficientemente longo e representativo dos eventos extremos do local.

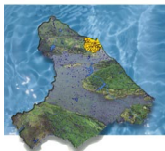
O Programa de Monitoramento Quantitativo das Bacias Metropolitanas contempla a instalação de, no máximo, um pluviógrafo por sub-bacia das Metropolitanas, uma vez que outras estações que devem ser contempladas neste programa, meteorológicas ou hidrológicas, também têm a capacidade de registro contínuo de dados de chuva.

Na Tabela 7.2 são resumidas algumas características de equipamentos comuns. O custo de um pluviógrafo no mercado internacional varia entre US\$ 1.000 e US\$ 3.000.

Tabela 7.2 – Características de Alguns Pluviógrafos Existentes no Mercado Internacional

Tipo	Origem	Área (cm ²)	Sensor	Suporte	Duração	Precisão da Precipitação (mm)	Precisão do Tempo (min)
IH PLG 4	Brasil	200	Pesagem/sifão	Tambor	24 horas	0,1	5
IH PLG 7S	Brasil	200	Pesagem/sifão	Tambor	8 dias	0 1	30
Lambrecht	Alemanha	200	Bóia/sifão	Desenrolador	1 mês	0,1	5
Précis Mecanique	França	1000	Cubas	Tambor	24 horas	0,1	5
Oedipe	França	400	cubas	cartucho	> 6 meses	0,5	1/60

Fonte: Tucci, 1994.



7.3.1.3 – Monitoramento por Radar

Atualmente, outros equipamentos têm sido utilizados para a observação e a quantificação da precipitação. Entre estes, destacam-se o satélite e o radar meteorológico.

Através de satélite, é possível observar o deslocamento das grandes massas na atmosfera. Pode-se também, utilizando técnicas específicas, estimar, em sistemas convectivos, a quantidade de água precipitável, isto é, a quantidade de água resultante da transformação hipotética de todo o vapor de água de uma coluna da atmosfera em água líquida, podendo essa estimativa ser feita tanto para um ponto, como para uma determinada área.

Por meio de radar, é possível registrar eventos de precipitação em escalas bem menores do que se consegue com satélite, dentro de um raio de aproximadamente 180 km. Outra grande vantagem do radar é a possibilidade de quantificar a precipitação de forma quase contínua, tanto no tempo (por exemplo a cada 5 min), quanto no espaço (por exemplo a cada 500 m). Seria economicamente impraticável obter uma resolução desta qualidade por meio de postos pluviométricos, devido aos altos custos de implantação, operação e manutenção das redes pluviométricas com essa densidade.

Como eventos de precipitação podem ter grande variação no tempo e no espaço, e o posto pluviométrico fornece medições pontuais da precipitação na bacia, podem existir perdas substanciais de informação durante certos eventos. O radar, por outro lado, oferece uma medição volumétrica da precipitação, fornecendo um alto nível de detalhe à distribuição espacial desta, tanto na direção paralela à superfície da Terra, como também na vertical.

Como inconveniente, porém, há que se mencionar o fato de que, embora o radar esteja instalado na superfície da Terra, as suas medições são de sensoriamento remoto, possuindo, por conseqüência, as dificuldades inerentes às medições indiretas. Assim, há necessidade de se calibrar os sinais eletrônicos que retornam do alvo ao radar meteorológico, para que seja fornecida a grandeza física desejada, isto é, a intensidade de precipitação distribuída na área.

O princípio de funcionamento do radar meteorológico é análogo ao sistema de navegação de um morcego. O morcego emite sons de alta frequência que ao serem interceptados por obstáculos retornam ao ouvido do morcego. Quanto mais rápido o som retornar, mais perto estará o obstáculo e quanto mais distante este estiver, mais demorado será o retorno. Desta forma, o morcego é capaz de avaliar a distância ao obstáculo e se desviar do mesmo antes da colisão.

No radar meteorológico são empregadas, ao invés de som, ondas eletromagnéticas de alta energia para se alcançar grandes distâncias. As ondas eletromagnéticas, ao passarem por uma nuvem, causam, em cada gota, uma ressonância na frequência da onda incidente, de modo que cada gota produz ondas eletromagnéticas, irradiando em todas as direções. Parte desta energia gerada pelo volume total de gotas iluminado pelo feixe de onda do radar volta ao prato do radar e, sabendo-se o momento em que o feixe de onda foi emitido pelo radar e quanto tempo depois o sinal retornou, determina-se a distância do alvo ao radar. A intensidade do sinal de retorno está ligada ao tamanho e distribuição das gotas no volume iluminado pelo radar.



Além disso, sabe-se qual é a elevação da antena e o azimute correspondente. Deste modo, pode-se determinar com precisão a região do espaço onde está chovendo. Para uma mesma elevação e azimute são transmitidos cerca de 200 pulsos de alta energia e, assim sendo, a mesma região do espaço é amostrada 200 vezes. Em seguida é feita uma média do sinal de retorno.

Este processo é bastante rápido já que as ondas eletromagnéticas viajam à velocidade da luz (300.000 km/s). A duração de cada pulso determina a resolução dos dados de radar. O valor médio desta resolução, para diferentes radares, é da ordem de 500 metros.

O conjunto de imagens componentes da Fotografia 7.1 ilustra o radar meteorológico integrante do SIMEPAR, no estado da Paraná.

Fotografia 7.1 – Radar meteorológico do SIMEPAR – Torre, Radome, Antena e Sala de Controle – Teixeira Soares – PR.



O radar não mede diretamente chuva. O radar recebe um determinado nível de retorno dos alvos de chuva denominado refletividade. Esta refletividade possui uma relação física com o espectro de gotas observado. Pode-se determinar, a partir deste espectro, uma relação entre a refletividade do radar e a taxa de precipitação correspondente. Esta relação é conhecida como relação ZR. Para a maioria dos radares meteorológicos o limite inferior da taxa de precipitação é de 1 mm/h, a uma distância de 190 km.

Uma característica importante dos radares meteorológicos modernos é o software para tratamento do grande volume de dados de refletividade gerados. Esse software permite ter-se em tempo real o mapa de chuva a um nível de altura constante, denominado CAPPI, do inglês “*Constant Altitude Plan Position Indicator*”. Os dados de chuva na área do radar são interpolados em um nível de altura constante entre 1,5 e 18,0 km de altura,



numa área de 360 por 360 km, com uma resolução de 2 por 2 km. Esta resolução espacial equivale a ter-se 32.400 postos pluviográficos em uma área de 152.000 km² aproximadamente.

A partir de dois CAPPs distintos, separados por um intervalo de tempo variável entre 20 e 50 minutos, determina-se, através de uma correlação espacial entre as taxas de precipitação observadas, a velocidade do sistema. De posse da velocidade e da direção de deslocamento da chuva é possível extrapolar os campos de precipitação, no tempo e no espaço e, desta forma, obter a previsão para até 3 horas a frente da chegada do sistema, em uma determinada área.

A qualidade dos dados do radar meteorológico é investigada constantemente, pois o equipamento é sensível e pode ser descalibrado por diversos fatores. Nesse sentido, é importante manter telepluviômetros para aferição da relação ZR.

Hoje, a FUNCEME já possui um radar instalado em suas dependências, operando, no entanto, em fase experimental devido principalmente a incertezas quanto a calibração. O radar possui uma abrangência de 120 km, cobrindo a região de Aracati a Trairi e, entrando no continente, até o município de Ibareta, o que retrata uma cobertura da quase totalidade do território pertencente às Bacias Metropolitanas. A rede de monitoramento ora em foco propõe a manutenção da operação do radar, oferecendo todas as condições necessárias ao seu funcionamento, de modo a auxiliar a gestão dos recursos hídricos na região das Bacias Metropolitanas, fornecendo ainda a oportunidade de se prever com antecedência considerável, a chegada de grandes tempestades, auxiliando o trabalho da Defesa Civil. Os pluviógrafos propostos terão também a função de calibração contínua do radar.

7.3.2 – MONITORAMENTO CLIMÁTICO

Embora de indubitável importância para a hidrologia, a precipitação não é a única variável meteorológica de interesse nos estudos de gestão dos recursos hídricos. Evaporação, temperatura, ventos e radiação solar, dentre outras, são informações meteorológicas de substancial importância (evaporação para estudos de balanço hídrico e as demais para auxiliar na interpretação e análise de dados de qualidade hídrica).

Tradicionalmente, a coleta de dados meteorológicos tem sido realizada através de estações meteorológicas convencionais, que requerem a presença de um observador para realizar as leituras dos instrumentos. Com o avanço tecnológico, o uso de estações climatológicas automáticas tem se difundido, principalmente quando o monitoramento deve ser realizado em locais de difícil acesso e quando há necessidade de informações em tempo quasi-real.

Nas Bacias Metropolitanas não há registro contínuo automático de variáveis desse tipo, com exceção de anemômetros nos parques de geração de energia eólica.

Com relação a monitoramento não contínuo, o Instituto Nacional de Meteorologia dispõe de registros de 3 estações meteorológicas no território das Bacias Metropolitanas, a saber: Fortaleza, Guaramiranga e Quixadá.



No Ceará já encontram-se instaladas algumas estações meteorológicas automáticas, com destaque para três estações recentemente implantadas na região do reservatório Castanhão.

Para o monitoramento climático das Bacias Metropolitanas, propões-se no presente relatório que sejam realizados estudos específicos para a verificação da viabilidade da instalação de estações com a mesma configuração instrumental das instaladas no Castanhão no mínimo em dois pontos, sugerindo-se a análise dos seguintes locais: São Gonçalo do Amarante, um ponto na bacia do Alto Choró e um ponto na bacia do Alto Pirangi. A central de recepção dos dados seria instalada na FUNCEME, a exemplo da já em operação no Castanhão, cabendo àquela instituição o armazenamento e disponibilização imediata dos dados aos diversos usuários, e devendo a programação de transmissão de dados das estações conectadas a central se dar a intervalos de uma hora.

Os parâmetros coletados pela estação, alguns dos quais são coletados em dois níveis de altura, através de sensores instalados na torre principal, compreendem: temperatura do ar (duas alturas), umidade relativa do ar (duas alturas), velocidade e direção do vento (duas alturas), pressão atmosférica, radiação solar, precipitação, temperatura do solo em três níveis, umidade do solo e fluxo de calor no solo.

Baterias recarregáveis alimentadas por painéis solares fornecem o suprimento de energia para cada estação, que através de módulos computadorizados chamados “*dataloggers*”, centralizam e armazenam automaticamente os dados coletados para cada sensor, de acordo com a programação previamente definida.

A Fotografia 7.2 ilustra uma estação meteorológica automática.

Fotografia 7.2 – Estação Meteorológica da Lapa (PR), Componente do Sistema Telemétrico do SIMEPAR



7.3.3 – MONITORAMENTO DE VAZÕES E DESCARGAS FLUVIAIS

O conjunto de dados fluviométricos disponíveis para as Bacias Metropolitanas é muito inferior aos de dados pluviométricos, sendo ainda mais urgente a instalação de novos postos fluviométricos ou a reativação de antigas seções de medição.



No inventário do DNAEE constam 16 estações fluviométricas nas Bacias Metropolitanas. No entanto, por ocasião do PERH e mais recentemente deste PGAM, apenas 9 estações foram consideradas utilizáveis. Destas, embora com séries utilizáveis, 3 estações estão atualmente desativadas. A Tabela 7.3 apresenta as estações fluviométricas registradas na região, bem como o tipo de informação registrada nas mesmas.

O Programa de Monitoramento Quantitativo das Bacias Metropolitanas propõe a manutenção da operação de quase todas as estações atualmente em atividade, bem como a instalação de novas estações fluviométricas em seções não controladas por reservatórios, conforme detalhada a seguir.

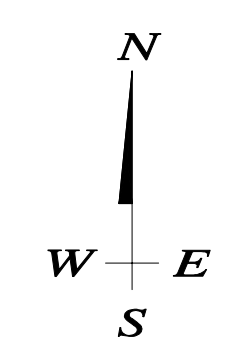
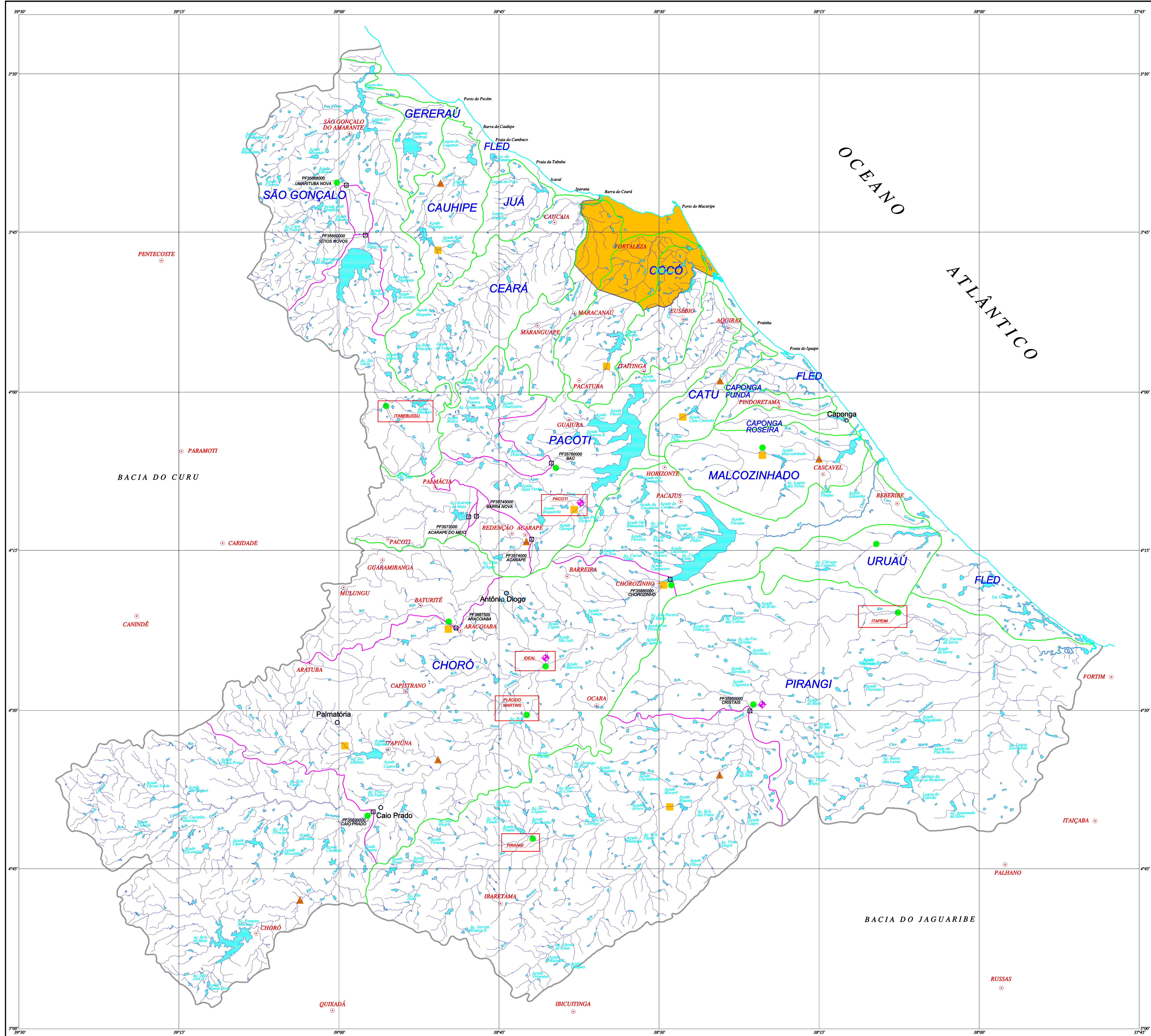
O Mapa 7.2 mostra as Redes de Monitoramento indicadas pelo presente estudo. Vale ressaltar, entretanto, que o apresentado é apenas uma indicação inicial, devendo haver, como já comentado em outras parte deste relatório e enfatizado nas conclusões do mesmo, estudos específicos, fora do âmbito do PGAM, para o dimensionamento detalhado das redes, utilizando-se o PGAM como ponto de partida dos estudos.

Tabela 7.3 – Sumário dos Postos Fluviométricos Constantes no Inventário do DNAEE

Nome da estação	Código	Nome do Cursos D'água	Entidade	Tipo
Amanari – açude	356005000	Rio Amanari	DNOCS	F
Sítios Novos	35650000	Rio São Gonçalo	DNAEE	F/D
Umarituba Novo	35668000	Rio São Gonçalo	DNAEE	F/D
Umarituba – Ponte	35669000	Rio São Gonçalo	SUDENE	F
Acarape do Meio – Açude	35730000	Rio Pacoti	SUDENE	F
Barra Nova	35740000	Rio Pacoti	DNAEE	F/D
Acarape	357450000	Rio Pacoti	DNOCS	F/D
Baú	35760000	Rio Baú	SUDENE	F/D
Riachão – açude	35780000	Rio Riachão	DNOCS	F
Pompeu Sobrinho	35800000	Rio Choró	SUDENE	F
Pompeu Sobrinho – Açude	35801000	Rio Choró	DNOCS	F
Caio Prado	35830000	Rio Choró	DNAEE	F/D
Labiritno	35870000	Rio Aracoiaba	SUDENE	F
Aracoiaba	35875000	Rio Aracoiaba	DNOCS	F
Chorozinho	35880000	Rio Choró	DNAEE	F/D
Cristais	35950000	Rio Pirangi	DNAEE	F/R/D

F – estação com escala para observação do nível d'água; R – estação com registrador (linígrafo); D – medição de descarga líquida; S – medição de descarga sólida; T- estação telemétrica; Q – estação de qualidade das águas

Na bacia do rio Pacoti, já bastante alterada pela pequena açudagem e controlada em sua porção alta pelo açude Acarape do Meio, no próprio rio Pacoti, recomenda-se a instalação de uma estação fluviométrica a montante do açude Pacoti-Riachão, com localização potencial na confluência do rio Pacoti com a CE-235. Ainda nessa bacia, a reativação do posto Baú proveria dados de parte da bacia não controlada pelo açude Acarape do Meio, sendo também integrada ao presente Programa de Monitoramento.






Postos Fluviométricos Existentes

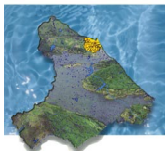
Código	Nome	Bacia	Bacia Hidrográfica (km²)
35650000	Sítios Novos	São Gonçalo	413,58
35658000	Umarituba Nova	São Gonçalo	449,41
35730000	Ac. Acarape do Meio	Pacoti	219,02
35740000	Barra Nova	Pacoti	219,44
35745000	Acarape	Pacoti	315,67
35760000	Bau	Pacoti	233,75
35830000	Caio Prado	Choró	1292,10
35875000	Aracoiaba	Choró	397,38
35880000	Chorózinho	Choró	3789,38
35950000	Cristais	Pirangi	2030,55

CONVENÇÕES

- Limite das Bacias Metropolitanas
- Limite da Bacia Hidrográfica Principal
- Limite da Sub-Bacia Hidrográfica
- Capital do Estado
- Sede Municipal
- ▲ Açudes Existentes
- ▲ Lagoas
- Cursos d'Água (Rios e Riachos)
- Postos Fluviométricos Existentes
- ◆ Estação Telemétrica
- Estação Para Monitoramento de Área Não Controlada
- ▲ Estação Para Monitoramento de Vazões Regularizadas
- Estação Para Monitoramento de Afluência aos Reservatórios Principais

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS - COGERH
 PROJETO DE DESENVOLVIMENTO URBANO DOS RECURSOS HÍDRICOS - PROURB
 PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS
 TÍTULO: **Mapa 7.2**
REDES DE MONITORAMENTO PROPOSTAS
 ESCALA: 1:250.000 DATA: DEZEMBRO/2019 CONTRATO: PLANÍCIA:



A bacia do rio Choró, dada sua dimensão, encontra-se deficitária com relação ao controle de escoamento superficial direto, dada a existência de apenas duas estações em operação: Caio Prado e Chorozinho, esta última mantida também com o intuito de conhecer o real volume de águas superficiais que escoam anualmente para alimentação do açude Pacajus. Nesse sentido, são necessários mais dois novos postos fluviométricos, no próprio rio Choró, instalados a altura das localidades de Plácido Martins e Ideal. A instalação, também, de postos fluviométricos a montante do açude Castro e do futuro açude Aracoiaba, auxiliaria na estimativa e controle da afluência aos respectivos açudes, recomendando-se, portanto, a reativação/manutenção do posto fluviométrico em Aracoiaba. Na bacia do rio Pirangi, faz-se necessária a manutenção do posto fluviométrico de Cristais, além da implantação de um posto em Itapeim, controlando a porção do Baixo Pirangi, e outro em Pirangi, registrando as vazões da porção alta da bacia.

A construção do açude Sítios Novos implica na desativação do atual posto fluviométrico de Sítios Novos, no rio São Gonçalo, por estar imediatamente a jusante da barragem, sendo prevista a implantação de um novo posto a montante do reservatório, com localização potencial em Itapebussu.

Dentre as Bacias Metropolitanas, no entanto, a porção que carece completamente de dados fluviométricos são as pequenas bacias independentes próximas ao litoral. Este fato é ainda mais grave considerando a particularidade dessas regiões, ou seja, estão localizadas em áreas de transição entre domínios geológicos distintos como Dunas, Barreiras e Cristalino.

Foram identificadas, então, a necessidade de instalação de postos na bacias do Ceará, Uruaú e Mal-Cozinhado, cuja função principal é melhor conhecer o comportamento do escoamento nessas regiões de transição, além de monitorar áreas não controladas por açudes.

Em adição as estações anteriormente identificadas, planeja-se, ainda, a instalação de novos postos fluviométricos a montante dos principais reservatórios, com a intenção de conhecer o real aporte de águas superficiais aos açudes, facilitando, assim, a simulação da operação destes reservatórios e, conseqüentemente, viabilizando a melhoria da gestão dos estoques d'água na bacia.

Embora sem valor para estudos objetivando o dimensionamento e construção de novas obras hidráulicas, monitorar seções fluviais a jusante de reservatórios assume importância quando os objetivos consistem em conhecer as perdas naturais inerentes ao trânsito do escoamento na calha do rio, como também conhecer o montante de água demandada pelos diversos usuários ao longo dos rios, auxiliando significativamente a gestão dos recursos hídricos com relação as questões de outorga, cobrança e fiscalização dos usos. Neste sentido, estão previstas seções de controle da vazão de regularização de todos os grandes açudes da bacia.

Depois de identificados os pontos de controle necessários, são agora indicados os tipos de monitoramento desejáveis em cada um deles, se manual, automático ou telemétrico.

A medição de vazões em seções fluviais pode se dar basicamente de duas maneiras:



- através de registros de cotas, anotadas de maneira descontínua em uma régua limnimétrica ou de maneira contínua em registradores limnigráficos;
- através de registros de descargas, raramente medidos sob forma contínua.

Em termos práticos, existem três tipos de equipamentos para medições de níveis de rios, todos propostos nesse programa de monitoramento quantitativo das Bacias Metropolitanas, de acordo com as particularidades inerentes a cada seção, a saber: monitoramento por bateria de réguas (linímetros), monitoramento por linígrafos (monitoramento contínuo) e estação hidrológica telemétrica automática (monitoramento contínuo em tempo real).

As réguas são geralmente constituídas de elementos verticais de 1 metro, graduados em centímetros. São placas de metal inoxidável ou de madeira colocadas de maneira tal que o elemento inferior fique na água. O observador, como no caso da pluviometria, faz leituras de cotas com uma rotina definida pelo órgão operador da estação, pelo menos uma vez por dia. A precisão dessas observações é, no caso geral, o centímetro. A Fotografia 7.3 mostra uma bateria de réguas em uma seção fluvial.

Fotografia 7.3 – Seção de Medição de Nível



É mais prático, portanto, associar à régua um aparelho automático (linígrafo), que grava continuamente ao longo do tempo as variações do nível. Na Tabela 7.4 são resumidas algumas características de equipamentos comuns. O custo de um linígrafo no mercado internacional oscila entre US\$ 2.500 e US\$ 10.000.

Tabela 7.4 – Características de Alguns Linígrafos Existentes no Mercado Internacional

Tipo	Origem	Redução	Sensor	Suporte	Duração	Precisão alturas (cm)	Precisão Tempo (min)
IH	Brasil	1/10	Bóia	Transportador carta	1 mês	1	5
OTT X	Alemanha	1/10	Bóia	Tambor	8 dias	1	30
OTT R16	Alemanha	1/10	Bóia	Tambor	1 hora a 1 mês	0,1 a 1	1 a 10
Foxboro	Canadá	1/20	Pressão fechado	Gráfico circular	1 mês	1	120
Neyrtec	França	1/10	Pressão aberto	Transportador carta	1 mês	1	5
Chole	França	-	Eletrônico	cartucho	> 6 meses	1	1 a 30

Fonte: Tucci, 1994.



As estações hidrológicas telemétricas, por sua vez, fornecem dados de chuvas e níveis dos rios, a partir dos quais se estima as suas vazões, as quais são disponibilizadas a tempo real. As estações hidrológicas também fornecem dados de muita importância para operação de reservatórios de usinas hidroelétricas.

Para garantir o perfeito funcionamento destas estações e dos outros sistemas de equipamentos, o órgão responsável pela operação do sistema deve dispor de um laboratório de padrões hidrometeorológicos, modernamente equipado para completa aferição e calibração dos sensores.

A Fotografia 7.4 ilustra uma estação hidrológica telemétrica integrante do sistema do SIMEPAR no Paraná.

Fotografia 7.4 – Estação Hidrológica de Porto Amazonas (PR), Integrante do Sistema Telemétrico do SIMEPAR



Em função dos custos, características das bacias hidrográficas e das seções de monitoramento, bem como dos objetivos almejados com o monitoramento, foram selecionadas os equipamentos adequados a cada ponto de controle. Assim, apenas três pontos foram escolhidos para monitoramento telemétrico: as novas estações em Pacoti e Ideal e a transformação da estação de Cristais, respectivamente nas bacias do Pacoti, Choró e Pirangi.

Quanto aos demais pontos, o ideal seria a instalação de linígrafos em todos eles, inclusive com a transformação das estações de medição já existentes. Contudo o alto custo inviabilizaria essa rede de monitoramento, optando-se, portanto, por instalar estes equipamentos de registro contínuo apenas naquelas seções cujo objetivo é o controle das captações ao longo da calha dos rios perenizados.



Vale ressaltar a necessidade de aquisição de molinetes para medição de vazão “*in loco*”, objetivando a calibração das curvas-chave das seções, medições estas cuja periodicidade deve ser mensal.

7.4 – PROPOSTA DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas Superficiais das Bacias Metropolitanas engloba pontos em rios e monitoramento em açudes estratégicos, baseando-se no monitoramento proposto pela COGERH no documento denominado “*Programa de Monitoramento da Qualidade da Água*”, de autoria de W. D. Paulino e F. A Souza Filho, o qual reúne os tipos de análises em seis grupos distintos, descritos na Tabela 7.5.

A tabela 7.5 difere do Plano da COGERH apenas no grupo de análise do tipo 3, uma vez que naquele programa constava análise físico-química padrão enquanto que no programa aqui proposto esta é substituída por análises físico-químicas completas, contendo medições de todos os cátions e ânions, de forma a viabilizar o diagnóstico contínuo para os diversos tipos de usos, bem como viabilizar um completo tratamento e análise de consistência das amostras.

Tabela 7.5 – Tipos de Análise do Programa de Monitoramento Qualitativo das Águas

Tipo de Análise	Denominação	Descrição das Análises	Objetivo das Informações das Análises	Custo Unitário (R\$)
Tipo 1	Análise Bacteriológica	Coliformes Fecais e Coliformes Totais	Nível de despejos sanitários no corpo d'água, necessidade de tratamento para consumo humano, adequação ao uso na irrigação de hortaliças	45,00
Tipo 2	Análise de Pesticidas	Organo-Clorados e Organo-Fosforados	Níveis de poluição dos corpos d'água por agrotóxicos	520,00
Tipo 3	Análise Físico-Química Completa	Temperatura, Turbidez, Cor, pH, Alcalinidade, Dureza, Ca, Mg, CE, Cloretos, Sulfatos, Fe, Nitrito, Nitrato, OD, DBO, NA, K, Al	Classificação e adequabilidade para os diversos usos; evolução da salinização	53,00
Tipo 4	Análise Físico-Química Resumida	Temperatura, Turbidez, pH, CE, Cloretos; OD	Nível de salinização, circulação da água em reservatórios, adequabilidade dos níveis de oxigênio à biota	24,00
Tipo 5	Análise de DBO e OD	DBO e OD	Nível dos despejos orgânicos, auto-depuração dos corpos d'água	55,00
Tipo 6	Análise de Eutrofização	Clorofila A, Disco de Secchi, Fósforo, Amônia, Nitrito, Nitrato	Eutrofização dos Reservatórios	55,00



Nesses moldes, as Tabelas 7.6 e 7.7 apresentam, respectivamente, os programas de monitoramento em rios e reservatórios das Bacias Metropolitanas, detalhando os pontos de amostragem, os tipos de análises, a periodicidade das coletas, o número de amostras e os períodos adequados para as mesmas.

