

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL



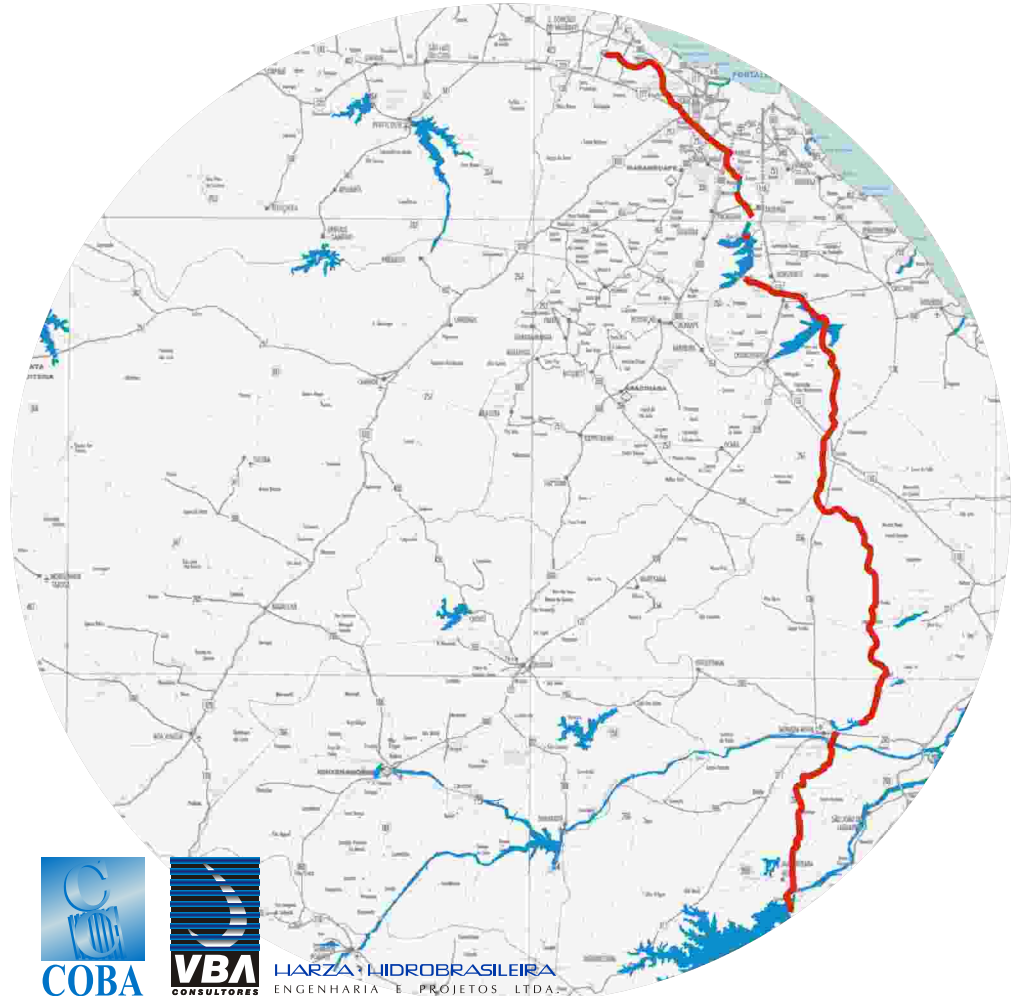
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

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

PARTE II - ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 1 - ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

Volume 3 - Trecho Gavião-Pecém



HARZA HIDROBRASILEIRA
ENGENHARIA E PROJETOS LTDA

ORGANIZAÇÃO DO PROJETO

SÍNTESE DOS ESTUDOS

DOSSIÊ GERAL DO PROJETO

PARTE I – DIAGNÓSTICO

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

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

PARTE IV – PROJETOS EXECUTIVOS

PARTE V – PROJETOS COMPLEMENTARES

PARTE VI – PLANOS DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

LISTA DE VOLUMES

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

VOLUME 1 - Trecho Castanhão/Gavião - Texto

VOLUME 2 - Trecho Castanhão/Gavião - Desenhos

VOLUME 3 - Trecho Gavião/Pecém

TOMO 2 – ESTUDO DE VIABILIDADE FINANCEIRA E ECONÔMICA

TOMO 3 – ESTUDOS AMBIENTAIS

APRESENTAÇÃO

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

VOLUME 3 – TRECHO GAVIÃO-PECÉM

APRESENTAÇÃO

O presente documento se constitui no “VOLUME 3 – TRECHO GAVIÃO-PECÉM” do “TOMO 1 – ESTUDOS DE VIABILIDADE TÉCNICA”.

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

O conteúdo do presente relatório trata da concepção das características principais de um sistema adutor, complementar ao Eixo de Integração Castanhão–Fortaleza, que visa atender as demandas localizadas na RMF a Oeste de Fortaleza, particularmente às referentes ao Complexo Industrial e Portuário do Pecém e às Praias Oeste incluindo o Complexo Turístico.

ÍNDICE

PARTE II – ESTUDO DE VIABILIDADE

TOMO 1 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA

VOLUME 3 – TRECHO GAVIÃO-PECÉM

ÍNDICE

página

APRESENTAÇÃO

1. INTRODUÇÃO.....	I-1
2. DEMANDAS, DISPONIBILIDADES E BALANÇO HÍDRICO NO SISTEMA OESTE	II-1
2.1. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS CONVENCIONAIS: ÁGUA BRUTA	II-1
2.2. REUSO DE EFLUENTES SANITÁRIOS	II-2
2.3. DEMANDAS DE ÁGUA BRUTA.....	II-3
2.4. BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO	II-5
2.5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DEMANDAS E DISPONIBILIDADES.....	II-5
3. CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO GAVIÃO/ PECÉM	III-1
3.1. DADOS BÁSICOS, ANTECEDENTES E CONDICIONANTES DA DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES BÁSICAS.....	III-1
3.1.1. Antecedentes e Condicionantes	III-1
3.1.2. Cartografia Básica Utilizada.....	III-3
3.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS RELATIVOS ÀS ALTERNATIVAS.....	III-4
3.2.1. Características Geológicas	III-4
3.2.2. Unidades Litoestratigráficas.....	III-4
3.2.3. Caracterização Geológica do Eixo das Alternativas.....	III-9
3.2.4. Caracterização Sumária das Condições Geotécnicas do Eixo das Alternativas	III-13
3.3. CONCEPÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO.....	III-15
3.3.1. Alternativa 01 – Traçado Litorâneo	III-15
3.3.2. Alternativa 02 - Traçado Interior.....	III-28

4. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS	IV-1
4.1. ADUTORAS GRAVITÁRIAS E DE RECALQUE.....	IV-1
4.2. CANAIS DE ADUÇÃO E TÚNEIS	IV-4
4.2.1. Canais do Trecho 2 da Alternativa 02 – Traçado Interior	IV-4
4.2.2. Ampliação do Canal Sítios Novos – Pecém	IV-8
4.2.3. Túneis.....	IV-8
4.3. ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO E ENERGIA	IV-10
4.4. COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS	IV-10
5. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA	V-1
6. SÍNTESE DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....	VI-1
ANEXO – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA–GEOTÉCNICA DAS SONDAgens DO EIXO DAS ALTERNATIVAS	

LISTA DE QUADROS

- 2.1 - Vazões Regularizáveis nos Reservatórios do Sistema Oeste da RMF
- 2.2 - Síntese das Disponibilidades de Reuso para o CIPP
- 2.3 - Síntese das Demandas de Água Bruta na Região a Oeste de Fortaleza
- 2.4 - Balanço Hídrico Concentrado das demandas da RMF localizadas na região a Oeste de Fortaleza

- 3.1 - características e os elementos dos componentes básicos da alternativa 1
- 3.2 - características e os componentes básicos da alternativa

- 4.1 - Otimização da Seção Hidráulica e da Declividade de Projeto
- 4.2 - Capacidade de Vazão de sua Seção Hidráulica
- 4.4 - Composição do Custo de Ampliação do Canal Sítios Novos-Pecém
- 4.3 - Planilha Genérica para Dimensionamento Hidráulico de Canais
- 4.5 - Resumo dos Valores do Sistema Adutor Gavião-Pecém – Alternativa 01 - Traçado Litorâneo
- 4.6 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 01 - Traçado Litorâneo - Trecho 1 - Entre o Açude Gavião e a Derivação para ETA-Oeste
- 4.7 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 01 - Traçado Litorâneo - Trecho 2 - Adutora entre a derivação para ETA-Oeste e a Derivação para as Praias
- 4.8 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 01 - Traçado Litorâneo - Trecho 3 - Entre a Derivação para as Praias e o CIPP
- 4.9 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 01 - Traçado Litorâneo - Sistema Adutor Castanhão-RMF
- 4.10 - Resumo dos Valores do Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 02 - Traçado Interior
- 4.11 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 02 - Traçado Interior - Trecho 1 - Adutora entre o Gavião e a derivação para a ETA Oeste
- 4.12 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 02 - Traçado Interior - Trecho 2 - Derivação Para ETA-Oeste ao Canal Sítios Novos Pecém
- 4.13 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 02 - Traçado Interior - Trecho 3 - Ampliação do Canal Sítios Novos Pecém
- 4.14 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 02 - Traçado Interior - Trecho 4 - Adutora do CIPP a Derivação para as Praias Oeste
- 4.15 - Sistema Adutor Gavião-Pecém - Alternativa 02 - Traçado Interior - Alternativa Superior do Sistema Adutor Gavião-Pecém

- 5.1 - Alternativa 01 – Traçado Litorâneo

- 6.1 - apresenta as características físicas de cada trecho, a estimativa das séries de vazões em trânsito e os custos preliminares em valores presentes

LISTA DE FIGURAS

- 2.1 - Esquema do Sistema Proposto para o Reuso no CIPP
- 2.2 - layout geral das alternativas
- 2.3 - Esquema dos trechos que compõe esta alternativa e as vazões em trânsito em cada um deles para os horizontes 2008, 2013 2018 e 2023
- 2.4 - Esquema dos trechos que compõe esta alternativa e as vazões em trânsito em cada um deles para os horizontes 2008, 2013 2018 e 2023
- 3.1 - Diagrama Esquemático - Alternativa 1 – Traçado Litorâneo
- 3.2 - Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Planta Geral e Perfil dos Trechos T1, T2, T3
- 3.3 - Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e principais Características da Captação e do Trecho T1
- 3.4 - características do trecho principal T2 compreendendo as Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE1-AL e do Trecho Principal T2
- 3.5 - Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE2-AL e do Trecho Principal T3
- 3.6 - Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE3-AL e do Trecho Complementar TC1
- 3.7 - Alternativa 1 – Traçado Litorâneo– Memórias de Cálculo do Dimensionamento e principais Características da Estação Elevatória EE4-AL e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar TC2
- 3.8 - Diagrama Esquemático - Alternativa 2 – Traçado Interior
- 3.9 - Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Captação e do Trecho T1
- 3.10 - Planta Geral e Perfil dos trechos T1 e T2
- 3.11 - Principais características hidráulicas da seção tipo em corte e aterro
- 3.12 - Planta Geral e Perfil – Canal Sítios Novos/Pecém– Trecho T3
- 3.13 - Alternativa 2 –Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE1 – AI e da Adutora de Recalque do Trecho T3
- 3.14 - Alternativa 2 – Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE2-AI
- 3.15 - Alternativa 2 – Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE3-AI e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar T2 da Eta Pecém ao Ponto de Derivação Para as Praias Oeste
- 3.16 - Alternativa 2 – Traçado Interior – Planta Geral e Perfil – Trecho Complementar TC-2

- 3.17 - Alternativa 2 – Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE4-AI e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar TC2 do Ponto de Derivação Para as Praias Oeste ao Local da Eta Parnamirim
- 4.1 - Curva Paramétrica de Custo de Tubulações em PRFV PN6
- 4.2 - Curva Paramétrica de Custo de Tubulações em PRFV PN10
- 4.3 - apresenta a geometria da seção do canal em corte e aterro e Quadro 4.2 sua capacidade de vazão de sua seção hidráulica
- 4.4 - Curva Paramétrica de Custo do Canal em Aterro
- 4.5 - Curva Paramétrica de Custo do Canal em Corte
- 4.6 - Geometria da seção do canal sítios novos-pecém (ampliado)
- 6.1 - Esquema de abastecimento d'água e esgotamento sanitário do complexo industrial e portuário do pecém
- 6.2 - Apresenta o caminhamento das linhas adutoras sobre fotografia aérea da região de influência direta das obras

LISTA DE MAPAS

- 3.1 - Traçado da Alternativa Selecionada para o Eixo de Integração Castanhão-RMF
- 3.2 - Distribuição das Unidades Geológicas

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O Eixo Castanhão-RMF objetiva, em seu trecho final, a complementação do atendimento das demandas hídricas da RMF. Grande parte das demandas projetadas para os horizontes futuros nesta região, sobretudo aquelas que se referem a indústria e turismo, localiza-se a oeste da cidade de Fortaleza, mais precisamente nas Praias Oeste (Iparana, Pacheco, Icaraí, Tabuba e Cumbuco) e na região do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP).

O sistema formado pelos açudes Cauhipe, Anil e Sítios Novos se constitui no manancial básico de atendimento destas demandas, contudo as estimativas de demanda para os horizontes futuros superam as disponibilidades hídricas deste sistema apontando para um déficit hídrico a curto prazo. A solução para a complementação do atendimento destas demandas é a utilização dos recursos hídricos do Sistema Pacajus-Pacoti-Gavião, reforçado pelo Eixo de Integração Castanhão-RMF, cuja vazão de dimensionamento já contempla tal complementação.

Como as demandas do CIPP encontram-se distantes cerca de 50 km do Sistema Pacajus-Pacoti-Gavião, faz-se necessária a implementação de um sistema adutor complementar, que constituiria o Trecho Oeste do Eixo de Integração Castanhão-RMF, interligando os açudes Pacoti-Riachão-Gavião com as demandas da RMF concentradas a oeste da cidade de Fortaleza, o qual denominou-se de Sistema Adutor Gavião-Pecém.

Este relatório trata da proposição de alternativas de traçado, estimação de custos e seleção da alternativa a ser detalhada no Projeto Básico/Executivo do Sistema Adutor Gavião-Pecém.

2. DEMANDAS, DISPONIBILIDADES E BALANÇO HÍDRICO NO SISTEMA OESTE

2. DEMANDAS, DISPONIBILIDADES E BALANÇO HÍDRICO NO SISTEMA OESTE

As demandas e disponibilidades hídricas e o balanço hídrico da região a oeste de Fortaleza, foram anteriormente tratados, nas fases de diagnóstico e seleção de alternativas, em um contexto que agregava todas as demandas da Região Metropolitana de Fortaleza.

Neste relatório as demandas e disponibilidades da RMF a Oeste de Fortaleza, serão apresentadas de forma desagregada espacialmente, de forma que se possa determinar a capacidade de cada trecho dos sistemas de adução que interligarão os mananciais aos centros de consumo.

Os valores de demanda e disponibilidade aqui apresentados estão de acordo com o que consta na viabilidade completa do Eixo Jaguaribe Metropolitanas e têm como base as estimativas apresentadas no Relatório Técnico Preliminar do Sistema de Abastecimento de Água Tratada do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, desenvolvido pela VBA CONSULTORES, no âmbito dos Projetos Básicos e Executivos dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial do Pecém, com Estudos de Viabilidade Econômica e Avaliação Ambiental.

2.1. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS CONVENCIONAIS: ÁGUA BRUTA

A implantação do Complexo Portuário do Pecém e o desenvolvimento das praias de Caucaia beneficiadas pelo PRODETUR priorizaram a implantação de um sistema de reservação a oeste da RMF. Atualmente, esse sistema conta com os reservatórios Cauhipe e Sítios Novos.

O Açude Sítios Novos, localizado no Rio São Gonçalo, tem capacidade máxima de acumulação de 123,2 hm³, abrangendo uma área de 443 km², tendo sua ligação com o Complexo Portuário do Pecém feita por um canal, denominado canal Sítios Novos-Pecém, com 23,5 km de extensão e capacidade de vazão de 2,0 m³/s, em fase de conclusão.

O reservatório do Cauhipe encontra-se concluído, possibilitando a acumulação de 12,2 hm³ provenientes de uma bacia hidrográfica com 94 km². Atualmente a COGERH planeja a utilização integral de seus recursos hídricos, a partir da futura Adutora do Sol Poente, para satisfazer as demandas das usinas termelétricas que estarão se instalando, à curto prazo, nas proximidades do distrito de Primavera.

Além destes dois reservatórios existentes na região, encontra-se em vias de implantação o reservatório Anil. Este terceiro reservatório localiza-se no rio Anil, afluente do rio São Gonçalo, drenando uma bacia hidrográfica de 122,13 km² e apresentando uma capacidade de acumulação de 15 hm³. Este açude também deverá ser interligado ao canal Sítios Novos-Pecém.

Estes reservatórios representam a atual capacidade de acumulação na região. Suas principais características de regularização, de acordo com o Plano de gerenciamento de Recursos Hídricos das Bacias Metropolitanas, apresentam-se a seguir no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Vazões Regularizáveis nos Reservatórios do Sistema Oeste da RMF

Reservatórios	Volumes Máximos (hm ³)	Garantia 95%				Garantia 99%			
		Q _{reg} (m ³ /s)	Volume de Alerta (hm ³)	Volume de Alerta (% V _{máx})	Demanda de Emergência (m ³ /s)	Q _{reg} (m ³ /s)	Volume de Alerta (hm ³)	Volume de Alerta (% V _{máx})	Demanda de Emergência (m ³ /s)
Anil	15,00	0,195	4,16	27,37	0,098	0,185	2,84	18,91	0,093
Cauhipe	12,19	0,182	3,71	30,43	0,091	0,169	2,29	18,82	0,084
Sítios Novos	123,20	1,028	34,82	28,26	0,514	0,937	19,62	15,93	0,468

O açude Ceará, que seria construído no rio de mesmo nome e regularizaria a vazão de cerca de 265 l/s com 95% de garantia, encontra-se ainda em fase de estudos. Assim sendo este não foi considerado como disponibilidade para o cálculo do balanço hídrico, muito embora tenha sido considerado no dimensionamento da alternativa de traçado do sistema Gavião-Pecém que interliga os açudes da região a oeste de Fortaleza, conforme se pode observar no capítulo posterior na descrição das alternativas.

A adução de água bruta ao CIPP, proveniente do conjunto dos açudes Anil e Sítios Novos, será realizada pelo Canal Principal Adutor Sítios Novos/Pecém com extensão de 23,29 km, incluindo sifões e obras de transposições de estradas, e vazão máxima de 2 m³/s.