Tabela 7.6 - Programa de Monitoramento de Qualidade de Água de Seções Fluviais das Bacias Metropolitanas

		Seções		
		Jusante dos Açudes	Montante dos Açudes	Demais Seções
Análise Tipo 1 (Bacteriológica)	Frequência	S	MC	MC
	Número de Amostras	1	1	1
	Mês de Coleta	Abr, Out	Jan, Fev, Mar, Abr	Jan, Fer, Mar, Abr
Análise Tipo 2 (Pesticidas)	Frequência	A	BC	BC
	Número de Amostras	1	1	1
	Mês de Coleta	Jul	Jan, Mar	Jan, Mar
Análise Tipo 3 (Físico-Química Completa)	Frequência	S	BC	BC
	Número de Amostras	1	1	1
	Mês de Coleta	Abr, Out	Fev, Abr	Fev, Abr
Análise Tipo 4 (Físico-Química Resumida)	Frequência	M	-	-
	Número de Amostras	1	-	-
	Mês de Coleta	Todos	-	-
Análise Tipo 5 (DBO e OD)	Frequência	S	A	A
	Número de Amostras	1	1	1
	Mês de Coleta	Jan, Jul	Abr	Abr

M = mensal; MC = Mensal no período chuvoso; BC = bimestral no período chuvoso; S = semestral; A = anual

As seções de medições nos rios são todas as seções fluviométricas anteriormente identificadas, visto que as medições de qualidade de água não tem sentido se desacompanhadas de registros quantitativos do escoamento.

Visando simplificar a programação do monitoramento, as seções foram classificadas em seções a jusante de reservatórios, seções a montante de reservatórios e demais seções de monitoramento de áreas não controladas. Dadas as características de cada agrupamento de pontos de controle, especialmente o regime de intermitência do escoamento, a periodicidade das coletas de amostras foram bem definidas.

Ademais, campanhas de sondagens verticais nos reservatórios, basicamente em pontos a montante da tomada d'água destes açudes, estão também contempladas, com periodicidade distintas para os diferentes reservatórios, incluindo levantamento de perfis de temperatura, OD, condutividade elétrica e clorofila A. Tais parâmetros visam o acompanhamento da salinidade, estratificação e eutrofização nos açudes.

Aqueles açudes desprovidos desse tipo de acompanhamento, como os novos açudes implantados ou em implantação, necessitam de levantamentos mensais de perfis, passando após um período de 2 anos, a uma periodicidade trimestral, e finalmente a uma periodicidade semestral. Exceção se dá ao açude Sítios Novos, que dada sua importância estratégica para o abastecimento do Complexo Portuário e Industrial do Pecém, exige uma periodicidade trimestral mais prolongada.

Já para os açudes integrantes do Sistema de Abastecimento D'água de Fortaleza (Pacajus, Pacoti-Riachão e Gavião), por já disporem de levantamentos desse tipo, não necessitam de sondagens a nível mensal, muito embora, dada sua relevância para o estado, exijam um controle sistemático a nível trimestral.

Esse monitoramento aponta a necessidade de aquisição de duas sondas multiparamétricas.

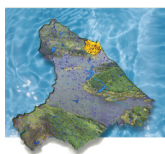


Tabela 7.7 - Programa de Monitoramento de Qualidade da Água dos Reservatórios das Bacias Metropolitanas

Acúde	Sítios Novos		Amanari		Pacoti-Riachão		Acarape do Meio		Pacajus		Choró-Limão		Castro		Aracoiaba		Gavião		Batente		Mal-Cozinhado		Catu		Cauhipe		
	São Gonçalo	São Gonçalo	São Gonçalo	Pacoti	Pacoti	Pacoti	Pacoti	Pacoti	Choró	Choró	Choró	Choró	Choró	Choró	Choró	Choró	Cocó	Pirangi	Mal-Cozinhado	Mal-Cozinhado	Catu	Catu	Catu	Catu	Cauhipe	Cauhipe	
Análise Tipo 1 (Bacteriológica)	Frequência	S	A	T	T	T	T	A	A	T	A	A	S	S	S	M	A	A	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Número de Amostras	2	1	3	1	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Locais de amostragem	CM; CT	CT	CM; CC; CT	CT	CM; CC; CT	CM; CC; CT	CM; CT	CM; CC; CT	CT	CM; CT	CM; CT	CT	CT	CM; CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
	Mês de Coleta	Jan, Jul	Jul	Mar, Jun, Set, Dez	Jan, Jul	Mar, Jun, Set, Dez	Mar, Jun, Set, Dez	Jan, Jul	Jul	Mar, Jun, Set, Dez	Jul	Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Todos	Jul	Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jan, Jul
Análise Tipo 2 (Pesticidas)	Frequência	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
	Número de Amostras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Locais de amostragem	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT
	Mês de Coleta	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul
Análise Tipo 3 (Físico-Química Completa)	Frequência	S	A	S	A	S	A	A	A	A	A	A	A	A	A	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Número de Amostras	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Locais de amostragem	CM; CT	CT	CM; CT	CT	CM; CT	CT	CM; CT	CM; CT	CM; CT	CM; CT	CM; CT	CT	CM; CT	CM; CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	
	Mês de Coleta	Jan, Jul	Jul	Jan, Jul	Jul	Jan, Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jan, Jul	Jan, Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul
Análise Tipo 4 (Físico-Química Resumida)	Frequência	M	-	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Número de Amostras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Locais de amostragem	CT	-	CT	-	CT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	
	Mês de Coleta	Todos	-	Todos	-	Todos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	Todos	
Análise Tipo 6 (Eutrofização)	Frequência	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
	Número de Amostras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Locais de amostragem	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	CT	
	Mês de Coleta	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul	Jul

M = mensal; T = trimestral; S = semestral; A = anual
 CM = Coleta nas cabeceiras da Bacia Hidráulica de Montante; CC = Coleta no Centro Geométrico da Bacia Hidráulica; CT = Coleta na Tomada D'Água



7.5 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O programa de monitoramento de águas subterrâneas objetiva estabelecer alguns critérios básicos para que seja efetivado um controle operacional em poços e piezômetros e, com isso, possibilitar a otimização do aproveitamento dos aquíferos.

Tem-se verificado que, enquanto o Estado procura estabelecer um sistema de controle dos mananciais de superfície para possibilitar o gerenciamento das bacias hidrográficas, muito pouco tem feito para obter informações dos mananciais subterrâneos. Urge, pois, que ações imediatas sejam tomadas e, desta forma, se busque evoluir igualmente no conhecimento dos aquíferos e de suas respectivas unidades de captação.

Deve-se ressaltar que de nada adianta definir um programa grandioso e audacioso para monitoramento de águas subterrâneas, se não houver uma predisposição de conhecer esses recursos e utilizá-los de maneira racional. O grande interesse deve estar voltado para o aproveitamento das águas subterrâneas como fonte de abastecimento público e, por isto, o programa deve contemplar quatro etapas de implantação:

- 1^a) destinada a controlar os poços existentes dos sistemas públicos de abastecimento de água em sedes municipais e distritos, permitindo melhorar o desempenho operacional dos sistemas produtores;
- 2^a) destinada a controlar os poços e/ou piezômetros nas unidades de balanço adjacentes às sedes municipais e distritais. Disto deverá resultar informações para o planejamento da expansão dos sistemas;
- 3^a) concentrada, objetivando o controle de áreas consideradas de alta vulnerabilidade de poluição e/ou risco, notadamente na região litorânea em função da iminência de intrusão da cunha salina em áreas densamente povoadas.
- 4^a) mais ampla, envolvendo o monitoramento de todas as unidades de balanço.

Para implementar um programa de monitoramento de águas subterrâneas é preciso também definir o universo a ser considerado. Para o caso das Bacias Metropolitanas as quatro principais unidades aquíferas são:

- Aquífero Dunas - Sedimentar
- Aquíferos Aluvionares - Sedimentar
- Aquífero Barreiras - Sedimentar
- Aquífero Fissural - Cristalino

A partir desta definição é importante identificar e agrupar os pontos d'água (poços e/ou piezômetros) que passarão a compor a base de informações. É sabido que a grande maioria dos poços existentes não dispõe de informações confiáveis sobre suas características construtivas e nem tampouco dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero captado. O resgate dessas informações nem sempre é possível ou viável, motivo pelo qual uma nova rede de pontos d'água deveria ser instalada, através de um programa de perfuração de poços e piezômetros.



O critério mais apropriado para dimensionamento da rede de pontos d'água deve tomar por base o mapa potenciométrico de cada aquífero, para o caso dos aquíferos sedimentares. Para o aquífero fissural, devem ser utilizados outros critérios, como por exemplo o zoneamento de densidade de fraturas. Aos critérios definidos, seria recomendável o cruzamento com as unidade de balanço de modo a identificar pelo menos um poço por unidade de balanço.

Um programa de monitoramento de águas subterrâneas deve levar em conta o controle temporal de parâmetros quantitativos e qualitativos, ou seja, deve conduzir ao conhecimento da produção do meio aquífero e das características da sua água. Isto é possível realizar através de sistema de automação dos pontos d'água, transformando-os em unidades de transmissão remota – UTR.

O sistema deve ter versatilidade suficiente para permitir que os dados produzidos nas UTR's sejam transferidos para um servidor setorial que passará a alimentar um banco de dados. Este por sua vez permitirá o processamento dos dados e, com isso, possibilitar a definição dos aplicativos necessários ao controle efetivo dos aquíferos.

7.5.1 - PROPOSTA DE MODELO

A configuração básica para monitoramento deve contemplar os seguintes sensores em cada UTR:

Quantitativos

- Medidor de nível d'água
- Medidor de vazão – hidrômetro

Qualitativos

- Medidor de pH – peagâmetro
- Medidor de condutividade – condutivímetro

De performance de equipamentos:

- Medidor de pressão de bombeamento
- Medidor de amperagem - amperímetro
- Medidor de tempo - timer
- Medidor de kilowatt/hora

7.5.2 RESULTADOS ESPERADOS

Integração de dados

- Permitir que as informações construtivas dos poços possam alimentar a base de dados dinâmica gerada pelo sistema de automação, inclusive com link para o banco de dados dos equipamentos de bombeamento instalados.
- Atualizar o banco de dados com informações obtidas intempestivamente.
- Gerar mapas georreferenciados da base de dados e permitir simulação dos aquíferos através de aplicativos tipo Modflow.



Gráficos

- Permitir a elaboração de qualquer gráfico XY de parâmetros contidos na base de dados.

Cálculos

- Permitir o cálculo de variáveis a partir dos dados armazenados.
- Pré-definir funções.
- Gerar processos iterativos de cálculo.

Filtros

- Filtrar informações por parâmetro armazenado, por exemplo, poços com vazão superior a 5L/s no aquífero Barreiras.

Apresentação de resultados

- Pré-definir tabelas e gráficos de apresentação de resultados gerenciais.
- Apresentar plano de manutenção de equipamentos e de poços.
- Apresentar resultados de eficiência energética dos equipamentos instalados.

Operação

- Permitir ligar e desligar equipamentos, com rotinas inteligentes.
- Identificar invasão do espaço físico (sensor de presença), opcional.

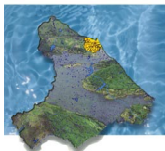
7.6 – PROGRAMAS DE MONITORAMENTOS ESPECIAIS

7.6.1 – MONITORAMENTO SEDIMENTOLÓGICO

A imprecisão decorrente do uso de fórmulas de descarga sólida e aquelas associadas às estimativas da produção de sedimentos de uma bacia fazem com que o procedimento ainda mais confiável para conhecer a descarga sólida seja a sua medição direta, apesar das deficiências que ela pode apresentar, das quais a principal é, sem dúvida, seu alto custo.

No entanto, a necessidade de se estimar a carga de sedimentos que atingem os reservatórios, interferindo na sua capacidade de armazenamento e na sua vida útil, por provocar assoreamento dos mesmos, justifica a importância da implantação de equipamentos para monitoramento de descarga sólida nas seções fluviométricas situadas a montante dos reservatórios. Nestas, a medição da descarga líquida associada à descarga sólida conduz a estimativas precisas da taxa de assoreamento dos açudes, facilitando a gestão destes sistemas hídricos uma vez que direciona a tomada de ações mitigadoras e corretivas.

Deve-se atentar que o transporte de sedimentos em rios se dá de duas formas diferentes: por arraste junto ao leito e em suspensão no escoamento, devendo ser contemplados no programa de monitoramento equipamentos capazes de quantificar ambas as formas de transporte.



7.6.2 – MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DO CANAL DO TRABALHADOR

O controle do escoamento no Canal do Trabalhador, permitindo a estimativa de perdas naturais e os desvios de água não autorizados e/ou registrados, é o objeto desse monitoramento especial integrante do Programa de Monitoramento das Bacias Metropolitanas.

Dada a sua dimensão, inicialmente parece adequada a instalação de 4 (quatro) linígrafos (não telemétricos) em sua extensão, sendo um no início, um no fim, e dois intermediários e equidistantes. Visando ainda o acompanhamento da qualidade da água no Canal, uma vez que é conhecida a potencialidade de irrigação na região, e dada a interdependência entre quantidade e qualidade hídrica, esses mesmos pontos serão também locais para coleta de amostras de água, com análise do tipo físico-química completa e periodicidade em função do bombeamento, mas particularmente nos meses de setembro e dezembro.

7.6.3 – MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DO CANAL SÍTIOS-NOVOS/PECÉM

Seguindo raciocínio semelhante ao explanado para o Canal do Trabalhador, o Canal Sítios Novos/Pecém carece de um monitoramento sistemático de suas vazões, tendo sido pré-selecionados três pontos de controle: um no início, outro na extremidade final do canal e um terceiro no ponto médio dos anteriores. Neste pontos, planeja-se a instalação de linígrafos (não telemétricos) e a coleta sistemática de amostras de água com vistas a análise físico-química completa, com periodicidade trimestral programadas para os meses de março, junho, setembro e dezembro.

7.7 - ALGUNS ASPECTOS INSTITUCIONAIS DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS

Aspectos como administração e sustentabilidade das redes de monitoramento, embora fora do escopo original deste trabalho, merecem ser abordados dado o montante de capital necessário ao investimento inicial para implantação de uma rede deste tipo.

7.7.1 - ADMINISTRAÇÃO DAS REDES

As redes hidrológicas têm sido administradas e operadas por entidades estatais. Recentemente, a Argentina privatizou a operação da rede hidrométrica através de uma empresa operadora. No Brasil, a operação é estatal. A rede pertence provisoriamente à ANEEL, mas a atribuição é do Ministério das Minas e Energia. A operação é realizada pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM) e, em algumas áreas, parte da operação é realizada por empresas privadas. No passado houve várias experiências com a operação por entidades privadas, por períodos determinados. As grandes dificuldades foram sempre a manutenção dos recursos financeiros para estas operações.

As redes hidrológicas sofrem, de forma significativa, com reestruturações que ocorrem nos países. A informação que deixou de ser coletada não poderá ser recuperada na sua totalidade e, portanto, a perda pode ser irreparável. No Brasil, até o início da década de 90, a coleta de dados não possuía sustentabilidade financeira e passou por grandes dificuldades. Os dados de alguns períodos são sofríveis em todo o país, como aqueles referentes aos anos de 90 e 91.



7.7.2 - SUSTENTABILIDADE DAS REDES

Com o processo de privatização de grande parte dos serviços públicos em alguns países ou organizações, existe a tendência de tornar o processo de coleta de dados auto-sustentado pela cobrança dos dados. No entanto, mesmo em países como os Estados Unidos e França, este tipo de cobrança não é realizado, já que o benefício da coleta é distribuído principalmente através dos projetos governamentais de infra-estrutura. Este processo poderá apresentar modificações ao longo do tempo, em função da evolução da privatização nos países.

Atualmente a cobrança pelo uso dos dados ainda é um processo que mais inibe seu uso do que cria sustentabilidade das entidades. No Brasil, encontrou-se um mecanismo que atualmente funciona para a rede federal de coleta de dados, anteriormente a cargo do DNAEE e, atualmente, sob responsabilidade da ANEEL. O setor hidrelétrico paga 6 % de impostos como compensação financeira pela inundação das áreas pelas barragens. Deste total, uma parcela é destinada a coleta de dados hidrológicos.

7.8 - CONCLUSÕES

O estudo ora apresentado consiste em um dimensionamento apenas inicial da rede de monitoramento hidrometeorológica global para as Bacias Metropolitanas, com levantamento de custos objetivando unicamente uma estimativa do investimento necessário para a implantação do sistema.

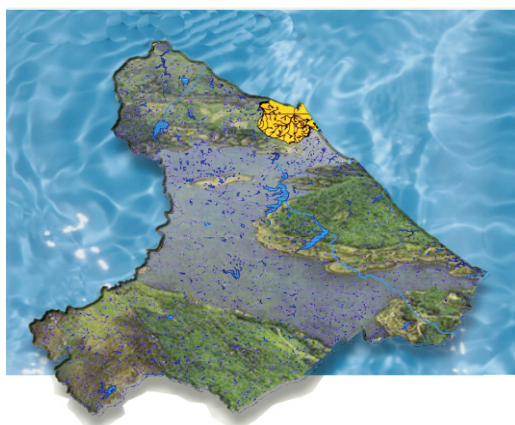
Uma valiosa contribuição desse estudo consiste no levantamento de grande parte dos parâmetros a serem monitorados relacionados ao perfeito controle da região, ficando explicitamente excluído apenas o controle do escoamento no eixo de integração entre as Bacias Metropolitanas e Bacia do Jaguaribe, uma vez que muitos condicionantes encontram-se envolvidos, sobressaindo-se o fato da ainda não implantação do mesmo.

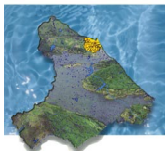
Contudo, o dimensionamento ótimo dessa rede, com estimativa precisa dos custos de implantação e manutenção, seja com relação aos equipamentos exigidos, seja com relação às equipes técnicas necessárias (equipes permanentes e/ou serviços de consultoria), bem como a identificação e solução dos aspectos operacionais exigidos, como programas computacionais de coleta e compatibilização e tratamento das informações, foge ao escopo do presente Plano de Gerenciamento de Águas.

Por sua vez, os aspectos institucionais aqui abordados, envolvendo administração e sustentabilidade da rede, buscam simplesmente o despertar de questionamentos sobre o tema, estando também detalhes e soluções sobre esses assuntos fora da abrangência do PGAM.

Assim, para a efetivação/implantação desta nova rede é necessário um estudo detalhado e pormenorizado de todos os aspectos envolvidos, sugerindo-se aqui, a contratação posterior de serviços de consultoria específico para o dimensionamento da rede de monitoramento ótima visando uma perfeita fundamentação da gestão dos recursos hídricos das Bacias Metropolitanas.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





8 - PROGRAMA DE ESTUDOS

Além de servir à uma atualização de informações, ao real diagnóstico da situação das bacias em análise e, por fim, à proposição de medidas para sanar eventuais déficits identificados presentes ou futuros, a elaboração de um Plano de Gerenciamento como o presente aponta uma série de estudos que se desdobram do que foi realizado, além de outros mais específicos que teriam complementado o trabalho ora realizado.

Em suma, são duas as vertentes dos estudos propostos a seguir, aqueles que deveriam ter sido realizados mesmo ante do atual PGAM, por vezes de forma completamente independente, e aqueles que são o desdobramento natural desse PGAM.

8.1 - ESTUDO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Embora concomitantemente com o PGAM hajam sido realizados pela VBA CONSULTORES os SERVIÇOS DE CAMPO PARA AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DE LAGOAS DAS BACIAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, estes estudos marcam simplesmente um primeiro esforço real no sentido do conhecimento das águas subterrâneas das Bacias Metropolitanas.

Muitas questões ainda são susceptíveis de investigação nesse campo, recomendando-se uma avaliação em escala mais detalhada das disponibilidades hídricas subterrâneas com a perfuração de mais poços de teste, detalhamento do mapeamento geofísico dos aquíferos, análise dos sistemas de fraturas do cristalino para locação de possíveis aproveitamentos fissurais, etc.

Também uma avaliação do uso e da potencialidade subterrâneas na Região de Fortaleza, hoje uma grande incógnita, não abordada nos citados serviços de campo, deveria ser abrangida num estudo dessa natureza.

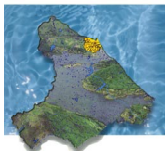
8.2 - ESTUDO DE PERDAS EM TRÂNSITO

Uma das dificuldades na utilização do leito dos rios do Nordeste como canal para as águas perenizadoras dos reservatórios da região é a infiltração de parte dessas águas no percurso.

Essa perda em trânsito, ainda que a parte que reabastece o lençol freático possa ser recuperada, representa um prejuízo, principalmente em vista do esforço no desenvolvimento e implementação de estratégias de reservação de recursos hídricos no Nordeste brasileiro.

Mesmo a consideração dessas perdas em trânsito consiste numa dificuldade quando da elaboração de estudos de balanço hídrico, dada a escassez de dados relacionados a esse tema.

Cabe então propor num programa de estudo relacionado às perdas em trânsito, tendo em um primeiro instante, campanhas de medição dessas perdas e, a partir dos dados obtidos, proposição de modelos que permitam incorporá-las ao planejamento hídricos da região.



8.3 - ESTUDO DA REAL POTENCIALIDADE DE REGULARIZAÇÃO DAS LAGOAS LITORÂNEAS

A complexa interação entre as lagoas litorâneas das Bacias Metropolitanas e as formações hidrogeológicas que as contêm lança incertezas na determinação do real poder de regularização de tais lagoas.

Contrariamente à determinação do poder de regularização dos reservatórios das Bacias Metropolitanas, normalmente assentados sobre terrenos cristalinos e que dispõem de séries fluviométricas com alguma representatividade (propiciando a calibração e utilização de modelos chuva-deflúvio) para geração de séries pseudo-históricas de deflúvio, no caso das lagoas litorâneas, situadas sobre terrenos sedimentares dos aquíferos Dunas e Barreira, não se dispõe de dados que permitam utilizar o mesmo procedimento dos reservatórios.

Faz-se necessário, então, determinar o mecanismo de recarga dessas lagoas, sendo esse estudo complementar ao Estudo de Águas Subterrâneas anteriormente citado.

8.4 - ESTUDO DE INTEGRAÇÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS COM AS BACIAS A OESTE

A implantação do Projeto da Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional, incluindo o estado do Ceará, permite vislumbrar, associado com a solução proposta de importação do Rio Jaguaribe para o abastecimento da RMF, a possibilidade de integração total das bacias do estado com a inclusão das bacias a oeste das Bacias Metropolitanas.

Dentro da concepção desse amplo sistema de integração de recursos hídricos, a Transposição do Rio São Francisco foi objeto dos “Estudos de Inserção Regional referentes ao Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional”, elaborado pela VBA CONSULTORES sob contrato com a FUNCATE – Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais, enquanto o Eixo Sertão Central/Metropolitanas já foi abordado anteriormente nesse PGAM.

A integração das bacias a oeste das Bacias Metropolitanas no entanto não dispõe de quaisquer estudos, cabendo então, dentro desse PGAM, programar a realização desses estudos.

A idéia básica para a integração das bacias a oeste pode ser apreendida segundo os seguintes princípios:

I – TRAMO LESTE-RMF

- Constituído no trecho 1 por duas alternativas: o Eixo e o Canal do Trabalhador;
- trecho 2 seria o segmento final do Eixo Sertão Central/Metropolitanas, ligando o Sistema Gavião com a área do Complexo Portuário do Pecém/Canal Sítios Novos → Pecém, indo até o rio Curu, à altura da barragem vertedora associada ao Projeto Curu/Paraipaba.



II – TRAMO RMF-ACARAÚ (ou TRAMO ESTRUTURANTE)

- Este tramo, de fato, poderia ser implantado independentemente do Projeto TRSF, visto que poderia integrar, através de um canal (ou mesmo adutora, dependendo da vazão e custos associados) todas as bacias que deságuam, neste trecho, no Litoral Atlântico: na realidade, em conjunto com o tramo anterior, ele integraria as perenizações do rio Jaguaribe (na tomada d'água, em Itaíçaba, do Canal do Trabalhador) com a do rio Acaraú (na citada barragem da tomada d'água do Projeto de irrigação): em cada um destes pontos extremos, à leste e oeste, seria instalado, nas próprias estruturas já existentes, um sistema de controle de tal forma que, nos períodos de estiagem (agosto/dezembro, nos anos normais), sempre que se iniciasse um processo de vertimento sobre as soleiras (de alguns poucos centímetros) seriam acionados sistemas de bombeamento que aduziriam estas águas (que iriam se perder para o mar) para dentro dos Tramos Leste-RMF-Acaraú.
- Dependendo das alternativas avaliadas do ponto de vista técnico-econômico, este Tramo RMF-Acaraú poderia ser um canal praticamente de fundo plano, com sentido de fluxo reversível, se desenvolvendo ao longo de uma curva de nível próxima à linha da costa, com por exemplo aquela da cota 30 m: por analogia com a rodovia turística recentemente implantada pelo Governo (através do PRODETUR), seria uma “Via Estruturante D'água”.

São inúmeras as vantagens de um tal sistema de integração, podendo-se enumerar as seguintes:

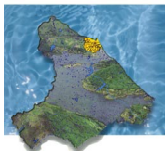
- mesmo sem o Projeto TRSF, os Tramos do Norte (Leste-RMF-Acaraú) possibilitariam a racionalização muito mais eficiente das águas perenizadas nas duas principais bacias do estado, evitando-se quaisquer perdas para o mar nas épocas sem chuvas e transferindo-se água, em função da demanda e reversibilidade do escoamento, em quaisquer dos \rightleftarrows sentidos leste oeste;
- o tramo RMF-ACARAÚ poderia realimentar a maior parte das lagoas litorâneas, de extraordinário potencial ambiental e turístico; além do mais, como “Via Estruturante D'água”, poderia ser um excelente indutor da atividade turística em todo o litoral norte;

8.5 - ESTUDO DE CHEIAS

Embora não constitua uma região com problemas generalizados decorrentes de eventos de chuva extremos, alguns locais nas Bacias Metropolitanas merecem, certamente, detalhados estudos de cheias.

Maior concentração urbana das Bacias Metropolitanas, Fortaleza apresenta grande susceptibilidade a eventos de cheias, principalmente ao longo dos canais de drenagem que cruzam a cidade e na porção do Rio Cocó em torno do chamado Lagamar do Cocó, cercado de habitações das populações de baixa renda.

Também a região da Serra de Baturité, dadas as altas declividades das encostas e a elevada pluviometria, merece atenção especial no caso da avaliação de cheias.



A extensão de estudos de cheias aos demais rios da região serviria, ainda, de importante instrumento de planejamento, permitindo delimitar as áreas sujeitas à inundação pelos mesmos.

8.6 - ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE A PEQUENA E MÉDIA AÇUDAGEM E LAGOAS

A carência de dados relativos à pequena e média açudagem conduziu à adoção de técnicas de avaliação de volumes desses corpos d'água por correlação com as áreas superficiais dos mesmos; embora imprecisa, essa foi a única forma de incorporar os pequenos e médios açudes à análise da disponibilidade hídrica das Bacias Metropolitanas.

Recomenda-se, então, a partir da atualização cadastral, apoiada pela utilização das imagens de satélite, realizada no PGAM, um levantamento topográfico e/ou batimétrico, tomando dentre o universo de pequenos e médios açudes e lagoas em primeiro lugar aqueles ligados ao abastecimento humano de sedes municipais ou distritos.

Posteriormente, se buscaria estabelecer um volume limite a partir do qual todos os pequenos e médios açudes e lagoas seriam objeto de levantamento topográfico e/ou batimétrico, de forma que se pudesse reunir a maior quantidade de informação possível com respeito a tais corpos d'água.

8.7 - ESTUDO DE IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS

Conquanto o esforço no sentido de ampliar a infra-estrutura de saneamento em diversos municípios das Bacias Metropolitanas e a preocupação com o tratamento desses efluentes, sua destinação final, tenham ou não algum tratamento, continua a ser os rios da região.

Dessa forma, o crescente aumento e concentração da população apontam para um incremento do impacto dos efluentes sanitários nos corpos receptores.

O regime fluviométrico característico dos rios do Nordeste, intermitência por meses consecutivos, anula-lhe, por vezes, o poder de depuração desses efluentes, que chegam a representar o único fluxo no rio em determinados períodos.

Outro aspecto a ser considerado é a necessidade de barramentos dos corpos d'água para provisão de estoques para abastecimento de demandas hídricas, tão presente nas Bacias Metropolitanas, que acabariam por receber, pelo menos em parte, esses efluentes sanitários, comprometendo a utilização desses recursos.

Assim, um dos principais programas de estudos propostos é a avaliação dos impactos dos efluentes sanitários sobre os corpos receptores, considerando também a determinação da capacidade de depuração desses mananciais.

8.8 - ESTUDO DAS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DE USUÁRIOS D'ÁGUA

A multiplicidade de interesses ligados ao aproveitamento dos recursos hídricos e sua relativa escassez exigem uma gestão equilibrada dos mesmos, objetivando a maximização da satisfação advinda de seu uso pelo conjunto da sociedade.



Em vista disso vem se consolidando o princípio que estabelece como importante a participação dos usuários na gestão dos recursos hídricos, visando identificar e atender os interesses da comunidade.

Os diferentes graus de organização da sociedade com vistas ao processo de gestão dos recursos hídricos são próprios da dinâmica social, cabendo identificar essas estruturas de forma a incentivar a participação cada vez maior das mesmas, conferindo legitimidade ao processo de gestão.

8.9 - ESTUDO DE INTRUSÃO SALINA

A região litorânea das Bacias Metropolitanas, além de sua atual ocupação, tem previsto, devido a uma série de intervenções (PRODETUR e Complexo Portuário do Pecém) um incremento em suas demandas hídricas.

Ora, boa parte das demandas dessa região vem sendo atendida por poços subterrâneos, ocasionando um rebaixamento do lençol freático que pode ocasionar problemas de intrusão salina, como já observado em alguns poços na região de Iparana.

A reversão de um processo de intrusão salina é deveras complexo, constituindo a prevenção uma política muito mais adequada. Deve-se, portanto, avaliar o real risco desse fenômeno, norteando estratégias de preservação dos aquíferos ameaçados, mesmo que impondo limites à exploração em áreas de risco crítico.

8.10 - ESTUDO DE IMPACTO DO DESMATAMENTO

A ocupação antrópica tem como uma de suas conseqüências principais para o meio ambiente o desmatamento da vegetação nativa. Ocorre que as condições de escoamento superficial e de recarga de aquíferos estão intimamente ligadas à cobertura vegetal, capaz de alterar de forma significativa os padrões de impacto da precipitação sobre o solo.

O já comprometimento da cobertura vegetal nas Bacias Metropolitanas tem sido responsável pela redução de vazões, principalmente na região serrana.

A avaliação do desmatamento e suas conseqüências nas Bacias Metropolitanas, portanto, reveste-se de importância, devendo ser considerado juntamente com vistas a uma política integrada de preservação do meio ambiente, visando a proteção e manutenção dos recursos hídricos.

8.11 - ESTUDO DE TARIFA

A oferta hídrica do sistema de abastecimento da faixa costeira nas proximidades da RMF apresenta déficit hídrico estrutural exigindo importação de água de outras bacias hidrográficas. Este fato impõe custos cada vez maiores ao sistema de suprimento d'água que tornam insuportável ao poder público o subsídio as atividades econômicas através do insumo água. Associa-se a este fato a tarifa d'água em si ser importante instrumento de promoção da conservação de água.

A partir destas constatações identifica-se a importância e essencialidade da construção de uma política de tarifas. Para este fim programa-se os estudos a seguir:



- inventário de toda a infra-estrutura existente na RMF e avaliação do custo de operação do sistema, assim como da infra-estrutura planejada;
- estudo de valor econômico da água nas Bacias Metropolitanas, bem como disposição a pagar dos diferentes usos;
- sistema de apropriação de custo;
- estudos de tarifa de água bruta e modelo institucional e gerencial para sua implantação.

8.12 - ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA

As Bacias Metropolitanas apresentam complexo sistema hidráulico que necessita de uma operação cada vez mais especializada. Estudos com vistas a garantir a base técnica para uma operação e manutenção racional e otimizada devem ser desenvolvidos, entre estes destacam-se:

- manualização da operação e manutenção da infra-estrutura de transferência hídrica (canais, adutoras e estações elevatórias);
- manualização da operação e manutenção das obras de estocagem de água;
- projeto de rede de operação do sistema em tempo real incluindo sistema computacional para este fim;
- estudo com vistas a definição de regras de operação em tempo real, tática e estratégica do sistema.
- estudos de recuperação da infra-estrutura existente.

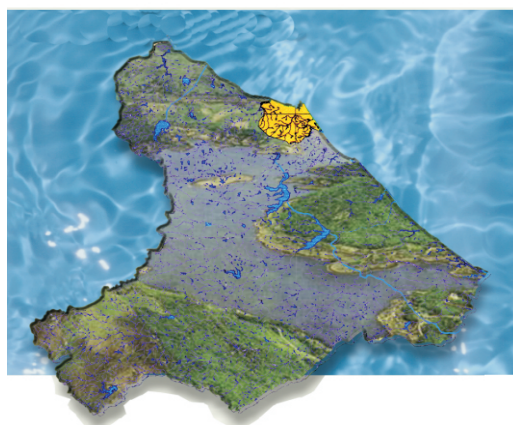
8.13 – PROGRAMA DE ESTUDOS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA

Novas estruturas de produção e distribuição de recursos hídricos (açudes e adutoras) foram propostas e avaliadas na programação, tendo em vista a satisfação dos principais déficits hídricos das Bacias Metropolitanas.

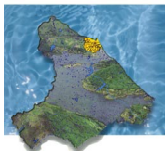
Tanto as ações que já foram programadas quanto as que ainda o serão, devem fazer parte de um estudo contínuo que incorpore nestes projetos mudanças nas demandas e políticas de governo, bem como o advento de macro estruturas planejadas, como o Eixo Sertão Central.

O objeto deste programa proposto é justamente a implantação deste estudo contínuo das estruturas de produção e distribuição de recursos hídricos.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 9 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES HÍDRICOS



9 - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES HÍDRICOS

A realização de um balanço hídrico parte do confronto de uma demanda atual ou projetada que caracteristicamente pode se supor imutável, pelo menos do ponto de vista da metodologia aplicada no PGAM, com uma disponibilidade sujeita em última instância às variações climáticas.

Os açudes representam a única alternativa de realmente alterar a disponibilidade de estoques d'água oriundos do escoamento natural, servindo como um filtro que altera a variabilidade devida ao regime fluviométrico.

Cabe então adotar esquemas de operação que permitam aproveitar ao máximo as reservas acumuláveis nos reservatórios, cuidando ainda para que se evite o desperdício desses estoques por condições operacionais adversas.

9.1 - ADOÇÃO DO VOLUME DE ALERTA

Remonta ao PERH-CE a adoção de um volume limite a partir do qual seria liberada somente uma parcela da vazão normalmente regularizada, chamado de volume de alerta.

Esse conceito vem de encontro à realidade da sucessão de anos com escoamento reduzido, ou mesmo nulo, visando prevenir o colapso total do abastecimento que tem como fonte os açudes.

A política proposta pelo PGAM considera que, atingido o volume de alerta, somente metade da vazão regularizada seria fornecida e que este fornecimento deveria se dar em 100% do período de falha no fornecimento normal do reservatório.

Com base nessa regra de operação, avaliada por meio de um modelo computacional de simulação, foram determinadas as capacidades de regularização dos reservatórios existentes e projetados ou em estudo nas Bacias Metropolitanas no RF-1 Diagnóstico e Estudos de Base.

Os valores de volume de alerta, bem como o percentual que representam do volume máximo de cada reservatório, e as vazões normalmente regularizadas para as garantias 90% e 99,9% são apresentadas, para todos os reservatórios simulados no RF-1, na Tabela 9.1.



Tabela 9.1 - Volumes de Alerta a Serem Adotados para os Açudes Existentes, Projetados ou em Estudo

Reservatório	Vmáx (hm ³)	Garantia = 90%			Garantia = 99%		
		Qreg (m ³ /s)	V.A. (hm ³)	V.A. (%Vmáx)	Qreg (m ³ /s)	V.A. (hm ³)	V.A. (%Vmáx)
Antônio de Medeiros	30,100	0,074	12,287	40,8%	0,057	5,318	17,7%
Acarape do Meio	33,300	1,076	18,315	55,0%	0,810	7,076	21,3%
Amanari I	11,300	0,110	4,260	37,7%	0,081	1,653	14,6%
Amarelas	15,000	0,080	8,250	55,0%	0,054	3,525	23,5%
Anil	15,000	0,211	5,550	37,0%	0,186	2,850	19,0%
Aracoiaba	175,000	1,429	62,405	35,7%	1,232	30,235	17,3%
Batente	28,900	0,089	13,944	48,3%	0,067	5,491	19,0%
Castro	63,900	0,241	35,145	55,0%	0,165	12,141	19,0%
Catu-Cinzenta	33,194	0,328	13,027	39,2%	0,283	6,306	19,0%
Cauhipe	12,192	0,201	5,883	48,2%	0,166	2,591	21,2%
Ceará	30,000	0,297	6,549	21,8%	0,237	2,581	8,6%
Choró-Limão	143,000	0,279	31,875	22,3%	0,236	22,350	15,6%
Choró	480,000	2,531	231,600	48,3%	1,982	91,200	19,0%
Feijão	10,000	0,048	3,925	39,3%	0,042	1,675	16,8%
Gameleiras	5,000	0,166	3,200	64,0%	0,122	1,175	23,5%
Gavião	29,530	0,491	11,591	39,3%	0,41	6,275	21,3%
Germinal	5,000	0,237	2,782	55,6%	0,141	1,409	28,2%
Itapebuçu	29,186	0,375	10,147	34,8%	0,289	5,548	19,0%
Macacos	7,500	0,017	2,944	39,3%	0,014	1,088	14,5%
Mal-Cozinhado	34,637	0,543	19,052	55,0%	0,418	7,361	21,3%
Pacajus	240,000	2,918	120,300	50,1%	2,333	51,900	21,6%
Pacoti-Riachão	420,600	4,525	117,722	28,0%	3,88	70,396	16,7%
Pesqueiro	7,200	0,081	5,625	78,1%	0,058	3,825	53,1%
Sítios Novos	123,200	1,177	45,582	37,0%	0,935	23,394	19,0%

9.2 - O SISTEMA INTEGRADO PACOTI-RIACHÃO-PACAJUS

O abastecimento da RMF tem como fonte local o sistema de reservatórios Pacoti-Riachão-Pacajus, sendo os dois primeiros na Bacia do Rio Pacoti e o último no Rio Choró, destinando suas águas ao Açude Gavião, imediatamente a jusante do qual localiza-se a ETA GAVIÃO de onde é realizada a distribuição de água tratada.

A operação desse sistema pode ser realizada de duas formas distintas:

- considerando o bombeamento contínuo de vazões do Açude Pacajus ao Pacoti-Riachão;
- admitindo um volume de alerta de bombeamento no Açude Pacoti-Riachão, somente a partir do qual seriam acionadas as bombas de transferência do Açude Pacajus, visando o atendimento da necessidade de bombeamento sempre que essa se apresente.

No primeiro caso obteve-se como vazão regularizada para o sistema, com 99% de garantia, 6,19 m³/s, admitindo que metade dessa vazão seria regularizada no restante do tempo.

Fica clara a superioridade do segundo procedimento de operação, quando se disponibiliza uma vazão regularizada de 6,50 m³/s com os mesmos 99% de garantia, considerando uma vazão transferida do Açude Pacajus ao Pacoti de 2,60 m³/s com bombeamento em somente 70% do tempo, o que representa uma importante economia de energia.



9.3 - IMPORTAÇÃO PARA REFORÇO DO SUPRIMENTO HÍDRICO ÀS BACIAS METROPOLITANAS

O balanço hídrico a que se procedeu no presente PGAM concluiu pela necessidade de importação de recursos hídricos de outras bacias, sendo mesmo já realizada essa importação a partir da Bacia do Rio Jaguaribe pelo Canal do Trabalhador.

Embora a construção do Açude Castanhão venha incrementar a disponibilidade de recursos hídricos na Bacia do Rio Jaguaribe, os estudos realizados para a IRTSF (Inserção Regional da Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional) apontam a necessidade futura da transposição de vazões a partir do Rio São Francisco, tendo em vista a incapacidade do sistema local em conjunto com os reservatórios da Bacia do Rio Jaguaribe de suprirem tanto a RMF e o Complexo Portuário do Pecém como as grandes demandas de irrigação, previstas para projetos a serem instalados na Bacia do Rio Jaguaribe.

A importação de uma vazão com garantia plena, como a que teria origem no Rio São Francisco, resulta na possibilidade de um gerenciamento muito menos conservador dos recursos hídricos locais no Nordeste Semi-árido, reduzindo as perdas tanto por vertimento como por evaporação.

Dessa forma, é possível observar, como resultado da operação desses reservatórios, uma vazão regularizada final maior que simplesmente a soma algébrica da vazão transposta mais a regularização do reservatório sem a consideração da transposição, num efeito denominado sinergia.

Nos estudos de IRTSF, ficou estabelecido, como reservatório destino das vazões transpostas para a Bacia do Rio Jaguaribe, o Açude Castanhão. São então apresentados os resultados da simulação para esse reservatório para uma garantia de 99%, obtidos na IRTSF, considerando várias possibilidades de vazões transpostas na Tabela 9.2.

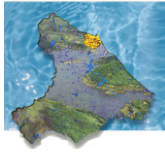
9.4 - CONDICIONANTES À IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE DE ESTOQUES HÍDRICOS

A adoção de quaisquer regras de operação dos reservatórios das Bacias Metropolitanas e das alternativas de importação comentadas na prática pressupõem, em primeiro lugar a necessidade de um monitoramento adequado dos volumes dos açudes, com a constante atualização dessas informações.

Também importante é a manutenção das estruturas de tomada d'água dos reservatórios, evitando desperdícios com vazamentos ou liberação indevida de volumes, garantindo dessa forma a liberação somente da vazão programada.

O controle das estruturas de adução e transferência hídrica também deve ser contemplado, objetivando a correção de avarias no sistema, coibindo danos como aqueles causados propositalmente por irrigantes ao longo da Adutora do Açude Acarape do Meio, além de vistorias preventivas em todo o sistema.

Outra medida a ser tomada é a macromedição do sistema, principalmente de pontos críticos como a Adutora do Açude Acarape do Meio, permitindo o perfeito conhecimento da vazão liberada.



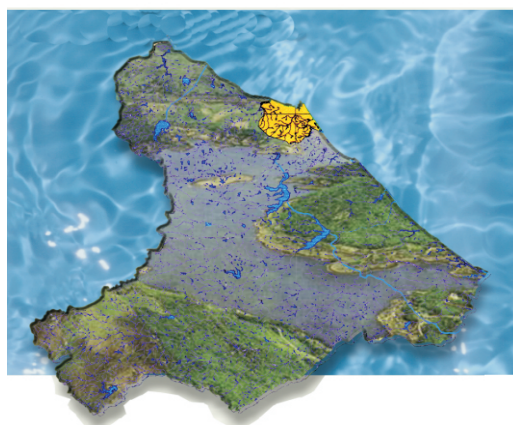
Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas



Tabela 9.2 - Resultados das Simulações do Reservatório Castanhão para 99% de Garantia
17,78 m³/s (Qr sem transposição)

Qsf (m ³ /s) : 5,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
99,200	59,500	33,700	56,600	16,400	27,500	19,900	33,400	21,910	0,000	10,300	90,000	76,700	84,100	1,013	0,274
99,300	59,500	33,100	55,600	16,200	27,300	19,600	33,000	21,560	0,000	10,400	80,000	57,700	82,900	1,043	0,876
99,000	59,500	32,400	54,600	15,900	26,800	20,000	33,600	21,920	0,000	10,700	70,000	47,900	81,400	1,086	1,724
99,200	59,500	32,300	54,300	15,800	26,600	19,700	33,100	21,580	0,000	9,800	60,000	38,500	80,900	1,095	1,856
99,000	59,500	32,200	54,200	15,700	26,500	19,400	32,600	21,230	0,000	10,400	50,000	27,800	80,700	1,107	2,043
99,300	59,500	32,800	55,100	15,900	26,800	18,100	30,400	19,890	0,000	9,800	40,000	15,700	81,900	1,071	1,314
99,000	59,500	33,000	55,500	15,900	26,800	17,500	29,400	19,260	0,000	9,800	30,000	7,600	82,300	1,060	1,093
99,300	59,500	33,700	56,700	16,300	27,300	16,300	27,400	18,060	0,000	8,800	20,000	3,800	84,000	1,005	0,089
99,900	59,500	33,800	56,900	16,300	27,400	16,000	26,900	17,770	0,000	9,800	10,000	1,600	84,300	0,995	-0,090
Qsf (m ³ /s) : 10,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
98,800	59,500	32,800	55,100	16,000	26,900	25,100	42,300	27,580	0,000	10,000	90,000	79,400	82,000	1,071	1,811
99,300	59,500	31,900	53,600	15,900	26,700	24,500	41,200	26,710	0,000	9,500	80,000	63,500	80,300	1,105	2,535
98,800	59,500	31,000	52,100	15,300	25,800	24,900	41,900	27,160	0,000	9,800	70,000	54,500	77,900	1,168	3,883
99,300	59,500	30,800	51,800	15,200	25,500	24,200	40,700	26,300	0,000	9,100	60,000	44,700	77,300	1,181	4,007
99,200	59,500	30,400	51,100	14,900	25,000	24,000	40,400	26,110	0,000	9,100	50,000	36,200	76,100	1,219	4,688
99,300	59,500	30,700	51,600	14,900	25,100	22,500	37,900	24,470	0,000	9,500	40,000	23,700	76,700	1,214	4,287
99,300	59,500	31,100	52,200	15,000	25,200	21,000	35,300	22,930	0,000	8,300	30,000	12,700	77,400	1,203	3,854
99,300	59,500	32,200	54,100	15,500	26,100	18,700	31,500	20,550	0,000	7,600	20,000	5,200	80,200	1,123	2,236
99,200	59,500	33,300	56,000	16,000	26,900	16,900	28,400	18,700	0,000	7,300	10,000	2,100	82,900	1,039	0,705
Qsf (m ³ /s) : 15,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
98,900	59,500	32,200	54,100	15,700	26,400	30,300	51,000	33,010	0,000	-	90,000	81,900	80,500	1,096	2,869
99,300	59,500	30,900	52,000	15,400	26,000	29,700	50,000	32,180	0,000	-	80,000	68,500	78,000	1,145	4,053
99,100	59,500	29,700	50,000	14,900	25,100	29,900	50,200	32,180	0,000	-	70,000	59,000	75,100	1,206	5,478
99,100	59,500	29,200	49,000	14,500	24,400	29,500	49,700	31,780	0,000	-	60,000	51,200	73,400	1,246	6,250
99,200	59,500	28,600	48,100	14,000	23,600	29,200	49,100	31,380	0,000	-	50,000	43,200	71,700	1,292	7,052
99,200	59,500	28,700	48,200	13,900	23,400	27,700	46,600	29,810	0,000	-	40,000	32,800	71,600	1,312	7,050
99,100	59,500	28,700	48,200	13,800	23,100	26,300	44,200	28,320	0,000	-	30,000	22,200	71,300	1,340	7,157
98,900	59,500	29,200	49,200	13,900	23,300	24,200	40,600	26,180	0,000	-	20,000	11,500	72,500	1,342	6,633
99,300	59,500	31,800	53,500	15,200	25,600	19,300	32,500	21,190	0,000	-	10,000	3,400	79,100	1,158	2,883
Qsf (m ³ /s) : 20,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
99,100	59,500	32,100	54,000	15,700	26,500	34,600	58,200	37,620	0,000	-	90,000	83,000	80,500	1,092	3,141
99,100	59,500	30,500	51,400	15,300	25,700	34,300	57,700	37,150	0,000	-	80,000	72,000	77,100	1,152	4,873
99,000	59,500	28,800	48,400	14,700	24,600	34,600	58,200	37,150	0,000	-	70,000	62,700	73,000	1,223	6,733
99,000	59,500	28,200	47,400	14,100	23,700	34,200	57,500	36,690	0,000	-	60,000	55,400	71,100	1,269	7,735
99,200	59,500	27,500	46,300	13,600	22,800	33,800	56,800	36,230	0,000	-	50,000	48,500	69,100	1,316	8,658
99,300	59,500	27,400	46,100	13,200	22,300	32,200	54,100	34,420	0,000	-	40,000	38,400	68,400	1,350	8,877
99,200	59,500	27,200	45,800	13,000	21,900	30,600	51,400	32,700	0,000	-	30,000	28,300	67,700	1,393	9,185
99,300	59,500	27,800	46,700	13,100	22,000	27,500	46,200	29,430	0,000	-	20,000	15,600	68,700	1,407	8,472
99,100	59,500	27,300	45,900	12,600	21,100	27,300	45,900	24,930	0,000	-	10,000	9,700	67,000	1,264	5,174
Qsf (m ³ /s) : 25,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
98,800	59,500	31,600	53,200	15,500	26,100	39,900	67,000	43,160	0,000	-	90,000	84,600	79,300	1,106	4,103
99,100	59,500	30,000	50,500	15,100	25,400	39,100	65,800	42,080	0,000	-	80,000	74,300	75,900	1,155	5,604
99,100	59,500	28,200	47,400	14,500	24,400	39,000	65,600	41,550	0,000	-	70,000	65,000	71,800	1,218	7,401
99,000	59,500	27,100	45,500	13,800	23,200	39,100	65,800	41,550	0,000	-	60,000	58,900	68,700	1,275	8,926
99,100	59,500	26,300	44,300	13,100	22,100	38,700	65,100	41,030	0,000	-	50,000	52,500	66,400	1,325	10,009
98,900	59,500	25,900	43,600	12,500	21,000	37,700	63,400	40,000	0,000	-	40,000	45,000	64,600	1,375	10,859
99,000	59,500	25,900	43,600	12,300	20,700	35,400	59,600	37,690	0,000	-	30,000	35,100	64,300	1,417	11,035
99,200	59,500	26,200	44,100	12,200	20,500	32,300	54,300	34,400	0,000	-	20,000	23,000	64,600	1,460	10,787
99,000	59,500	27,200	45,700	12,500	21,000	28,000	47,100	29,920	0,000	-	10,000	10,100	66,700	1,473	9,554
Qsf (m ³ /s) : 30,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
99,100	59,500	31,800	53,400	15,600	26,300	44,000	73,900	47,390	0,000	-	90,000	85,000	79,700	1,092	3,962
99,300	59,500	29,800	50,100	15,000	25,300	43,700	73,500	46,800	0,000	-	80,000	76,400	75,400	1,147	5,955
99,000	59,500	27,600	46,500	14,300	24,000	44,000	74,000	46,800	0,000	-	70,000	68,400	70,500	1,219	8,355
99,200	59,500	26,500	44,500	13,600	22,900	43,600	73,400	46,220	0,000	-	60,000	61,800	67,400	1,269	9,758
99,000	59,500	25,400	42,600	12,800	21,500	43,800	73,600	46,220	0,000	-	50,000	56,600	64,100	1,326	11,318
99,200	59,500	25,100	42,300	12,300	20,700	41,600	70,000	43,910	0,000	-	40,000	47,500	63,000	1,368	11,749
99,200	59,500	24,900	41,900	11,800	19,900	39,600	66,700	41,800	0,000	-	30,000	38,800	61,800	1,418	12,260
98,900	59,500	24,600	41,400	11,400	19,100	37,400	63,000	39,490	0,000	-	20,000	29,400	60,500	1,482	12,781
99,300	59,500	26,100	43,900	11,900	19,900	30,900	52,000	32,910	0,000	-	10,000	13,400	63,800	1,508	11,034
Qsf (m ³ /s) : 35,00															
Garantia (%)	Deflúvio (m ³ /s)	Sangria (m ³ /s)	Sangria (%)	Evaporação (m ³ /s)	Evaporação (%)	Retirada (m ³ /s)	Retirada (%)	Q reg (m ³ /s)	Retorno (%)	V.A. (%Vmax)	A.B. (%Vmax)	T.B. (%)	Perdas Totais (%)	Ganho Sinérgico (AD)	Sinergia (m ³ /s)
99,100	59,500	31,700	53,300	15,600	26,300	48,400	81,400	52,130	0,000	-	90,000	85,300	79,600	1,091	4,323
99,000	59,500	29,400	49,400	14,900	25,000	48,800	82,000	52,130	0,000	-	80,000	78,300	74,400	1,150	6,773
99,000	59,500	27,100	45,600	14,200	23,800	48,500	81,600	51,480	0,000	-	70,000	70,000	69,400	1,214	9,031
99,300	59,500	25,800	43,400	13,500	22,700	48,200	81,000	50,840	0,000	-	60,000	64,000	66,100	1,262	10,495
99,100	59,500	24,500	41,200	12,600	21,100	48,400	81,500	50,840	0,000	-	50,000	59,100	62,300	1,318	12,210
98,900	59,500	23													

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS



CAPÍTULO 10 PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS



10 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

10.1 - GENERALIDADES

Todo programa de controle da poluição de recursos hídricos deve, obviamente, seguir a sistemática da planificação, desenvolvendo-se através de etapas, que vão desde a identificação e avaliação das fontes poluidoras até a definição e implantação das medidas de controle, e posterior implementação de uma fiscalização efetiva.

A primeira fase compreende o estudo completo da bacia hidrográfica, visando além da identificação das fontes poluidoras dos recursos hídricos, com a estimativa de suas respectivas cargas de poluição, o levantamento dos usos preponderantes e as características dos corpos d'água relativos a sua qualidade e capacidade de receber e depurar poluentes.

Posteriormente devem ser definidas as medidas de controle da poluição dos recursos hídricos, as quais devem ter embasamento técnico, que permita a redução dos níveis de poluição, devendo serem aplicadas por órgãos que disponham de estrutura administrativa adequada para esta função. Devem, ainda, apoiar-se numa legislação específica, que defina as atribuições dos órgãos envolvidos; estabeleça os requisitos a serem atendidos e preveja a aplicação de multas, intervenções e outras penalidades em casos de descumprimento das normas estabelecidas.

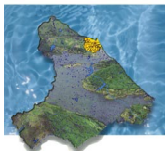
As medidas de controle da poluição dos recursos hídricos podem tanto apresentar caráter corretivo como preventivo, devendo ser dado maior ênfase a estas últimas, por serem mais eficientes e menos onerosas, visto que evitam os prejuízos sociais e econômicos normalmente associados a poluição.

Por fim, a fase de fiscalização visa assegurar o desenvolvimento do Programa de Controle da Poluição dos Recursos Hídricos, de acordo com o estabelecido. Se constitui num dos pontos críticos de programas de controle da poluição, podendo a não execução de uma fiscalização efetiva inviabilizar todo o programa.

Com base no Diagnóstico Ambiental do território das Bacias Metropolitanas efetuado pela VBA Consultores são indicadas a seguir as principais medidas a serem implementadas para recuperação/preservação dos recursos hídricos da região. Os planos aqui apresentados compreendem diretrizes gerais, devendo serem posteriormente convertidos em projetos específicos, adequados a realidade local.

Além das medidas de controle da poluição, entre as quais se inclui os monitoramentos necessários, é, ainda, parte integrante das medidas preconizadas o enquadramento dos recursos hídricos com base nos seus usos preponderantes, e o programa de educação ambiental voltado para os usuários dos cursos e mananciais d'água.

Na implementação de cada projeto integrante do Programa de Controle da Poluição dos Recursos Hídricos, recomenda-se a divulgação destas atividades de modo que a população nativa seja notificada de seus objetivos, alertada quanto às prováveis repercussões sobre a vida da comunidade e estimulada a exercer uma fiscalização ambiental informal.



10.2 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O planejamento do uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica se constitui numa das principais ferramentas para a preservação dos recursos hídricos. Para tanto, na definição dos usos e da ocupação do solo de determinada região devem ser considerados, além dos fatores biogeofísicos (clima, cobertura vegetal, topografia, características geológicas, tipos de solos e sistemas de drenagem natural das águas), as próprias características dos cursos e mananciais d'água, tais como vazão, volumes de acumulação, calhas naturais de escoamento, níveis de cheia, qualidade das águas, capacidade de autodepuração, bacias contribuintes, etc.