2.2. REUSO DE EFLUENTES SANITÁRIOS

De acordo com as conclusões apresentadas no capítulo 2 do Relatório Final da Fase B1-Formulação de Alternativas, considerou-se para o balanço hídrico do sistema RMF reforçado pelo Castanhão, uma disponibilidade média de 4 m³/s de reuso no final do horizonte de projeto, sendo 2 m³/s consumidos nas indústrias do CIPP.

De acordo com as alternativas de reuso propostas para o CIPP nos Projetos Básicos e Executivos dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário da Área Do Complexo Industrial do Pecém, mais especificamente no Relatório Técnico Preliminar de Esgotamento Sanitário, definiram-se as disponibilidades de reuso apresentadas no Quadro 2.2 a seguir. Na Figura 2.1 apresenta-se o esquema do sistema proposto para o reuso no CIPP.

Quadro 2.2 – Síntese das Disponibilidades de Reuso para o CIPP

Discriminação	Vazões (l/s)			
	Fase I (2008)	Fase II (2013)	Fase III (2018)	Fase IV (2023)
Oferta Total de Reuso	0	1.000	2.000	2.000
Esgoto Doméstico do CIPP	0	158	303	303
Esgoto da cidade de Caucaia	0	97	97	97
Esgoto das cidades das Praias Oeste	0	345	380	380
Esgoto de Taíba e Nova Taíba	0	55	110	110
Reversão do Esgoto de Fortaleza	0	345	1.110	1.110

2.3. DEMANDAS DE ÁGUA BRUTA

As demandas de água bruta para o CIPP estão apresentadas em detalhes nos relatórios das Fases de Diagnóstico e Seleção de Alternativas, constando ainda no Relatório Técnico Preliminar do Sistema de Abastecimento de Água Tratada do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, desenvolvido pela VBA CONSULTORES, no âmbito dos Projetos Básicos e Executivos dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário da Área do Complexo Industrial do Pecém.

A consolidação das demandas de água bruta para processamento industrial e consumo humano, incluindo a totalidade do Complexo Industrial e Portuário do Pecém e o Pólo Turístico, constituído pelas Praias do Litoral Oeste de Fortaleza é apresentado no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Síntese das Demandas de Água Bruta na Região a Oeste de Fortaleza

Discriminação	Vazões (l/s)			
	Fase I (2008)	Fase II (2013)	Fase III (2018)	Fase IV (2023)
1 - Demanda de água bruta	1.900	3.978	6.061	7.249
1.1 - Setores Industriais I e II (incluindo o uso doméstico e uso industrial)	879	1.695	2.531	2.531
1.2 - Setores Industriais III e IV (incluindo o uso doméstico e uso industrial)		793	1.586	2.376
1.3 - Praias do Litoral Oeste (Cumbuco, Tabuba, Icaraiá, Pacheco, Iparana)	376	438	497	497
1.4 - Complexo Turístico do Litoral Oeste (rede de hotéis, campos de golfe, etc)	552	920	1.289	1.657
1.5 - Abastecimento de São Gonçalo do Amarante	93	133	158	189

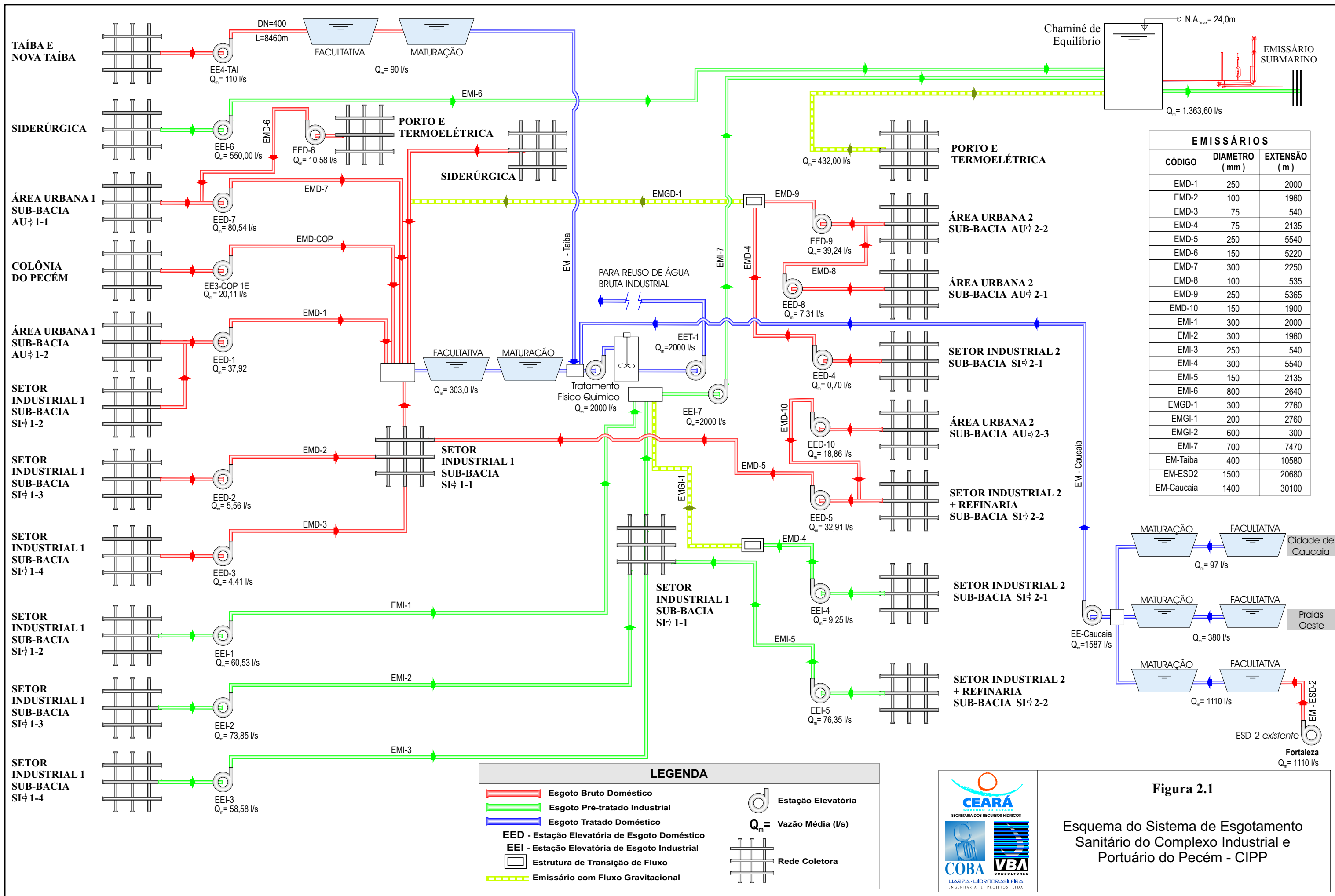


Figura 2.1
Esquema do Sistema de Esgotamento Sanitário do Complexo Industrial e Portuário do Pecém - CIPP

2.4. BALANÇO HÍDRICO CONCENTRADO

Confrontando-se as demandas e disponibilidades hídricas na região na RMF a Oeste de Fortaleza, se obtêm o balanço hídrico apresentado no quadro 2.4 a seguir.

Quadro 2.4 – Balanço Hídrico Concentrado das demandas da RMF localizadas na região a Oeste de Fortaleza

Discriminação	Vazões (l/s)			
	Fase I (2008)	Fase II (2013)	Fase III (2018)	Fase IV (2023)
1 - Demanda de água bruta	1.900	3.978	6.061	7.249
1.1 - Setores Industriais I e II (incluindo o uso doméstico e uso industrial)	879	1.695	2.531	2.531
1.2 - Setores Industriais III e IV (incluindo o uso doméstico e uso industrial)		793	1.586	2.376
1.3 - Praias do Litoral Oeste (Cumbuco, Tabuba, Icarai, Pacheco, Iparana)	376	438	497	497
1.4 - Complexo Turístico do Litoral Oeste (rede de hotéis, campos de golfe, etc)	552	920	1.289	1.657
1.5 - Abastecimento de São Gonçalo do Amarante	93	133	158	189
2 - Oferta de água bruta	1.900	3.978	6.061	7.250
2.1 - Sistema Sítios Novos-Cauhiipe-Anil	1.405	1.405	1.405	1.405
2.2 - Sistema Pacajus-Pacoti-Gavião-Eixão	495	1.573	2.656	3.845
2.3 - Reuso de Efluentes Sanitários		1.000	2.000	2.000
3 - Balanço Hídrico (oferta-demanda)	0	0	0	0

Observa-se que já na Fase I (2008) existe a necessidade de importação de 495 l/s do sistema Pacajus-Pacoti-Gavião reforçado pelo Castanhão. O valor da demanda de importação se eleva até atingir um total de 3.845 l/s no horizonte de 2023, onde se considera a efetivação plena das demandas do CIPP e das Praias Oeste. O início da utilização dos sistemas de reuso de efluentes sanitários foi programa para o horizonte 2013 (Fase II), representando uma oferta inicial de 1000 l/s que atingiria o valor pleno de 2000 l/s já no horizonte seguinte (Fase III-2018).

2.5. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS DEMANDAS E DISPONIBILIDADES

As demandas apresentadas anteriormente no balanço concentrado distribuem-se ao longo de uma faixa litorânea que se estende desde Fortaleza até o Pecém, enquanto que as disponibilidades concentram-se basicamente em dois pontos nos extremos da faixa de demandas, sendo representados pelo açude Gavião a Leste e o Sistema Cauhiipe-Anil-Sítios Novos a oeste. Desta forma, qualquer que seja a configuração do sistema de adução proposto, o mesmo será composto por trechos com diferentes vazões de dimensionamento.

Além do atendimento das demandas consideradas no balanço hídrico, estabeleceu-se, como condicionante na definição das vazões em trânsito no trecho inicial da adução, a integração entre o Sistema Adutor Gavião-Pecém e a derivação de água bruta do açude Gavião para uma futura estação de tratamento de água da CAGECE, aqui denominada ETA-Oeste, a qual se localizará a oeste de Fortaleza e consumirá uma vazão de 3000 l/s em 2013 chegando a sua capacidade máxima de 5000 l/s já em 2018. Esta integração se justifica pela economia de recursos financeiros que representa.

O capítulo seguinte contém a descrição detalhada das duas alternativas propostas para o sistema de adução Gavião-Pecém; a seguir apresenta-se a composição das vazões para cada trecho de cada alternativa, definidas em função da localização dos centros de demanda e das demais condicionantes já citadas.

A Figura 2.2 apresenta um layout geral das alternativas de traçado do sistema Gavião/Pecém.

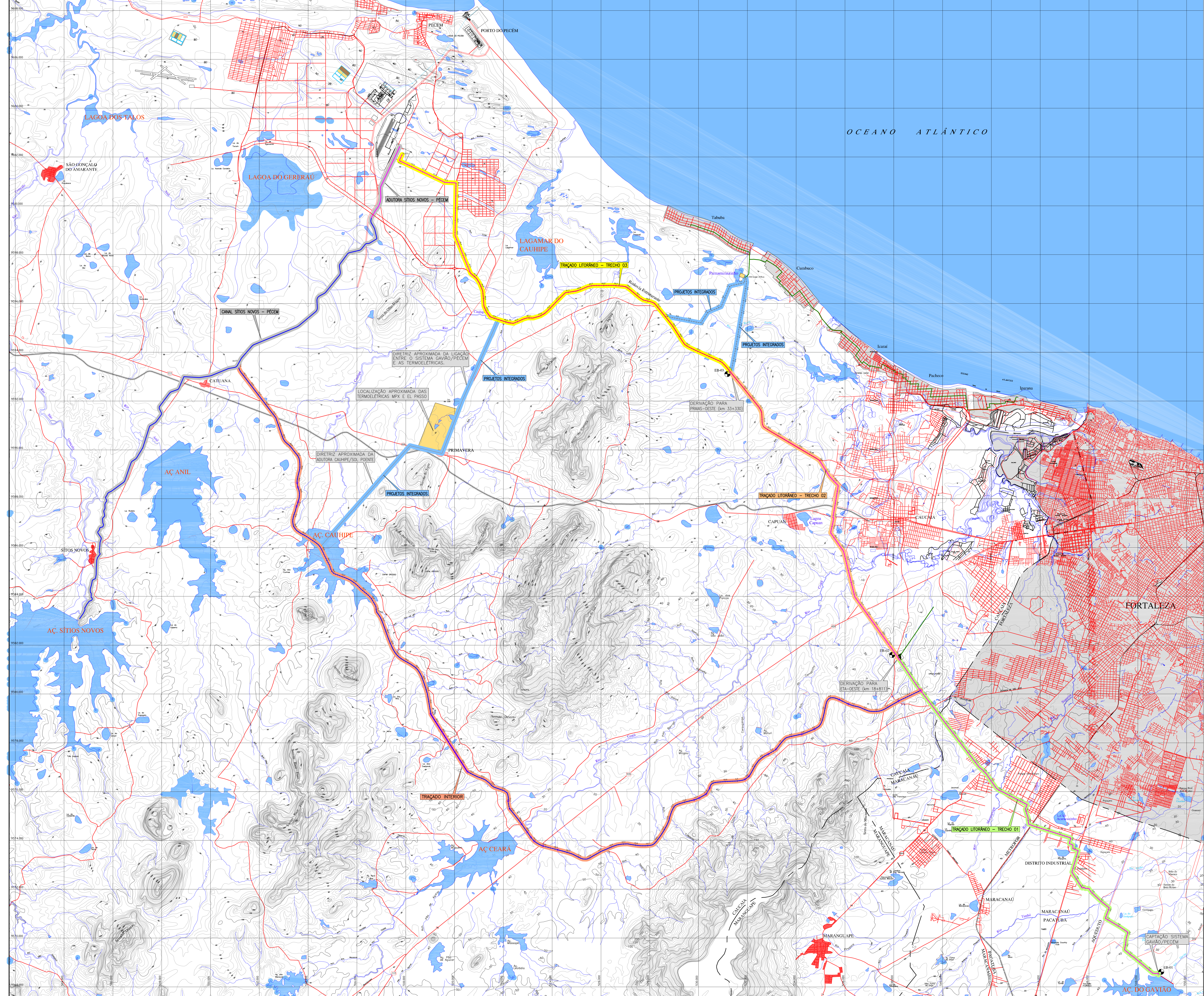
Alternativa 01 – Traçado Litorâneo.

É composta integralmente por tubulações de recalque e apresenta um traçado que se desenvolve ao longo do litoral, acompanhando em grande parte a rodovia CE-085 (Via Estruturante).

A Figura 2.3 a seguir apresenta esquematicamente os trechos que compõe esta alternativa e as vazões em trânsito em cada um deles para os horizontes 2008, 2013, 2018 e 2023.

Nesta alternativa o trecho 3 funcionará como um sistema adutor reversível, visto que no início da implantação do CIPP existirão recursos hídricos excedentes no sistema Cauhape-Anil-Sítios Novos, que serão utilizados para satisfação das demandas na região das Praias Oeste. Na medida que as demandas do CIPP aumentarem, a adução no sentido Pecém - Praias Oeste diminuirá até o ponto em elas passem a suplantarem as disponibilidades do sistema Cauhape-Anil-Sítios Novos (aproximadamente em 2011), a partir deste ponto o fluxo neste trecho funcionará no sentido Praias Oeste - Pecém levando o reforço hídrico do Gavião para as Praias Oeste e CIPP.

O trecho 2 se estende desde a derivação para a ETA-Oeste até a derivação para as Praias Oeste. As vazões neste trecho nos horizontes iniciais destinam-se ao atendimento das demandas das Praias Oeste que não puderem ser atendidas pelo excedente do Sistema Cauhape-Anil-Sítios Novos, aduzidos pelo Trecho 3 reversível. A partir do momento em que o trecho 3 passa a funcionar no sentido Praias Oeste - Pecém, ou seja quando houver necessidade de reforço hídrico no CIPP, o Trecho 2 conduzirá água bruta para suprir as demandas das Praias Oeste e complementar o atendimento das demandas do CIPP.



LEGENDA

- ALTERNATIVA INFERIOR - TRECHO 01
- ALTERNATIVA INFERIOR - TRECHO 02
- ALTERNATIVA INFERIOR - TRECHO 03
- ALTERNATIVA SUPERIOR
- PROJETOS INTEGRADOS
- CANAL SÍTIOS NOVOS - PECÉM
- ADUTORA SÍTIOS NOVOS - PECÉM
- ADUTORA PRAIAS OESTE

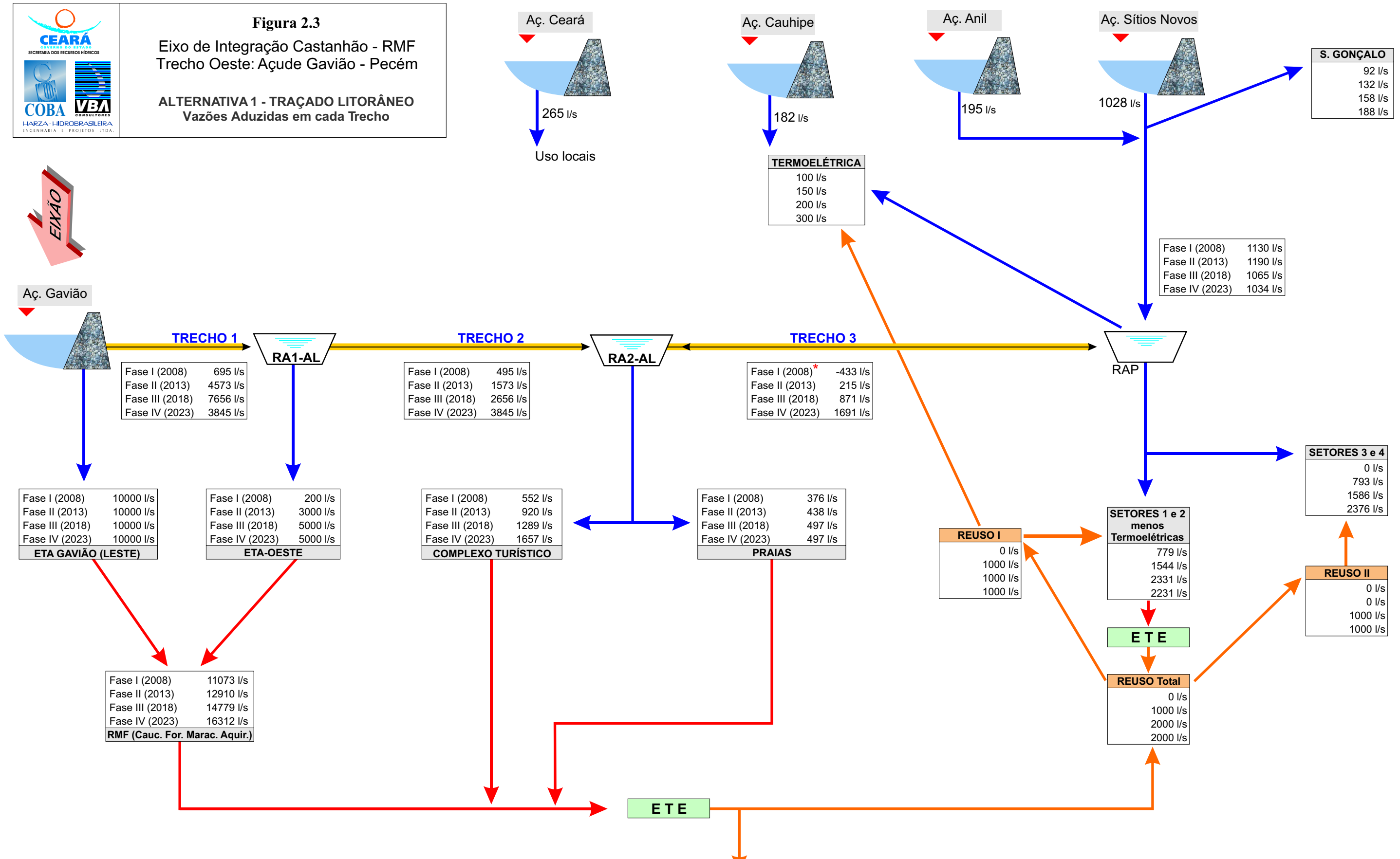
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
 SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
 PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERIRH
 ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
 ESTUDO DE VIABILIDADE DO TRECHO OESTE

TÍTULO:
Figura 2.2
Planta Geral
Alternativa Para o Sistema Adutor Gavião - Pecém

ESCALA: 1/50.000 DATA: NOVEMBRO/2001 CONTRATO: 084-PROGERIRH-FORTLEZ/09/2000 Nº DO DESENHO:



Figura 2.3
 Eixo de Integração Castanhão - RMF
 Trecho Oeste: Açude Gavião - Pecém
ALTERNATIVA 1 - TRAÇADO LITORÂNEO
 Vazões Aduzidas em cada Trecho



* No início (até 2011) o fluxo no trecho 3 se dá no sentido Pecém/Praias, aproveitando as disponibilidades excedentes do Sistema Anil/Sítios Novos.

LEGENDA	
	Água Bruta
	Esgoto Bruto
	Reuso
	Sistema Adutor Gavião/Pecém

Observa-se que até o ano 2006 o valor da vazão aduzida no trecho 2 seria igual a zero, ou seja toda demanda das praias seria atendida a partir do Sistema Cauhipe-Anil- Sítios Novos pela reversão do Trecho T3. Contudo, existe uma incerteza quanto a real disponibilidade hídrica nesse Sistema, nos anos iniciais, associada às baixas médias pluviométricas observadas nos últimos anos na RMF como um todo. Assim sendo adotou-se a posição conservadora de se implantar a estação de bombeamento e a primeira linha de adutora do Trecho T2 no ano 2003 e não no ano 2007, aumento assim a garantia de atendimento das demandas das Praias Oeste e do CIPP.

A vazão aduzida no Trecho 1 é igual a soma da vazão necessária para a ETA-Oeste com a vazão transportada no Trecho 2.

Alternativa 02 – Traçado Interior

O trecho inicial desta alternativa coincide com o Trecho 1 da alternativa litorânea, o qual consiste em tubulações de recalque do açude gavião até o reservatório de derivação para a ETA-Oeste, de onde parte a adução gravitativa em canais, sifões, túnel e bacia hidráulica até a chegada no canal Sítios Novos-Pecém, o qual seria ampliado. Do ponto final do Canal Sítios Novos Pecém, mais precisamente no Reservatório Apoiado do Pecém, partiria um trecho complementar em tubulação com a função de atender as demandas das Praias Oeste.

A Figura 2.4 a seguir apresenta esquematicamente os trechos que compõe esta alternativa e as vazões em trânsito em cada um deles para os horizontes 2008, 2013 2018 e 2023.

O Trecho 1 conduziria as mesmas vazões do trecho análogo na alternativa 01, isto é o complemento hídrico necessário ao CIPP e às Praias Oeste.

O Trecho 2 conduziria a mesma vazão do trecho 1, contudo seria dimensionado com capacidade suficiente para possibilitar a adução da vazão regularizável pelos açude Ceará (em fase de estudos) e Cauhipe (existente), a fim de permitir a transferência de água entre os açudes.

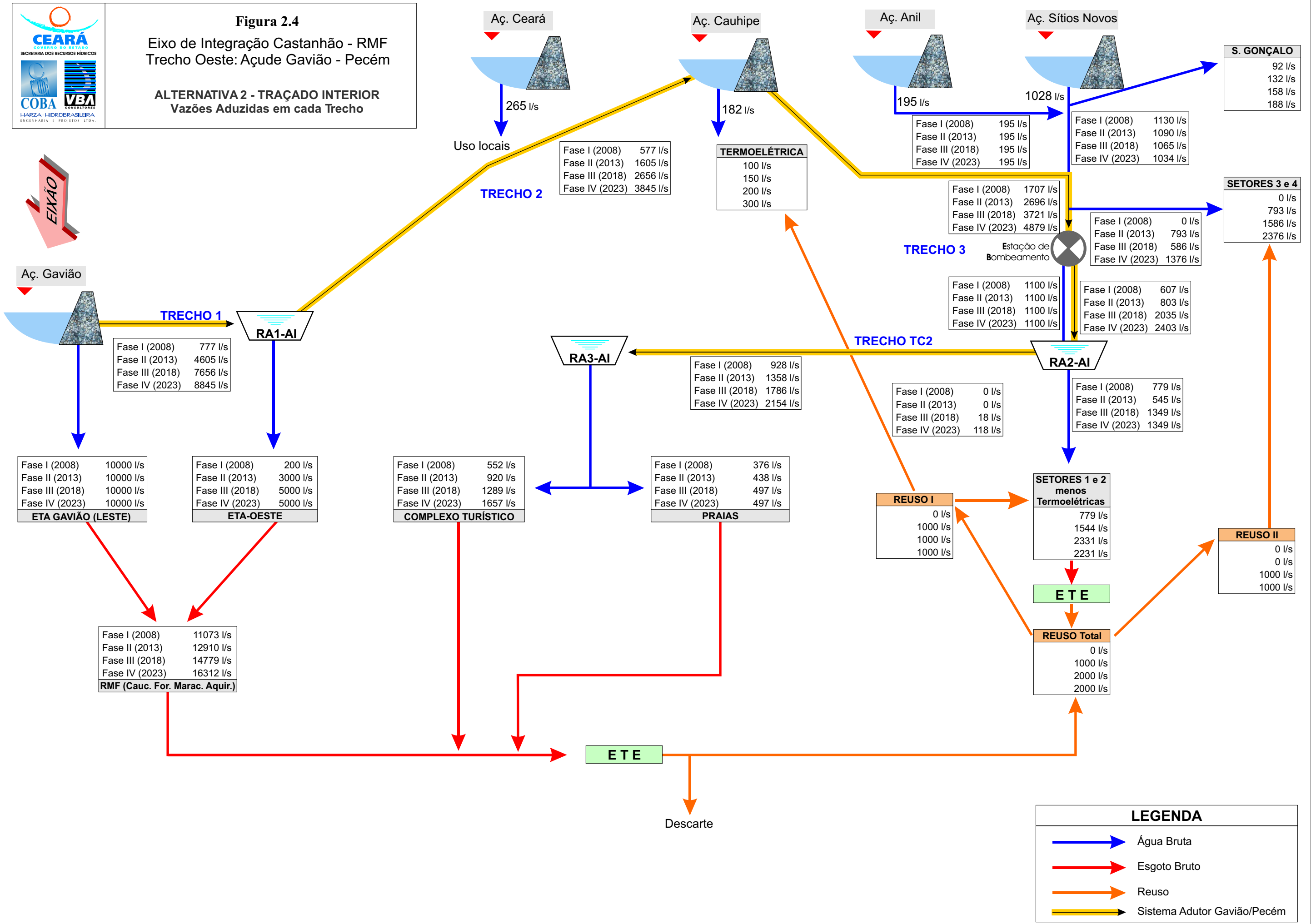
O Trecho 3, que consiste na ampliação do canal Sítios Novos-Pecém, concentraria a quase totalidade do fluxo de água bruta para o CIPP e para as Praias Oeste, a exceção apenas do montante derivado pela Adutora do Sol Poente do Açude Cauhipe para as Termelétricas que estão em vias de implantação nas proximidades do distrito de Primavera.

O Trecho 4, conduziria vazão igual à demanda total das Praias Oeste, incluindo o Complexo Turístico.



Figura 2.4
Eixo de Integração Castanhão - RMF
Trecho Oeste: Açude Gavião - Pecém

ALTERNATIVA 2 - TRAÇADO INTERIOR
Vazões Aduzidas em cada Trecho



3. CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO GAVIÃO/ PECÉM

3. CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS DO SISTEMA DE TRANSPOSIÇÃO GAVIÃO/ PECÉM

3.1. DADOS BÁSICOS, ANTECEDENTES E CONDICIONANTES DA DEFINIÇÃO DAS DIRETRIZES BÁSICAS

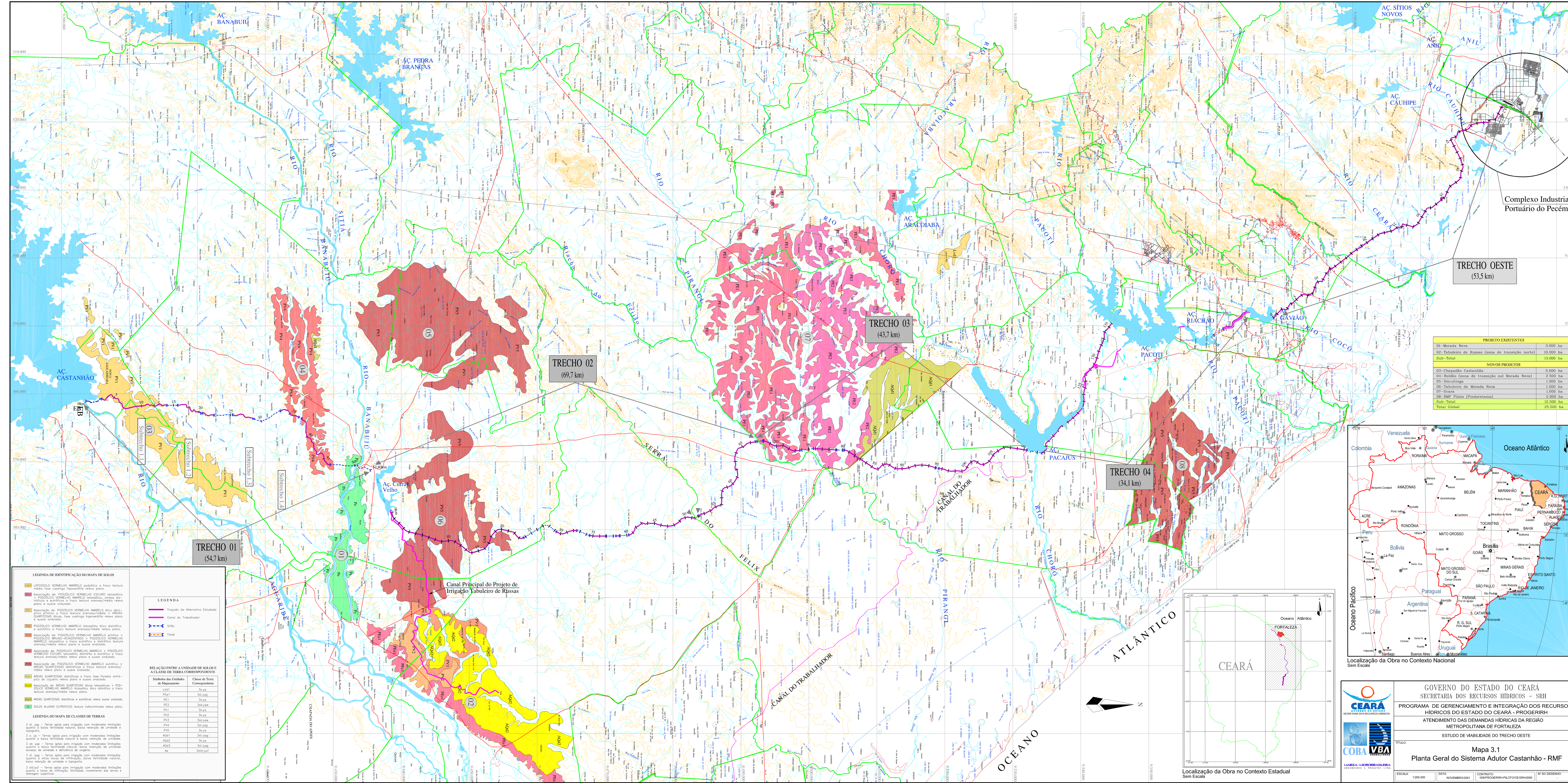
3.1.1. Antecedentes e Condicionantes

O Estudo de Concepção das Alternativas do Sistema de Transposição Gavião/Pecém encontra-se inserido em um contexto mais amplo do Estudo de Concepção do Sistema de Transposição Jaguaribe/Bacias Metropolitanas. O balanço hídrico apresentado no Relatório de Diagnóstico aponta a deficiência dos recursos hídricos locais para o suprimento das demandas da região Metropolitana de Fortaleza e áreas circunvizinhas, implicando conseqüentemente na exigência de importação das vazões demandadas a partir da Bacia do Jaguaribe.

O consórcio COBA/VBA/HARZA analisou a princípio, um universo de soluções envolvendo diversas diretrizes de traçado de alternativas envolvendo interligação das bacias Jaguaribe/Metropolitanas, abrangendo desde o eixo Sertão Central Superior, integrando Castanhão, Banabuiú e Pedras Brancas; passando por traçados intermediários e estudando até mesmo os traçados de jusante, do qual faz parte o Canal do Trabalhador, objetivando o tratamento do mesmo como uma das possíveis variantes básicas a serem contempladas no estudo de alternativas.

As soluções dos traçados de alternativas definidas e estudadas foram apresentadas em relatório específico, sendo aqui apresentadas apenas a diretriz básica da alternativa selecionada.

A construção do Castanhão e do Projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas permitiu a consideração de uma alternativa denominada Diretriz Eixo Sertão Central Intermediário com Captação no Castanhão (Castanhão / Curral Velho / Serra do Félix / Pirangi / Pacajus / Pacoti), reduzindo significativamente o comprimento total dos possíveis traçados e a altura de bombeamento. Tal alternativa se constitui na diretriz selecionada para o sistema adutor, doravante denominado de Eixo de Integração Castanhão-RMF, o qual se apresenta no Mapa 3.1 a na descrição a seguir.



Complexo Industrial e Portuário do Pecém

TRECHO OESTE (53.5 km)

PROJETO EXISTENTES	
01- Morada Nova	3.000 ha
02- Tabuleiro de Russas (zona de transição norte)	10.000 ha
Sub-Total	13.000 ha
NOVOS PROJETOS	
03- Chapadão Castanhão	5.000 ha
04- Balsa (zona de transição sul Morada Nova)	2.500 ha
05- Itaculunga	1.000 ha
06- Tabuleiro de Morada Nova	1.000 ha
07- Garra	1.000 ha
08- RMF Piloto (Pindoretama)	2.000 ha
Sub-Total	12.500 ha
Total Global	25.500 ha

LEGENDA DE IDENTIFICAÇÃO DO MAPA DE SOLOS

- 001 LATOSSOLO VERMELHO AMARELO latossolo a fraco textura média fase castanha horizontes: relevo plano
- 002 Associação de PODZÓLO VERMELHO ESCURO latossolo trófico e eutrófico a fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado
- 003 Associação de PODZÓLO VERMELHO AMARELO rico óxido de ferro fraco textura arenosa/média a AREIA QUARTZOSA sílica fase castanha horizontes: relevo plano e suave ondulado
- 004 PODZÓLO VERMELHO AMARELO latossolo sílico districo e eutrófico a fraco textura arenosa/média relevo plano
- 005 Associação de PODZÓLO VERMELHO AMARELO latossolo e PODZÓLO BRUNO-ACIDENTADO e PODZÓLO VERMELHO AMARELO latossolo sílico districo e eutrófico a fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado
- 006 Associação de PODZÓLO VERMELHO AMARELO e PODZÓLO VERMELHO ESCURO latossolo districo e eutrófico a fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado
- 007 Associação de PODZÓLO VERMELHO AMARELO latossolo e AREIA QUARTZOSA districa a fraco textura arenosa/média relevo plano e suave ondulado
- 008 AREIAS QUARTZOSAS districas e fraco fase arenosa ortossilica de colútes relevo plano e suave ondulado
- 009 Associação de AREIA QUARTZOSA sílica arenosa e PODZÓLO VERMELHO AMARELO latossolo sílico districo e fraco textura arenosa/média relevo plano
- 010 AREIAS QUARTZOSAS districas e eutrófico relevo suave ondulado
- 011 SILTOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indistinctamente relevo plano

LEGENDA DO MAPA DE CLASSES DE TERRAS

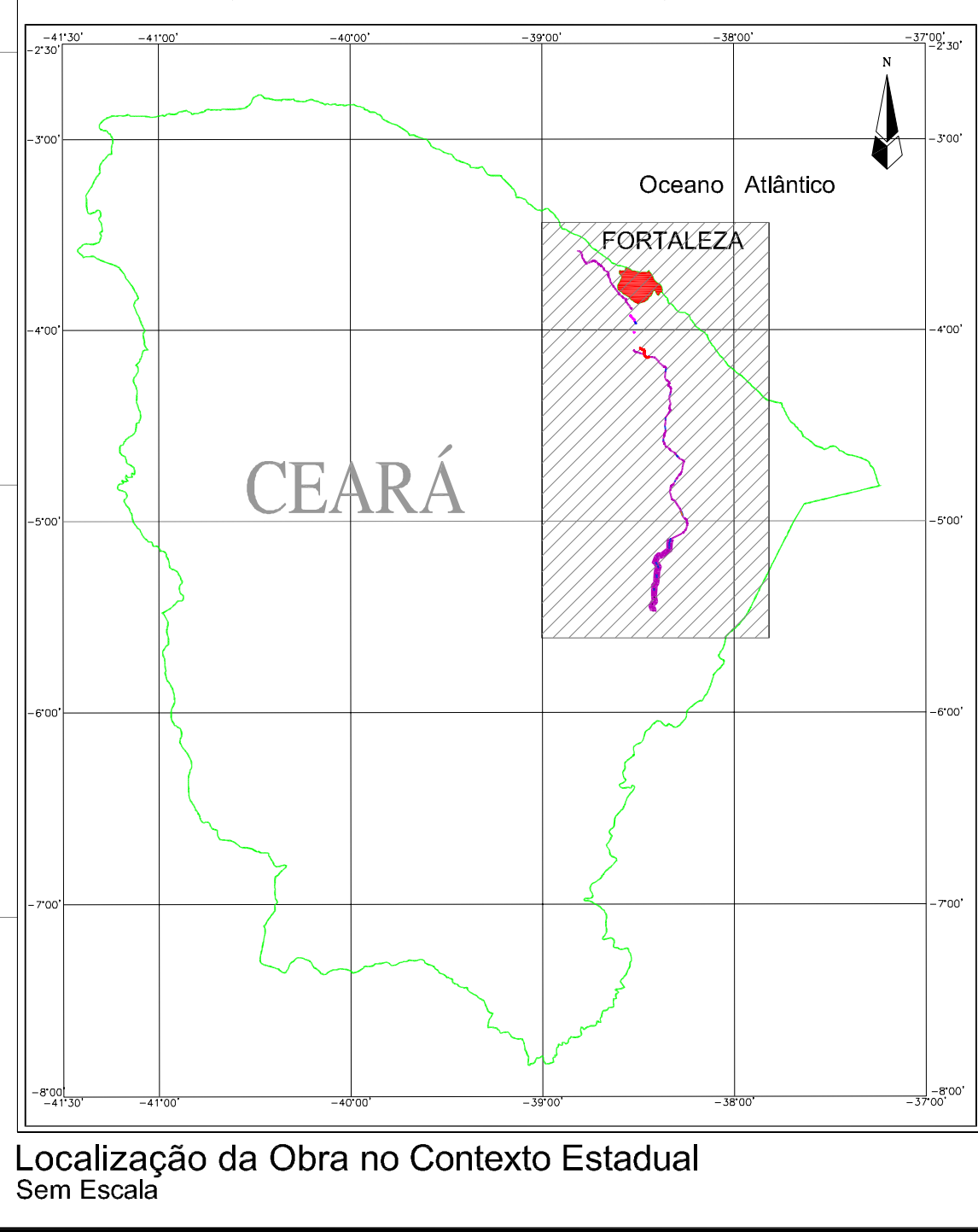
- 3.1.1.1 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.2 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.3 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.4 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.5 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.6 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.7 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.
- 3.1.1.8 - Terra apta para irrigação com moderadas limitações quanto à baixa fertilidade natural e baixa retenção de umidade e topografia.