Dentre as técnicas de planejamento a serem adotadas figuram o macrozoneamento do território da bacia hidrográfica, o controle da ocupação do solo, considerando a infra-estrutura sanitária existente e as características do meio, além da identificação de áreas especiais do ponto de vista ambiental e adoção de restrições aos seus usos, conforme especificado a seguir.

10.2.1 - MACROZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA

O macrozoneamento do território da bacia hidrográfica objetiva a indicação das áreas preferenciais para o desenvolvimento das atividades econômicas, tendo como critério básico a capacidade de absorção dos impactos ambientais causados por estas atividades. Assim sendo, o macrozoneamento define as diretrizes para o uso do solo indicando os usos recomendados, não recomendados, ou recomendados com restrições, para as diversas áreas da bacia.

Na execução do macrozoneamento dos usos do solo, visando à preservação dos recursos hídricos, devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- Comprometimento atual dos recursos hídricos, em termos quantitativos e qualitativos;
- Qualidade desejada para os recursos hídricos (enquadramento de acordo com os seus usos preponderantes);
- Capacidade dos cursos e mananciais d'água de assimilarem carga poluidora (capacidade de autodepuração e carga poluidora que se pode ser adicionada);
- Fontes de poluição existentes (tipos, estimativa das cargas poluidoras e reduções que podem ser obtidas);
- Áreas ambientais especiais (áreas de encostas, de recarga de aquíferos, faixas de proteção dos recursos hídricos, etc.);
- Áreas de importância ecológica, paisagística ou de valor histórico-cultural;
- Existência ou não de infra-estrutura sanitária (coleta e tratamento de efluentes domésticos, hospitalares e industriais);
- Coleta e destino final de resíduos sólidos;
- Características naturais da região (clima, solo, vegetação, geologia, topografia, etc.); e
- Impactos ambientais associados aos diferentes tipos de uso dos solos.



Com base nas variáveis ambientais identificadas no território da bacia, devem ser definidas as áreas indicadas ou não para ocupação, as quais podem ser classificadas nas seguintes categorias:

- Áreas de alta criticidade: encontram-se saturadas em termos de capacidade de assimilação de poluentes e de ocupação, além de apresentarem elevada dinâmica de desenvolvimento, o que contribui para agravar as suas condições ambientais futuras;
- Áreas de média criticidade: apresentam capacidade de assimilação de poluentes e de ocupação não muito comprometidas, podendo serem classificadas como áreas de desenvolvimento futuro;
- Áreas de baixa criticidade: apresentam capacidade de assimilação de poluentes e de ocupação pouco comprometidas, devendo serem classificadas como áreas de desenvolvimento das atividades econômicas;
- Áreas especiais: apresentam características que requerem a sua proteção (áreas de encostas, áreas marginais à cursos e mananciais d'água, áreas de nascentes, manguezais, dunas, etc.);
- Áreas tampão: independente das suas condições atuais, configuram-se como críticas, em função de sua posição relativa na bacia.

Considerando as características naturais de cada área, bem como outros fatores que influem na definição do uso e ocupação do solo devem ser estabelecidas as diferentes categorias de usos do solo, incluindo áreas urbanas e de expansão urbana, áreas industriais (destinada à localização de indústrias com potencial poluidor médio a elevado), áreas prioritariamente agrícolas, dado as condições favoráveis de solo e relevo; áreas agropecuárias; áreas de reflorestamento e preservação (áreas com declividades acentuadas); áreas de proteção de cursos e mananciais d'água; áreas de preservação permanente (parques, reservas florestais, etc.) definidos por lei e áreas institucionais pertencentes ao Estado ou a União, com uso específico.

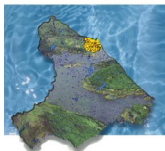
10.2.2 - RESTRIÇÕES DE USO EM ÁREAS AMBIENTAIS CRÍTICAS

Quanto a proteção de áreas especiais, cuidados devem ser observados no uso e ocupação do solo das denominadas áreas ambientais "críticas", cuja ocupação desordenada resulta sempre em problemas para os recursos hídricos. Tais áreas estão representadas pelas faixas marginais aos recursos hídricos superficiais, terrenos de encostas, zonas alagadas, zonas de recarga de aquíferos, e outras áreas especiais (manguezais, dunas, terrenos com solos problemáticos, etc.).

a) Faixas Marginais aos Recursos Hídricos Superficiais

Os terrenos marginais aos recursos hídricos assume primordial importância na preservação destes, pois além de constituírem áreas de controle de cheias, contribuem para a regularização do escoamento natural das águas, controlando a erosão do solo e o assoreamento dos mananciais. Além disso, constituem uma barreira física ao aporte de poluentes aos recursos hídricos.

Tais áreas devem ser mantidas, ao máximo, em condições naturais, só devendo serem permitidos usos que resultem em alterações mínimas no ambiente. A preservação dessas áreas deve ser feita através da implantação de faixas de proteção ao longo dos



cursos e mananciais d'água, cujos preceitos são apresentados em item específico deste Capítulo.

Quanto as normas disciplinadoras do uso e ocupação do solo, pode-se adotar o mesmo procedimento preconizado pela Lei Estadual nº 10.147, de 01 de dezembro de 1977, que tem área de atuação restrita a Região Metropolitana de Fortaleza. A referida legislação estabelece faixas de primeira e segunda categoria para proteção dos cursos e mananciais d'água, as quais se caracterizam por restrições decrescentes de uso.

Assim sendo, as faixas de primeira categoria devem ter sua cobertura vegetal preservada, sendo permitido apenas usos como pesca, excursionismo, natação, esportes náuticos, outros esportes ao ar livre e exploração agrícola sem uso de defensivos e fertilizantes. Pode ser permitido nessas áreas a construção de ancoradouros de barcos, pontões de pesca, tanques de piscicultura, equipamentos destinados ao campismo e outras formas de lazer, devendo os projetos de tais obras serem aprovados pelo órgão ambiental competente. As faixas de primeira categoria poderão ser computadas no cálculo de áreas livres em loteamentos, excluindo-se os respectivos corpos d'água.

Nas faixas de segunda categoria são permitidos os usos residencial, industrial, institucional, comercial e de serviços, recreativo, exploração agrícola, extração vegetal, florestamento e reflorestamento. Entretanto, só devem ser permitidos loteamentos, edificações, reformas e ampliações, para quaisquer destes fins, se forem satisfeitas as seguintes exigências:

- No mínimo 50% da área total do lote deve permanecer sem pavimentação e sem impermeabilização;
- A máxima densidade demográfica admissível deve ser compatível com a infraestrutura sanitária existente.

Deve ser terminantemente proibido na área das faixas de segunda categoria a construção de cemitérios, hospitais, sanatórios, laboratórios ou outros estabelecimentos com despejos infectados, a não ser que estes sejam servidos por sistema de esgotos, e a disposição dos resíduos sólidos e do lodo resultante de processos de tratamento dos sistemas públicos e particulares de esgoto coletados pelos serviços de limpeza pública.

Os efluentes de esgotos das edificações situadas nas faixas de segunda categoria deverão ligar-se, obrigatoriamente, ao sistema público, exceto onde forem implantados sistemas particulares aprovados pelo órgão ambiental competente.

Os resíduos sólidos resultantes das atividades industrial, comercial, institucional e de serviços, nas faixas onde não existe serviços de limpeza pública, deverão ser removidos para fora destas áreas, podendo ser enterrado o lixo da atividade residencial.

Quanto a atividade industrial na área de proteção de segunda categoria, somente deve ser permitida a construção ou ampliação de indústrias constantes de uma relação elaborada pelo órgão ambiental competente. Também dependerá deste órgão a expedição de licença para as atividades de criação de aves e animais, bem como para a prática de atividades agrícolas e hortifrutícolas.

No caso específico dos reservatórios, os usos das águas aí armazenadas devem ser controlados, visto que muitos deles podem vir a ser conflitantes, resultando na poluição de



suas águas, as quais têm, geralmente, como destinação principal o consumo humano e a irrigação.

Uma prática importante é o zoneamento de usos no entorno dos reservatórios, devendo-se procurar afastar dos pontos de captação d'água para abastecimento doméstico aqueles usos que são incompatíveis com este fim. Nesse contexto, não deve ser permitido num raio de, no mínimo, 500,0 m em torno de áreas destinadas a captação d'água para abastecimento humano, usos tais como banhos, lavagens de roupas, pesca, etc., devendo estas áreas serem demarcadas com cabos suspensos por bóias. Em alguns casos, quando a capacidade de depuração do reservatório for pequena, em função dos usos da água, deve-se proibir algumas atividades.

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

Devem ser estabelecidos limites rigorosos para a prática das atividades de pesca e lazer. Ancoradouros, entrepostos de pesca e balneários deverão ter suas áreas confinadas por cercas, devendo a população ser orientada para que haja uma correta disposição dos dejetos inerentes a essas atividades. Alguns usos recreacionais são incompatíveis entre si, devendo serem exercidos em áreas distintas, estão enquadrados nesta situação usos tais como banhos e barcos, ou banhos e pesca, ou, ainda, barcos e pesca.

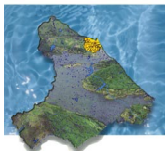
b) Terrenos de Encostas

Tendo em vista que a urbanização e o desenvolvimento de atividades agrícolas contribui para acelerar o processo de erosão do solo, principalmente nas áreas com maiores declives, faz-se necessário planejar o uso e ocupação do solo de conformidade com a preservação das características topográficas, de solo, de drenagem da água e da cobertura vegetal, visando evitar problemas futuros.

A ocupação das encostas deve se processar de forma ordenada, reduzindo-se a intensidade de ocupação e, portanto, a densidade de construção à medida que aumenta a declividade do terreno. Além do controle da erosão, este disciplinamento visa a preservação dos valores paisagísticos, drenagem adequada das águas e aspectos relacionados com a estabilidade do terreno, e conseqüentemente das construções.

Tendo em vista que as taxas de ocupação dos terrenos de acordo com a declividade variam em função de fatores como tipo de solo, vegetação, escoamento natural das águas, extensão do declive e tipo de ocupação desejada, pode-se indicar a priori apenas intervalos de densidade de ocupação em função da declividade, ou seja:

- Para áreas com declividade maior que 30% a taxa de ocupação deve ser inferior ou igual a 10% da extensão do terreno;
- Para áreas com declividade entre 15 e 30% a taxa de ocupação deve ser inferior ou igual a 30%;
- Para áreas com declividade entre 5 e 15% a taxa de ocupação deve ser inferior ou igual a 60%; e



- Para áreas com declividade inferior ou igual a 5% a taxa de ocupação deve ser inferior ou igual a 90%.

Ressalta-se, no entanto que a escolha dos valores exatos para as diversas áreas de ocupação fica a critério dos planejadores, dependendo das características específicas de cada local. Em algumas regiões norte-americanas são adotados intervalos de declividades indicados para cada tipo de uso do solo, conforme apresentado na Figura 10.1. Tais intervalos, também, servem apenas como guia geral, visto que outros fatores podem contribuir para aumentar ou diminuir os limites considerados.

Deve ser, também, levado em conta as restrições preconizadas pela legislação ambiental vigente, a qual reza que são consideradas reservas ecológicas, devendo, portanto, serem destinadas a preservação, as florestas e demais formas de vegetação situadas:

- No topo de morros, montes e montanhas, em áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura mínima da elevação em relação a base;
- Nas linhas de cumeada, em área delimitada a partir da curva de nível correspondente a 2/3 da altura, em relação a base do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha da cumeada equivalente a 100 m;
- Nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 100% ou 45° na sua linha de maior declive.

Por sua vez, a legislação federal que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, estabelece que não será permitido o parcelamento do solo em terreno com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes.

No território das Bacias Metropolitanas especiais cuidados devem ser dispensados as regiões serranas de Maranguape, Aratanha e Baturité. Embora já tenham sido legalmente transformadas em Áreas de Proteção Ambiental, estas áreas não contam, ainda, com um zoneamento de seus territórios e definição de normas disciplinadoras do uso e ocupação do solo, sendo constatado uma crescente degradação de suas coberturas vegetais.

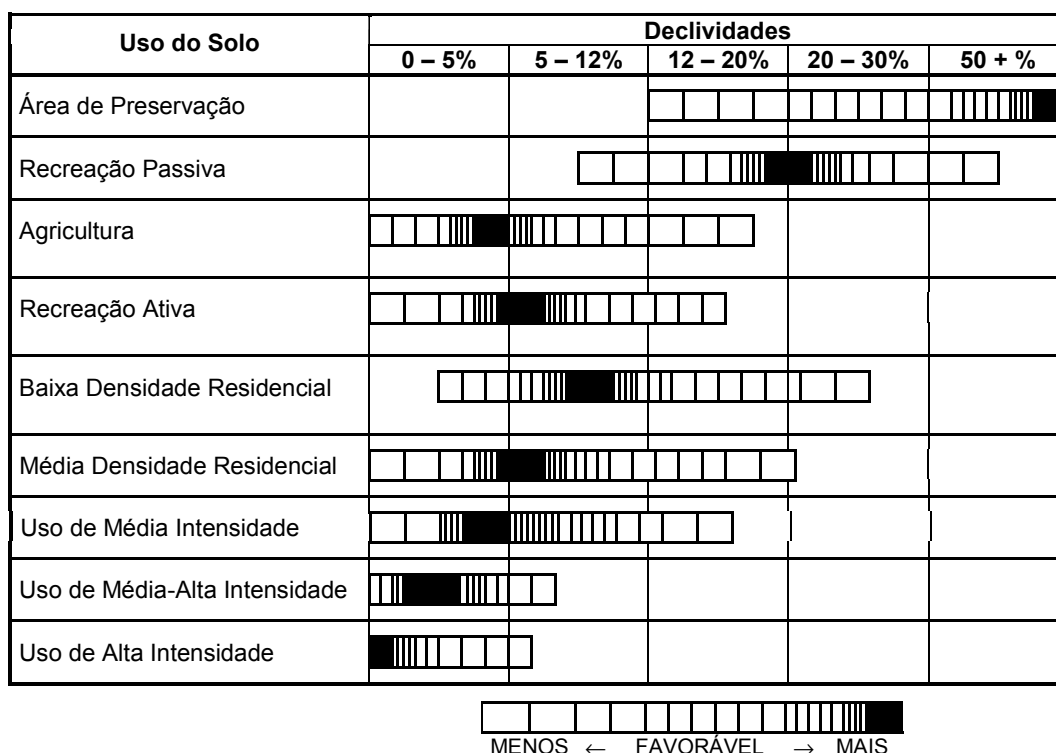
c) Áreas Alagadas

As áreas alagadas apresentam topografia baixa e drenagem imperfeita, se constituindo em zonas de transição entre terrenos secos e corpos d'água. Apresentam grande importância ecológica devendo ser evitado seu aterramento, devido as funções que estas exercem no ambiente, contribuindo para o controle de cheias e para a recarga/descarga do lençol freático, além de servir de abrigo para diversas espécies da flora e da fauna.

A preservação destas áreas deve ser feita através do controle de sua ocupação, sendo recomendados apenas usos paisagísticos, de lazer, ancoragem de barcos e algumas atividades agrícolas, sempre respeitando as funções do ambiente. As áreas alagadas posicionadas ao longo de cursos e mananciais d'água devem ser protegidas pelas faixas de proteção dos recursos hídricos, sendo aí incluídas.



Figura 10.1
Uso do Solo em Função da Declividade do Terreno



NOTA: (1) Área de Preservação – área do terreno a ser ocupada por construção igual a 1,0%;
 (2) Recreação Passiva – área a ser ocupada varia entre 1,0 e 3,0%;
 (3) Agricultura – área a ser ocupada varia entre 1,0 e 5,0%;
 (4) Recreação Ativa – área a ser ocupada varia entre 3,0 e 10,0%;
 (5) Baixa Densidade Residencial – área a ser ocupada varia entre 10,0 e 25,0%;
 (6) Média Densidade Residencial – área a ser ocupada varia entre 25,0 e 45,0%;
 (7) Uso de Média Intensidade (apartamentos, pequenos comércios e indústrias) – área a ser ocupada varia entre 25,0 e 35,0%;
 (8) Uso de Média / Alta Intensidade (comércio e médias indústrias) – área a ser ocupada varia entre 35,0 e 75,0%;
 (9) Uso de Alta Intensidade (comércio intenso, grandes indústrias, grandes complexos de apartamentos) – área a ser ocupada varia entre 75,0 e 100,0%;
 Comissão de Planejamento de Nashville-Condado de Davidson-EUA
 Fonte: MOTA, S., Planejamento Urbano e Preservação Ambiental. Fortaleza, Edições UFC, 1981. 242p.

d) Áreas de Recarga de Aquíferos

A preservação das áreas de recarga de aquíferos deve ser vista sob dois enfoques, ou seja, com relação a poluição a que estes estão sujeitos, a partir da infiltração de líquidos poluentes, e quanto a recarga, de modo a garantir a sua disponibilidade para diversos usos.

Para a preservação de aquíferos é importante, a priori, a identificação das áreas de recarga, que no caso específico dos aquíferos freáticos se constitui na superfície do solo que lhe fica imediatamente sobreposto. Para os aquíferos artesianos, no entanto, a área de recarga pode situar-se a grandes distâncias, sendo, portanto, necessário um estudo mais aprofundado para sua determinação.

Posteriormente deverão ser identificados no território da bacia hidrográfica, as atividades desenvolvidas pelo homem que estão contribuindo para poluição das águas subterrâneas, as quais estão geralmente representadas por lançamento de esgotos a céu



aberto, fossas, manejo inadequado de agrotóxicos, cemitérios e intrusão de águas salinas, entre outros.

As medidas de preservação dos recursos hídricos subterrâneos envolve a redução da carga poluidora nas fontes, o afastamento adequado das fontes produtoras de poluentes, a compatibilização do uso e ocupação do solo com a infra-estrutura sanitária, e o controle da ocupação e, conseqüentemente, da impermeabilização do solo, conforme discriminado a seguir.

▸ □ Redução da Carga Poluidora na Fonte

Qualquer prática de disposição no solo de esgotos, lixo ou outros materiais que possam resultar em resíduos líquidos, deve ser precedida de tratamento adequado das águas residuárias, de modo a minimizar os riscos de poluição das águas subterrâneas. Encontram-se enquadrados nesta situação o tratamento de esgotos antes do seu lançamento no solo através de práticas de espalhamento no terreno, irrigação ou de injeção através de poços, e a coleta e tratamento do chorume nos aterros sanitários.

Deverá ser, também, exigido a execução de uma camada impermeável no fundo de lagoas de estabilização e outros depósitos de esgotos, visando evitar a infiltração de efluentes, com conseqüente poluição das águas subterrâneas. Procedimento semelhante deve ser adotado nos aterros sanitários, sendo a impermeabilização do fundo feita por meio de uma camada de asfalto, geomembrana ou camada de argila compactada.

▸ □ Afastamento das Fontes de Poluição

O afastamento das fontes de poluição dos sistemas aquíferos reduz sensivelmente os riscos destes serem contaminados por poluentes. Assim sendo, devem ser adotadas distâncias mínimas de afastamento vertical de 1,5 m entre o nível máximo do lençol freático e o fundo de sistemas de absorção de efluentes de fossas no solo, tipo sumidouros e valas de infiltração, e de lagoas de estabilização. Para os aterros sanitários a distância mínima varia de 1,5 a 3,0 m, enquanto que no caso específico dos cemitérios a distância mínima entre o fundo dos jazigos e o nível de água no subsolo deve ser de 2,0 a 2,5 m.

Quanto ao afastamento horizontal das fontes poluidoras a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas recomenda um afastamento mínimo de 20 m entre sistemas de absorção, no solo, de efluentes de fossas sépticas (sumidouros e valas de infiltração) e poços e corpos d'água superficiais. Aterros sanitários, lagoas de estabilização de esgotos e cemitérios devem situar-se a distâncias maiores de poços e coleções d'água superficiais, não havendo no entanto critérios técnicos estabelecidos nestes casos. MOTA (1988), recomenda um afastamento mínimo de 500 m, podendo em alguns casos, dependendo das características geológicas e hidrogeológicas da área e do potencial poluidor das fontes, serem adotadas distâncias maiores ou menores.

A legislação pertinente à implantação de cemitérios, aterros sanitários e lagoas de estabilização praticamente inexistente no Estado do Ceará, salvo uma menção no Artigo 28 da Lei Estadual nº 10.147/77, que dispõe sobre o uso do solo para a proteção de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza. O referido artigo reza que nas áreas de segunda categoria dos cursos d'água não é permitido a construção de cemitérios, nem a deposição de resíduos sólidos e lodo resultante de processos de tratamento de esgotos. Faz-



se, portanto, necessário o estabelecimento de uma legislação que defina normas e critérios a serem atendidos por ocasião da implementação destes tipos de infra-estruturas.

▸ □ Controle da Impermeabilização do Solo

O processo de urbanização pode causar a impermeabilização das áreas de recarga de aquíferos, dado a ocupação do solo por edificações, vias pavimentadas e outros equipamentos urbanos, resultando na redução das taxas de infiltração d'água, comprometendo portanto a recarga dos aquíferos. O desmatamento, também, contribui para a diminuição das taxas de infiltração, dado o aumento do escoamento superficial da água.

Assim, o planejamento do uso do solo deve prever a manutenção destas áreas total ou em grande parte livres. Deverão ser destinadas para usos leves, tais como recreação e preservação paisagística ou outros usos que apresentem baixas taxas de ocupação (no máximo 10 a 20% da área total).

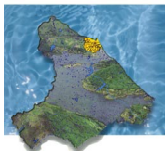
10.2.3 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA SANITÁRIA

O controle do uso e ocupação do solo visando a proteção da qualidade das águas superficiais e subterrâneas deve estar intrinsecamente relacionado com a existência ou não de infra-estrutura sanitária, principalmente no que se refere a coleta e destino final de efluentes sanitários.

Tal prerrogativa decorre do fato de que, a ausência de uma rede coletora de esgotos resulta, geralmente, na adoção de sistemas individualizados do tipo fossa/sumidouro, podendo causar poluição da água do lençol freático. Segundo MOTA (1988), o disciplinamento do uso e ocupação do solo deve atentar para este aspecto, considerando três situações:

- Área dotada com sistemas públicos de água e esgoto: riscos relativamente reduzidos de poluição dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Área dotada apenas com sistema público de abastecimento d'água: a adoção de fossas não causará poluição da água destinada para consumo humano. Entretanto deve ser observada a capacidade do solo de absorver efluentes de fossas. Caso não seja recomendável a adoção de sistemas do tipo sumidouro e valas de infiltração, os efluentes terão de ter outro destino sob pena de contribuir para a contaminação dos recursos hídricos;
- Área não dotada com sistemas públicos de água e esgoto: riscos elevados de poluição dos recursos hídricos, sendo necessário o estabelecimento de um controle rigoroso do uso de fossas.

A definição do uso e ocupação do solo deverá se pautar na capacidade da área de fornecer água e receber esgotos. Assim sendo, usos que resultem em grandes contribuições de esgotos, tais como habitações multifamiliares, indústrias e hospitais, entre outros, não devem ser permitidos em áreas desprovidas de sistemas de esgotos, devido a impossibilidade de dar uma destinação final sanitária às águas residuárias nos próprios lotes.



A implantação da infra-estrutura sanitária deve ser usada, também, como fator de direcionamento do crescimento da cidade para determinadas áreas. Desta forma, em zonas das cidades onde não há interesse de que seja procedida a urbanização, deve-se não projetar e executar serviços de saneamento, como meio de dificultar o seu desenvolvimento.

Outra medida a ser adotada é a definição das áreas mínimas dos lotes e dos percentuais de áreas livres no parcelamento do solo em função do tipo de uso previsto para os lotes, da infra-estrutura sanitária existente, da capacidade de absorção do terreno. Lotes maiores devem ser adotados para usos que resultem em maiores contribuições de esgoto, onde não existam serviços de água e esgoto e onde os terrenos tenham baixos coeficientes de absorção.

Deve, também, ser definida a densidade de ocupação do lote, com aqueles situados em áreas não servidas por sistemas públicos de água e esgoto, onde os solos têm baixa capacidade de absorção, ou onde são esperados grandes contribuições de esgotos, devendo apresentar índices reduzidos de ocupação. Tal procedimento visa a preservação de áreas livres que permitam a execução de sistemas fossas/sumidouros, minimizando os riscos de poluição das águas superficiais e subterrâneas.

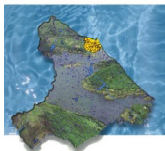
Assim, no planejamento do uso do solo dos núcleos urbanos que não dispõem, total ou parcialmente, de um sistema de esgotamento sanitário, devem ser observadas todas as condições ambientais relacionadas com a disposição de efluentes de fossas no solo. Deverá ser elaborado um mapa indicando as áreas próprias e impróprias à utilização de sistemas fossa/sumidouros. A viabilidade do uso de sistemas individualizados (fossas), deve levar em consideração as características do terreno, tais como: nível do lençol freático, capacidade de absorção do terreno (solos com coeficiente de absorção $> 120 \text{ l/m}^2/\text{dia}$ e $< 25 \text{ l/m}^2/\text{dia}$ não são indicados para uso de sumidouros ou valas de infiltração), direção e taxa de escoamento do fluxo d'água subterrâneo (o posicionamento de poços deve ser contrário ao sentido de escoamento da água, com relação às fossas), declividade do terreno (em terrenos com declividade $> 20\%$ há riscos de afloramentos dos efluentes nas áreas rebaixadas) e profundidades da camada de rocha impermeável (profundidades $< 1,8 \text{ m}$ dificultam a absorção dos efluentes), entre outros.

Ressalta-se que, diversos municípios do território das Bacias Metropolitanas contam com Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) em fase final de elaboração. Desta forma, as medidas de preservação dos recursos hídricos cabíveis a nível de planejamento urbano já devem ter sido aí contempladas, inclusive com normatização de regras via instrumentos jurídicos (Lei de Zoneamento Urbano, Lei do Perímetro Urbano e Código de Obras e Pósturas). Contam com PDDU em elaboração os municípios de São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Maracanaú, Maranguape, Eusébio, Aquiraz, Itaitinga, Pacatuba, Guaiúba, Horizonte, Pacajus, Redenção, Acarape, Baturité, Cascavel e Beberibe.

10.3 - ESTABELECIAMENTO DE FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

10.3.1 - DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO

A degradação das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água, bem como a ocupação desordenada de suas margens, vem provocando além da poluição de suas águas, o desencadeamento de processos erosivos com conseqüente assoreamento dos seus leitos.



Tal fato requer o estabelecimento de faixas de proteção dos recursos hídricos, as quais irão constituir uma espécie de barreira ao aporte de sedimentos e poluentes.

Embora as faixas de proteção não constituam uma medida de eficiência total, representam uma providência válida de preservação dos recursos hídricos, tendo como principais vantagens:

- Asseguram proteção sanitária aos cursos e mananciais d'água, impedindo o acesso superficial e subsuperficial de poluentes;
- Garantem a adequada drenagem das águas pluviais, protegendo as áreas adjacentes da ocorrência de cheias;
- Proporcionam a preservação e fomentação da vegetação marginal dos recursos hídricos, garantindo proteção da flora e da fauna lacustre/ribeirinha. Além disso, o sombreamento resultante da vegetação contribui, também, para a manutenção da temperatura da água adequada à fauna aquática;
- Ajudam na formação do plâncton, essencial à sobrevivência da fauna aquática;
- Representam ação preventiva contra a erosão e o conseqüente assoreamento das coleções d'água;
- Podem constituir áreas para recreação ou de preservação paisagística e ecológica.

O estabelecimento das faixas de proteção dos recursos hídricos, as quais tem uso do solo controlado, deve ser efetuado ou pela desapropriação, ou pelo disciplinamento dos usos e atividades praticadas na faixa e nas áreas adjacentes, através de dispositivos legais. Para mananciais integrantes de sistemas de abastecimento de água é sempre recomendável que seja desapropriada uma faixa de terra, a partir do nível máximo da água, a qual deve ser preservada.

A delimitação das faixas poderá ser efetuada de dois modos, com largura fixa ou largura variável. Neste último caso a largura da faixa ajusta-se as características das áreas adjacentes, apresentando em alguns trechos larguras pré-determinadas e, em outros, adaptar-se-á as áreas a serem preservadas (pântanos, zonas de recarga de aquíferos, terrenos com grandes declividades, áreas com problemas de drenagem, áreas de vegetação densa, etc.). Na falta de recursos financeiros para efetuar os levantamentos necessários a determinação das áreas a preservar, a adoção de faixas com largura pré-fixada é uma alternativa bastante válida.