LEGENDA

- Trigação da Alternativa Estudada
- Canal do Trabalhador
- Sítio
- Túnel

RELAÇÃO ENTRE A UNIDADE DE SOLOS E A CLASSE DE TERRA CORRESPONDENTE

Símbolo das Unidades de Mapeamento	Classe de Terra Correspondente
LV01	3.1.1.1
PE11	3.1.1.1
PE12	3.1.1.1
PE13	3.1.1.1
PE14	3.1.1.1
PE15	3.1.1.1
AG01	3.1.1.2
AG02	3.1.1.2
AG03	3.1.1.2
AG04	3.1.1.2
AG05	3.1.1.2
AG06	3.1.1.2
AG07	3.1.1.2
AG08	3.1.1.2
AG09	3.1.1.2
AG10	3.1.1.2
AG11	3.1.1.2
AG12	3.1.1.2
AG13	3.1.1.2
AG14	3.1.1.2
AG15	3.1.1.2
AG16	3.1.1.2
AG17	3.1.1.2
AG18	3.1.1.2
AG19	3.1.1.2
AG20	3.1.1.2
AG21	3.1.1.2
AG22	3.1.1.2
AG23	3.1.1.2
AG24	3.1.1.2
AG25	3.1.1.2
AG26	3.1.1.2
AG27	3.1.1.2
AG28	3.1.1.2
AG29	3.1.1.2
AG30	3.1.1.2
AG31	3.1.1.2
AG32	3.1.1.2
AG33	3.1.1.2
AG34	3.1.1.2
AG35	3.1.1.2
AG36	3.1.1.2
AG37	3.1.1.2
AG38	3.1.1.2
AG39	3.1.1.2
AG40	3.1.1.2
AG41	3.1.1.2
AG42	3.1.1.2
AG43	3.1.1.2
AG44	3.1.1.2
AG45	3.1.1.2
AG46	3.1.1.2
AG47	3.1.1.2
AG48	3.1.1.2
AG49	3.1.1.2
AG50	3.1.1.2
AG51	3.1.1.2
AG52	3.1.1.2
AG53	3.1.1.2
AG54	3.1.1.2
AG55	3.1.1.2
AG56	3.1.1.2
AG57	3.1.1.2
AG58	3.1.1.2
AG59	3.1.1.2
AG60	3.1.1.2
AG61	3.1.1.2
AG62	3.1.1.2
AG63	3.1.1.2
AG64	3.1.1.2
AG65	3.1.1.2
AG66	3.1.1.2
AG67	3.1.1.2
AG68	3.1.1.2
AG69	3.1.1.2
AG70	3.1.1.2
AG71	3.1.1.2
AG72	3.1.1.2
AG73	3.1.1.2
AG74	3.1.1.2
AG75	3.1.1.2
AG76	3.1.1.2
AG77	3.1.1.2
AG78	3.1.1.2
AG79	3.1.1.2
AG80	3.1.1.2
AG81	3.1.1.2
AG82	3.1.1.2
AG83	3.1.1.2
AG84	3.1.1.2
AG85	3.1.1.2
AG86	3.1.1.2
AG87	3.1.1.2
AG88	3.1.1.2
AG89	3.1.1.2
AG90	3.1.1.2
AG91	3.1.1.2
AG92	3.1.1.2
AG93	3.1.1.2
AG94	3.1.1.2
AG95	3.1.1.2
AG96	3.1.1.2
AG97	3.1.1.2
AG98	3.1.1.2
AG99	3.1.1.2
AG100	3.1.1.2



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH
PROGRAMA DE GERENCIAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ - PROGERI
ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA
ESTUDO DE VIABILIDADE DO TRECHO OESTE

TÍTULO: Mapa 3.1
Planta Geral do Sistema Adutor Castanhão - RMF

ESCALA: 1:200.000 DATA: NOVEMBRO/2011 CONTATO: 009/PROGERI/PILOTO/CE/SH/2000 Nº DO DESENHO:

O Eixo de Integração Castanhão-RMF caracteriza-se, pela tomada d'água na barragem do Castanhão e a sua passagem pela barragem Curral Velho, integrando-se com o projeto de Irrigação Tabuleiro de Russas, já implantado, e possível alimentação de futuros projetos, como o Chapadão do Castanhão, Roldão, Ibicuitinga e áreas potenciais localizadas nas vizinhanças da RMF, podendo, inclusive, integrar-se com o Canal do Trabalhador.

Após a passagem pela Serra do Félix, foi possível considerar variantes ou etapas construtivas de ligação direta do açude Pacajus, ou interromper a adução na intersecção com o rio Pirangi, utilizando o leito deste rio e o trecho final do Canal do Trabalhador, cuja capacidade de transporte teria de ser ampliada, para o transporte da água até o açude Pacajus.

O trecho final da adução de ligação do açude Pacoti poderá ser feito com "by-pass" ao açude Pacajus. Para o traçado de cada um dos trechos de adução poderão também ser definidas diversas variantes.

3.1.2. Cartografia Básica Utilizada

A base cartográfica disponível para esta região constitui-se das cartas do IBGE em escala 1:100.000, cartas do INCRA em escala 1:20.000 e cartas do AUMEF (SEDURB) em escala 1:10.000.

As cartas em escala 1:100.000 foram utilizadas somente no início da etapa de viabilidade para identificar a região de abrangência do traçado.

As cartas 1:20.000 foram digitalizadas e utilizadas na definição do caminhamento e do perfil das alternativas. As cartas disponíveis em escala 1:10.000 abrangem apenas uma pequena parte da região de interesse, por esse motivo forma as mesmas foram utilizadas apenas como informação complementar.

As informações geológicas foram extraídas do Mapa Geológico da Região Metropolitana de Fortaleza, do plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas em escala 1:250.000.

3.2. ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOTÉCNICOS RELATIVOS ÀS ALTERNATIVAS

3.2.1. Características Geológicas

3.2.1.1. Considerações Gerais

Geologicamente, o traçado do eixo do Sistema de Adução GAVIÃO/PECÉM, estende-se sobre dois grandes domínios litológicos: as coberturas sedimentares cenozóicas representadas pelo grupo Barreiras, pelas Coberturas Calúvio-eluviais, Pelas Aluviões, e as rochas Pré-Cambrianas do embasamento cristalino. Estas últimas são constituídas, principalmente pelos Complexos Gnáissico – Migmatítico e Granitóide – Migmatítico.

No desenvolvimento deste tópico, são a caracterização geológica e geotécnica sumárias dos terrenos ao longo do corredor das obras que comporão as duas principais alternativas concebidas no âmbito do Estudo de Viabilidade. A descrição detalhada das Formações Geológicas atravessadas pelo traçado do Eixo da Transposição Gavião/Pecém será efetuada para a alternativa selecionada e, delineada em todos os seus aspectos no bojo do Projeto Básico/Executivo.

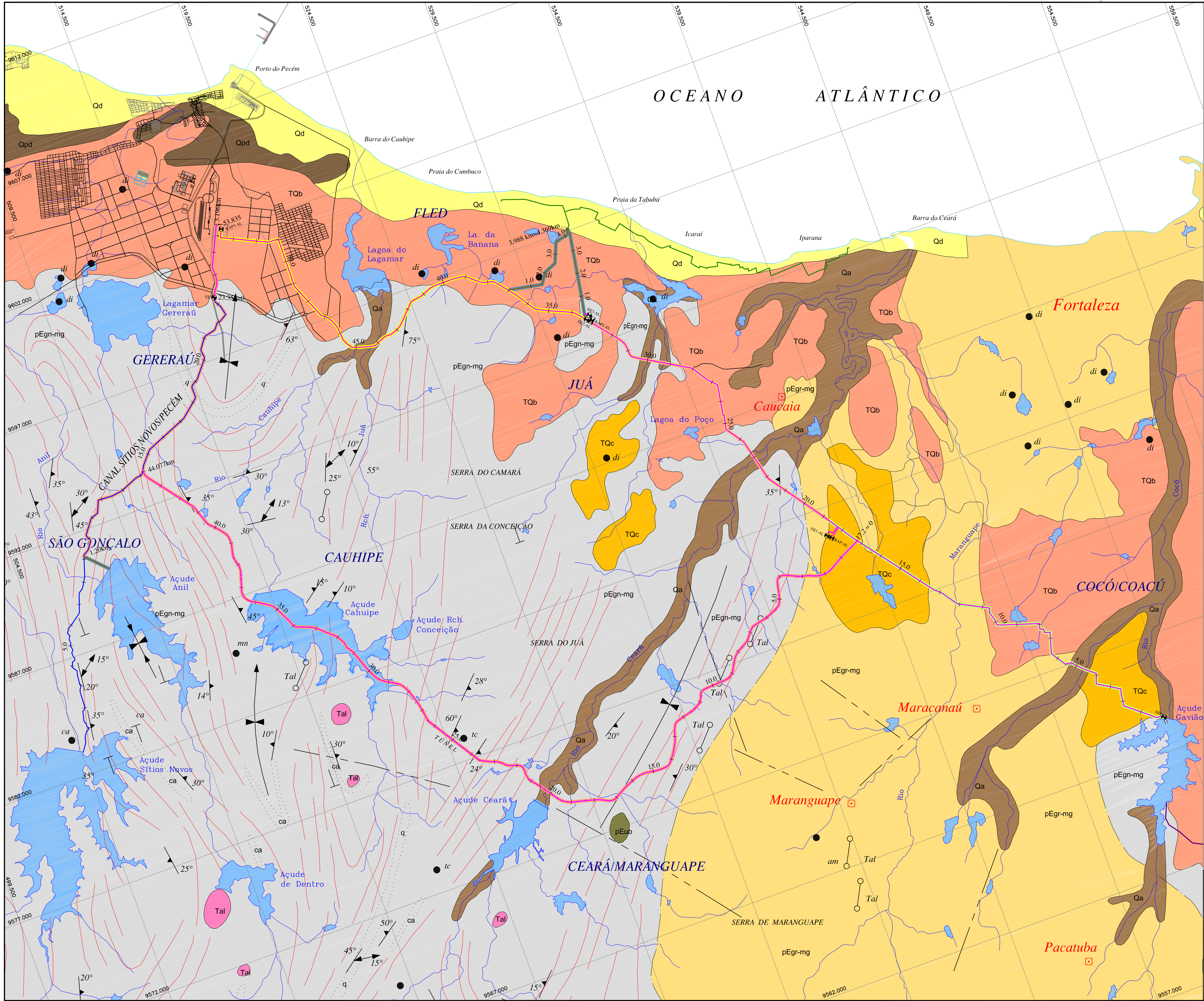
No Mapa 3.2, apresentam-se, ao longo dos traçados dos eixos alternativos do sistema de adução, a distribuição das unidades geológicas mencionadas anteriormente.

3.2.2. Unidades Litoestratigráficas

3.2.2.1. Complexo Gnáissico – Migmatítico (pEgn – mg)

A associação petrotectônica denominada de Complexo Gnáissico – Migmatítico (Lima et. al., 1980 in Brandão, 1995) representa o embasamento cristalino com posicionamento no Proterozóico Inferior. Em termos geográficos é a unidade que ocupa maior área de distribuição ao longo do eixo das Alternativas Interior e Litorânea.

Litologicamente, o Complexo Gnáissico – Migmatítico é definido como uma seqüência constituída de gnaisses variados, em parte migmatizados, freqüentemente intercalados por níveis quartzíticos e carbonáticos.



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

Tob	Tobd	Tobd1
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso	Formação Faceira - conglomerados, arenitos e siltos com níveis de argilas e cascalhos.
Ta	Tsm	
Traquitos, Fonólitos, Essexitos e Tufos	Formação Serra do Martins - arenitos, conglomerados e lateritos.	

MESOZÓICO CRETÁCEO SUPERIOR

Kca
Formação Jandaíra - calcários e margas com intercalações de folhelhos, argilitos e evaporitos.
Kaa
Formação Agu - conglomerados e arenitos com intercalações de siltos, folhelhos, argilitos e calcarenitos no topo.
Kiran
Formação Antenor Navarro - conglomerados e arenitos com folhelhos e siltos no topo.
Kirs
Formação Souza - folhelhos e siltos com arenitos intercalados e níveis carboníferos.

PALEOZÓICO CAMBRO - ORDOVICIANO

EO
Grupo Jalbaras Indiviso
Conglomerados polimíticos, arenitos, folhelhos, argilitos e siltos.

PRÉ-CAMBRIANO INDEFERENCIADO

pEsa	pEgr	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmático	Complexo Granitóide Migmático	Complexo Independência

Rochas Plutônicas Granuladas

CONVENÇÕES

Contato Definido	Falha Indiscriminada	Branquissinal
Contato Provável	Falha Transcorrente	Sinclinal Inclinada
Contato Transicional	Falha Provável	Antidinal Inclinada
Contato Litológico	Falha Encoberta	Estrutura Antiforme
Atitude da Foliação	Fratura	Antiforme Com Calçamento
Foliação com Indicação do Calçamento da Lineação	Dique	Antiforme Com Duplo Calçamento
Traços de Foliação	Eixo de Sinclinal Normal	Estrutura Sinforme
Garimpo em Atividade	30°	Siniforme Com Calçamento
Garimpo Abandonado	Microdobramento Não Individualizado Com Indicação do Valor Angular do Calçamento do Eixo t	
Mina em Atividade	am Amianto	Mn Manganês
Mina Paralizada	ca Calcário	lc Talco
Ocorrência Mineral	di Diatomito	fp Feldspato
	cr Cromita	gf Grafita
	Sn Cassiterita	Li Lírio
		Be Berilo
		Mo Moscovita
		st Scheelita

FONTE: BRAGA et al., Geologia da Região Nordeste do Estado do Ceará - Projeto Fortaleza, Brasília, DNPM/CPRM, 1981, 123p.
 BRANDÃO, R.L., Mapa Geológico do Região Metropolitana de Fortaleza, Texto Explicativo Fortaleza, CPRM, 1995, 34p.
 CAMPOS et al., Projeto Rio Jaguaribe - Estados do Ceará, Rio G. do Norte e Paraíba, Brasília, DNPM, 1978, 149p.

CONVENÇÕES

Alternativa Inferior - trecho 01
Alternativa Inferior - trecho 02
Alternativa Inferior - trecho 03
Alternativa Superior
Trechos Complementares
Canal Sítios novos - Pecém
Limite dos Sub-Bacias e Bacias Independentes
Sede Municipal
Pontos de Locação
Açudes
Lagoas
Cursos d'Água (Rios e Riachos)

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

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

ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

ESTUDO DE VIABILIDADE DO TRECHO OESTE

TÍTULO: **Mapa 3.2**
Mapa Geológico

ESCALA: 1/75.000 DATA: NOVEMBRO/2001 CONTRATO: 008/PROGERIRH/PILOTOCE/SRH/2000 Nº DO DESENHO: -



Observa-se o predomínio de biotita-gnaisses com ou sem muscovita, anfibólio, granada e sillimamita, muitas vezes servindo de encaixante para sheets de leuco-ortognaisses, pegmatóides e augen-ortognaisses. Subordinadamente ocorrem corpos anfibolíticos e calcassilcáticos em jazimentos lenticulares de pequenas dimensões, concordantes com o bandamento gnáissico.

Os termos migmatíticos mais comuns são os de estrutura bandada/dobrada, sendo constatados em menor proporção tipos mais evoluídos mostrando tendência a homogeneização. Os migmatitos ocorrem, em geral, intimamente associados aos demais litocomponentes da unidade.

Segundo Brandão (op. cit.), análise globalizada das rochas deste complexo mostra a atuação de processos metamórficos e deformacionais, que em escala regional são compatíveis com a fácies anfibolito, e uma anisotropia estrutural representada por uma foliação resultante de deformação dúctil ou plástica em regime de cisalhamento simples.

3.2.2.2. Complexo Granitóide Migmatítico (pEgr-mg)

Litologicamente esta unidade é composta por granitóides diversos, migmatitos (diatexitos dominantes) e gnaisses migmatíticos. Ocorre a Sudoeste de Fortaleza, abrangendo as regiões de Maranguape, Pacatuba e porção Norte do Maciço de Baturité e apresenta forma ovalada, com o eixo maior alinhado na direção NE-SW.

Do ponto de vista tectônico, o Complexo Granitóide – Migmatítico constituiu-se segundo Braga (1981), numa estrutura do tipo “domo gnáisse granítico” de Salop (1970), também, chamada de “domos gnáissicos manteados” de Eskola (in: Salop op. cit.), ou “domos migmatíticos” de Mehnert (1972).

Apresenta litotipos foliados na periferia, desde gnaisses e gnaisses migmatizados, até migmatitos metatexíticos, e núcleos granitóides nas porções centrais. A passagem de uma fácies para outra é gradual com perda de foliação dos gnaisses e migmatitos gnáissicos, para estruturas de fluxo e difusão dos migmatitos diatexíticos, até a homogeneização franca nos núcleos centrais, onde as rochas se enriquecem de uma blastese potássica, que propicia a formação de litotipos de composição próxima dos granitos.

Os contatos com as unidades circunjeantes são bruscos quando com os sedimentos do Grupo Barreiras, que recobrem discordantemente a porção setentrional da área de ocorrência, e

transicionais ou tectônicos, ou eventualmente bruscos, quando em contato com as rochas do complexo Gnássico – Migmatítico. Nos contatos transicionais, ocorre quase sempre uma faixa marginal onde se observa a mudança de rochas amplamente foliadas para aquelas mais migmatizadas.

3.2.2.3. Grupo Barreiras (TQb)

O Grupo Barreiras ocorre por toda a região costeira das Bacias Metropolitanas, constituindo uma faixa grosseiramente paralela à linha da costa. Ocorre capeando em discordância erosiva angular as rochas do embasamento cristalino, sendo capeado na linha da costa pelo cordão litorâneo de dunas, através de discordância, e no interior passa transicionalmente, em alguns pontos, para as Coberturas Colúvio-Eluviais Indiferenciadas. Afloramentos na linha da praia, formando falésias, são observados nas praias de Iparana, Diogo e Morro Branco, entre outras.

Apresenta largura variável, chegando a penetrar cerca de 30,0 km em direção ao interior em sua porção oriental, sendo mais estreito na região situada a leste de São Gonçalo do Amarante, devido ao pronunciado avanço, em direção ao litoral, do maciço da Serra do Juá. Sua espessura, também, é bastante variável, fato decorrente do seu relacionamento com a superfície irregular do embasamento cristalino, aumentando em direção a costa. Apesar de apresentar espessuras consideráveis, em determinados trechos os vales entalhados pelos principais rios expõe o cristalino, refletindo, desta forma, um avançado estágio de erosão fluvial em toda a unidade sedimentar.

Litologicamente, a seqüência é representada por arenitos areno-argilosos, de coloração variegada, com matizes avermelhados, creme ou amarelados. A matriz apresenta material argiloso caulínítico, com cimento argiloso-ferruginoso, e as vezes, silicoso. A granulação varia de fina a média com horizontes conglomeráticos e incrustações lateríticas na base. Estes níveis lateríticos não tem cota definida, estando comumente associados aos níveis de percolação das águas subterrâneas.

Estruturalmente esta unidade apresenta-se horizontalizada, com estratificação indistinta, notando-se apenas um paralelismo entre níveis de constituição faciológica diferentes. Nos níveis de cascalhos, por vezes observa-se um incipiente organização em estruturas cruzadas e paralelas, bem como aumento de granulometria em direção à base (granodecrescência).

Em algumas áreas, observa-se a ocorrência de fontes de água no contato deste seqüência com os sedimentos arenosos de dunas, tendo como exemplo as praias de Iguape, Prainha e

das Fontes, situadas nos municípios de Aquiraz e Beberibe. Tais fontes são originadas pela percolação, sobre o material argiloso, de água absorvida pelas áreas sobrepostas.

3.2.2.4. Cobertura Colúvio-Eluviais (TQc)

As Coberturas Colúvio-eluviais apresentam distribuição irregular na área das Bacias Metropolitanas, estando representadas por manchas dispersas, assentadas diretamente sobre o embasamento cristalino, apresentando espessuras nunca superiores a 5m.

Morfologicamente caracterizam-se como tabuleiros aplainados com suaves ondulações, muitas vezes rebaixados ao nível da superfície cristalina. A semelhança morfológica com os sedimentos costeiros dificultam o traçado de um contato definido entre os dois tipos de sedimentos. Assim sendo, nas áreas mapeadas como representativas das coberturas colúvio-eluviais é possível encontrar resquícios de sedimentos do Grupo Barreiras.

Segundo BRAGA et al (1981) este sedimentos são litologicamente constituídos por um material areno-argiloso alaranjado e/ou avermelhado, de granulação fina a média, ocasionalmente mais grosseiro, inconsolidado, com horizonte laterizado na base. A matriz é areno-argilosa caulínica, com cimento argiloso e/ou ferruginoso. São constituídos por grãos de quartzos imaturos, pouco desgastados, com ocasionais pontuações de opacas, palhetas de mica e grãos de feldspato em vias de alteração.

A ausência de estratificação, o caráter arcoseano, a morfocospia dos grãos de quartzo e a presença de minerais micáceos e feldspáticos caracterizam estes sedimentos como imaturos e, por outro lado, sugerem as condições climáticas semi-áridas a que foram submetidos a desagregação até os tempos atuais.

Nas áreas serranas, BRANDÃO (1995), distinguiu três zonas principais, onde predominam movimentos por componente gravitacional dominante: zona primária de fornecimento de clásticos grossos; zona de tálus a meia encosta que representa, ao mesmo tempo, área fonte e de deposição de detritos, com mistura de material coluvionar de granulação variada, se constituindo na área mais instável; e zona de deposição final, nas partes baixas das encostas, onde colocam-se cones de dejeção e depósitos de piemonte em condições de estabilidade. Tais depósitos são, geralmente, inconsolidados, mal classificados, formados por seixos, blocos, matações, grãos de areia e, às vezes, argilas impuras.

3.2.2.5. Depósitos Flúvio-Aluvionares (Qa)

Compreendem as faixas alongadas, estreitas e sinuosas depositadas nas calhas e nas margens do rio Cocó, Maranguapinho, Ceará, Anil, Juá e Cahuipe e dos riachos afluentes dos respectivos rios citados. As faixas são predominantemente orientadas seguindo NE e NNE, que iniciando-se no interior, alargam-se paulatinamente no sentido da zona litorânea, onde são seccionadas pela linha da costa.

Litologicamente, as aluviões estão representadas por argilas, areias argilosas, areias puras e cascalho. Estes sedimentos de origem fluvial, não consolidados, apresentado, portanto natureza e granulometria variada, formados por camadas estratificadas sem disposição preferencial.

3.2.3. Caracterização Geológica do Eixo das Alternativas

3.2.3.1. Alternativa A1 – Traçado Litorâneo

O Sistema Adutor formado pela Alternativa A1 – Traçado Litorâneo é composto integralmente por tubulações adutoras, desenvolvendo paralelamente ao litoral, com cotas mais baixas, no sentido leste oeste, atravessando zonas urbanizadas dos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Maranguape e Caucaia, com extensão total de 53,97 km, acompanhando no seu trecho final a Via Estruturante, alimentando o sistema de abastecimento das Praias Oeste e do Complexo Turístico, a partir da derivação a direita em direção às praias no km 33,35 e prosseguindo rumo Oeste até atingir à área de reservação da ETA Pecém do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, com trecho final reversível.

No decorrer do traçado foram definidos três trechos principais (T) e dois trechos complementares (TC), cujas principais características geológicas dos terrenos que ocorrem ao longo de cada trecho são descritas a seguir:

Trecho Principal T1

Inicia-se na captação flutuante, a montante do eixo da barragem do açude Gavião, estendendo-se por 18,81 km, até a obra de reservação da futura ETA Oeste da Região Metropolitana de Fortaleza. Do km 0,00 ao km 4,70 o traçado do sistema encontra-se assentado sobre a formação representada pelas Coberturas Calúvio-Eluviais (TQc), entre os km 4,70 e 5,20 ocorre uma estreita faixa Aluvionar dominada por um riacho afluente do rio Cocó. Do Km 5,20 ao km 6,30, o traçado se sobrepõe sobre uma estreita faixa do Complexo

Granitóide Migmatítico (pEgr-mg), voltando a se desenvolver, do km 6,30 ao km 10,90 sobre as chapadas de relevo suave pertencentes à Formação Barreiras. A formação geológica constituída pelo Completo Granitóide-Migmatítico (pEgr-mg) acompanha o trecho compreendido entre os km 10,90 a 13,60.

A partir do Km 13,60 ao km 18,81, numa extensão de 5,21 km, predominam os terrenos geológicos da formação Tércio-Quaternário constituídos pelas Coberturas Calúvio-Eluviais (TQc).

Trecho Principal T2

Estende-se por 14,53 km, iniciando-se no local da obra de reservação da futura ETA Oeste que alimentará a Região Metropolitana de Fortaleza até o reservatório apoiado de derivação para abastecimento das Praias Oeste e Complexo Turístico do Litoral Oeste, situado a altura do km 33,35. O início do 2º trecho dá-se sobre terrenos geológicos pertencentes ao Complexo Granitóide-Migmatítico (pEgr-mg), numa extensão 1,29 km, a partir do km 18,81 ao km 20,10, passando para o Complexo Gnáissico-Migmatítico (pEgn-mg) do km 20,10 ao km 22,70, com extensão de 2,60 km, quando então a citada formação é interrompida pela faixa Aluvionar representado pelo rio Ceará do km 22,70 ao km 23,20, prosseguindo deste até alcançar o km 24,60 com 1400m de extensão, passando a partir deste ponto (km 24,60) a se desenvolver sobre terrenos sedimentares pertencentes à Formação Barreiras por 3,90 km até atingir o km 28,50. Os 4.850m finais do 2º trecho é entrecortado pelas seguintes formações geológicas: o Complexo Granitóide Migmatítico (pEgr-mg) ocorre em faixas intercalares situadas entre os km 28,50 a 29,30, 29,80 a 30,10, 30,40 a 31,80 e, finalmente do km 32,60 ao km 33,35; as faixas Aluvionares encontram-se compreendidas entre os km 29,30 a 29,80 e do km 30,10 a 30,40; e a Formação Barreiras (TQb) encontra-se posicionada entre os km 31,80 a 32,60.

Trecho Principal T3

Compreende a parte final do traçado do eixo principal que se estende do km 33,35, onde se encontra posicionado o reservatório apoiado de derivação para abastecimento da ETA das Praias Oeste e do Complexo Turístico do Litoral Oeste ao km 53,97, local de implantação da ETA Pecém. A partir do km 33,35 o traçado da Alternativa A1 se desenvolve paralelo e bastante próximo à linha de praia com uma distância média de 5,0 km e com predomínio da Formação Barreiras (TQb) em mais de 90% deste trecho final, compreendido entre os km 33,35 e 53,97, caracterizando-se morfologicamente por apresentar um feição de relevo constituído por tabuleiros aplainados com suaves ondulações. Ao longo da faixa de domínio do eixo final

adutor, ocorrem faixas intercalares bastante estreitas e dominadas pelo Complexo Granitóide-Migmatítico (pEgr-mg) do km 40,30 ao km 44,40 e do km 45,20 ao km 45,90 e por Sedimentos Aluvionares (Qa), dominados pelo rio Cahuipe e pelo riacho Juá, que cortam a faixa compreendida entre o km 44,40 e o km 45,20.

Trecho Complementar TC1

É formado pelo sistema adutor que abastece a ETA das Praias Oeste, localizada junto a lagoa de Parnamirim, estendendo-se por 3,98 km, a partir do reservatório de derivação, situado no km 33,35. Da sua extensão total, os primeiros 900m encontram-se geologicamente definidos sobre o domínio dos terrenos pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico (pEgn-mg), o restante, 3,08km, encontra-se posicionado sobre sedimentos arenosos da Formação Barreiras (TQb).

Trecho Complementar TC2

É representado pelo sistema adutor que faz a interligação do açude Anil com o Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém numa extensão total de 1200m que se desenvolve integralmente sobre os terrenos geológicos denominados Complexo Gnáissico Migmatítico (pEgn-mg).

3.2.3.2. Alternativa A2 – Traçado Interior

O Eixo adutor constituído pela Alternativa A2 – Traçado Interior, é um sistema misto formado por adutoras e canais, numa extensão 61,28 km. O traçado desta alternativa faz a interligação dos açudes Cahuipe, Anil e Sítios Novos, desenvolvendo-se inicialmente no sentido leste-oeste quando inflete, a altura do km 17, no sentido norte-sul até próximo a travessia do rio Ceará no km 34, a jusante da futura barragem Ceará. A partir deste ponto toma novamente o sentido leste-oeste até atingir o Canal Sítios Novos/Pecém no km 14,30, Quando então, o sistema desenvolve-se com a utilização da ampliação do Sistema Adutor Principal Sítios Novos/Pecém. Para esta alternativa foram definidas 03 (três) trechos principais (T) e 02 (dois) trechos complementares (TC), cujas principais características geológicas dos terrenos que servem de embasamento para o sistema de adução, são descritas a seguir:

Trecho Principal T1

O seu traçado confunde-se com o traçado inicial da Alternativa A1 – Traçado Litorâneo, apresentando, portanto, idênticas condições geológicas. A sua extensão alcança 17,20 km constituído integralmente por adução em recalque.

Trecho Principal T2

O sistema adutor é constituído integralmente por canais e suas obra tipo bueiro, sifão, túnel para travessia dos acidentes geográficos. É importante ressaltar, que 7,45 km do sistema terá aproveitamento integral da bacia hidráulica do açude Cahuipe. O traçado do eixo correspondente ao 2º trecho desenvolve-se ao longo de 44,08 km, quase que totalmente em terrenos geológicos originários do Complexo Gnáissico-Migmatítico (pEgn-mg). Fazem exceção o trecho inicial e a travessia do rio Ceará. No trecho inicial do km 17,20 ao km 19,20 o traçado encontra-se basificado nos terrenos geológicos originários das Coberturas Colúvio-Eluviais (TQc).

Em todo o restante do trecho, excetuando-se a faixa intercalar de origem Aluvionar (Qa), correspondente a travessia do rio Ceará entre os km 35,62 e 36,20, predominam os terrenos geológicos constituídos a partir do Complexo Gnáissico-Migmatítico (pEgn-mg).

Trecho Principal T3

O trecho final correspondente ao T3, desenvolve-se em toda a sua extensão a partir do aproveitamento integral com ampliação do Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém implantado.

Trecho Complementar TC1

Confunde-se no seu traçado com o trecho complementar TC2 da Alternativa A1 – Traçado Litorâneo apresentam, portanto condições geológicas idênticas e dominado pelos terrenos originários do Complexo Gnáissico Migmatítico (pEgn-mg).

Trecho Complementar TC2

Confunde-se, ao longo do seu traçado, com o final do trecho principal T3 e com o trecho complementar TC1 da Alternativa A1 – Traçado Litorâneo. Estende-se do reservatório apoiado da ETA Pecém, passando pelo reservatório apoiado de derivação das Praias Oeste e do Complexo Turístico do Litoral Oeste, no km 17, e alcançando a Estação de Tratamento de Água das Praias Oeste, localizada junto à lagoa de Parnamirim, após percorrer 21,37 km.

A partir do reservatório apoiado da ETA Pecém o traçado se desenvolve em terrenos sedimentares da Formação Barreiras (TQb) até o km 8,10 quando, então é interrompida pela intercalação de terrenos pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico (pEgn-mg) do km 8,10 ao km 8,80 e do km 9,60 ao km 13,70 e aos Sedimentos Aluvionares formados pelos rios Juá e Cahuipe, entre os km 8,80 e 9,60.

Do Km 13,70 ao final do trecho, no km 21,37, predominam os sedimentos arenosos e argilo-arenosos da Formação Barreiras (TQb), numa extensão de 7,67 km.

3.2.4. Caracterização Sumária das Condições Geotécnicas do Eixo das Alternativas

3.2.4.1. Considerações Gerais

As investigações geotécnicas realizadas para as Alternativas A1 – Traçado Litorâneo e A2 – Traçado Interior compreenderam basicamente a execução de sondagens a pá e picareta e aprofundamento a trado até a profundidade mínima de 4,0 m ou até o contato lítico. Foram realizadas no total, ao longo do caminhamento das duas alternativas, 20 observações em pontos pré-locados com GPS, com coleta e classificação expedita do material, conforme pode ser observado nas figuras contidas no Anexo I – Caracterização Geológica–Geotécnica das Sondagens do Eixo das Alternativas.

No âmbito do projeto, as condições geológicas prevaletentes ao longo dos traçados concebidos para as duas alternativas, dividem-se essencialmente, conforme descrição das formações geológicas mencionadas na seção anterior, em dois universos cujas características exercerão forte influência na concepção das feições típicas das fundações, taludes e materiais de construção que se encontrarem sob seu domínio: as Formações Pré-Cambrianas relacionadas ao Complexo Granitóide–Migmatítico (pEgr-mg) e ao Complexo Gnáissico Migmatítico (pEgn-mg) e Coberturas Sedimentares do Cenozóico correlacionadas, às Coberturas Colúvio-Eluviais e ao Grupo Barreiras Indiviso, ambos do Tércio-Quaternário e as Faixas Aluvionares do Quaternário.

Nos terrenos sob domínio do Pré-Cambriano Indiferenciado ou Cristalino, as espessuras dos solos residuais tendem a ser reduzidas, o que poderá resultar, para os trechos em escavação, em maiores custos de investimentos para o projeto. O topo da rocha sã é encontrado normalmente em profundidades variáveis, em função da ocorrência de diferentes espessuras de rocha alterada, como pode ser observado pela descrição das sondagens realizadas.

Nas formações sedimentares sob domínio do Cenozóico representado no Quaternário pelas Aluviões e no Tércio-Quaternário pelas Coberturas Colúvio-Eluviais e pelo Grupo Barreiras Indiviso ocorre, normalmente uma maior espessura de solos escaváveis.

3.2.4.2. Caracterização Geotécnica dos Traçados das Alternativas

Alternativa A1 – Traçado Litorâneo

No terço do inicial traçado predominam as Coberturas Colúvio-Eluviais e os terrenos da Formação Barreiras com predomínio desta última nos dois terços finais, ocorrendo pontualmente ao longo do corredor, terrenos do embasamento cristalino. Do ponto de vista geotécnico os terrenos predominantes ao longo do eixo inferior ou litorâneo, em sua maioria constituídos por sedimentos arenosos, silto-arenosos, silto argilosos e siltosos, apresentam características físicas favoráveis a formação de materiais de 1ª e 2ª categorias nas camadas superficiais e sub-superficiais, excetuando-se os pontos de travessia do eixo formados pelo embasamento cristalino que se caracterizam por apresentarem núcleos de rocha resistentes constituindo certamente trechos de difícil travessia pela obra.