Qualquer que seja a opção adotada, devem ser definidas a largura mínima da faixa de proteção e as normas disciplinadoras do uso e ocupação do solo na faixa e nas áreas adjacentes, bem como nas demais áreas da bacia hidrográfica. BRANCO & ROCHA (1977), sugerem além das faixas, o zoneamento das atividades que se desenvolverão na bacia hidrográfica, bem como o levantamento periódico das condições sanitárias dos tributários e a fiscalização permanente dos focos potenciais de poluição. A legislação ambiental vigente (Lei Federal nº 4.771/65, alterada pela Lei nº 7.803/89) reza que as faixas de proteção constituem áreas de preservação permanente, devendo ser estabelecidas ao longo dos cursos d'água em faixa marginal, além do leito maior sazonal, medida horizontalmente, cuja largura mínima será de:

- 30 m para cursos d'água com menos de 10 m de largura;



- 50 m para cursos d'água com largura entre 10 e 50 m;
- 100 m para cursos d'água com largura entre 50 e 200 m;
- 200 m para cursos d'água com largura entre 200 e 600 m;
- 500 m para cursos d'água com largura superior a 600 m.

No caso específico dos mananciais d'água (lagos, lagoas e reservatórios d'água artificiais) situados em áreas urbanas, as faixas de proteção devem ser da largura de 30 m, aumentando para 100 m para os situados na zona rural, exceto aqueles com superfície até 20 ha, cuja faixa marginal será de 50 m. Para as nascentes permanentes ou temporárias, incluindo os olhos d'água e veredas a faixa marginal é de 50 m.

Na definição da faixa de proteção são considerados a largura do curso d'água e o trecho do mesmo, visto que num mesmo curso d'água, as larguras da faixa podem aumentar, à medida que se aproxima da foz, já que o volume d'água escoado e, conseqüentemente, a largura da calha de escoamento tendem a crescer no sentido do trecho final do rio.

Já está sendo adotado, também, o estabelecimento de mais de uma faixa de proteção, como é o caso das faixas de primeira e segunda categoria preconizadas pela Lei Estadual nº 10.147/77, para Região Metropolitana de Fortaleza. Nesses casos, as exigências relativas ao uso e ocupação do solo são mais rigorosas para primeira faixa decrescendo à medida que se afasta do recurso hídrico.

As faixas de segunda categoria são demarcadas em projeção horizontal, a partir do limite das faixas de primeira categoria. São estabelecidas com a finalidade de complementar os objetivos das faixas de primeira categoria, no sentido de garantir a drenagem das águas, criar uma barreira sanitária ao deslocamento de poluentes, proteger a vegetação e controlar a erosão do solo. Dentro deste enfoque, estas faixas devem ser entendidas como áreas onde o uso do solo deve ser controlado de modo a garantir um percentual elevado de áreas livres e proporcionar uma ocupação compatível com a infraestrutura de saneamento básico existente.

Na Região Metropolitana de Fortaleza, apenas o município de Fortaleza conta com os limites das faixas de proteção dos recursos hídricos demarcados, cujas dimensões são definidas no Decreto nº 15.274, de 25 de maio de 1982. No município de Caucaia a delimitação destas encontra-se restrita a um trecho de 26,6 km do rio Ceará, compreendido entre o riacho Pau Barrigo, na localidade de Tucunduba e a foz do referido recurso hídrico. Para os demais municípios do Estado, as delimitações das faixas vem sendo efetuadas apenas em atendimento as exigências preconizadas pela SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente para o licenciamento ambiental de projetos de engenharia.

No município de Fortaleza a delimitação das faixas de proteção dos recursos hídricos teve como base a legislação ambiental pertinente, o Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza e as diretrizes da legislação municipal de disciplinamento do uso do solo.

As faixas de proteção de primeira categoria foram definidas, na maioria dos casos, observando as recomendações do Plano Diretor de Drenagem da Região Metropolitana de Fortaleza, o qual propõe dimensões para as faixas de proteção, calculadas de modo a



permitir o escoamento de uma cheia com período de retorno de 100 anos. Em alguns casos, foram considerados os aspectos peculiares ao curso d'água, optando-se por dimensões diferentes das preconizadas no referido plano diretor. Assim foram levadas em consideração as diretrizes municipais para preservação de áreas e a necessidade de proteger zonas de valor ecológico ou paisagístico (manguezais, estuários, carnaubais, áreas alagadas, etc.)

Para os cursos d'água foram propostas faixas de primeira categoria, na quase totalidade dos casos, simétricas em relação ao eixo longitudinal, sendo em alguns casos estabelecidas faixas assimétricas. A faixa mínima aplicada foi de 15 m, a qual está associada geralmente a pequenos riachos. Para lagos, lagoas e reservatórios foram definidas faixas de proteção delimitadas por cotas, tomando por base o levantamento aerofotogramétrico da cidade, na escala 1:2000, tendo sido mantido um mínimo de 30 m entre o nível máximo da água e o limite da faixa.

Para as faixas de segunda categoria foram propostas larguras de 100 m, 300 m e 500 m, dependendo da importância dos cursos d'água dentro da bacia hidrográfica e em função dos trechos dos mesmos. A medida que o curso d'água principal, incluindo alguns tributários, se aproximava da foz, maior era a largura da faixa proposta. Para as lagoas foram propostas faixas com larguras de 150 m, 300 m e 500 m, em função do seu porte e potencial de aproveitamento.

Os valores propostos correspondem as larguras mínima das faixas de segunda categoria. Em áreas loteadas ou onde eram previstos loteamentos, quando parte da quadra era alcançada pela faixa de segunda categoria, toda a quadra era considerada inclusa nesta faixa, passando os limites desta a serem considerados como sendo os eixos das vias que limitam a quadra externamente.

Como exemplo de faixas de proteção de primeira e segunda categoria estabelecidas para recursos hídricos apresenta-se o caso do rio Cocó, no município de Fortaleza. O referido rio apresenta trechos com características diferentes (extensos manguezais, lagoas de água salobra e vegetação típica de áreas ribeirinhas, entre outros), razão pela qual foram recomendadas faixas com dimensões variáveis para diversos trechos deste recurso hídrico. As faixas de proteção de primeira categoria propostas apresentam as seguintes dimensões:

- Da foz até a confluência com um braço do rio Coaçu (riacho Gaboa Toape): faixa assimétrica com 350 m para o lado norte e 135 m para o lado sul, medidos horizontalmente a partir do eixo do rio. As faixas propostas visam garantir a proteção da área da foz sujeita a inundações pelas marés e preservar zona de grande valor paisagístico;
- Do fim do trecho anterior até a confluência com o rio Coaçu: faixa simétrica com 270 m de largura. No encontro do rio Coaçu com um braço do rio Cocó forma-se uma área rebaixada, a qual foi totalmente inclusa na faixa de proteção de primeira categoria;
- Do rio Coaçu até a ponte da Av. Perimetral: faixa simétrica com 190 m de largura;
- Da ponte até a confluência com o Canal do Tauape: faixa assimétrica com 70 m para o lado norte e 120 m para o lado sul, medidos a partir do eixo longitudinal. Foi definida maior largura para margem sul, por se tratar de área mais baixa



(declividade mais suave). Além disso no lado sul do rio era previsto a implantação de um lago que faz parte do Projeto PROMORAR;

- Do encontro com o Canal do Tauape até a confluência com a BR-116: faixa simétrica com 170 m de largura. Neste trecho era previsto a implantação de outro lago, integrante do Projeto PROMORAR;
- Da BR-116 até o encontro com o 4º Anel Viário: faixa assimétrica com 130 m de largura, sendo 85 m para o lado leste e 45 m para o lado oeste, medidos a partir do eixo longitudinal. A faixa com 85 m para o lado leste tem como objetivo preservar extenso carnaubal. Tratando-se de terreno ainda não loteado, poder-se-á conseguir, futuramente, a preservação deste terreno com vegetação típica da região, incluindo-a como área livre, na aprovação de loteamento. Junto à BR-116, no encontro do rio Cocó com o riacho Passaré (trecho a jusante do açude Uirapuru), forma-se uma área rebaixada que foi incluída na faixa de primeira categoria;
- Do 4º Anel Viário até a confluência com o riacho Lameirão: faixa simétrica com 90 m de largura;
- Trecho anterior ao encontro com o riacho Lameirão: faixa simétrica com 40 m de largura.

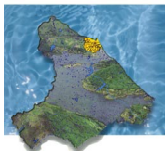
Por sua vez, as faixas de proteção de segunda categoria adotadas para o rio Cocó foram as seguintes:

- Da foz até a BR-116: faixa com largura mínima de 500 m;
- Da BR-116 até o encontro com o riacho Lameirão: faixa com largura mínima de 300 m;
- Trecho anterior ao encontro com o riacho Lameirão: faixa com largura mínima de 100 m.

Ressalta-se que, embora o município de Fortaleza conte com as faixas demarcadas e com respaldo legal para a sua preservação, o que se verifica é o total desrespeito a legislação vigente, com os recursos hídricos deste município sendo constantemente submetidos a diferentes formas de degradação. Tal constatação ressalta o fato de que não basta a fixação de uma faixa sanitária marginal aos recursos hídricos. Faz-se necessário, também, o disciplinamento do uso do solo nos terrenos adjacentes à faixa e na bacia hidrográfica como um todo, a implementação de uma fiscalização efetiva, além de um programa de educação ambiental, que conscientize a população quanto às questões ambientais, cujos preceitos são comentados em item específico deste capítulo.

10.3.2 - REFLORESTAMENTO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO

O estabelecimento de faixas de proteção vegetal periférica aos cursos e mananciais d'água com o intuito de servir de anteparo natural ao carreamento de sedimentos e poluentes, pode ter sua função prejudicada, caso a vegetação original encontre-se erradicada. Tal situação é bastante comum no território das Bacias Metropolitanas onde, a exemplo do que ocorre no Estado do Ceará como um todo, as planícies aluviais dos cursos d'água e as áreas de vazantes dos reservatórios são intensivamente exploradas pela atividade agrícola. Assim sendo, faz-se necessário o reflorestamento das áreas onde as matas ciliares encontram-se degradadas.



Numerosas espécies vegetais podem ser utilizadas na recomposição da cobertura vegetal das faixas de proteção, com a escolha variando de acordo com as condições climáticas da região, devendo ser dada prioridade às espécies nativas, como forma de reconstituição do meio ambiente original.

A porcentagem de espécies pioneiras (de crescimento rápido, que propagam-se com facilidade e suportam condições adversas, como o excesso de luz) e de não pioneiras (também chamadas de secundárias tardias ou de clímax, que crescem lentamente, à sombra) deve ser estabelecida de acordo com as condições de fertilidade dos solos. Quanto mais desgastado estiver os solos, maior deve ser o número de espécie pioneiras, ou seja, 50 a 70% do total.

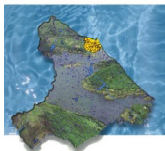
O plantio deve ser dividido em duas faixas, devendo as espécies vegetais utilizadas na primeira faixa, situada ao longo das margens, apresentar raízes adaptadas a solos encharcados e a ocorrência de inundações periódicas. Entre estas espécies deve-se incluir árvores frutíferas como goiabeiras e pitangueiras para colaborar na alimentação da ictiofauna. Na segunda faixa, paralela à primeira, deverão ficar as espécies florestais de médio e grande porte que precisam de solos firmes e bem drenados para o seu desenvolvimento.

No preparo do solo deve-se evitar o seu revolvimento, visto que as terras que margeiam os cursos e mananciais d'água costumam ser úmidas, irregulares e muitas vezes inclinadas, sendo bastante susceptíveis a desmoronamentos. No caso de solos muito desgastados, faz-se necessário uma compostagem no próprio local, com esterco de gado e resto de vegetais de culturas. Essa mistura espalhada sobre a terra, deverá ser coberta com folhas de palmeiras ou bananeiras, por exemplo, para conservar a umidade.

Caso a área esteja coberta por vegetação com mais de 20 cm de altura, convém fazer um roço leve para manter as plantas no máximo com essa altura. Mesmo as capoeiras, vegetação rala que aflora depois que a mata natural é destruída, deve ser mantida. A distribuição das mudas deve ser feita ao acaso sem alinhamento, para lembrar a mata natural. No caso de terrenos em declive, faz-se necessário o plantio em curva de nível.

O plantio das mudas deverá ser executado mediante a abertura de covas de 40x40x40 cm, com a adubação, de preferência orgânica, adotando para cada cova a mistura de 6 l de esterco de gado (20 % do volume da cova) e 3 l de esterco de galinha (10 % do volume da cova) com a terra retirada da cova. Durante o plantio deve-se ter o cuidado de remover as embalagens das mudas, sem destorroá-las e evitando danos ao sistema radicular. As mudas devem ser colocadas sobre a terra fertilizada, completando-se a cova com o restante da mistura. O colo da muda deve ficar ao nível do solo, coberto com uma camada fina de terra. O que sobrar da terra preparada deverá ser disposto ao redor da muda, num raio de 20 cm, possibilitando uma boa armazenagem das águas da chuva. Em áreas sujeitas a ventos fortes, faz-se necessário o tutoramento das plantas, amarrando cada muda a uma estaca. Mudas muito pequenas devem ser protegidas por uma espécie de "cabaninha" formada por três varetas dispostas ao redor.

O plantio deverá ser realizado durante o período chuvoso, a não ser em locais sujeitos a inundação, onde é melhor aguardar o final da estação chuvosa. Poderá, também, ser realizado durante o período de estiagem, desde que se pretenda adotar o uso de sistema de irrigação. Ressalta-se, no entanto, que mesmo durante o período de estiagem é possível



plantar gramíneas, como o guandu, que protegem o solo, preparando-o para o cultivo quando chegarem as chuvas. Na época do plantio, basta fazer o coroamento ao redor das covas, mantendo as gramíneas. Caso ocorram na região bambu e cipó, estes devem ser controlados, pois constituem espécies invasoras.

Quanto melhor for planejado o plantio, menores serão os custos de manutenção e mais rápido seus efeitos positivos. O modelo mais racional estabelece três estágios de sucessão vegetal:

- No primeiro ano devem ser plantadas as árvores pioneiras, dado o seu rápido crescimento e a adaptação ao excesso de luz solar;
- Passados 12 a 18 meses devem ser introduzidas as secundárias, cuja função é fechar e ocupar clareiras;
- Sombreada a área, devem ser plantadas as árvores clímax, que juntamente com as secundárias tardias darão a estrutura definitiva da mata.

Quanto aos tratos culturais, nos dois anos seguintes ao plantio deverá ser efetivada adubação de cobertura, dividindo a dosagem em duas aplicações com intervalos de três meses. O adubo deverá ser colocado sob a proteção da copa num suco ao redor da muda, sendo coberto com terra.

Salienta-se que uma escolha adequada das espécies, uma adubação bem feita, a utilização de um sistema adequado de preparo do solo, bem como plantio de mudas com elevado grau de qualidade, fazem com que haja melhor desenvolvimento do bosque em formação.

É importante que ao longo das faixas de proteção sejam deixadas áreas livres (corredores), em pontos estratégicos, de modo a permitir o acesso a água.

Na recomposição das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água deve-se procurar engajar a população, usando para este fim a concessão de incentivos fiscais, tais como redução de impostos, taxas, ou de outros benefícios aos proprietários de imóveis que efetuarem a reconstituição e preservação das matas ciliares existentes no território de seus imóveis. Caberá ao poder público a conscientização da população quanto aos benefícios advindos com a adoção desta medida, bem como o fornecimento de orientação técnica para execução do reflorestamento.

10.4 - CONTROLE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

O controle sistemático da qualidade das águas superficiais é de fundamental importância para a detecção de atividades poluidoras exercidas no território da bacia hidrográfica, visando a adoção de medidas corretivas, caso se faça necessário.

O programa de monitoramento consta do estabelecimento de um conjunto de pontos de amostragem estrategicamente distribuídos nos cursos e mananciais d'água da bacia hidrográfica, de modo a permitir o acompanhamento das condições de qualidade da água, ao longo do tempo e espacialmente, fornecendo subsídios indispensáveis para o Programa de Controle da Poluição.

Esse assunto já foi tratado de forma detalhada no capítulo 7 do presente relatório, indicando, de forma geral, tanto possível locais para um monitoramento sistemático e



contínuo das águas superficiais, seja em rios ou em reservatórios, como apresentando a necessidade de contratação de estudos específicos para o planejamento da rede de monitoramento quantitativo e qualitativo das águas superficiais.

10.5 - DISCIPLINAMENTO DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS URBANOS E INDUSTRIAIS

A implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos domésticos, hospitalares e industriais constitui uma das formas mais eficazes de controlar a poluição dos recursos hídricos, eliminando os problemas causados pela precariedade das soluções individuais (fossas) e pelo lançamento de esgotos a céu aberto ou sua canalização direta para galerias pluviais e cursos d'água.

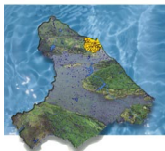
Na implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos devem ser levados em consideração o tipo e o grau de tratamento a ser aplicado aos efluentes, em função da carga poluidora, da capacidade de autodepuração do corpo hídrico e da qualidade desejada para o recurso hídrico, a qual depende dos seus usos preponderantes. Por sua vez, na localização do ponto de lançamento dos efluentes devem ser observados os locais de tomada d'água e os usos preponderantes a jusante no corpo receptor, bem como a presença de áreas de relevante interesse ecológico, tais como manguezais. Além disso, deve ser efetuada a correta operacionalização e manutenção periódica dos sistemas implantados, evitando a ocorrência de obstruções e vazamentos e a perda de eficiência, garantindo não só a qualidade do meio ambiente, como a própria integridade dos empreendimentos.

No caso específico dos estabelecimentos industriais e dos serviços de saúde, a responsabilidade pela instalação de sistemas de tratamento de despejos cabe aos próprios empreendedores, segundo reza a legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA nº 20/86 e Portaria SEMACE nº 097/96). No caso de indústria de pequeno porte, sem meios técnicos de resolver seus problemas de poluição, a cooperação do poder público pode resultar benéfica, tanto para a fábrica como para a população, pois o interesse é comum. Em suma, a política a ser adotada pelos serviços de fiscalização deve visar o bem comum em primeiro lugar, e não ditar normas inflexíveis.

Assim sendo, para que haja um controle efetivo da poluição decorrente de despejos industriais faz-se mister a implementação de uma fiscalização especializada, tendo como objetivo avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento em funcionamento, bem como garantir o cumprimento da legislação através da exigência da instalação de sistemas de tratamentos nas indústrias não dotadas com este tipo de infra-estrutura, que estejam contribuindo para a poluição dos recursos hídricos.

O programa de fiscalização deverá estar centrado na execução de um monitoramento periódico dos efluentes industriais, com intervalos regulares, através da coleta de amostras e medidas de cada tipo de despejo e de cada boca de descarga, sendo obrigatória a coleta de amostras no corpo receptor a montante e a jusante do ponto de lançamento, podendo contemplar, às vezes, dois ou mais pontos.

O programa de fiscalização dos despejos industriais a ser implementado tem como atribuições a obtenção de informações sobre volume e composição dos diversos despejos, preferencialmente por observação direta; dados sobre quantidades de matérias-primas e de produtos correspondentes; relacionamento entre quantidade de produto/quantidade de despejos; população equivalente à carga populacional orgânica; população esgotada



equivalente, por unidade de matéria-prima ou de produto acabado; tratamento e destino final dos despejos. Em caso de despejos não orgânicos devem ser empregados outros meios de avaliação tais como tóxicidade, produção de gosto e odor. Devem ser determinados, especialmente, despejos riscos em matéria fertilizante para algas.

Quanto a contribuição das cargas poluidoras de efluentes domésticos lançados nos cursos d'água das Bacias Metropolitanas, estas apresentam-se mais significativas nas cidades de médio e grande porte, com destaque para Fortaleza, Maracanaú, Caucaia, Maranguape, Cascavel, Pacajus, Aquiraz, Baturité e Horizonte, entre outras. Apenas os núcleos urbanos de Fortaleza, Guaramiranga, Pacoti, Caucaia e Maracanaú contam com sistema de coleta e tratamento de esgotos em operação, com índices de cobertura de 42,5%, 35,4%, 32,4%, 6,3% e 1,1% das respectivas populações urbanas. Destes apenas Fortaleza, Caucaia e Maracanaú encontram-se com obras de ampliação do sistema existente em andamento ou contam com projeto de ampliação. Na região praiana de Caucaia, as localidades de Iparana, Pacheco, Tabuba e Cumbuco foram contempladas com projetos de esgotamento sanitário.

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

Objetivando reduzir o aporte de efluentes sanitários aos cursos e mananciais d'água do território das Bacias Metropolitanas deverão ser executadas as obras de implantação e/ou ampliação dos sistemas de esgotamento sanitário proposto para os núcleos urbanos acima especificados. Deverá ser dada prioridade aos núcleos urbanos situados a retaguarda de açudes ou lagoas que tenham como usos preponderantes abastecimento humano, irrigação, aquicultura e/ou recreação; nas imediações de áreas de relevantes interesse ecológico como os manguezais; em áreas com potencial turístico, ou que estejam posicionadas sobre embasamento sedimentar onde os riscos de poluição dos aquíferos apresentam-se elevados.

Além destes, deverão ser contemplados com projetos de esgotamento sanitário os núcleos urbanos de médio porte, situados no território das bacias de contribuição de reservatórios estratégicos para o suprimento hídrico da região, posicionados numa distância, relativamente pequena de suas bacias hidráulicas. Estão enquadrados nesta situação as cidades de Acarape e Redenção situados a montante do açude Pacoti; Palmácia (açude Eugênio Gudín); Pacajus, Chorozinho e Barreira (sistema Ererê/Pacajus).

Por ocasião da construção dos açudes propostos no Programa de Açudagem deverá ser dada ênfase a implementação de sistemas de esgotos nas cidades de Aratuba (açude Pesqueiro), Aracoiaba, Baturité e Mulungu (açude Aracoiaba), Capistrano e Guaramiranga (açudes Choró e Gameleiras) e Pacoti (açude Germinal).

Ressalta-se, por fim, que a simples implantação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos não é por si só garantia de preservação da qualidade da água dos corpos receptores. Com efeito, dado que as redes coletoras concentram a incidência de carga poluidora num único ponto, caso não seja implementada uma correta operação do sistema, bem como a manutenção periódica da infra-estrutura implantada e o monitoramento da



eficiência das estações de tratamento poderá vir a ocorrer a deterioração do corpo receptor, comprometendo seus usos preponderantes.

Assim sendo, deverá ser implementada uma fiscalização rigorosa sobre as estações de tratamento de esgotos, visando a detecção de possíveis falhas na eficiência dos sistemas, de modo que sejam adotadas as medidas cabíveis. Tendo em vista as deficiências existentes no setor de saneamento básico a nível de recursos humanos, sugere-se a execução de cursos de capacitação para os técnicos das concessionárias engajadas na operação do sistema. Deverão ser, também, desenvolvidos programas de monitoramento da eficiência das ETE's compatíveis com as contingências de recursos financeiros, geralmente, enfrentadas pelas concessionárias, bem como elaborados programas de manutenção que permitam operar e manter de forma mais correta e segura os sistemas de esgotamento sanitário.

Diante do exposto, são apresentados em itens específicos no presente capítulo, planos contendo informações básicas sobre o conteúdo do curso a ser ministrado, bem como sobre manutenção de sistemas de esgotos e monitoramento da eficiência das ETE's. Ressalta-se, que nos dois últimos casos, as informações fornecidas estão restritas à sistemas de tratamento centrados no uso de lagoas de estabilização, que se constitui no método mais adotado na região.

Objetivando reduzir o aporte das águas residuárias das ETE's aos corpos receptores sugere-se a efetivação do reuso do esgoto tratado, prática já bastante difundida em outros países. Para tanto, deverá ser implementado um programa de incentivo ao reuso do esgoto tratado, cujos preceitos básicos são, também, apresentados em item específico.

10.6 – MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

As obras de engenharia relativas ao sistema de esgotamento sanitário são projetadas para terem longa duração, mas frequentemente apresentam sinais de deterioração com pouco tempo de implantação. Assim, com vistas ao funcionamento eficaz das infra-estruturas implantadas, visando evitar a poluição dos recursos hídricos, devem ser efetuadas manutenções rotineiras e reparos de danos não previstos, estando esta atividade a cargo da concessionária local.

A manutenção da rede de esgotos consiste, principalmente, na remoção ou prevenção de obstruções, limpeza de coletores e trabalhos de reparação e limpeza de caixas retentoras. Uma boa manutenção exige um perfeito conhecimento da rede e uma competente equipe de trabalho, adequadamente equipada.

As obstruções impedem o fluxo das águas residuárias através das tubulações, podendo ser causadas por grandes objetos jogados à rede, areia ou detritos, gorduras e materiais diversos. Em alguns casos, a remoção pode ser feita forçando uma vara provida de ferramenta em ponta de lança através da obstrução e permitindo que a velocidade da água assim liberada, limpe a canalização. As obstruções por grandes objetos, no entanto, podem exigir a realização de escavações seguidas de abertura do coletor, enquanto que, areia e detritos em grande escala, que não foram desviados para uma caixa, podem ocasionar ruptura da canalização, requerendo reparos.

Como medida preventiva, deve-se efetuar a limpeza dos coletores de esgotos nos trechos que a experiência indica, mais sujeitos a obstruções. Os jatos de água podem ser



utilizados para limpeza, porém, para a remoção de gorduras ou detritos diversos, pode-se tornar necessário o emprego de escovas, raspadores ou colheres, e para a remoção de raízes invasoras, o uso de ganchos ou cortadores.

Pode ocorrer, ainda, a presença de gases combustíveis nas tubulações dos esgotos oriundos de vazamentos em postos de gasolina, estabelecimentos de lavagem a seco e gasodutos; de compostos químicos diversos despejados na rede; ou produtos gasosos provenientes de decomposição, principalmente metano. Destes, os vapores de gasolina são os que resultam em maiores riscos de acidentes.

A prevenção contra o acúmulo de misturas gasosas nas redes de esgotos pode ser obtida, em parte, pelas seguintes prescrições: exigência de caixas retentoras nas garagens, tinturarias, etc.; auxílio às companhias de gás na localização de escapamentos; inspeção e investigação das fontes de todo o material combustível que porventura apareça nos efluentes.

A boa manutenção da rede de esgoto requer a adoção de uma rotina de inspeção que obedeça os seguintes intervalos:

- Os coletores de declividade nula ou constantemente obstruídos, devem ser examinados a cada 3 meses;
- Coletores nos quais não há notícia de obstrução, examinar uma ou duas vezes por ano;
- Sifões invertidos, mensal ou semanalmente;
- Vertedouros de águas pluviais, durante e após cada chuva intensa.

As bombas das estações elevatórias devem ser operadas por pessoal treinado, sendo efetuadas revisões nos motores elétricos a cada ano e recondicionamento a cada 5 anos.

Por sua vez, a manutenção de sistemas de tratamento de esgoto resume-se em conservar as características pré-estabelecidas em projeto e indispensáveis ao bom funcionamento do processo, como manutenção das obras e demais dispositivos construídos. Após o estabelecimento do equilíbrio biológico, no início do funcionamento da lagoa de estabilização, a operação ficará limitada a exames de rotina. As análises eventuais serão realizadas somente em casos de desequilíbrio ou em estudos especiais. A maioria das medidas propostas para o restabelecimento das condições normais de operação confundem-se com as tarefas afetas à manutenção, cujas deficiências ou omissões provocam distúrbios operacionais.

O número de pessoas necessárias para um controle adequado das lagoas de estabilização depende, fundamentalmente, do porte da instalação e do número de células que compõem o sistema. Estudos realizados na Índia em 41 estações de tratamento constituídas por lagoas de estabilização, conferem os seguintes critérios para dimensionamento da equipe de operação, considerando a população servida:

- 5.000 habitantes: 1 supervisor e 3 ajudantes;
- 10.000 habitantes: 1 supervisor e 4 ajudantes;
- 50.000 habitantes: 1 supervisor e 7 ajudantes;
- 100.000 habitantes: 1 supervisor e 9 ajudantes.



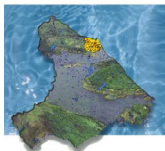
Embora as unidades principais da ETE sejam as lagoas, a mesma dispõe de unidades de remoção de sólidos grosseiros constituídos de uma caixa de areia de câmara dupla e um gradeamento do tipo caixa. Dentre as atividades de manutenção destas infra-estruturas, que geralmente se confundem com as atividades de operação e controle, cita-se:

- Remoção e lavagem do material retido nas grades, o qual após ser escoado, deverá ser enterrado ou armazenado em containers para recolhimento pelo serviço de limpeza pública;
- Agitar a caixa de areia no sentido contrário ao fluxo, três vezes ao dia, de modo a forçar a matéria orgânica sedimentada a voltar ao meio líquido e ser transportada até as lagoas;
- Fazer a descarga ou a limpeza da caixa de areia sempre que o material acumulado ocupar a metade da altura da câmara de armazenamento ou 2/3 do seu comprimento;
- A areia retirada, bem como o material sedimentado, deve ser transportado para ser enterrado ou coletado pela limpeza pública;
- Lavagem da câmara de armazenamento para ser reutilizada.

Já as atividades periódicas de manutenção das unidades de medição e controle de vazão consistem em limpar os vertedouros e encaixes das comportas dos dispositivos de saída das lagoas com auxílio de escovão, para evitar que se formem crostas de espuma e/ou algas; e lubrificar as hastes das comportas com graxa, evitando dificuldades nos seus acionamentos.

Por fim, as atividades de manutenção das lagoas consistem basicamente em:

- Destruir com rastelos, jatos d'água ou remover com peneiras de nylon crostas sobrenadantes e enterrar o material em valas apropriadas;
- Combater qualquer início de erosão nos taludes, verificando o estado de conservação dos gramados de proteção;
- Manter isentas de vegetais as margens, bem como qualquer ponto da lagoa, com vistas a evitar ambientes propícios à proliferação de mosquitos;
- Manter limpos os dispositivos de entrada de esgoto na lagoa;
- Não permitir a passagem de material flutuante da lagoa anaeróbia para a célula da lagoa facultativa;
- Espargir, semanalmente, cinzas vegetais sobre as crostas sobrenadantes das lagoas anaeróbias e bater as escumas com instrumentos simples;
- Verificar a espessura da camada de lodo para previsão da época da limpeza da unidade de tratamento;
- Efetuar a limpeza da lagoa de estabilização, quando a espessura do lodo acumulado atingir a metade da lâmina de operação da mesma. Após a secagem o lodo deve ser retirado da lagoa e utilizado como adubo na própria área da estação;
- Verificar a integridade das cercas do perímetro da ETE, visando impedir a entrada de animais ou pessoas estranhas;



- Verificar o estado de conservação e limpeza das calhas coletoras de águas pluviais;
- Pintar cercas e placas de avisos, conferindo um aspecto agradável à ETE.

Os principais problemas que ocorrem nas lagoas facultativas e de maturação, estão representados pela formação de espuma, geração de odores desagradáveis, proliferação de insetos e presença de vegetação interna. A ocorrência de espumas está normalmente associada ao florescimento excessivo de algas ou à presença de lixo na lagoa, devendo a nata de algas ser quebrada com jatos d'água ou rastelos, e posteriormente removida. Nas lagoas rasas e com temperatura da água elevada, a espuma formada pelas cascas de lodo que se desprendem do fundo, deverão, também, serem desagregadas e removidas.

Os odores desagradáveis são causados por fatores como sobrecarga de esgotos, longos períodos com tempo nublado e temperatura baixa, presença de substâncias tóxicas nos esgotos e de massas flutuantes de algas. Nos dois primeiros casos, a única solução é prever com razoável antecedência esses problemas de modo a ampliar a ETE. Quando em condições normais de operação a lagoa apresentar sinais de condições anaeróbias, deverá ser avaliado, a priori, os teores de substâncias tóxicas presentes, através de análises físico-químicas e em caso de confirmação, procurar identificar a indústria responsável e tomar as medidas cabíveis. No controle da superfloração de algas deverão ser adotados os procedimentos preconizados no caso da formação de espumas.

A proliferação de insetos está diretamente ligada à presença de vegetais nas margens internas dos taludes da lagoa, devendo ser controlada através da oscilação alternada e periódica do nível d'água, do uso de produtos químicos e da destruição das espumas, provocando a eliminação das larvas. Outra alternativa para a solução deste problema seria a colocação de peixes na lagoa de maturação (carpas, tilápias, gambusias).

A operação da lagoa com um nível d'água inferior a 60 cm é responsável pela ocorrência de vegetação interna, podendo esse problema ser ocasionado por infiltração ou pequena contribuição de esgotos. Como forma de controlar o problema deverão ser efetuados roços nos vegetais das margens internas e remoção, com auxílio de barco inflável, dos vegetais que crescem no interior da lagoa.

No caso específico das lagoas anaeróbias, os principais problemas que ocorrem são geração de odores desagradáveis, proliferação de insetos e crescimento de vegetais nos taludes internos e/ou externos da lagoa. A exalação de odores desagradáveis tem como causas prováveis a sobrecarga de esgotos, com conseqüente diminuição do tempo de detenção, a presença de substâncias tóxicas nos esgotos e a queda brusca na temperatura dos esgotos.

A medida mais fácil para reduzir maus odores é recircular o líquido da lagoa de manutenção para a entrada do esgoto na lagoa anaeróbia. Quimicamente, pode-se reduzir os maus odores adicionando-se porções de nitrato de sódio em vários pontos da lagoa anaeróbia. A adição de cal (120 g de cal para cada 10m³ do volume da lagoa) poderá, também, elevar o pH do esgoto, cessando a fase de fermentação ácida responsável pela produção de gás sulfídrico. A adição de cloro deve ser evitada, visto que, embora resulte em rápida eliminação de odores fétidos, causa problemas posteriores para reinício das atividades biológicas necessárias ao tratamento. Na ausência desses recursos, como medida



paliativa, poderá ser lançado na superfície da lagoa óleo queimado, formando sobre o líquido uma cobertura protetora, reduzindo a área de desprendimento dos gases.

A proliferação de insetos em lagoas anaeróbias indica problemas operacionais, tendo como causas materiais gradeados ou areia removida não enterrados convenientemente ou a deposição inadequada destes em algum ponto da área externa da lagoa; o crescimento de vegetais no talude interno da lagoa, na parte em contato com o nível de água; e a película de espuma e óleo sempre presente nas lagoas anaeróbias, ou a sua deposição inadequada, quando removida.

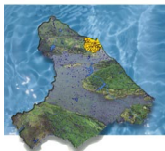
Quanto aos problemas causados pelo crescimento de vegetais aquáticos nos taludes internos da lagoa, estes estão associados a proliferação de insetos e larvas, servindo de atrativo para ratos, que cavam túneis nos taludes, com conseqüente desencadeamento de processos erosivos e de vazamentos. Por sua vez, os ratos constituem, também, atrativo para as cobras, pondo em risco a vida dos funcionários da ETE. Assim sendo, os vegetais aquáticos devem ser alvo de remoção periódica, evitando nesta operação que estes caiam dentro da lagoa, enquanto que nos vegetais que florescem nos taludes externos deve ser usada a tradicional capina do terreno.

Quanto aos problemas vigentes nas unidades de tratamento preliminares, estes referem-se ao excesso de matéria orgânica nos dispositivos da caixa de areia e ao arraste de areia no efluente da caixa de desarenação. O primeiro caso decorre da velocidade de escoamento demasiadamente baixa e do tempo de retenção muito longo, devendo ser reduzida a seção transversal do canal da caixa de areia, efetuando o reajuste, quando possível, do vertedor de saída de modo a diminuir a profundidade da lâmina d'água, durante o período de vazões normais, e revolver o material acumulado nas caixas de areia no sentido contrário ao fluxo, três vezes ao dia, de modo que a matéria orgânica aderida aos grânulos de areia possa ser liberada e siga sua trajetória normal.

O arraste de areia no efluente das caixas de desarenação, por sua vez, tem como causas a velocidade demasiadamente alta do fluxo e o tempo de detenção na câmara demasiadamente curto. As soluções para estes problemas consistem em remover, com maior frequência, a areia acumulada nos depósitos da caixa de desarenação, colocar em funcionamento as duas unidades de desarenação e ampliar a área da seção transversal das caixas de areia. A manutenção da infra-estrutura implantada deverá ficar a cargo da concessionária local.

10.7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES E DA EFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS

O monitoramento da qualidade dos efluentes de uma ETE, cujo sistema de tratamento dos efluentes esta centrado no uso de lagoas de estabilização, está firmado, dentre outras atividades operacionais, sobre observações rotineiras que se referem ao controle meteorológico (leitura dos instrumentos, registros e manutenção dos mesmos), controle físico-químico (leitura de parâmetros e análises de amostras) e coleta de amostras para exame de fitoplâncton e zooplâncton.



Os dados meteorológicos a serem computados são precipitação, temperatura e ventos, os quais deverão ser anotados na ficha diária de controle operacional, cujo modelo é apresentado a seguir. Se a localidade dispuser de estação meteorológica deverão ser medidas insolação, temperatura (média, máxima e mínima), precipitação, evaporação, umidade do ar, nebulosidade e direção dos ventos.

Quanto ao controle físico-químico e biológico, a Tabela 10.1 mostra os principais parâmetros de avaliação do desempenho do sistema, discriminando os pontos de amostragem, a frequência requerida e os horários de coletas das amostras. As observações visuais e análises instrumentais podem ser realizadas sem maiores custos em todas as células do sistema. Deverão ser verificados os seguintes parâmetros: cor e vazão, deverão ser avaliados diariamente, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, número máximo permissível de coliformes e DBO a nível bimestral. O pH e a cor deverão ter pontos de amostragem no afluente, no efluente e nas lagoas. Os demais parâmetros deverão ter coletadas amostras apenas no afluente e no efluente.

As análises laboratoriais, deverão adotar as frequências de amostragens sugeridas na Tabela 10.2 pelo menos no início da operação do sistema, podendo esta ser alterada com o passar do tempo, de acordo com a estabilização ou variações bruscas no processo de tratamento. Quanto aos pontos de amostragem, o ideal seria que estes abrangessem todas as células do sistema (afluente, efluente e dentro das lagoas), entretanto, como as concessionárias de serviços públicos localizadas nos municípios interioranos sofrem, geralmente, contingências financeiras devem ser feitas análises dos parâmetros apenas onde estes são absolutamente necessários, ou seja, no efluente e no afluente.

Caso o curso d'água receptor apresente caráter intermitente, a coleta de amostras para monitoramento do efluente deverá se restringir ao local de lançamento. No caso de rios perenes ou que encontram-se perenizados, deve-se efetuar coletas de amostras de efluentes em três locais, sendo um junto a ponto de lançamento no emissário final da ETE e os outros afastados 200 m à montante e 200 m à jusante, do ponto de lançamento no rio, enquanto que a coleta de amostra do afluente deverá ser efetuada na chegada à ETE.

O órgão encarregado desse monitoramento deverá ser a concessionária local. Ressalta-se que o encarregado das lagoas deverá possuir conhecimento técnico sobre operação e manutenção desses sistemas e manter-se, sempre que possível atualizado através da realização de cursos ministrados por órgãos estaduais de controle da poluição hídrica ou pelas universidades. Caso a ETE não conte com laboratório próprio, as análises das amostras deverão ser efetuadas nos laboratórios da CAGECE ou da SEMACE, em Fortaleza, os quais encontram-se devidamente equipados para este tipo de serviço.



FICHA DIÁRIA DE CONTROLE OPERACIONAL			FOLHA:	
SISTEMA DE LAGOAS ANAERÓBIAS E/OU FACULTATIVAS				
IDENTIFICAÇÃO DA LAGOA:		DATA / /	OPERADOR:	
1 – OCORRÊNCIAS			SIM	NÃO
- LEVANTAMENTO DO LODO EM ALGUM PONTO DA LAGOA.....				
- MANCHAS VERDES NA SUPERFÍCIE DA LAGOA:				
- ANAERÓBIA				
- AERÓBIA.....				
- MANCHAS NEGRAS OU CINZENTA NA LAGOA FACULTATIVA.....				
- APARECIMENTO DE VEGETAIS:				
- NA LAGOA				
- NOS TALUDES				
- EVIDÊNCIA DE EROSIÃO NOS TALUDES.....				
- ALGUMA INFILTRAÇÃO VISÍVEL.....				
- CERCAS DE ORDEM				
- PRESENÇA DE INSETOS.....				
- PRESENÇA DE AVES				
- ÁGUA PLUVIAL COM CANALETAS LIMPAS.....				
- MEDIDOR DE VAZÃO EM FUNCIONAMENTO.....				
- MAU ODOR:				
- NA LAGOA FACULTATIVA				
- NA LAGOA ANAERÓBIA.....				
- MANCHA DE ÓLEO.....				
2 – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS				
PARÂMETRO		HORA	OBSERVAÇÕES	
- ALTURA DA LÂMINA NO MEDIDOR DE VAZÃO				
- VAZÃO (cm)				
- VAZÃO (L/s)				
<ul style="list-style-type: none"> • TEMPERATURA (°C) • DO AR • DO ESGOTO • LAGOA ANAERÓBIA • LAGOA FACULTATIVA • LAGOA DE MATURAÇÃO 				
- NÍVEL DA LÂMINA LÍQUIDA DA LAGOA (m)				
- PH LAGOA ANAERÓBIA				
- PH LAGOA FACULTATIVA				
- PH LAGOA DE MATURAÇÃO				
- PH LAGOA AFLUENTE				
- PH LAGOA EFLUENTE				
- SÓLIDOS SEDIMENTÁVEIS (ML/L)				
<ul style="list-style-type: none"> • NO ESGOTO BRUTO • NO EFLUENTE DA LAGOA ANAERÓBIA 				
- O.D., A 20 CM ABAIXO DA SUPERFÍCIE LÍQUIDA, PRÓXIMO AO EFLUENTE DA LAGOA FACULTATIVA				
- DBO				
- COR				
- SÓLIDOS EM SUSPENSÃO				
- COLIFORMES				
3 – CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS				
TIPO	CLASSIFICAÇÃO	PERÍODO		OBSERVAÇÕES
		07:00 ÀS 12:00	12:00 ÀS 17:00	
TEMPO	- SOL BRILHANTE - ENSOLARADO COM NUVENS - NUBLADO, SEM SOL			
PRECIPITAÇÕES	- AUSENTE - CHUVA FINA - CHUVA MODERADA - CHUVA FORTE			
INTENSIDADE DOS VENTOS	- NULA - MUITO FORTE			



Tabela 10.1
Parâmetros de Avaliação de Desempenho

Parâmetro	Freqüência	Ponto de Amostragem	Horário Coleta
Cor	Diária	A-L-E	Descrição da aparência
Odor	Diária	L-E	Descritivo
Temperatura ar	Diária	Ambiente	10 h Manhã
Temperatura do esgoto	Diária	A-L-E	10 h Manhã
pH (1)	Bimestral	A-L-E	10 h Manhã
Penetração luz	Diária	L	12 h
Sol. Sedimentáveis (1)	Bimestral	A-E	10 h Manhã
Intensidade ventos	Diária	Ambiente	10 h Manhã
Vazão	Diária	A-E	10 h Manhã
Oxig. Dissolvido (1)	Bimestral	L	12 h
Sol. em suspensão (1)	Bimestral	A-E	10 h Manhã
Alcalin. Total	Bimestral	A-E	10 h Manhã
Sulfatos	Trimestral	A-E	10 h Manhã
Nitrog. Amon.	Trimestral	A-E	10 h Manhã
Nitrog. Organ.	Trimestral	A-E	10 h Manhã
Nitratos	Trimestral	E	10 h Manhã
Fosfatos	Trimestral	A-E	10 h Manhã
DBO (1)	Bimestral	A-E	10 h Manhã
DQO	Bimestral	A-E	10 h Manhã
NMP coliforme (1)	Bimestral	A-E	10 h Manhã
Gêneros de algas	Trimestral	L	10-12-14-16 h

FONTE: CAGECE/VBA, Manual de Operação, Manutenção e Monitoramento das Estações de Tratamento. Fortaleza, VBA, 1997.

Nota: A = afluente, E = efluente e L = lagoa.

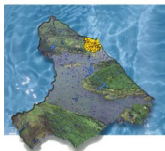
NOTA: (1) Parâmetros que devem, no mínimo, serem verificados para avaliação periódica da performance do sistema.

10.8 - PROGRAMA DE INCENTIVO AO REUSO DO ESGOTO TRATADO

O reuso de águas residuárias de esgotos tratados é uma prática antiga no mundo. Na Europa, a utilização de efluentes de esgotos em pequenos sistemas de irrigação desenvolveu-se a partir do século XVIII, enquanto que nos Estados Unidos a adoção desta prática teve início em meados de 1870 (POUND & CRITES, 1973). O México é um dos países onde a prática de reuso apresenta-se bastante difundida, sendo estimado que 80 m³/s de esgotos são utilizados em irrigação, neste país (HESPANHOL & PROST, 1993).

De acordo com MOTA & SANTAELLA (1994), o reuso de águas de esgotos tratados é uma prática que deve ser incentivada na Região Nordeste do Brasil, onde a maior parte dos cursos d'água são intermitentes, apresentando vazão nula ou desprezível durante a maior parte do ano. A reutilização de águas residuárias evita que as mesmas sejam lançadas nesses mananciais, cujas capacidades de autodepuração são bastante reduzidas, ou praticamente nulas.

Segundo CROOCK (1993), são várias as formas que podem ser adotadas para o reuso de efluentes sanitários tratados, com destaque para: irrigação paisagística, irrigação de campos de cultivo, usos industriais, usos urbanos não potáveis, aquicultura e dessedentação animal, entre outros.



O reuso de esgotos na prática da irrigação visa entre outras coisas a recuperação de substâncias fertilizantes nestes contidas. BISWAS (1988) confirma que a aplicação de esgotos domésticos tratados convencionalmente, proporciona ao solo, principalmente, nitrogênio e fósforo, podendo ser reduzido o total necessário de fertilizantes comerciais, o que pode significar aumento de lucro para os agricultores.

Dentre os benefícios gerados com o reuso de esgotos tratados, pode-se citar, além dos acima mencionados, o fornecimento d'água em áreas onde há carência da mesma; o aproveitamento da água disponível para outros fins; a redução dos riscos de poluição dos recursos hídricos, que têm baixa capacidade de depuração; e benefícios sócio-econômicos resultantes do desenvolvimento da agricultura irrigada e da exploração da engorda bovina, entre outras atividades.

As águas tratadas em sistemas utilizando lagoas em série, com unidades de maturação, apresentam, em geral, boa qualidade para a irrigação. De acordo com SILVA, OLIVEIRA & MARA (1996), uma série de cinco lagoas, com um tempo de detenção total de 29,1 dias e uma temperatura média de 25°C, pode alcançar uma remoção de 93,0% de DBO e de 99,99994% de coliformes fecais. Estudos realizados em lagoas de estabilização da EXTRABES – Estação Experimental para Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários, mantidas pela Universidade Federal da Paraíba, em Campina Grande, constataram uma remoção correspondente a um efluente final com 17 mg/l de DBO₅ e 30 coliformes fecais/100 ml, o qual é apropriado para reuso irrestrito em irrigação.

A Resolução CONAMA nº 020/86 estabelece como águas destinadas à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas (Classe 2), aquelas que contenham até 1000 coliformes fecais/100 ml, em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais colhidas em qualquer mês. Desta forma, as águas residuárias produzidas na maioria os sistemas de tratamento de esgotos, existentes e/ou propostos para o território das Bacias Metropolitanas, poderiam ser utilizadas para a irrigação de hortaliças e fruteiras. Entretanto o reuso de esgotos é, ainda, pouco difundido no Brasil, o que aliado aos nossos padrões culturais pode provocar rejeição pela adoção desta prática na irrigação de culturas voltadas para o consumo humano. Assim sendo, os efluentes das ETE's existentes e a serem implantadas poderão ser destinados, preferencialmente, a irrigação de culturas forrageiras, algodão, cana-de-açúcar, silvicultura, fins paisagísticos e produtos destinados a processos industriais.

Com tais parâmetros em mente, é necessário que se formule um programa de disseminação da prática de reuso de esgotos tratados, destinados aos agricultores e pecuaristas da região, pois somente com a formação de uma consciência popular se poderá alcançar uma adesão satisfatória. Sugere-se para tanto que sejam adotadas as seguintes medidas:

- divulgação de informações sobre a prática do reuso de esgotos tratados, através de rádio, visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o assunto;
- realização de palestras e distribuição de cartilhas educativas junto à agricultores e pecuaristas, transmitindo conhecimento sobre as principais questões concernentes a prática de reuso de esgotos, procurando incutir nos mesmos os benefícios econômicos e ambientais advindos com a adoção desta prática;
- realização de palestras para os técnicos vinculados ao setor agropecuário da região, tendo como objetivo a incorporação de conhecimentos sobre o reuso de



esgotos nas atividades de extensão rural, contribuindo assim para sua difusão na região.

Por fim, ressalta-se que na adoção do reuso de águas residuárias, devem ser tomadas alguns cuidados para evitar problemas ambientais, sendo recomendável o afastamento adequado de mananciais de superfície; distância satisfatória para o lençol freático e tratamento prévio do esgoto, em função do tipo de reutilização.

10.9 - CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Objetivando fornecer aos técnicos das concessionárias de saneamento básico uma série de informações que lhes permitam operar e manter de forma mais correta e segura os sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários existentes ou a serem implantados nos núcleos urbanos propostos, deverá ser ministrado curso de capacitação para operação e manutenção de sistemas de esgotamento sanitário. O referido curso deverá ser voltado, também, para a formação de uma consciência ecológica junto aos operadores de modo a proporcionar uma convivência satisfatória entre a operação e manutenção do empreendimento e o meio ambiente.

O conteúdo do curso a ser ministrado deve tratar a priori sobre noções básicas na área de engenharia sanitária envolvendo conceitos utilizados, características dos esgotos em termos qualitativos e quantitativos, tipos de sistemas de esgotamento sanitário existentes, os elementos constituintes destes sistemas (redes coletora e condominial, coletores tronco, estações elevatórias, estações de tratamento, emissários, etc.) e suas funções, necessidade de tratamento dos esgotos e o grau de eficiência a ser alcançado. O projeto dos sistemas de esgotamento sanitário implementados deverão ser apresentados aos treinandos, de modo a permitir que estes tenham um perfeito conhecimento do tipo de sistema com que irão trabalhar.

De forma mais específica a maioria dos cursos a serem ministrados deverá versar sobre o tratamento de esgotos através de lagoas de estabilização, abrangendo desde os aspectos biológicos do processo até a descrição da forma de funcionamento de uma lagoa de estabilização, tipos de lagoas de estabilização, arranjos possíveis (sistemas unicelulares e multicelulares) e recirculação, devendo ser detalhados os seguintes tópicos:

- Definição das responsabilidades no sistema de coleta e tratamento de esgotos, especificando as atividades e tarefas pertinentes a cada técnico;
- Definição das medidas corretivas a serem adotadas para solucionar os problemas operacionais mais freqüentes;
- Discutir, de modo a solucionar o mais rapidamente possível, os problemas mais comum que podem perturbar o funcionamento das lagoas de estabilização;
- Definição dos métodos visuais e análises laboratoriais para um controle mais criterioso das estações de tratamento;
- Apresentação de um modelo de ficha para o registro dos dados e informações que permitam aos responsáveis pelo sistema avaliar, em qualquer tempo, a eficiência dos processos de tratamento, e;
- Definição dos cuidados necessários para a correta conservação das estruturas físicas do sistema.



Deve-se, ainda, aproveitar o ensejo para fornecer informações sobre regras de higiene e segurança, esclarecendo os treinandos sobre os perigos a que ficarão expostos, equipamentos de proteção individual e coletiva, princípios básicos de prevenção de acidentes, segurança no manuseio de produtos químicos e noções de primeiros socorros.

Quanto à incorporação do enfoque ambiental, o curso deve fornecer informações relativas, principalmente, ao controle da poluição dos recursos hídricos e dos solos, com ênfase sobre a legislação ambiental vigente (enquadramento do corpo receptor, qualidade mínima de tratamento dos efluentes, exigências de pré-tratamento dos despejos industriais e de preservação das áreas de reserva ecológica, etc.), a capacidade de autodepuração de cargas poluidoras pelos recursos hídricos, o manejo e deposição adequada dos resíduos sólidos gerados na ETE (inclusive o lodo) e nas estações elevatórias, o reuso das águas residuárias e os procedimentos a serem adotados para evitar a geração de maus odores e a proliferação de insetos nocivos à saúde da população, entre outros problemas.

Os procedimentos requeridos para manutenção do sistema de esgotamento sanitário e para o monitoramento da qualidade dos efluentes e da eficiência das ETE's, devem compor o conteúdo programático dos cursos de capacitação a serem ministrados.

Como forma de concretizar os ensinamentos ministrados, servindo como atividade complementar do curso deverá ser efetuada uma visita de campo a uma estação de tratamento de esgotos do tipo lagoa de estabilização não mecanizada para execução de aula prática.

A metodologia a ser adotada no desenvolvimento do curso prevê a execução de aulas expositivas e práticas, trabalhos de grupo, discussões e debates, dinâmica de grupos e pesquisa bibliográfica. Deverá ser fornecido aos treinandos material didático sobre o conteúdo do curso.

O curso deverá apresentar uma carga horária de 60 horas/aula, devendo sua execução ficar a cargo da concessionária local. O público alvo será constituído pelos operadores a serem engajados na operação da ETE e pelos outros que estarão vinculados a rede e as estações elevatórias.

10.10 - DISCIPLINAMENTO DA COLETA, RECICLAGEM E DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A maioria das cidades do território das Bacias Metropolitanas, ainda, utilizam como forma de dar destino aos resíduos sólidos o lançamento em vazadouros a céu aberto (lixões), constituindo exceção apenas os municípios atendidos pelos aterros sanitários Metropolitano Oeste (Fortaleza e Caucaia), Metropolitano Sul (Maracanaú, Maranguape, Pacatuba, Itaitinga, Guaiúba e parte de Fortaleza) e Metropolitano Leste (Aquiraz e Eusébio).



Dentre os efeitos negativos decorrentes da deposição inadequada de resíduos sólidos merece destaque a contaminação dos aquíferos através dos processos de infiltração e percolação do chorume, além da poluição e assoreamento dos cursos e mananciais d'água pelo carreamento de impurezas por escoamento superficial. Deve-se atentar, ainda, que os resíduos sólidos provenientes de indústrias, dependendo de sua origem, podem resultar na produção de líquidos com elevados teores de elementos e compostos químicos, enquanto que o lixo oriundo da rede hospitalar caracteriza-se pela elevada presença de microorganismos patogênicos.

Assim sendo, surge como fator preocupante o fato da coleta pública de resíduos sólidos posta em prática na maioria dos municípios não adotar a coleta diferenciada para os resíduos dos serviços de saúde, bem como para o lixo tóxico e industrial. Mesmo nos municípios que contam com aterros sanitários dotados com valas especiais para acondicionamento do lixo hospitalar, com é o caso de Fortaleza, observa-se que este tipo de coleta encontra-se praticamente restrito aos hospitais, não englobando outros estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, cujos resíduos apresentam características de periculosidade.

Observa-se, ainda, que o aproveitamento dos resíduos sólidos é praticamente nulo, com a viabilidade da reciclagem do lixo inorgânico e orgânico, sendo prejudicada pela falta de uma política de comercialização.