Alternativa A2 – Traçado Interior

Do ponto de vista geotécnico o traçado da Alternativa Interior apresenta características físicas altamente desfavoráveis à formação de materiais de 1ª e 2ª categorias. Ao contrário do traçado da Alternativa Litorânea quando os dois terços finais encontram-se assentados em formações sedimentares, nesta predomina o embasamento cristalino constituído pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico (pEgn-mg) e pelo Complexo Granitóide-Migmatítico (pEgr-mg), cujas rochas mostram a atuação de processos metamórficos e deformacionais ocasionando apenas superficialmente a formação de materiais escaváveis de 1ª e 2ª categorias, assentes sobre núcleo de rocha sã ou em decomposição, constituindo extensos trechos de difícil travessia da obra, em função principalmente, da alternativa por canal com obras de travessia de rios e riachos que exigem grandes escavações.

3.3. CONCEPÇÃO E APRESENTAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE ADUÇÃO

Foram formuladas duas macro-alternativas para fundamentar o traçado do Eixo Oeste ou do Sistema Gavião/Pecém, denominadas respectivamente de Alternativa 1 – Traçado Litorâneo e Alternativa 2 – Traçado Interior. Descreve-se, a seguir, as principais características das alternativas concebidas.

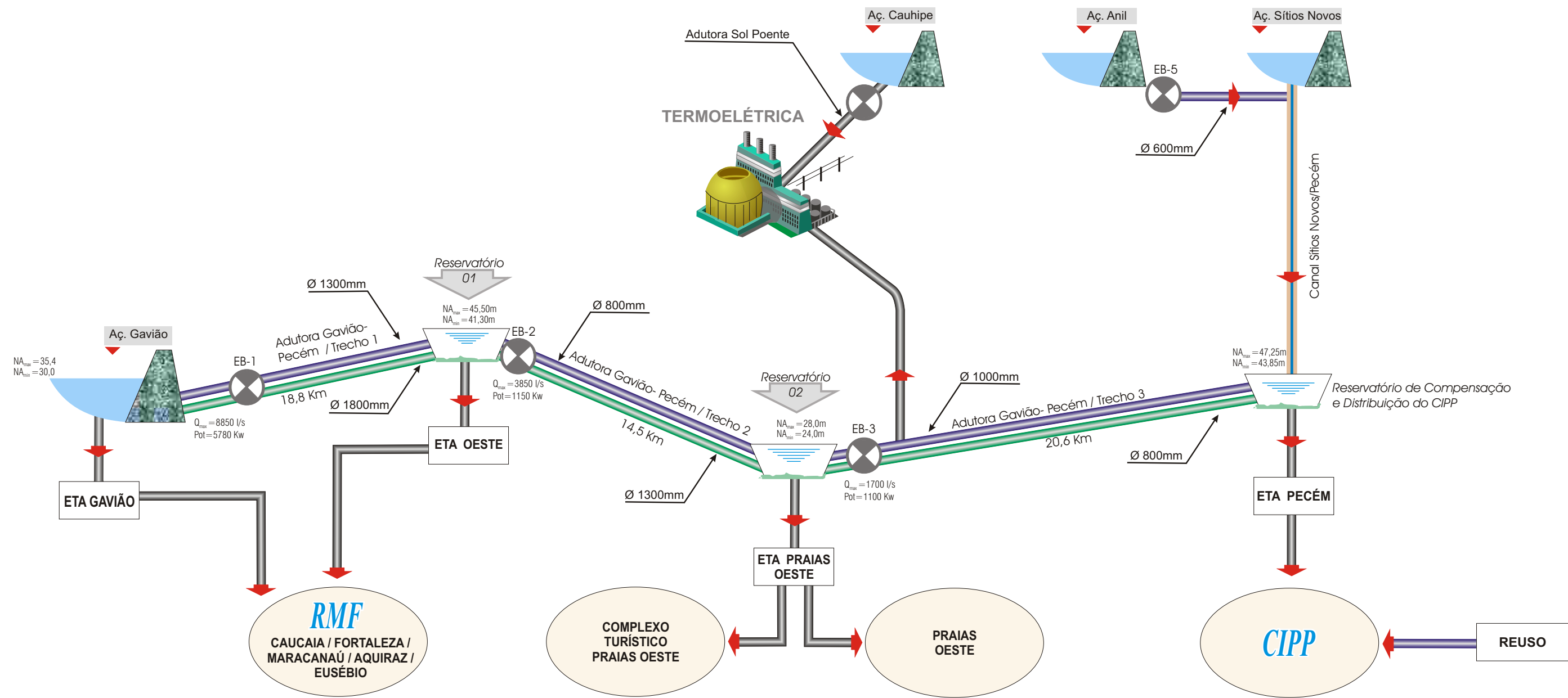
3.3.1. Alternativa 01 – Traçado Litorâneo

O eixo adutor composto pela Alternativa 1 – Traçado Litorâneo, desenvolve-se no sentido leste-oeste, a partir da captação flutuante no açude Gavião, através de sistemas adutores constituídos por tubulações em recalque ou gravitária com extensão de 53,97km. O traçado estende-se paralelamente ao litoral, atravessando zonas urbanizadas dos municípios de Fortaleza, Maracanaú, Maranguape e Caucaia, acompanhando no seu trecho final a Via Estruturante, com derivação a direita no km 33,35 para alimentação do sistema de abastecimento das Praias Oeste e do Complexo Turístico e, prosseguindo rumo oeste até atingir à área de reservação da ETA Pecém do Complexo Industrial e Portuário do Pecém, com trecho final reversível.

Esta alternativa é composta, ainda, por 02 (dois) trechos complementares TC1 e TC2. O primeiro trecho complementar TC1 corresponde ao Sistema de Adução formado pelas Praias Oeste e pelo Complexo Turístico. O trecho complementar TC2 é constituído pela obra de interligação do açude Anil ao Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém. Na Figura 3.1 – Diagrama Esquemático pode-se observar o croquis do traçado do eixo adutor formado pela Alternativa 1 – Traçado Litorâneo.

Na Figura 3.2 – Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Planta Geral e Perfil dos Trechos T1, T2, T3 são apresentadas as características principais da alternativa.

Na concepção da alternativa foram definidos 03 (três) trechos principais e 02 (dois) trechos complementares, já citados anteriormente, objetivando o estudo dos principais elementos básicos componentes de cada trecho. No Quadro 3.1 são apresentadas as características e os elementos dos componentes básicos da alternativa. A seguir, são descritas sucintamente as características relevantes dos componentes básicos dos trechos principais e complementares.



LEGENDA	
	1ª Etapa
	2ª Etapa
	Sistemas Integrados

Figura 3.1

Eixo de Integração Castanhão - RMF

Trecho Oeste: Açude Gavião - Pecém

ALTERNATIVA 01

TRAÇADO LITORÂNEO

3.3.1.1. Captação

A captação deverá ser implantada a montante da ombreira esquerda do barramento do açude Gavião e compõe-se basicamente de uma estação elevatória, montada sobre flutuantes, e adutoras de recalque aduzindo as vazões demandadas para um ponto alto, às margens da bacia hidráulica, local onde terá início a adução, integralmente por recalque no primeiro trecho.

O sistema de bombeamento será composto por 04 (quatro) bombas ativas e 01 (uma) de reserva, em final de plano, e apresentando as seguintes características: $q_{total}=8,85m^3/s$, $q_{unitária}=2,22m^3/s$, altura manométrica total = 54m.c.a, potência unitária = 1.900 cv, potência total instalada = 7.600 cv. A implantação será feita por fases, em função das vazões demandadas, de tal forma que no ano 1 (2003) ocorrerá a instalação de uma bomba ativa e uma de reserva, no ano 11 (2013) entrará em funcionamento a segunda bomba ativa, no ano 14 (2016) a terceira bomba ativa, ficando a quarta bomba ativa para o ano 17 (2019), quando se completará a montagem da estação elevatória para o horizonte de projeto previsto. Na Figura 3.3 Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Captação e do Trecho T1, apresentam-se os dados e características principais da captação da Alternativa Litorânea e os cálculos hidráulicos do trecho em tubulação.

3.3.1.2. Trecho Principal T1

O trecho principal T1 que se estende do açude Gavião, onde se encontra localizada a captação flutuante, ao reservatório apoiado, situado no km 18,81, destinado ao abastecimento da futura ETA Oeste, será composto por 02 (duas) adutoras em recalque, implantadas em etapas distintas, apresentando as seguintes características:

- 1ª Etapa - ano 1 (2003): prevista a implantação da primeira adutora com \varnothing 1.300mm, extensão de 18,81km e vazão inicial de 200 l/s, alcançando 1.480 l/s ao final da 1ª etapa no ano 7 (2009);
- 2ª Etapa - ano 8 (2010): deverá ser implantada, paralela a primeira adutora, a segunda linha de adutora com \varnothing 1800mm e extensão de 18,81km. A vazão total demandada pelo sistema adutor no início da 2ª etapa é de 2.250 l/s, atingindo ao final desta etapa, a vazão total de 8.850 l/s.

O reservatório apoiado terá os seguintes níveis: $N_{\text{Amin}}=41,30$ e $N_{\text{Amáx}}=45,50$. Ao final da 1ª etapa – ano 7 (2009), a linha piezométrica apresentará os seguintes valores para as cotas de montante e jusante, respectivamente, 74,00 e 49,50. Para o final da 2ª etapa – ano 20 (2023) as cotas piezométricas de montante e jusante atingirão os respectivos valores de 83,60 e 47,50.

Na Figura 3.3 são apresentadas as principais características hidráulicas do trecho T1.

3.3.1.3. Trecho Principal T2

O trecho principal T2 inicia-se no reservatório apoiado da futura ETA Oeste, no km 18,81, estendendo-se até o reservatório apoiado de derivação das praias Oeste e do Complexo Turístico, no km 33,35, numa extensão total de 14,53km. O sistema de adução será composto por 02 (duas) adutoras que funcionarão, inicialmente em regime gravitário, passando em final de plano – ano 14 (2016), para adução em recalque, em função da evolução das vazões demandadas e da carga disponível. As adutoras deverão ser implantadas em etapas distintas, apresentando as seguintes características:

- 1ª Etapa - ano 1 (2003): prevista a implantação da primeira adutora com \varnothing 800mm, extensão de 14,53km e vazão inicial de 10 l/s, alcançando 240 l/s ao final da 1ª etapa no ano 5 (2007);
- 2ª Etapa - Ano 6 (2008): Prevista a implantação da segunda linha de adutora, paralela à primeira, com \varnothing 1.300mm e extensão de 14,53km. A vazão total demandada a ser aduzida pelo sistema no início da 2ª etapa alcança 600 l/s, atingindo ao final desta etapa, a vazão total de 3,85m³/s. O diferencial de 5,0 m³/s, entre a vazão bombeada pela elevatória do Gavião de 8,85m³/s e a vazão aduzida no 2º trecho corresponde a demanda a ser atendida na ETA Oeste.

O sistema funcionará gravitariamente até o ano 14 (2016), quando será iniciada a implantação da estação elevatória EE1-AL que terá as seguintes características: $q_{\text{total}}=3,85\text{m}^3/\text{s}$, número de bombas = 4A + 1R, $q_{\text{unitária}}=970$ l/s, Altura Manométrica Total = 24,80 m.c.a, potência unitária = 400 cv, potência total instalada = 1600 cv.

As linhas piezométricas que se estabelecem apresentam as seguintes condições hidráulicas:

- Em regime gravitário com as vazões variando de 10 l/s, no ano 1 (2003), a 1790 l/s, no ano 12 (2014), e as duas adutoras implantadas, os valores corresponderão:
 - do ano 1 (2003) ao ano 5 (2007) com a adutora \varnothing 800 em funcionamento, a piezométrica de montante em final de etapa, encontra-se na cota 41,30 correspondente ao $NA_{\text{mínimo}}$ do reservatório apoiado da ETA Oeste e a piezométrica de jusante na cota 37,30, acima portanto, do $NA_{\text{máximo}}$ do reservatório apoiado de derivação das Praias Oeste que encontra-se na cota 28,00;
 - do ano 6 (2008) ao ano 12 (2014) com as vazões variando de 500 l/s, no ano 6 (2008) a 1790 l/s, no ano 12 (2014) e as duas adutoras implantadas, a piezométrica de montante, em final de etapa, encontra-se, como a anterior, na cota 41,30 corresponde ao $NA_{\text{mínimo}}$ do reservatório apoiado da ETA Oeste e a piezométrica de jusante na cota 31,20, acima portanto, do $NA_{\text{máximo}}$ do reservatório apoiado de derivação das Praias Oeste que encontra-se na cota 28,00.
- Com fluxo em recalque e as vazões variando de 2010 l/s (ano 2015) a 3850 l/s (ano 2023) a linha piezométrica apresentará como cota de montante 73,00 e como cota de jusante 29,80, atendendo as condições hidráulicas necessárias para funcionamento em recalque.

Na Figura 3.4 são apresentadas as características do trecho principal T2 compreendendo as Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE1-AL e do Trecho Principal T2.

3.3.1.4. Trecho Principal T3

O trecho principal T3 tem o seu início no reservatório apoiado de derivação das Praias Oeste e do Complexo Turístico, no km 33,35, desenvolvendo-se por 20,62 km, até alcançar o reservatório apoiado da ETA Pecém do Complexo Industrial e Portuário do Pecém que corresponde ao ponto final do trecho.

O trecho T3 apresenta-se com fluxo reversível, em função da evolução das vazões demandadas, sendo composto por duas adutoras, implantadas em etapas distintas e com as seguintes características hidráulicas:

- 1ª Etapa – ano 1 (2003): deverá ser implantada nesta etapa a primeira linha de adutora com \varnothing 1.000mm, extensão de 20,62km e vazão inicial de 300 l/s, atingindo a vazão máxima de 700 l/s no ano 4 (2006), a partir do qual a evolução das vazões se torna decrescente, alcançando no final da 1ª etapa ano 9 (2011) a vazão de 50 l/s. Nesta etapa o fluxo é gravitário e no sentido oeste-leste, ou seja, do reservatório apoiado da ETA Pecém em direção ao reservatório apoiado de derivação das Praias Oeste e do Complexo Turístico;
- 2ª Etapa – ano 10 (2012): o fluxo deixará de ser gravitário, passando a vazão demandada a fluir por recalque, no sentido leste-oeste, ou seja, do reservatório de derivação das Praias Oeste e do Complexo Turístico em direção ao reservatório apoiado da ETA Pecém, quando deverá ser implantado o primeiro conjunto elevatório. No ano 16 (2018) quando a vazão atingir 800 l/s deverá ocorrer a implantação da segunda linha de adutora paralela a primeira com \varnothing 800mm, extensão de 20,62km e vazão prevista para final de plano ano 2023 de 1700 l/s. A estação elevatória EE2-AL deverá estar concluída no ano 2023 apresentando as seguintes características: $q_{total}=1700$ l/s, número de bombas = 4A + 1R, $q_{unitária}=425$ l/s, potência unitária = 400 cv, potência total instalada = 1600 cv.

Do início da 1ª etapa até o ano 4 (2006) o fluxo será gravitário com vazões crescentes, oriundas do Sistema Sítios Novos/Pecém, destinadas ao abastecimento das Praias Oeste e do Complexo Turístico. A partir do ano 5 (2007) ao ano 9 (2011) o fluxo continuará sendo gravitário, porém com vazões decrescentes complementares até atingir um valor mínimo de 50 l/s. Nesse período as Praias Oeste e o Complexo Turístico estarão sendo abastecidos pelo Sistema Sítios Novos/Pecém e pelo Sistema Gavião simultaneamente. A partir do ano 10 (2012) as Praias Oeste e o Complexo Turístico estarão sendo abastecidos totalmente pelo Sistema Gavião e as vazões demandadas pelo CIPP começarão a ser complementadas pelo citado sistema, quando então, o fluxo se reverterá, atingindo a vazão máxima em 2023, da ordem de 1.700 l/s.

A linha piezométrica no final da etapa de fluxo gravitário, ano 9 (2011), terá como cota de montante 43,85, correspondendo ao NAMínimo do reservatório apoiado da ETA Pecém e com cota de jusante 31,70, superior portanto ao NAMáximo do reservatório apoiado de derivação, que se encontra na cota 28,00, com diferencial de carga disponível total de 15,85m.

A linha piezométrica no final da etapa de fluxo em recalque, ano 2023, terá como cota de montante 76,90, no reservatório apoiado de derivação e como cota de jusante 49,30, no reservatório apoiado da ETA Pecém, superior ao nível de água máximo que se encontra na cota 47,25.

As características principais do trecho T3 e da estação elevatória EE2-AL são mostradas na Figura 3.5 – Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE2-AL e do Trecho Principal T3. O traçado do eixo com o respectivo perfil encontram-se apresentados na Figura 3.2 – Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Planta Geral e Perfil dos Trechos T1, T2, T3.

3.3.1.5. Trecho Complementar TC1

O trecho complementar TC1 representa o sistema que abastecerá a ETA das Praias Oeste e do Complexo Turístico do Litoral Oeste. A obra será composta por uma adutora alimentada a partir de uma estação elevatória EE3-AL que recalcará, em final de plano, ano 2023, a partir do reservatório apoiado de derivação, a vazão de 497 l/s que abastecerá a ETA Praias Oeste, localizada às margens da lagoa Parnamirim. No reservatório apoiado de derivação, também, deverá ser implantada a elevatória que aduzirá água destinada ao abastecimento do Complexo Turístico do Litoral Oeste.

O sistema será integralmente em recalque e deverá apresentar, em final de plano, as seguintes características:

- Estação Elevatória (EE3-AL): $q_{total}=497$ l/s, número de bombas = 2A + 1R, $q_{unitária}=250$ l/s, Altura Manométrica Total = 25 m.c.a, potência unitária = 100 cv, potência total = 200 cv.
- Adutora de Recalque: diâmetro = \varnothing 600 mm, $q_{total}=497$ l/s, perda de carga máxima = 3,8 m/km, comprimento = 3,7 km

A linha piezométrica, em final de plano, terá como cota de montante 49,20, no reservatório apoiado de derivação e como cota de jusante 35,10, na ETA das Praias Oeste, junto a lagoa de Parnamirim. O nível mínimo necessário para atendimento da ETA das Praias Oeste encontra-se na cota 30,00.

As características principais do trecho complementar TC1 e da estação elevatória EE3-AL são mostradas na Figura 3.6 – Alternativa 1 – Traçado Litorâneo – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE3-AL e do Trecho Complementar TC1.

3.3.1.6. Trecho Complementar TC2

O trecho complementar TC2 é constituído pela obra de interligação do açude Anil com o Canal Sítios Novos/Pecém. A obra será composta basicamente por uma estação elevatória com $q = 0,195\text{m}^3/\text{s}$, A.M.T = 5 m.c.a, número de bombas 2A +1R, $q_{\text{bomba}}=100\text{ l/s}$, potência unitária = 50 cv, potência total instalada = 100 CV, adaptada à tomada d'água do açude Anil e recalçando através de uma adutora com 1,2km, $\varnothing 600\text{mm}$. Os níveis de água na barragem oscilarão, entre o $N_{\text{Amin}}=28,00$ e o $N_{\text{Amáx}}=35,00$. O nível d'água no canal Sítios Novos/Pecém, na obra de interligação encontra-se na cota = 30,10. A implantação do sistema está prevista para o ano 1 (2003). Os dados e características principais desse trecho complementar são apresentados na Figura 3.7 – Alternativa 1 – Traçado Litorâneo– Memórias de Cálculo do Dimensionamento e principais Características da Estação Elevatória EE4-AL e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar TC2.

3.3.2. Alternativa 02 - Traçado Interior

O eixo adutor formado pela Alternativa 2 – Traçado Interior, desenvolve-se no sentido leste-oeste, a partir do açude Gavião, fazendo a interligação dos açudes Cahuipe, Anil e Sítios Novos, através de sistemas mistos constituídos por canais e adutoras. A altura do km 17 , inflete no sentido norte-sul até próximo a travessia do rio Ceará km 37, a jusante da barragem de mesmo nome quando novamente toma o sentido leste-oeste até alcançar o canal Sítios Novos/Pecém a altura do km 14,30, após percorrer uma extensão de 61,28 km. Desse ponto em diante, o sistema desenvolve-se a partir da ampliação do Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém até atingir o Reservatório Apoiado da ETA Pecém do CIPP. Esta alternativa apresenta dois trechos complementares constituídos respectivamente, pela interligação do açude Anil ao canal Sítios Novos e pelo sistema de adução que irá abastecer as Praias Oeste e o Complexo Turístico, a partir do reservatório apoiado localizado na área da ETA Pecém. Na Figura 3.8 – Diagrama Esquemático pode-se observar o croquis do traçado do eixo adutor constituído pela Alternativa 2 – Traçado Interior.

Na concepção da alternativa definiram-se 03 (três) trechos principais e 02 (dois) trechos complementares objetivando o estudo dos elementos componentes de cada trecho. No Quadro 3.2 apresentam-se as características e os componentes básicos da alternativa. Descrevem-se, a seguir, sucintamente as principais características dos trechos ou componentes:

Figura 3.7 - Alternativa 01 - Traçado Litorâneo - Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE4-AL do Trecho TC2

ADUTOR ANIL->CANAL STNV-PECÉM	1a Etapa	2a Etapa	Total
Vazão de Projeto 1a Etapa (l/s)	195		195
Diâmetro da Tubulação (mm)	600		600
Perda de Carga (m/Km)	0,70		0,70
Comprimento (m)	1200		1200
Velocidade Máxima (m/s)	0,7		0,7

V.P. CUSTOS	
TOTAL	808.096
TUBULAÇÃO	452.472
EB+ENERGIA	365.545
EB+TUBULAÇÃO	578.756

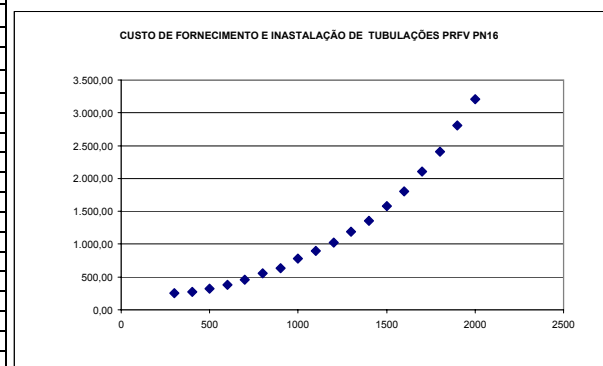
Fase1 2003

Estação de Bombeamento EE4-AL	
Desnível Geométrico (m)	2,1
Perda de Carga Total (m)	5
Número Total de Bombas	2
Vazão Unitária de Cada Bomba (l/s)	100
Potência Unitária de Cada Bomba (kw)	32
Potência Instalada Total (kw)	63
Custo Incremental de Uma Bomba (R\$)	22.100
Custo Inicial da Estação de Bombeamento	82.085
Desnível Topográfico (m)	2

Ano	Etapa de Construção	ADUTOR ANIL->CANAL STNV-PECÉM - Comprimento = 1200 m						EE4-AL : Hg = 6 m - Qmax = 195 l/s - Potência = 64 kw										TOTAL (R\$)
		Demanda na Adutora (l/s)	Vazão de Projeto (l/s)	Diâmetro Equivalente (mm)	Velocidade Nas Tubulações (m/s)	Custo de Investimento Tubulações (R\$)	Valor Presente Tubulações (R\$)	Número de Bombas em Operação (un)	Potência Requerida (kw)	Perda de Carga Unitária na Tubulações (m/km)	Potência Instalada (kw)	Consumo Médio de Energia (kwh/ano)	Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)	Custo de Energia (R\$)	V.P. do Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)	Valor Presente do Custo de Energia (R\$)		
2001		195																
2002		195																
2003	1a ETAPA	195	195	600	0,7	452.472	452.472	2	63	0,666	63	553.126	126.284	30.813	126.284	30.813	609.570	
2004		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	27.512	27.512	
2005		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	21.932	21.932	
2006		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	19.582	19.582	
2007		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	17.484	17.484	
2008		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	15.611	15.611	
2009		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	13.938	13.938	
2010		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	12.445	12.445	
2011		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	11.112	11.112	
2012		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	9.921	9.985	
2013		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	8.858	8.858	
2014		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	7.909	7.909	
2015		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	7.062	7.062	
2016		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	6.305	6.305	
2017		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	5.629	5.629	
2018		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	5.026	5.026	
2019		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	4.488	4.488	
2020		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	4.007	4.007	
2021		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	3.578	3.578	
2022		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	3.194	3.194	
2023		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	2.852	2.852	
TOTAL						452.472	452.472						126.284	647.081	126.284	239.260	808.096	

Diâmetro (mm)	Custo
0	0,00
300	252,53
400	276,04
500	317,55
600	377,06
700	454,57
800	551,73
900	638,27
1000	775,86
1100	900,48
1200	1.025,10
1300	1.192,47
1400	1.359,84
1500	1.583,33
1600	1.806,82
1700	2.106,47
1800	2.406,12
1900	2.805,98
2000	3.205,85

Preço Médio de Energia Adotado na Viabilidade **R\$ 0,0500**
 Preço Médio de Demanda Adotado na Viabilidade **R\$ 4,1667**
 Taxa de Desconto:..... **12%**



LEGENDA	
	1ª Etapa
	2ª Etapa
	Sistemas Integrados
	Alternativa 02 Traçado Interior

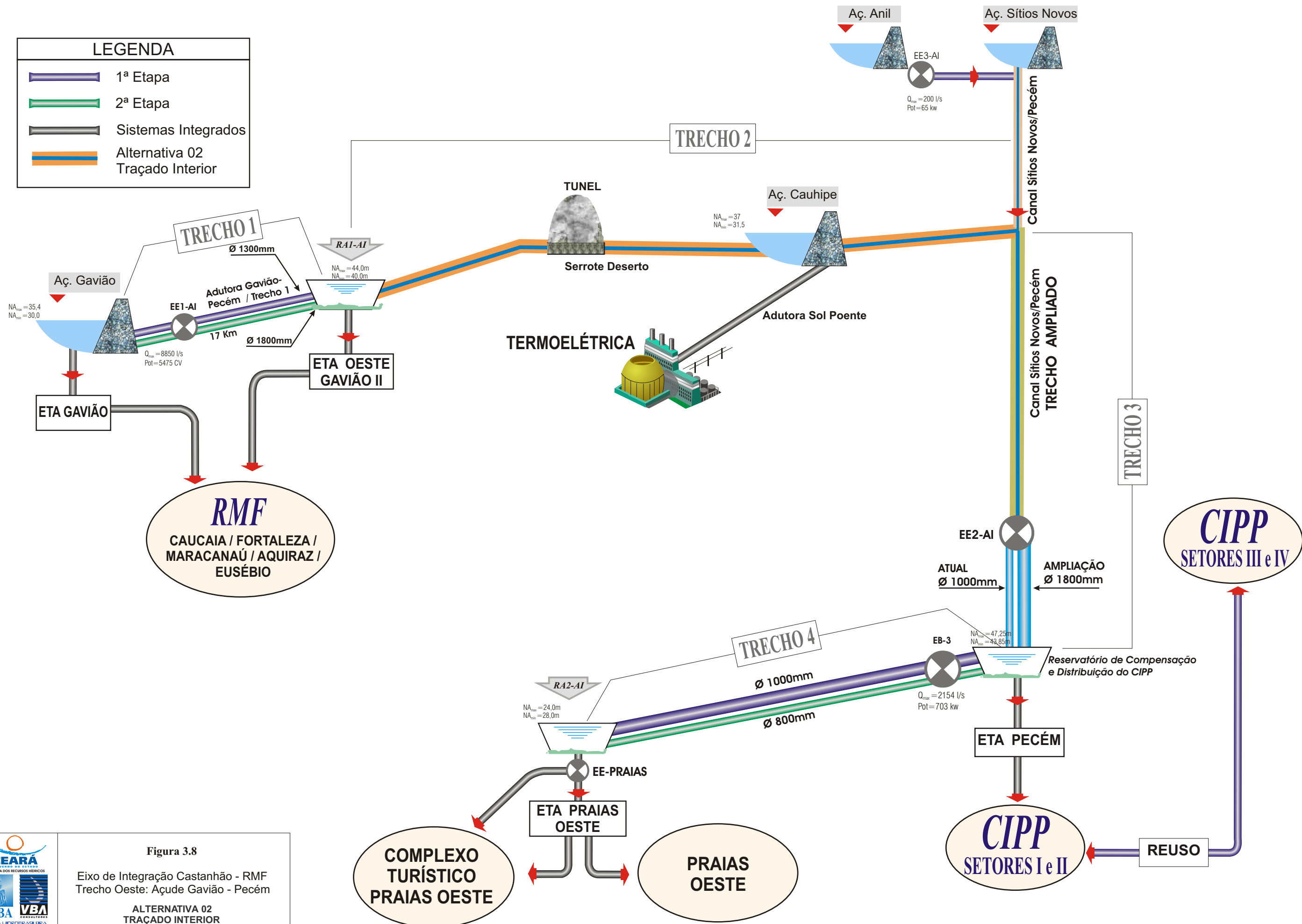


Figura 3.8
 Eixo de Integração Castanhão - RMF
 Trecho Oeste: Açude Gavião - Pecém
 ALTERNATIVA 02
 TRAÇADO INTERIOR

QUADRO 3.2
CARACTERÍSTICAS E COMPONENTES BÁSICOS DA ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO AÇUDE GAVIÃO PARA O SISTEMA SÍTIOS NOVOS/PECÉM

Comprimento de Trecho em Bacia Hidráulica do Reservatório	Nome e Descrição Sintética da Funcionalidade da Alternativa Proposta	Descrição dos Trechos	Descrição das Obras	DADOS PRINCIPAIS E LOCALIZAÇÃO DOS COMPONENTES			COMPRIMENTO DOS COMPONENTES				ELEVATÓRIAS		
				Cota de Captação ou NA's dos Reservatórios	Local de Captação, Sub-Trechos ou Obras	Cotas Médias dos Trechos de Canais Componentes	Sifão ou Adutora (km)	Canais ou Tubulações (km)	Sifão ou Aqueduto (km)	Túneis (km)	Nome e número da E.E.	A.M.T. da Elevatória (m.c.a.)	AMT Total do Trecho (m.c.a.)
												Pot.(CV)	Pot.(CV)
	<p>Captação na bacia hidráulica do açude Gavião com transposição do rio Ceará a 1,2 km a jusante do eixo barrável, interligação do açude Cauhupe ao sistema Sítios Novos/Pecém com adoção de trecho em lago reservatório e ampliação do trecho final do referido canal. O primeiro trecho complementar da ALTERNATIVA 02 - Traçado Interior formado pelo açude Anil, será constituído pela adaptação da tomada d'água com estação elevatória interligando este açude ao Sistema Sítios Novos. O segundo trecho complementar é formado pelo sistema de adutora que tem início no reservatório apoiado de água bruta da ETA Pecém, estendendo-se no sentido oeste-leste e alcançando a ETA das Praias Oeste a altura da lagoa de PARNAMIRIM.</p>	T1	km 0,00	Est.Elevatória	NAmín. Operacional=30,00	Açude Gavião	-	-	-	-	EE-P	48,00 6800	48,00 6800
km 0,00 ao km 17,20			Adutora em Recalque	-	Da Captação ao Reserv. Apoiado da futura ETA Oeste	-	17,20 Ano 0 1 x 1300 Ano 7 1 x 1800	-	-	-	-		
km 17,20			Reservatório Apoiado	Cota Piezométrica Máxima=48,28	Obra de Reservação da futura ETA Oeste e passagem da adutora de recalque para o trecho em canal	-	-	-	-	-	-		
		T2	km 17,20 ao km 18,16	Sifão 1	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,96	-		
km 18,16 ao km 20,43			Canal a construir	-	Do final do sifão 1 ao início do sifão 2	40,26	-	2,27	-	-			
km 20,43 ao km 20,80			Sifão 2	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,37	-			
km 20,80 ao km 22,74			Canal a construir	-	Do final do sifão 2 ao início do sifão 3	39,56	-	1,94	-	-			
km 22,74 ao km 23,25			Sifão 3	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,51	-			
km 23,25 ao km 24,58			Canal a construir	-	Do final do sifão 3 ao início do sifão 4	38,81	-	1,33	-	-			
km 24,58 ao km 24,91			Sifão 4	-	Travessia de riacho, afluente do rio Ceará	-	-	-	0,33	-			
km 24,91 ao km 26,19			Canal a construir	-	Do final do sifão 4 ao início do sifão 5	38,30	-	1,28	-	-			
km 26,19 ao km 26,36			Sifão 5	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,17	-			
km 26,36 ao km 27,97			Canal a construir	-	Do final do sifão 5 ao início do sifão 6	37,92	-	1,61	-	-			
km 27,97 ao km 28,23			Sifão 6	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,26	-			
km 28,23 ao km 28,60			Canal a construir	-	Do final do sifão 6 ao início do sifão 7	37,50	-	0,37	-	-			
km 28,60 ao km 28,78			Sifão 7	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,18	-			
km 28,78 ao km 35,62			Canal a construir	-	Do final do sifão 7 ao início do sifão 8	36,70	-	6,84	-	-			
km 35,62 ao km 36,20			Sifão 8	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,58	-			
km 36,20 ao km 36,66			Canal a construir	-	Do final do sifão 8 ao início do sifão 9	35,56	-	0,46	-	-			
km 36,66 ao km 36,82			Sifão 9	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,16	-			
km 36,82 ao km 37,12			Canal a construir	-	Do final do sifão 9 ao início do sifão 10	35,35	-	0,30	-	-			
km 37,12 ao km 37,48			Sifão 10	-	Travessia do rio Ceará	-	-	-	0,36	-			
km 37,48 ao km 38,32			Canal a construir	-	Do final do sifão 10 ao início do sifão 11	34,96	-	0,84	-	-			
km 38,32 ao km 38,62		Sifão 11	-	Travessia de riacho afluente do rio Ceará	-	-	-	0,30	-				
km 38,62 ao km 40,86		Canal a construir	-	Do final do sifão 11 ao início do Túnel	34,40	-	2,24	-	-				
km 40,86 ao km 43,68		Túnel	-	Obra de travessia do Serrote do Desert	-	-	-	-	2,82				
km 43,68 ao km 48,59		Canal a construir	-	Do final do túnel ao início do trecho em lago reservatório	31,36	-	4,91	-	-				

QUADRO 3.2 (CONTINUAÇÃO)
CARACTERÍSTICAS E COMPONENTES BÁSICOS DA ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS DO AÇUDE GAVIÃO PARA O SISTEMA SÍTIOS NOVOS/PECÉM