Diante do exposto, faz-se necessário o estabelecimento de um programa visando não só o disciplinamento da coleta e deposição final do lixo, como incentivar a sua reciclagem, o qual deverá se nortear pelas seguintes diretrizes básicas:

- Implantação de aterros sanitários, dentro das normas técnicas requeridas, para o atendimento de grupos de municípios, visto que os custos destas infra-estruturas pode inviabilizar a sua construção a nível de cada município isoladamente;
- Definição e implementação de diretrizes para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, bem como para o lixo tóxico e industrial, a ser elaborado de forma participativa e implantado em cada município de acordo com a sua realidade, considerando os procedimentos mínimos estabelecidos na forma da lei;
- Planejamento do sistema de coleta especial de resíduos sólidos à nível municipal, incluindo o cadastro para identificação de todos os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, bem como dos geradores de lixo tóxico e industrial;
- Elaboração de manuais informativos sobre as normas técnicas requeridas para acondicionamento do lixo dos serviços de saúde e difusão junto à categoria. Procedimento semelhante deve ser adotado para o lixo tóxico e o lixo industrial;
- Realização de campanhas de conscientização objetivando sensibilizar a população, quanto a questão do lixo no que se refere a degradação do meio ambiente e a proliferação de vetores de doenças;
- Fiscalização efetiva e aplicação de multas e outras sanções para os infratores das normas de acondicionamento e coleta do lixo preconizados no Código de Obras e Posturas dos municípios;



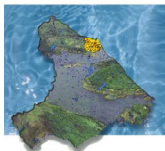
- Estabelecimento de uma política de comercialização de resíduos sólidos, visando estimular o desenvolvimento do setor de reciclagem, com a vinda de indústrias verdes para a região;
- Analisar a possibilidade da utilização do lixo orgânico para a produção de energia elétrica;
- Estabelecimento da coleta seletiva de resíduos sólidos, podendo serem adotadas algumas experiências bem sucedidas postas em prática em outros Estados, ou seja:
 - estimular a população a separar o lixo domiciliar, trocando-o por alimentos ou material escolar. Esta experiência vem sendo adotada com êxito em Curitiba (Programa Câmbio Verde) e nos municípios de Rio Bonito, Maricá, Três Rios e Areal, no interior do Estado do Rio de Janeiro, numa parceria do SEBRAE - Serviços de Apoio a Pequena e Média Empresa com Prefeituras Municipais;
 - estabelecimento de parcerias entre catadores de materiais recicláveis, organizados em cooperativas, e Prefeituras Municipais, para coleta, seleção do lixo e posterior venda para indústrias de reciclagem. Experiência posta em prática em Porto Alegre e Canoas, no Estado do Rio Grande do Sul, e em Sobral, no Ceará.

Deverá, ainda, ser analisado o projeto de coleta seletiva de resíduos sólidos que o SEBRAE juntamente com a SAS - Secretaria de Ação Social, as indústrias de reciclagem e a rede de postos de gasolina, entre outros parceiros, pretendem lançar brevemente em Fortaleza, com posterior disseminação para os municípios interioranos.

Outra experiência que deve ter maior divulgação junto ao setor industrial é o Programa Bolsa de Resíduos e Negócios desenvolvido pela FIE - Federação das Industrias do Estado do Ceará, o qual visa estimular a reciclagem de resíduos sólidos, através da divulgação da oferta e demanda de resíduos industriais passíveis de reaproveitamento.

Por fim, ressalta-se que os projetos dos aterros sanitários a serem implementados deverão prever impermeabilização das paredes laterais e do fundo, drenagem de gases e das águas pluviais, captação e tratamento do chorume e cobertura do material depositado, como forma de evitar a contaminação dos solos, a poluição os recursos hídricos e do ar, e a proliferação de vetores de doenças.

Os aterros devem ser posicionados em terrenos pouco permeáveis, distando no mínimo de 500 m de cursos e mananciais d'água e de 1,5 a 3,0 m entre o fundo do aterro e o nível máximo do lençol freático, podendo serem adotadas distâncias maiores ou menores a depender das características geológicas e hidrogeológicas da região e o potencial poluidor do aterro. Além disso, o local do aterro não deve ficar posicionado próximo à áreas zoneadas como de uso residencial ou recreacional. Devem, ainda, serem posicionados no sentido contrário aos ventos dominantes, com relação à áreas urbanizadas, como forma de controlar os maus odores e serem dotados de faixas de isolamento. Os aterros devem ser submetidos a monitoramentos periódicos, visando analisar a eficiência dos sistemas de tratamento implementados, sendo adotadas as medidas cabíveis sempre que forem detectados problemas.



10.11 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Com a desestruturação dos componentes naturais da paisagem, o homem altera o equilíbrio ecológico, modificando os fluxos de matéria e energia. Através da eliminação e degradação localizada de determinados elementos naturais, como a vegetação, o solo e a água, pode intensificar a ação dos processos geomorfológicos que já ocorrem na área em estudo.

Entre os principais fatores de origem humana que ocorrem e/ou são passíveis de ocorrer no território das Bacias Metropolitanas estão: desmatamento da vegetação marginal dos cursos e mananciais d'água para cultivos agrícolas e pastagem, provocando o desencadeamento de processos erosivos e de carreamento de sedimentos com conseqüente assoreamento e diminuição da capacidade de acumulação dos mananciais e aporte de poluentes, trazendo prejuízo ao pleno desenvolvimento do ecossistema; deposição inadequada de resíduos sólidos e lançamento de esgotos domésticos, hospitalares e industriais a céu aberto e / ou canalização direta para os cursos d'água, com riscos de poluição dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais; urbanizações nas superfícies de drenagem, com conseqüente aterramento de mananciais hídricos, além do uso de agrotóxicos e fertilizantes na atividade agrícola, entre outros.

Com tais parâmetro em mente, é necessário que se formule um programa de educação ambiental destinado tanto a população urbana como ao homem rural, potenciais usuários dos recursos hídricos da região. Dentro do binômio natureza/ sociedade, a melhor legislação, a melhor lei é a educação. Assim sendo, o Programa de Educação Ambiental, ora proposto, visa o desenvolvimento e a difusão de metodologias, instrumentos e mecanismos de informação necessários à formação de uma consciência pública sobre as questões ambientais nos municípios, de modo a alcançar uma convivência satisfatória entre o homem e o equilíbrio da natureza.

As estratégias de ação preconizadas envolvem a incorporação do enfoque ambiental nas disciplinas curriculares de primeiro e segundo grau; a capacitação de profissionais para atuação em questões ambientais, principalmente professores; a capacitação de multiplicadores para difusão de conhecimentos, tecnologias, formas de uso correto e política de gestão dos recursos naturais na condição de agentes ambientais, usando como base a experiência dos agentes de saúde; a realização de campanhas informativas e educativas sobre temas ambientais; a editoração e distribuição de cartilhas educativas junto a população e o apoio a entidades ambientalistas da sociedade civil. Deverá ser estimulada a participação da população nas decisões referentes à gestão dos recursos hídricos, fortalecendo os mecanismos democráticos locais de gestão.

Deverá ser efetuada, ainda, a divulgação através de veículos de comunicação de massa, das práticas de uso e conservação dos recursos naturais, visando ampliar o nível de conhecimento da população sobre o meio ambiente. Outras medidas que devem ser efetivadas são a realização de palestras junto a grupos formais ou informais, visando promover a participação da população na defesa e proteção do meio ambiente; e a promoção de seminários sobre Educação Ambiental para os técnicos das diversas instituições que atuam nos municípios, visando debater com essa equipe os aspectos operacionais referentes à inserção de práticas conservacionistas no planejamento das atividades que desenvolvem nos municípios. Deverá ser fomentado, também, a implantação de programas sistemáticos em Educação Ambiental junto as indústrias e



serviços de saúde, visando estimular a adoção de processos, condutas e produtos mais condizentes com a preservação ambiental.

A SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente elaborou recentemente o PEACE - Programa de Educação Ambiental do Ceará, no qual são fixados objetivos, diretrizes e estratégias que orientam como deve ser direcionada, disciplinada e consolidada a dimensão ambiental no processo educativo. Integram o referido programa, planos onde estão definidos às linhas a serem desenvolvidas a nível de cada município e um Plano de Capacitação Técnica visando à implementação do programa como um todo. Assim sendo, faz-se necessário o estabelecimento de um convênio entre a COGERH e o referido órgão para a efetivação da implementação do Programa de Educação Ambiental nos municípios que integram o território das Bacias Metropolitanas.

O planejamento estratégico proposto no PEACE a partir da reflexão sobre a realidade de cada município definiu um conjunto de ações necessárias à instalação de processos que possam promover a melhoria do ambiente, e, em decorrência, uma melhor qualidade de vida. Essas ações visam contribuir para otimização da interação sociedade-natureza, estando fundamentadas nos princípios de sustentabilidade dos processos ecossociológicos. Apresenta-se a seguir os principais princípios norteadores do referido programa e as ações a estes associadas.

Valorizar a identidade cultural local, pelo incentivo à preservação de hábitos culturais, produções artísticas e estilos de comportamento característicos da região, compatíveis com a preservação ou a conservação ambiental.

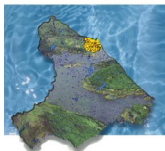
Ações:

- Promover atividades artísticas que valorizem o meio ambiente e a defesa da natureza através de peças, cordéis e festividades tradicionais, como as festas juninas;
- Fortalecer e valorizar permanentemente as manifestações culturais locais.

Incentivar a criação e o pleno funcionamento dos Conselhos de Defesa do Meio Ambiente e Conselhos Municipais de Desenvolvimento Sustentável.

Ações:

- Apresentar os Planos Municipais de Educação Ambiental aos CMDS - Conselhos Municipais de Desenvolvimento Sustentável e CODEMA's - Conselhos de Defesa do Meio Ambiente e criar um grupo de acompanhamento e avaliação do programa;
- Criar boletins para divulgar as resoluções e idéias que estão sendo discutidas no âmbito dos CODEMA's e CMDS.



Instrumentalizar a população para torná-la co-responsável pela segurança e integridade cultural, sob a ótica do desenvolvimento sustentável, propiciando a compressão das relações econômicas e políticas, que estão em jogo, na construção dessa alternativa de desenvolvimento.

Ações:

- Articular campanhas de divulgação que possibilitem a população conservar os recursos naturais renováveis e não renováveis, de forma a conduzir os municípios ao desenvolvimento sustentável, através dos meios de comunicação radiofônicos, televisão, painéis, conferências, seminários etc.

Estimular a coletividade a exercer a cidadania em defesa do ambiente, como patrimônio da sociedade global, e, de modo particular, dos recursos naturais, das unidades de conservação, comunidades autóctones, espécies e ecossistemas ameaçados.

Ações:

- Criar figura do agente ambiental que transfere conhecimentos, formas de uso correto e tecnologias alternativas de uso e gestão dos recursos naturais;
- Fazer denúncias de agressões ambientais aos órgãos de controle da qualidade do meio ambiente;
- Produzir uma cartilha de direitos e deveres ambientais, em parceria com ONGs (MEB) e promover debates sobre a mesma, com associações de moradores, escolas etc.;
- Produzir e divulgar textos com informações sobre "quem é quem" no controle ambiental, para identificar o órgão a que se deve encaminhar em casos de consultas, denúncias, reclamações ou reivindicações;
- Celebrar convênios entre secretarias de governo, organizações militares, para realizar campanhas conjuntas sobre: primeiros socorros em trilhas ecológicas; questões de trânsito; medidas preventivas e de controle de incêndios em áreas florestais, e outras questões ambientais pertinentes às competências das instituições conveniadas.

Promover o desenvolvimento de recursos humanos públicos e privados, voltados à competência para trabalhar a dimensão ambiental no processo educativo.

Ações:

- Realizar cursos de capacitação em gestão ambiental para professores e usuários mais diretos dos recursos naturais, como: pescadores, pequenos produtores rurais, assentados, abordando temas sobre agrotóxicos e equilíbrio ambiental, agrotóxicos e saúde da população, agrotóxicos e legislação;
- Capacitar multiplicadores para difundir as políticas de gestão e monitoramento ambiental dos recursos hídricos, pesqueiros, florestais, paisagísticos etc. na condição de agentes ambientais, usando a experiência dos agentes de saúde.



Fomentar intercâmbios com outros estados e países, buscando integrar o Ceará numa perspectiva global de defesa e implementação da Agenda 21.

Ações:

- Promover debates e seminários com participação das Prefeituras, representantes do Governo do Estado, ONGs e associações de moradores;
- Criar um fórum permanente de defesa das serras de Maranguape, Aratanha e Baturité, entre outras, com a participação dos municípios das serras, como estratégia para diminuir o desmatamento;
- Sistematizar e divulgar as experiências locais em gestão dos recursos naturais, em parcerias com ONGs, associações comunitárias e órgãos governamentais.

Estimular a participação da população no processo de elaboração, acompanhamento e avaliação dos planos Diretores de Desenvolvimento Urbano.

Ações:

- Apoiar a realização de reuniões e seminários para definição das bases e acompanhamento da elaboração e execução do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de cada município;
- Criar, juntamente com ONGs e representantes do governo, folhetos explicativos com o objetivo de divulgar para a população o zoneamento resultante dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano.

Estimular a participação da população nas decisões referentes à gestão dos recursos hídricos, fortalecendo os mecanismos democráticos locais de gestão.

Ações:

- Promover debates e fóruns, com representantes dos conselhos de meio ambiente, ONGs, órgãos governamentais, entidades de classe e usuários diretos dos recursos hídricos sobre os processos de degradação dos rios e suas formas de recuperação;
- Desenvolver ações que levem ao monitoramento da qualidade da água dos rios, açudes, investigando a presença de agrotóxicos, esgotos e rejeitos industriais nesses recursos ambientais;
- Apoiar a realização de seminários regionais sobre gerenciamento e monitoramento de recursos hídricos e outros que abordem a dimensão ambiental das diversas atividades produtivas, principalmente, ligadas à agricultura, indústria, comércio e turismo;
- Promover campanhas com a participação de órgãos governamentais e ONGs, para alertar a população sobre o assoreamento e a poluição dos rios dos municípios, buscando formas de prevenir e recuperar os recursos hídricos junto às comunidades.



Promover a capacitação das comunidades rurais para exercer a gestão e monitoramento de recursos naturais essenciais ao processo produtivo.

Ações:

- Divulgar entre os agricultores as formas eficientes de controle biológico de pragas;
- Promover fóruns para julgar os impactos ambientais e na saúde humana do uso de agrotóxicos. Promover visitas para troca de experiências sobre agricultura;
- Promover cursos para trabalhadores rurais sobre formas conservacionistas de uso do solo em parceria com ONGs, agroindústrias, sindicatos ou associações de pequenos produtores.

Defender um turismo sadio e ordenado que respeite as singularidades ecológicas e culturais do Ceará como patrimônio social.

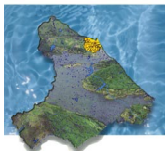
Ações:

- Promover cursos de treinamento em turismo ecológico;
- Estimular associações comunitárias e instituições vinculadas ao turismo a realizarem excursões ecológicas e culturais que destaquem a história e as singularidades ambientais dos municípios;
- Promover cursos de qualificação de jovens para desenvolver atividades de turismo histórico, ecológico, e de aventura.

Fomentar a implantação de projetos sistemáticos em Educação Ambiental, que trabalhem a articulação entre saúde e meio ambiente, com vistas à transferência de informações e desenvolvimento de capacidades, hábitos e atitudes para assegurar condições saudáveis de vida.

Ações:

- Promover cursos, produzir textos, cartilhas e difundi-los, visando os espaços dos postos de saúde, creches, escolas, centros comunitários para esclarecimento sobre os riscos dos agrotóxicos para a saúde humana, uso das embalagens e medidas preventivas, primeiros socorros em caso de acidentes, instruções educativas sobre o valor nutricional dos alimentos, formas de preparo, riscos para a saúde no consumo de enlatados, entre outros;
- Realizar sessões de vídeo utilizando o material da SEMACE (A Natureza da Paisagem) em escolas, centros comunitários, assentamentos rurais, para motivar a realização de debates sobre o lixo e a água, enfatizando os aspectos referentes à saúde da população;
- Fazer campanhas envolvendo estudantes e comunidade, para esclarecer a população sobre o desperdício de água e forma correta de tratá-la para evitar doenças.



Estimular o desenvolvimento e difusão de tecnologias apropriadas e integradas com características ambientais do Ceará.

Ações:

- Promover cursos, produzir cartilhas e revistas em quadrinhos, para divulgar as técnicas agrícolas compatíveis com a preservação do meio ambiente;
- Promover programas de rádio sobre técnicas agrícolas compatíveis com a preservação ambiental.

Reconhecer a escola como fator de transformação, portanto, um espaço capaz de promover a conscientização necessária à construção de uma sociedade justa para as presentes e futuras gerações.

Ações:

- Capacitar professores de primeiro e segundo grau, dos municípios, para incluir a dimensão ambiental nos currículos da escola;
- Promover cursos sobre os princípios gerais da Ecologia, oficinas e excursões sobre os problemas ambientais da região e suas formas de controle e monitoramento;
- Refletir sobre as causas, os porquês, que desencadearam os problemas ambientais globais versus responsabilidade individual e social, enquanto comunidade, município, estado, país, continente e planeta;
- Estimular a comunidade a criar oficinas de educação ambiental para a confecção de objetos didáticos, com matéria-prima reciclável;
- Apoiar a inclusão da dimensão ambiental nos currículos dos diferentes graus e modalidades de ensino.

Deverão ser viabilizados parceiros entre o governo, empresariado e outros segmentos organizados da sociedade na implementação das ações de educação ambiental. Dentre os órgãos que podem ser engajados na difusão do PEACE figuram a EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará, EPACE - Empresa de Pesquisa Agrícola do Ceará, MEB - Movimento de Educação de Base, diocese, maçonaria, Lions e emissoras de rádio, entre outros.

Dos municípios que integram o território das Bacias Metropolitanas contam com o plano de ações municipal do PEACE, Acarape, Aquiraz, Baturité, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Eusébio, Guaiúba, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba, Redenção e São Gonçalo do Amarante.



10.12 - PLANO HIERÁRQUICO DE ENQUADRAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O enquadramento dos recursos hídricos superficiais em classes de uso, consiste no estabelecimento do nível de qualidade a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.

Tem como objetivo primordial permitir o estabelecimento de um programa de controle preventivo ou corretivo da poluição, de modo que cada recurso hídrico se mantenha sempre nas condições exigidas para sua classe, possibilitando assim, os usos previamente definidos para este.

No Brasil, o enquadramento dos recursos hídricos tem como base a classificação preconizada pela Resolução CONAMA nº 20/86, a qual estabelece padrões de qualidade para os cursos d'água em função de seus usos preponderantes e da sua capacidade de autodepuração, conforme pode ser visualizado nas Tabelas 10.2 e 10.3. A referida resolução faz, ainda, as seguintes considerações com relação ao enquadramento dos recursos hídricos:

- O corpo d'água que, na data de enquadramento, apresentar condições em desacordo com a sua classe (qualidade inferior à estabelecida), será objeto de providências com prazo determinado visando a sua recuperação, excetuando os parâmetros que excedam aos limites devido às condições naturais;
- O enquadramento das águas federais na classificação será procedido pela SEMA, ouvindo o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH e outras entidades públicas ou privadas interessadas;
- enquadramento das águas estaduais será efetuado pelo órgão estadual competente, no caso a SEMACE, ouvidas outras entidades públicas ou privadas interessadas;
- Os órgãos competentes definirão as condições específicas de qualidade dos corpos d'água intermitentes;
- Os corpos d'água já enquadrados na legislação anterior, na data da publicação desta Resolução, serão objetos de reestudo a fim de a ela se adaptarem;
- Enquanto não forem feitos os enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas Classe 5 e as salobras Classe 7; porém, aquelas enquadradas na legislação anterior permanecerão na mesma classe até o enquadramento;
- Os programas de acompanhamento da condição dos corpos d'água seguirão normas e procedimentos a serem estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.



Tabela 10.2
Classificação das Águas Segundo seus Usos Preponderantes de Acordo com a Resolução CONAMA Nº 20/86

Classe	Usos
Águas Doces	
Classe Especial	<ul style="list-style-type: none">• Abastecimento doméstico, sem prévia ou simples desinfecção• Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas
Classe 1	<ul style="list-style-type: none">• Abastecimento doméstico, após tratamento simplificado• Proteção das comunidades aquáticas• Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho)• Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película• Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe 2	<ul style="list-style-type: none">• Abastecimento doméstico, após tratamento convencional• Proteção das comunidades aquáticas• Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho)• Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas• Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe 3	<ul style="list-style-type: none">• Abastecimento doméstico, após tratamento convencional• Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras• Dessedentação de animais
Classe 4	<ul style="list-style-type: none">• Navegação• Harmonia paisagística• Usos menos exigentes
Águas Salinas	
Classe 5	<ul style="list-style-type: none">• Recreação de contato primário• Proteção das comunidades aquáticas• Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe 6	<ul style="list-style-type: none">• Navegação comercial• Harmonia paisagística• Recreação de contato secundário
Águas Salobras	
Classe 7	<ul style="list-style-type: none">• Recreação de contato primário• Proteção das comunidades aquáticas• Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana
Classe 8	<ul style="list-style-type: none">• Navegação comercial• Harmonia paisagística• Recreação de contato secundário

Fonte: Mota S., Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292 p.



Tabela 10.3
Alguns Parâmetros para as Classes de Água de Acordo com a Resolução CONAMA N° 20/86

Parâmetros (Limites)	Classe								
	Espec	1	2	3	4	5	6	7	8
Coliforme Total (NMP/100 ml)	*	1000	5000	20000	-	5000	20000	5000	20000
Coliforme Fecal (NMP/100 ml)	*	200	1000	4000	-	1000	4000	1000	4000
Óleos e Graxas (mg/l)	-	irid.	...	irid.	...	irid.
DBO ₅ (mg/l)	-	≤3,0	≤5,0	≤10,0	-	≤5,0	≤10,0	≤5,0	-
OD (mg/l)	-	≥6,0	≥5,0	≥4,0	≥2,0	≥6,0	≥4,0	≥5,0	≥3,0
Turbidez UNT	-	40	100	100	-	-	-	-	-
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	6,5 a 8,5	5,0 a 9,0
Nitrito (mg/l)	-	1,0	1,0	1,0	-	1,0	-	-	-
Nitrato (mg/l)	-	10,0	10,0	10,0	-	10,0	-	-	-

Fonte: Mota, S., Introdução à Engenharia Ambiental. Rio de Janeiro, ABES, 1997. 292 p.

Nota: * Ausente

... Virtualmente ausente

- Não existe padrão

Irid. Toleram-se indícios

A SEMACE, órgão responsável pela política ambiental do Estado do Ceará, elaborou, em 1992, uma proposta de classificação dos principais cursos d'água do Estado, entre os quais estão incluídos os rios Cocó, Ceará, Maranguape, Pacoti, Choró e Pirangi, integrantes das Bacias Metropolitanas, bem como algumas lagoas do município de Fortaleza. Na referida proposta, os recursos hídricos acima especificados foram enquadrados nas seguintes classes de uso:

- Rio Cocó:
 - Classe 3 da nascente até a ponte da Av. Washington Soares;
 - Classe 7 da ponte da Av. Washington Soares até a foz;
- Rio Ceará:
 - Classe 3 da nascente até a ponte da CE-020;
 - Classe 7 da ponte da CE-020 até a foz;
- Rio Maranguape:
 - Classe 3 em toda a sua extensão;
- Rio Pacoti:
 - Classe 2 da nascente até a cidade de Aquiraz;
 - Classe 7 da cidade de Aquiraz até a foz;
- Rio Choró:
 - Classe 2 da nascente até o km 64 - BR-116;
 - Classe 7 o km 64 - BR-116 até a foz;



- Rio Pirangi:
 - Classe 2 da nascente até a localidade de Parajuru;
 - Classe 7 da localidade de Parajuru até a foz;
- Lagoa de Messejana: Classe 2;
- Lagoa do Opaia: Classe 2;
- Lagoa do Tabapuá: Classe 2;
- Lagoa do Porangabuçu: Classe 4;
- Lagoa de Parangaba: Classe 4;
- Lagoa da Maraponga: Classe 2; e
- Lagoa do Pequeno Mondubim: Classe 2.

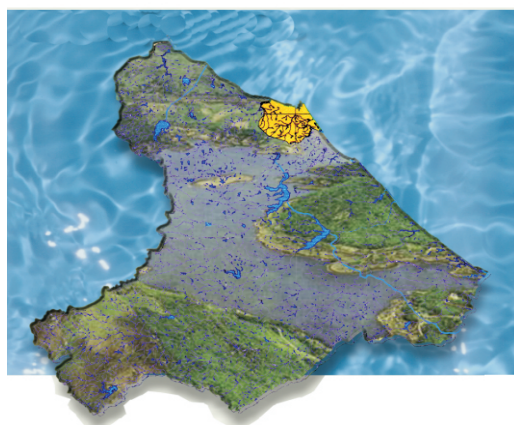
Ressalta-se que as análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos efetuadas pela SEMACE, por ocasião do enquadramento dos referidos corpos d'água, revelaram que para alguns os resultados obtidos ultrapassaram os padrões de OD, DBO, coliformes totais e fecais previstos para a classe proposta, em virtude do lançamento de esgotos ao longo destes.

Diante do exposto, faz-se necessário a realização de um levantamento da qualidade dos recursos hídricos superficiais do território das Bacias Metropolitanas, bem como dos seus usos preponderantes e das fontes de poluição, objetivando referendar a classificação proposta pela SEMACE, bem como obter subsídios para a definição da classificação dos corpos d'água que não foram, ainda, objeto de análise por parte do referido órgão. Estão enquadrados neste último caso, os rios São Gonçalo, Gereraú, Cauhipe, Juá, Catu, Caponga Funda, Caponga Roseira, Malcozinhado e Uruarú.

A execução do enquadramento dos recursos hídricos das Bacias Metropolitanas deverá ser efetivada pela SEMACE, devendo serem engajados nos estudos a serem efetuados a COGERH - Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, a SRH - Secretaria de Recursos Hídricos e a CAGECE - Companhia de Água e Esgotos do Ceará, entre outros órgão públicos, bem como entidades privadas interessadas. Os resultados obtidos deverão ser consubstanciadas sob a forma de instrumento jurídico institucional.

Especial atenção deve ser dispensada ao enquadramento dos cursos d'água de caráter intermitente, os quais apresentam-se predominantes no território das Bacias Metropolitanas. Deve-se atentar, principalmente, para o fato da Resolução CONAMA nº 20/86 ter sua aplicação voltada para cursos d'água perenes, visto que considera em seu bojo a capacidade de autodepuração dos corpos d'água. Assim sendo, não é possível sua aplicação direta para rios intermitentes, razão pela qual devem ser estabelecidas pelos órgãos competentes, as condições específicas de qualidade para estes cursos d'água.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





11 - PRIORIZAÇÃO DAS AÇÕES DO PROGRAMA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

O Programa de Proteção Ambiental dos Cursos e Mananciais d'água das Bacias Metropolitanas ora proposto teve como objetivo principal a indicação de ações prioritárias de natureza institucional, técnica e administrativa, que assegurem a recuperação ou preservação do meio ambiente, dando suporte ao planejamento e gestão dos recursos hídricos, dentro da política de desenvolvimento sustentável.

A estratégia do Programa de Controle da Poluição dos Recursos Hídricos, apresentada em seus delineamentos gerais, identificou 7 eixos estruturadores das ações a serem empreendidas:

- No eixo *Disciplinamento do uso e Ocupação do solo* são consideradas as restrições de uso e ocupação em áreas ambientais críticas (áreas marginais dos recursos hídricos, recarga de aquíferos, áreas de encostas, manguezais, etc), bem como em função da infra-estrutura sanitária existente;
- No eixo *Faixas de Proteção dos Recursos Hídricos* se propõe a delimitação destas faixas, como forma de evitar a degradação das matas ciliares, bem como promover o reflorestamento destas reduzindo o aporte de sedimentos e poluentes aos cursos e mananciais d'água;
- No eixo *Monitoramento dos Recursos Hídricos* objetiva-se o controle sistemático da qualidade dos recursos hídricos nas áreas mais susceptíveis ao aporte de poluentes, visando a detecção de possíveis focos de poluição e posterior adoção das medidas cabíveis;
- O eixo *Disciplinamento do Lançamento de Esgotos Urbanos e Industriais* tem como meta a implementação de sistemas de coleta e tratamento de esgotos nas áreas mais densamente povoadas, mais industrializadas, ou com potencial turístico, além do reúso das águas residuárias, do monitoramento da eficiência das ETE's e da capacitação dos operadores dos sistemas existentes, como forma de reduzir a poluição dos recursos hídricos;
- O eixo *Disciplinamento da Coleta, Reciclagem e Deposição Final do Lixo* preconiza além da implantação de aterros sanitários, o estabelecimento das coletas diferenciadas e da coleta seletiva, para posterior reciclagem dos resíduos sólidos;
- O eixo *Educação Ambiental*, permeando os demais eixos, visa assegurar através da difusão de conceitos e práticas de uso e conservação dos recursos naturais à formação de uma consciência pública sobre as questões ambientais, promovendo a participação da população na defesa e proteção do meio ambiente.
- Por fim, o eixo *Estabelecimento de Instrumentos Jurídico-institucionais e Fiscalização Efetiva* orienta-se para assegurar a definição de parâmetros técnicos, estando aí incluso o enquadramento dos recursos hídricos, que norteiem o desenvolvimento das atividades econômicas e a implantação de infra-estrutura básica sob o prisma de vista ambiental, garantido junto com a fiscalização efetiva a viabilidade do programa proposto.



Os Eixos Estratégicos se desdobram em Ações Prioritárias, tendo como áreas de atuação preferencial aquelas com atividades de riscos iminentes ou configurado de alterações da qualidade dos recursos hídricos. A análise do quadro sócio-econômico e ambiental vigente no território das Bacias metropolitanas permite selecionar um conjunto de ações prioritárias vinculadas a questão ambiental, de modo a garantir que o desenvolvimento a longo prazo da região seja suportável pelo ambiente natural. As referidas ações são apresentadas a seguir em forma de fichas técnicas individuais, contendo as principais características inerentes a cada plano ou programa.

11.1 – PROJETOS

11.1.1 - ESTABELECIMENTO DE INSTRUMENTOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS

11.1.1.1 - Objetivo

Visa dotar o órgão estadual de meio ambiente de instrumentos legais que ampliem suas possibilidades de atuação, através do estabelecimento de critérios técnicos para a normatização de atividades potencialmente poluidoras dos recursos hídricos.

11.1.1.2 - Justificativa

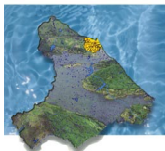
A legislação ambiental pertinente a implantação e operação de cemitérios, aterros sanitários, lagoas de estabilização e indústrias, entre outros é praticamente inexistente, no Estado do Ceará, dificultando a atuação do órgão ambiental. Carece, também, de definição o enquadramento dos cursos d'água da região, de modo a possibilitar o estabelecimento de um programa de controle preventivo ou corretivo da poluição.

11.1.1.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

Abrange todo o território das Bacias Metropolitanas. No caso específico do enquadramento dos recursos hídricos deve ser priorizado a curto prazo, a classificação dos rios Ceará/Maranguape, Cocó/Coaçu, Choró, Pacoti, Gereraú, Cauhipe e seus tributários. Tal priorização deve-se ao fato das bacias hidrográficas destes cursos d'água apresentarem maiores taxas de urbanização e maior nível de industrialização, constituindo exceção apenas o Gereraú e o Cauhipe, cuja presença se justifica pela instalação, num futuro próximo, do Complexo Industrial-Portuário do Pecém. A médio prazo deverão ser contemplados com classificação os rios Malcozinhado, São Gonçalo, Juá, Caponga Funda, Caponga Roseira, Catu, Uruaú, Pirangi e tributários.

11.1.1.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgão executor:** SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente.
- **Órgãos participantes:** SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos, COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos e CAGECE - Companhia de Água e Esgotos do Ceará.



11.1.2 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

11.2.1.1 - Objetivo

Promover o desenvolvimento e a difusão de metodologias, instrumentos e mecanismos de informação necessários à formação de uma consciência pública sobre as questões ambientais a nível de cada município, de modo a alcançar uma convivência satisfatória entre o homem e o equilíbrio da natureza.

11.2.1.2 - Justificativa

Diante do quadro de degradação ambiental, atualmente, vigente no território das Bacias Metropolitanas, faz-se mister a adoção de medidas que visem promover o desenvolvimento harmônico das atividades antrópicas, garantindo não só a preservação dos recursos hídricos, dos solos e da cobertura vegetal, como a melhoria da qualidade de vida da população e o desenvolvimento sustentável da economia local.

11.2.1.3 - Especialização/ Horizonte de Implantação

Deverá abranger não só os núcleos urbanos, como todo o território das Bacias Metropolitanas, sendo dada prioridade para a implementação a curto prazo dos municípios que já contam com o Plano de Ações Municipal do PEACE, ou seja, Acarape, Aquiraz, Baturité, Beberibe, Cascavel, Caucaia, Eusébio, Guaiúba, Fortaleza, Horizonte, Itaitinga, Maracanaú, Maranguape, Pacajus, Pacatuba, Redenção e São Gonçalo do Amarante.

11.2.1.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** Prefeituras Municipais e SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente.
- **Órgãos participantes:** SEDUC - Secretaria de Educação do Ceará, MEB - Movimento de Educação de Base, SDR - Secretaria de Desenvolvimento Rural, EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará, EPACE - Empresa de Pesquisa Agrícola do Ceará, SESA - Secretaria de Saúde do Ceará, diocese, maçonaria, Lions e emissoras de rádio.

11.1.3 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

11.1.3.1 - Objetivo

Controle das condições ambientais dos recursos hídricos do território das Bacias Metropolitanas através do conhecimento de sua qualidade, possibilitando a tomada de decisão quanto à ações corretivas, quando necessárias.

11.1.3.2 - Justificativa

O acompanhamento sistemático da qualidade da água é de fundamental importância para a garantia dos empreendimentos localizados no território das Bacias Metropolitanas, além de fornecer subsídios para o controle das fontes poluidoras aí existentes. Visa, também, controlar a qualidade química da água com relação aos níveis de salinidade. Tal



alerta surge em decorrência da bacia hidráulica de diversos reservatórios situar-se em área onde predominam solos do tipo Plano- solos Solódicos e Solonetz Solodizados, havendo riscos de salinização das águas aí represadas.

11.1.3.4 - Espacialização/ Horizonte de Implantação

Deverá, a curto prazo, abranger os reservatórios que integram sistemas de abastecimentos d'água, aqueles que apresentam riscos de salinização das águas represadas, além de rios e mananciais d'água que estão posicionados em áreas com taxas de urbanização e níveis de industrialização elevados, com destaque para as bacias dos rios Cocó/Coaçu, Ceará/Maranguape, Pacoti, Choró e Malcozinhado. A médio prazo deverá se estender para as bacias do Gereraú e Cauhipe, por ocasião da implantação e operação do Complexo Industrial-Portuário do Pecém.

11.1.3.5 - Agentes Envolvidos

- **Órgão executor:** COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos.
- **Órgãos participantes:** SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos, CAGECE - Companhia de Água e Esgotos do Ceará e SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente.

11.1.4 - DELIMITAÇÃO E REFLORESTAMENTO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.

11.1.4.1 - Objetivo

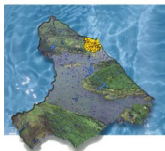
Implementação de ações visando o reflorestamento das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água que interceptam o território das Bacias Metropolitanas, sendo as áreas de controle ambiental e de preservação das margens mantidas como áreas não urbanizáveis, cuja delimitação se dará de acordo com o que reza a legislação ambiental vigente e/ou de acordo com estudos a serem efetuados.

11.1.4.2 - Justificativa

Localizados numa região semi-árida, sujeita aos rigores das secas e cujos recursos hídricos apresentam-se deficientes em determinadas áreas, não conseguindo suprir totalmente a demanda mesmo em anos normais de precipitação, é de primordial importância para os municípios do território das Bacias Metropolitanas a preservação de seus cursos e mananciais d'água. Contraditoriamente, observa-se a ocupação desordenada das margens de rios, lagoas e reservatórios, comprometendo não só os valores paisagísticos, como a própria saúde da população.

11.1.4.3 - Espacialização/ Horizonte de Implantação

Abrange as faixas marginais de todos os recursos hídricos superficiais que interceptam o território das Bacias Metropolitanas, devendo a curto prazo abranger as faixas de proteção das nascentes, dos reservatórios que integram sistemas de abastecimento d'água, daqueles que apresentam riscos de salinização das águas represadas, além de rios e mananciais d'água que estão posicionados em áreas com taxas de urbanização e níveis de industrialização elevados, com destaque para as bacias dos rios Cocó/Coaçu,



Ceará/Maranguape, Pacoti, Choró, Malcozinhado, Gereraú e Cauhipe. A presença das duas últimas bacias se justifica pela iminente implantação do Complexo Industrial Portuário do Pecém. A médio prazo deverá se estender para as demais bacias hidrográficas.

11.1.4.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** SEINFRA - Secretaria de Infra-estrutura e Prefeituras Municipais.
- **Órgãos participantes:** SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos e COGERH - Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

11.1.5 - PROGRAMA DE SANEAMENTO BÁSICO

11.1.5.1 - Objetivo

Dotar com sistema de coleta e tratamento dos esgotos os núcleos urbanos com população acima de 20.000 habitantes e aqueles situados a retaguarda de reservatórios ou lagoas estratégicas para o suprimento hídrico da região e nas imediações de áreas de relevante interesse ecológico, como os manguezais.

11.1.5.2 - Justificativa

Controlar a poluição dos recursos hídricos, eliminando os problemas causados pela precariedade das soluções individuais e pelo lançamento de esgotos a céu aberto ou a sua canalização direta para galerias pluviais e corpos d'água.

11.1.5.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

Deverão ser contemplados a curto prazo com a implantação de projetos de coleta e tratamento de esgotos os núcleos urbanos de Maranguape, Cascavel, Pacajus, Baturité, Horizonte e as bacias do Cocó e do Muriú no núcleo urbano de Fortaleza por abrangerem um contingente populacional significativo ou por figurarem como áreas com elevado potencial atrativo para a implantação de indústrias. Deverão também ser atendidos a curto prazo os núcleos urbanos de Acarape e Pacoti posicionados a montante do açude Pacoti; Pacajus, Chorozinho e Barreiras(sistema Ererê/Pacajus) e Palmácia(açude Eugênio Gudín), bem como a cidade de Beberibe posicionada nas imediações do manguezal do rio Choró.

11.1.5.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** SEINFRA - Secretaria de Infra-estrutura e CAGECE - Companhia de Água e Esgotos do Ceará.
- **Órgãos participantes:** Prefeituras Municipais.



11.1.6 - PROGRAMA DE INCENTIVO AO REUSO DOS ESGOTOS TRATADOS

11.1.6.1 - Objetivo

Difundir junto aos produtores rurais e pecuaristas da região informações sobre as principais questões concernentes ao reuso de esgotos tratados, procurando incutir os benefícios econômicos e ambientais advindos com a adoção desta prática.

11.1.6.2 - Justificativa

A reutilização das águas residuais evita o seu lançamento nos cursos d'água da região, cujas capacidades de autodepuração são praticamente nulas, reduzindo os riscos de poluição. Além disso, permite o fornecimento d'água em áreas onde há carência hídrica, o aproveitamento da água disponível para outros fins, além dos benefícios sócios-econômicos resultantes do desenvolvimento da agricultura irrigada e da exploração de engorda de bovinos, entre outras atividades.

11.1.6.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

Deverá abranger as áreas rurais situadas nas imediações de núcleos urbanos, cujos sistemas de tratamento de esgotos estejam centrados no uso de lagoas de estabilização. A curto prazo deverão ser estudadas as possibilidades de reuso de esgotos nos municípios de Fortaleza, Maracanaú e Caucaia que já contam com sistemas de esgotamento sanitário em funcionamento. Deverá contemplar, também, os municípios de Aquiraz, Guaiúba, Itaitinga, Pacatuba e São Gonçalo do Amarante, que contam com obras de implantação dos sistemas em andamento.

11.1.6.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgão executor:** CAGECE - Companhia de Água e Esgotos do Ceará.
- **Órgãos participantes:** SDR - Secretaria de Desenvolvimento Rural e EMATERCE - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará.

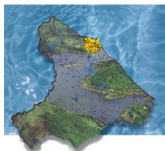
11.1.7 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL.

11.1.7.1 - Objetivo

Identificação e fiscalização efetiva das atividades industriais com potencial poluidor dos recursos hídricos, visando avaliar a eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes em funcionamento, bem como garantir o cumprimento da legislação através da exigência da instalação de sistemas de tratamento nas indústrias não dotadas com estas infra-estruturas.

11.1.7.2 - Justificativa

O quadro de degradação ambiental vigente no território das Bacias Metropolitanas, aliado ao potencial de implantação de novas unidades industriais preconizadas no Programa da Atração de Indústrias do Governo Estadual, requer o estabelecimento de instrumentos e normas que regulamentem a questão ambiental no que se refere ao licenciamento e disciplinamento das instalações, bem como de uma fiscalização efetiva.



Tal procedimento objetiva não só evitar a intensificação dos níveis de degradação atuais, como incentivar a recuperação de áreas comprometidas, tendo como destaque a preservação dos recursos hídricos.

11.1.7.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

A atividade fiscalizadora das indústrias deverá se concentrar a curto prazo nas bacias dos rios Cocó/Coaçu(Fortaleza, Pacatuba e Eusébio), Ceará/Maranguape (Fortaleza, Maracanaú, Caucaia e Maranguape), Pacoti(Aquiraz e Guaiúba), Choró(Horizonte e Pacajus), Malcozinhado(Cascavel) e FLED(Fortaleza, São Gonçalo do Amarante e Paracuru), onde estão posicionadas as indústrias com maior potencial poluidor dos recursos hídricos. A médio prazo deverão se estender para as bacias do Gereraú e Cauhipe, por ocasião da implantação e operação do Complexo Industrial-Portuário do Pecém.

11.1.7.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgão executor:** SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente.
- **Órgãos participantes:** FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará e CAGECE - Companhia de Água e Esgotos do Ceará.

11.1.8 - MACROZONEAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS SERRAS DE MARANGUAPE, ARATANHA E BATURITÉ.

11.1.8.1 - Objetivo

Executar o diagnóstico geo-ambiental e sócio-econômico das APA's das serras de Maranguape, Aratanha e Baturité de forma a subsidiar o estabelecimento de uma estratégia de gestão, através da definição de normas ou diretrizes do uso da terra, que garantam a continuidade dos processos naturais, prioritariamente os recursos vulneráveis, entre os quais se inclui as linhas de cumeada, os leitos de drenagem e as nascentes de diversos cursos d'água da região.

11.1.8.2 - Justificativa

A preservação da cobertura vegetal nas linhas de cumeada das citadas regiões serranas, bem como nas áreas periféricas às nascentes permanentes ou temporárias, assume primordial importância no controle de processos erosivos e na manutenção da drenagem natural evitando a sua poluição e/ou futura extinção.

11.1.8.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

Abrange as áreas de proteção ambiental das serras de Baturité, Aratanha e Maranguape, devendo o programa ser implementado a curto prazo nesta última dado o acelerado processo de degradação a que vem sendo submetida, com riscos elevados de solapamentos de taludes em diversas áreas.

11.1.8.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente e Prefeituras Municipais.



- **Órgãos participantes:** IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, UFC - Universidade Federal do Ceará e UECE - Universidade Estadual do Ceará.

11.1.9 - DISCIPLINAMENTO DA COLETA E DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

11.1.9.1 - Objetivo

Dotar agrupamento de núcleos urbanos do território das Bacias Metropolitanas com aterros sanitários dentro das normas técnicas requeridas e implementar diretrizes para o gerenciamento dos resíduos dos sistemas de saúde, industriais e tóxicos, de acordo com a realidade de cada grupo de municípios, considerando os procedimentos mínimos exigidos.

11.1.9.2 - Justificativa

O lixo depositado em vazadouros a céu aberto(lixões) decompõe-se produzindo chorume, líquido de elevado potencial poluidor, contribuindo para a contaminação dos aquíferos e dos recursos hídricos superficiais. Além disso, a ausência de um sistema de coleta diferenciada para os resíduos dos serviços de saúde, industriais e tóxicos nos núcleos urbanos que já contam com aterros sanitários, ou a sua execução de forma não otimizada, atendendo apenas a rede hospitalar, também, contribui para elevar os riscos de poluição dos recursos hídricos.

11.1.9.3 - Especialização/Horizonte de Implantação

A implementação de um eficiente sistema de coleta diferenciada para os resíduos dos serviços de saúde, industriais e tóxicos deve ser posta em prática a curto prazo nos municípios atendidos pelos aterros sanitários Metropolitanos Oeste(Fortaleza e Caucaia), Metropolitanos Sul (Maracanaú, Maranguape, Pacatuba, Itaitinga e Guaiúba) e Metropolitanos Leste(Aquiraz e Eusébio).

No que se refere a implantação de aterros sanitários devem ser efetuados estudos para a definição dos agrupamentos de municípios a serem contemplados, devendo ser dada especial atenção aos municípios de :

- Horizonte e Pacajus, devido ao potencial de desenvolvimento industrial destes, além disso o lixão de Horizonte encontra-se posicionado nas imediações do açude Pacoti;
- Beberibe e Cascavel, dado os seus potenciais turísticos; e
- Aratuba, Baturité, Mulungu, Guaramiranga, Pacoti, Redenção e Palmácia localizados no domínio do APA da Serra de Baturité.

11.1.9.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** SEINFRA - Secretaria de Infra-estrutura e Prefeituras Municipais.
- **Órgãos participantes:** FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará e SESA - Secretaria de Saúde do Ceará.



11.1.10 – COLETA SELETIVA E RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

11.1.10.1 - Objetivo

Implementação de sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos, respaldado numa política de comercialização eficaz, visando o desenvolvimento do setor de reciclagem, através da atração de novas indústrias verdes para a região.

11.1.10.2 - Justificativa

O aproveitamento dos resíduos sólidos para reciclagem é, ainda, praticamente nulo na Região Metropolitana de Fortaleza, o que encarece sobremaneira os custos incorridos com a coleta, tratamento e destino final do lixo.

11.1.10.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

Deverá a curto prazo abranger os municípios integrantes da Região Metropolitana de Fortaleza, podendo a médio/longo prazo se estender para os demais municípios do território das Bacias Metropolitanas.

11.1.10.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** Prefeituras Municipais.
- **Órgãos participantes:** FIEC - Federação das Indústrias do Estado do Ceará e SEBRAE - Serviço de Apoio a Pequena e Média Empresa.

11.1.11 - CONTROLE DA ATIVIDADE MINERARIA PREDATÓRIA.

11.1.11.1 - Objetivo

Controle sistemático das atividades minerárias no território das Bacias Metropolitanas, através da execução de uma fiscalização efetiva, com ênfase especial naquelas que contribuem mais intensivamente para poluição, assoreamento e degradação das matas ciliares dos cursos e mananciais d'água.

11.1.11.2 - Justificativa

A prática da lavra clandestina normalmente predatória, domina o panorama mineral do território das Bacias Metropolitanas, causando a devastação das matas ciliares e a desfiguração da paisagem pela abertura e abandono de cavas, resultando em erosão acelerada e assoreamento dos leitos de drenagem, com elevação dos índices de turbidez e poluição hídrica, principalmente quando há deposição de lixo e entulho nas cavas.

11.1.11.3 - Espacialização/Horizonte de Implantação

A fiscalização das atividades minerárias deverá ser efetuada nas bacias do Pacoti, Cocó/Coaçu, Ceará/ Maranguape, Cauhipe, São Gonçalo e Catu, que respondem por 93,5% das lavras clandestinas existentes no território das Bacias Metropolitanas, a quase totalidade destas centradas na exploração de areia grossa(48,8%) e argila(34,8%). Deverá ter como área de concentração os municípios que integram a Região Metropolitana de

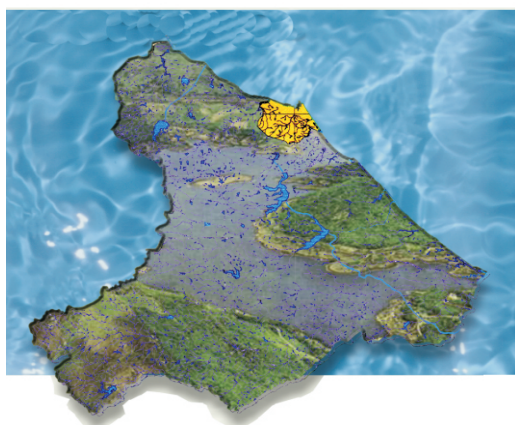


Fortaleza, com destaque para Caucaia, Aquiraz e Guaiúba, que juntos respondem por 74,8% das lavras informais existentes.

11.1.11.4 - Agentes Envolvidos

- **Órgãos executores:** SEMACE - Superintendência Estadual do Meio Ambiente e DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral.

PLANO DE GERENCIAMENTO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS





ÍNDICE

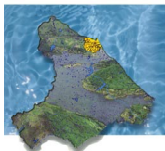
APRESENTAÇÃO

LISTA DE TABELAS, FIGURAS, FOTOGRAFIAS E MAPAS

1 - INTRODUÇÃO	1-2
2 - PROGRAMA DE AÇUDAGEM	2-2
2.1 - CONSIDERAÇÕES ACERCA DAS NOVAS OBRAS DE AÇUDAGEM PROGRAMADAS	2-2
2.2 - ESTIMATIVA DE CUSTO GLOBAL DE IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS OBRAS DE AÇUDAGEM CONSIDERADAS	2-4
3 - PROGRAMA DE EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DE SISTEMAS ADUTORES	3-2
3.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	3-2
3.2 - EXPLORAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	3-2
3.3 - SISTEMAS ADUTORES	3-3
4 - PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DO CANAL DO TRABALHADOR	4-2
4.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS	4-2
4.1.1 - SIFÃO MACACOS	4-4
4.1.2 - REFORÇO DOS ATERROS	4-4
4.1.3 - INSTALAÇÃO DE COMPORTA	4-5
5 - PROGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO EIXO SERTÃO CENTRAL - METROPOLITANAS	5-2
5.1 - OS SEGMENTOS COMPONENTES DO EIXO DE INTEGRAÇÃO COM A BACIA DO JAGUARIBE	5-2
5.2 - INTEGRAÇÃO DO SISTEMA DA RMF ATUAL COM A BACIA DO JAGUARIBE: MACRO-ALTERNATIVAS	5-2
5.2.1 - CANAL DO TRABALHADOR	5-2
5.2.2 - O EIXO SERTÃO CENTRAL	5-3
5.3 - O BALANÇO HÍDRICO DA RMF E DO COMPLEXO PORTUÁRIO DO PECÉM CONSIDERANDO A IMPORTAÇÃO DA BACIA DO JAGUARIBE VIA EIXO SERTÃO CENTRAL	5-10
5.4 - A ENGENHARIA DO EIXO SERTÃO CENTRAL: DIMENSIONAMENTO, ESTIMATIVAS DE CUSTOS, SELEÇÃO DENTRE OS TRECHOS ALTERNATIVOS E FASEAMENTO DA IMPLANTAÇÃO	5-10
6 - PROGRAMA DE REUSO DE EFLUENTES SANITÁRIOS.....	6-2
6.1 - INTRODUÇÃO	6-2
6.1.1 - REUSO DE ÁGUAS NA IRRIGAÇÃO	6-3
6.2 - AS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE REUSO DOS EFLUENTES DOMÉSTICOS DA RMF	6-5
6.2.1 - ALTERNATIVA DE REUSO EM CONTRAPOSIÇÃO AO EMISSÁRIO SUBMARINO DA PRAIA DO FUTURO - UTILIZAÇÃO POTENCIAL NO ENTORNO LESTE DE FORTALEZA	6-5
6.2.2 - ALTERNATIVA DE REUSO EM CONTRAPOSIÇÃO AO EMISSÁRIO SUBMARINO JÁ EXISTENTE	6-11
7 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DAS ÁGUAS DAS BACIAS METROPOLITANAS.....	7-2
7.1 - INTRODUÇÃO	7-2
7.1.1 - OBJETIVO GERAL: PROPOSTA DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DAS ÁGUAS.....	7-2
7.1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7-3
7.2 - BREVE DIAGNÓSTICO SOBRE O MONITORAMENTO DAS ÁGUAS NO BRASIL E NO CEARÁ.....	7-5



7.2.1 - ÁGUAS ATMOSFÉRICAS	7-5
7.2.2 - ÁGUAS SUPERFICIAIS	7-6
7.2.3 - ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	7-7
7.3 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUANTITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	7-7
7.3.1 - MONITORAMENTO PLUVIOMÉTRICO	7-7
7.3.2 - MONITORAMENTO CLIMÁTICO	7-14
7.3.3 - MONITORAMENTO DE VAZÕES E DESCARGAS FLUVIAIS	7-15
7.4 - PROPOSTA DE PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALITATIVO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.....	7-21
7.5 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	7-24
7.5.1 - PROPOSTA DE MODELO	7-25
7.5.2 - RESULTADOS ESPERADOS	7-25
7.6 - PROGRAMAS DE MONITORAMENTOS ESPECIAIS.....	7-26
7.6.1 - MONITORAMENTO SEDIMENTOLÓGICO.....	7-26
7.6.2 - MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DO CANAL DO TRABALHADOR	7-27
7.6.3 - MONITORAMENTO QUANTITATIVO E QUALITATIVO DO CANAL SÍTIOS-NOVOS/PECÉM.....	7-27
7.7 - ALGUNS ASPECTOS INSTITUCIONAIS DO MONITORAMENTO DAS ÁGUAS.....	7-27
7.7.1 - ADMINISTRAÇÃO DAS REDES.....	7-27
7.7.2 - SUSTENTABILIDADE DAS REDES	7-28
7.8 - CONCLUSÕES	7-28
8 - PROGRAMA DE ESTUDOS.....	8-2
8.1 - ESTUDO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	8-2
8.2 - ESTUDO DE PERDAS EM TRÂNSITO.....	8-2
8.3 - ESTUDO DA REAL POTENCIALIDADE DE REGULARIZAÇÃO DAS LAGOAS LITORÂNEAS.....	8-3
8.4 - ESTUDO DE INTEGRAÇÃO DAS BACIAS METROPOLITANAS COM AS BACIAS A OESTE	8-3
8.5 - ESTUDO DE CHEIAS.....	8-4
8.6 - ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE A PEQUENA E MÉDIA AÇUDAGEM E LAGOAS	8-5
8.7 - ESTUDO DE IMPACTO DO LANÇAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS	8-5
8.8 - ESTUDO DAS FORMAS DE ORGANIZAÇÃO DE USUÁRIOS D'ÁGUA	8-5
8.9 - ESTUDO DE INTRUSÃO SALINA.....	8-6
8.10 - ESTUDO DE IMPACTO DO DESMATAMENTO.....	8-6
8.11 - ESTUDO DE TARIFA.....	6
8.12 - ESTUDOS DE OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA	7
8.13 - PROGRAMA DE ESTUDOS DE INFRA-ESTRUTURA HÍDRICA.....	7
9 - PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE ESTOQUES HÍDRICOS	9-2
9.1 - ADOÇÃO DO VOLUME DE ALERTA	9-2
9.2 - O SISTEMA INTEGRADO PACOTI-RIACHÃO-PACAJUS	9-3
9.3 - IMPORTAÇÃO PARA REFORÇO DO SUPRIMENTO HÍDRICO ÀS BACIAS METROPOLITANAS	9-4
9.4 - CONDICIONANTES À IMPLEMENTAÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE DE ESTOQUES HÍDRICOS	9-4
10 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	10-2
10.1 - GENERALIDADES.....	10-2
10.2 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	10-3
10.2.1 - MACROZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	10-3
10.2.2 - RESTRIÇÕES DE USO EM ÁREAS AMBIENTAIS CRÍTICAS	10-4
10.2.3 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA SANITÁRIA.....	10-10
10.3 - ESTABELECIMENTO DE FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	10-11
10.3.1 - DELIMITAÇÃO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO	10-11
10.3.2 - REFLORESTAMENTO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO	10-15
10.4 - CONTROLE DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	10-17



10.5 - DISCIPLINAMENTO DO LANÇAMENTO DE ESGOTOS URBANOS E INDUSTRIAIS...	10-18
10.6 - MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	10-20
10.7 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS EFLUENTES E DA EFICIÊNCIA DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTOS.....	10-24
10.8 - PROGRAMA DE INCENTIVO AO REUSO DO ESGOTO TRATADO.....	10-27
10.9 - CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	10-29
10.10 - DISCIPLINAMENTO DA COLETA, RECICLAGEM E DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	10-30
10.11 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	10-33
10.12 - PLANO HIERÁRQUICO DE ENQUADRAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	10-39
11 - AÇÕES PRIORITÁRIAS.....	11-2
11.1 - PROJETOS.....	11-3
11.1.1 - ESTABELECIMENTO DE INSTRUMENTOS JURÍDICO-INSTITUCIONAIS.....	11-3
11.1.2 - PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	11-4
11.1.3 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS.....	11-4
11.1.4 - DELIMITAÇÃO E REFLORESTAMENTO DAS FAIXAS DE PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	11-5
11.1.5 - PROGRAMA DE SANEAMENTO BÁSICO.....	11-6
11.1.6 - PROGRAMA DE INCENTIVO AO REUSO DOS ESGOTOS TRATADOS.....	11-7
11.1.7 - PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL.....	11-7
11.1.8 - MACROZONEAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DAS SERRAS DE MARANGUAPE, ARATANHA E BATURITÉ.....	11-8
11.1.9 - DISCIPLINAMENTO DA COLETA E DEPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	11-9
11.1.10 - COLETA SELETIVA E RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	11-10
11.1.11 - CONTROLE DA ATIVIDADE MINERARIA PREDATÓRIA.....	11-10