Comprimento de Trecho em Bacia Hidráulica do Reservatório	Nome e Descrição Sintética da Funcionalidade da Alternativa Proposta	Descrição dos Trechos	Descrição das Obras	DADOS PRINCIPAIS E LOCALIZAÇÃO DOS COMPONENTES			COMPRIMENTO DOS COMPONENTES				ELEVATÓRIAS				
				Cota de Captação ou NA's dos Reservatórios	Local de Captação, Sub-Trechos ou Obras	Cotas Médias dos Trechos de Canais Componentes	Sifão ou Adutora (km)	Canais ou Tubulações (km)	Sifão ou Aqueduto (km)	Túneis (km)	Nome e número da E.E.	A.M.T. da Elevatória (m.c.a.)		AMT Total do Trecho (m.c.a.)	
												Pot.(CV)	Pot.(CV)	Pot.(CV)	Pot.(CV)
						Diâmetro(mm)									
4,57 km		T2	km 48,59 ao km 53,16	Trecho em lago de reservatório	NAmáx.=37,00 NAmin.=31,50	Açude Cauhipe	-	-	-	-	-				
			km 53,16 ao km 54,56	Canal a construir	-	Do eixo da barragem do Cauhipe ao início do sifão 12	30,91	-	1,40	-	-				
			km 54,56 ao km 54,76	Sifão 12	-	Travessia de riacho afluente do rio Cauhipe	-	-	-	0,20	-				
			km 54,76 ao km 55,38	Canal a construir	-	Do final do sifão 12 ao início do sifão 13	30,57	-	0,62	-	-				
			km 55,38 ao km 55,54	Sifão 13	-	Travessia de riacho afluente do rio Cauhipe	-	-	-	0,16	-				
			km 55,54 ao km 58,50	Canal a construir	-	Do final do sifão 13 ao início do sifão 14	30,12	-	2,96	-	-				
			km 58,50 ao km 59,30	Sifão 14	-	Travessia da estrada de ferro e BR-222	-	-	-	0,80	-				
		km 59,30 ao km 61,28=14,30	Canal a construir	-	Trecho final de interligação ao canal Sítios Novos - Pecém	28,98	-	1,98	-	-					
		km 61,28=14,30 ao km 21,93	Canal Sítios Novos/Pecém (Ampliar)	-	do km 14,30 ao início do sifão 5	Atual=27,76 Ampliado=28,76	-	7,63	-	-					
		km 21,93 ao km 22,00	Sifão 5 - Canal Sítios Novos Pecém (Ampliar)	-	Travessia de riacho afluente do rio São Gonçalo	-	-	-	0,07	-					
		km 22,00 ao km 23,36	Canal Sítios Novos Pecém (Ampliar)	-	Do final do sifão 5 ao Canal Reservatório	Atual=27,36 Ampliado=28,36	-	1,36	-	-					
		km 23,36=0,00	Canal Reservatório e Estação Elevatória (Ampliar)	NAmáx.=27,20 NAmin.=25,70	Obra de Compensação e reservação. Estação Elevatória de Água Bruta	-	-	-	-	-	EE1-AI	Atual	24 525	Atual	24 525
		km 0,00 ao km 3,16	Adutora em recalque (Ampliar)	-	Do Reservatório de Compensação e Reservatório de Reservação Apoiado da ETA Pecém	-	-	3,16 Atual=1000 Ampliado=1600	-	-	-	Ampliado	22,7 1200	Ampliado	22,7 2000
		km 3,16	Reservatório Apoiado de 50.000 m³ (Ampliar)	NAmáx.=47,25 NAmin.=43,85	ETA Pecém	-	-	-	-	-					
		km 0,00	Adaptação da estação elevatória na tomada d'água	NAmáx.=35,00 NAmin.=28,00	Açude Anil	-	-	-	-	-	EE2-AI	5,00 100,00	5,00 100,0		
		km 0,00 ao km 1,20	Adutora de Recalque	-	Da Tomada d'água ao Canal Sítios Novos	-	-	1,20 600	-	-	-				
		km 1,20=km 9,20	Obra de interligação ao Sistema Sítios Novos / Pecém	-	Obra de Interligação da Adutora ao Sistema Sítios Novos	-	NA Canal Sítios Novos / Pecém=30,10	-	-	-	-				
		km 0,00	Reservatório Apoiado da ETA Pecém e Estação elevatória	NAmáx.=47,25 NAmin.=43,85	ETA Pecém	-	-	-	-	-	EE3-AI (Início de Implantação Ano 5)	26,00 1000	26,00 1000		
		km 0,00 ao km 17,00	Adutora Gravitária/Recalque	-	Do reservatório Apoiado da ETA Pecém ao Reservatório Apoiado de Derivação	-	-	17,00 Ano 0 1x1000 Ano 12 1x 800	-	-	-				
		km 17,00=0,00	Reservatório Apoiado e Estações Elevatórias das Praias Oeste e do Complexo Turístico	-	Reservatório Apoiado com derivação para as Praias Oeste	-	-	-	-	-	EE4-A1 (Início de Implantação Ano 0)	28,00 250	28,00 250		
		km 17,00=0,00 ao km 4,40	Adutora em Recalque	-	Do Reservatório Apoiado de derivação à ETA das Praias Oeste	-	-	4,40 600	-	-	-				
		km 4,40	ETA Praias Oeste	Cota Piezométrica Mínima necessária=30,00	Lagoa de Parnamirim	-	-	-	-	-					

3.3.2.1. Captação

A captação será realizada, na margem esquerda, a montante do barramento do açude Gavião e compreenderá um estação de bombeamento flutuante e adutoras de sucção e de recalque, elevando as vazões demandadas para um ponto alto na margem esquerda, local onde terá início a adução, integralmente por recalque.

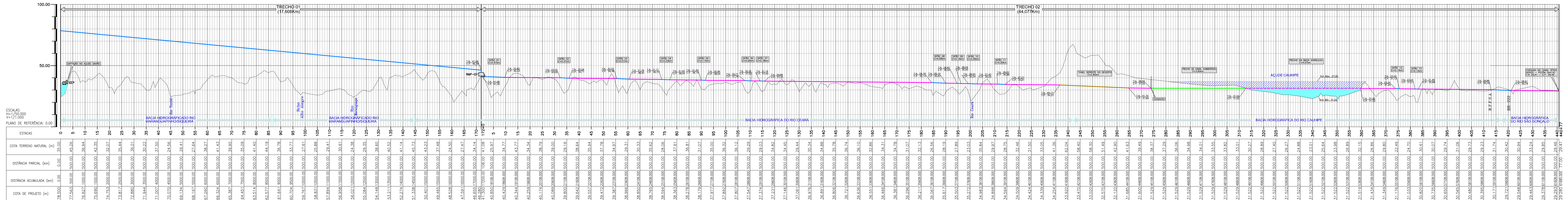
O sistema de bombeamento será constituído por 04 (quatro) bombas ativas e 01 (uma) de reserva, em final de plano, com as seguintes características: $q_{total}=8,85m^3/s$, $q_{unitário}=2,22 m^3/s$, Altura Manométrica Total=51 m.c.a, potência unitária=1900 CV, potência total instalada=7600 CV. A implantação se dará no ano 1 (2003) com a instalação de um bomba ativa e uma de reserva, no ano 11 (2013) entrará em funcionamento a segunda bomba ativa, no ano 14 (2016) será instalada a terceira bomba ativa, ficando a quarta bomba ativa para o ano 17 (2019), quando se completará a montagem da estação de bombeamento para o horizonte de projeto previsto. Na Figura 3.9 – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Captação e do Trecho T1, apresentam-se os dados e características da captação da Alternativa Interior.

3.3.2.2. Trecho T1

O trecho T1, do açude Gavião onde se encontra localizada a captação flutuante, ao reservatório apoiado, situado no km 17,20, destinado ao abastecimento da futura ETA OESTE, será constituído por duas adutoras, implantadas em etapas distintas, com as seguintes características:

- 1ª etapa – ano 1 (2003): será implantada a primeira adutora com \varnothing 1300mm e extensão de 17,20 km. A vazão inicial prevista é de 200 l/s alcança 1.480 l/s ao final da 1ª etapa ano 7 (2009).
- 2ª etapa – ano 8 (2010): será implantada paralela à primeira a 2ª adutora com \varnothing 1800mm e extensão de 17,20km. A vazão total demandada pelo sistema no início da 2ª etapa é de 2250 l/s, atingindo ao final da 2ª etapa, cerca de 8850 l/s.
- Ao final da 2ª etapa a cota piezométrica de montante alcança 80,50 e a jusante 47,50. O reservatório apoiado terá $NA_{min}=41,30$ e $NA_{máx}=45,50$.

Na Figura 3.9 – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Captação e do Trecho T1 são mostrados os dados e características do primeiro trecho da Alternativa Interior. Na Figura 3.10 – Planta Geral e Perfil dos trechos T1 e T2, apresentam-se o caminhamento e o perfil com as cotas piezométricas para o final de horizonte de projeto.



3.3.2.3. Trecho T2

O trecho T2 principia no reservatório apoiado da futura ETA Oeste, localizado no km 17,20, estendendo-se por 44,08 km e finalizando no km 61,28= km 14,30 do Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém. O trecho inicial do canal adutor é formado por um sifão (sifão 01) com 0,96 km de extensão e cotas de montante e jusante respectivamente, iguais a 41,30 e 40,43. O nível de água do canal adutor inicia na cota 40,43, atingindo a cota 35,34 na obra de montante do sifão 10, correspondente a travessia do Rio Ceará com 0,36 km de extensão e localizado no km 37,12. A cota da obra de jusante do sifão, onde se inicia o segundo sub-trecho, corresponde a 35,02.

Todos os sifões do trecho T3 foram dimensionados para uma perda de carga linear de 0,9m/km, sendo composto por 2 linhas de tubulações paralelas a serem construídas em 2 etapas, sendo a primeira com diâmetro de 1.300mm no ano 0 e a segunda com diâmetro 1.600mm no ano 7.

Da vazão prevista, em final de plano de 8,85m³/s, 5m³/s serão tratados na futura ETA oeste para abastecimento da RMF. Pelo canal gravitatório continuará sendo aduzida a vazão 3,85m³/s, cuja seção de escoamento foi dimensionada para uma vazão máxima de até 4,50 m³/s e apresentando as seguintes características: altura da lâmina d'água=1,44m, revanche=0,36m, fundo=1,80m, talude 3/2 e declividade=0,17m/km. Na Figura 3.11 podem ser observadas as principais características da seção tipo.

Após a passagem do rio Ceará, o nível de água no Canal Adutor parte da cota 35,02, percorrendo uma extensão de 2,24km até o início do túnel, localizado no km 40,86, que serve de travessia do Serrote do Deserto e constitui-se no divisor de águas entre as bacias do rio Ceará e Cahuipe, com comprimento de 2,82 km. Na saída do túnel, no km 43,68, o nível da água no canal encontra-se na cota 31,69, estendendo-se por 2,03 km, quando alcança a bacia hidráulica do açude Cahuipe, no km 45,71 onde termina o segundo sub-trecho. A vazão prevista para este segundo sub-trecho é de 3,85m³/s, considerando-se a mesma vazão do sub-trecho anterior sem adicionar a vazão prevista para o açude Ceará da ordem de 0,265m³/s. A seção de escoamento, como a anterior, foi dimensionada para uma vazão máxima de até 4,50m³/s.

A partir do km 45,71, o traçado do sistema adutor utiliza o lago reservatório formado pelo açude Cahuipe, numa extensão de 7,45 km até alcançar a ombreira esquerda do mesmo no km 53,16, onde se inicia o sub-trecho final. No lago reservatório formado pelo açude Cahuipe, o nível da água oscilará entre N_{Amin}=31,52 e o N_{Amáx}=37,00 com controle de nível executado a partir de comportas instaladas no km 45,00, comporta de montante e no km 53,16, comporta de jusante.

O final do trecho T2 do canal adutor, estende-se no km 53,16 com nível de água na cota 31,52 ao km 61,28=km 14,30 e nível de água na cota 29,28, no local da obra de interligação do final do trecho T2 com início do trecho T3 formado pelo Sistema Adutor Sítios Novos/Pecém. A vazão média prevista para este sub-trecho final alcança 3,85m³/s. Na Figura 3.10 – Planta Geral Perfil dos Trechos T1, T2 apresentam-se o caminhamento e o perfil com as cotas da linha de água e do terreno natural. No Quadro 3.2 são apresentadas as principais características e componentes básicos do trecho.

3.3.2.4. Trecho T3

O trecho T3, constituído pela ampliação do canal adutor Sítios Novos/Pecém, estende-se do km 14,30 à ETA Pecém, localizada na área central do Setor II do Complexo industrial e Portuário do Pecém com extensão total de 12,23 km. Esta possível integração, com a utilização do trecho final do Canal Sítios Novos/Pecém, deverá ser realizada mediante a elevação da linha d'água atualmente prevista para a vazão máxima de 2,0 m³/s, a partir do redimensionamento da seção de escoamento para a vazão máxima de 5,50m³/s, apresentando as seguintes características: lâmina d'água=2,00m, revanche=0,47m, fundo=1,00m, talude 3/2 e declividade=0,10m/km. Na Figura 3.11 podem ser observadas as principais características hidráulicas da seção tipo em corte e aterro.

A vazão prevista para o trecho alcança 4,88m³/s correspondendo a vazão do trecho anterior de 3,85 m³/s mais as vazões adicionais previstas para os açudes Sítios Novos e Anil da ordem de 1,035 m³/s.

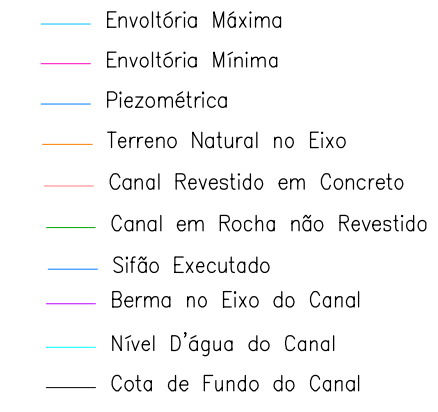
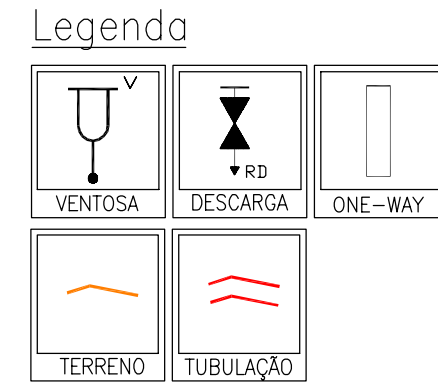
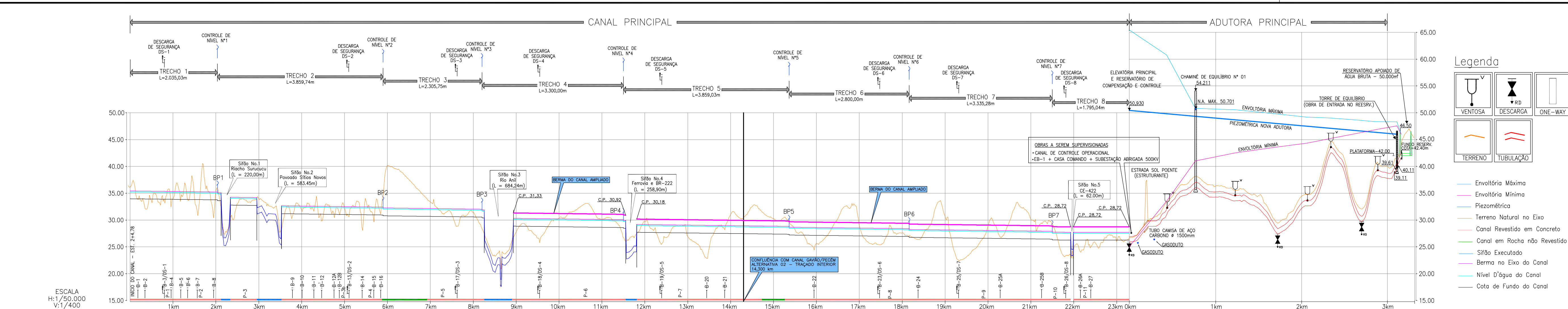
O nível d'água no canal Sítios Novos/Pecém, a altura do km 14,30, passará dos atuais 28,73 para 29,46, atingindo o canal reservatório na cota 27,93 com 0,73m, portanto acima do nível d'água calculado anteriormente na cota 27,20. No final do trecho em canal, no km 23,26, com 9,06km de extensão, situa-se o reservatório de controle operacional ou canal reservatório que tem a finalidade de garantir a alimentação da estação elevatória principal, atualmente dimensionada para a vazão máxima de 1,10m³/s com altura manométrica de 24 m.c.a, garantida por 03 (três) bombas ativas (submersas) e 01 (uma) de reserva e vazão unitária de 367 l/s, potência de 175 CV, perfazendo uma potência total instalada de 525 CV. A estação elevatória (EE1-AI) deverá ser ampliada para a vazão adicional de 2,40m³/s e dimensionada para as seguintes condições, em final de plano: $q_{total}=2,40m^3/s$, 04 (quatro) bombas ativas e 01 (uma) de reserva, A.M.T=22,60 m.c.a, $q_{unitária}=065m^3/s$, potência de 300 CV e potência total instalada=1200 CV.

O sub-trecho final é constituído pela ampliação da adutora de recalque que se estende do canal reservatório ao reservatório apoiado de água bruta da ETA Pecém numa extensão total de 3,16 km. A adutora atualmente implantada foi dimensionada para a vazão máxima de $1,10\text{m}^3/\text{s}$ e diâmetro 1000mm.

A ampliação prevê um adutora com traçado paralelo a anterior, dimensionada para a vazão $2,40\text{m}^3/\text{s}$ e diâmetro de 1.600mm. No final do trecho localiza-se a obra de reservação constituída pelo reservatório apoiado com capacidade para 50.000 m³ e que deverá ser ampliada para capacidade máxima de 100.000 m³. Os dados e características principais do traçado e do perfil do Canal Sítios Novos/Pecém dimensionado para as condições atuais e de futura ampliação, são apresentados na Figura 3.12 – Planta Geral e Perfil – Canal Sítios Novos/Pecém– Trecho T3. A Figura 3.13 – Alternativa 2 –Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE1 – AI e da Adutora de Recalque do Trecho T3, apresenta os dados e características da elevatória EE1 – AI e da adutora dimensionada para atender o trecho.

3.3.2.5. Trecho Complementar TC1

O trecho complementar TC1 é constituído pela obra de interligação do açude Anil com o Canal Sítios Novos/Pecém. A obra será composta basicamente por uma estação elevatória (EE2-AI) com $q=0,195\text{ m}^3/\text{s}$, A.M.T=5 m.c.a, número de bombas 2A + 1, $q_{\text{bomba}}=100\text{ l/s}$, potência unitária=50 CV, potência total=100CV, adaptada à tomada d'água do açude Anil e recalcando através de uma adutora com 1,2 km de extensão, \varnothing 600mm para a vazão aduzida. Os níveis de água na barragem oscilarão, entre o $NA_{\text{min}}=28,00$ e o $NA_{\text{máx}}=35,00$. O nível de água no Canal Sítios Novos/Pecém, na obra de interligação encontra-se na cota=30,10. A implantação do sistema está prevista para o ANO 1 (2003). Os dados e características principais desse trecho complementar são apresentados na Figura 3.14 – Alternativa 2 – Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE2-AI e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar TC1.



COTA DO TERRENO NATURAL (m)	33,970	33,946	33,908	33,874	33,834	33,790	33,742	33,690	33,634	33,574	33,510	33,442	33,370	33,294	33,214	33,130	33,042	32,950	32,854	32,754	32,650	32,542	32,430	32,314	32,194	32,070	31,942	31,810	31,674	31,534	31,390	31,242	31,090	30,934	30,774	30,610	30,442	30,270	30,094	29,914	29,730	29,542	29,350	29,154	28,954	28,750	28,542	28,330	28,114	27,894	27,670	27,442	27,210	26,974	26,734	26,490	26,242	26,000	25,754	25,502	25,246	24,986	24,722	24,454	24,182	23,906	23,626	23,342	23,054	22,762	22,466	22,166	21,862	21,554	21,242	20,926	20,606	20,282	19,954	19,622	19,286	18,946	18,602	18,254	17,902	17,546	17,186	16,822	16,454	16,082	15,706	15,326	14,942	14,554	14,162	13,766	13,366	12,962	12,554	12,142	11,726	11,306	10,882	10,454	10,022	9,586	9,146	8,694	8,234	7,766	7,294	6,814	6,326	5,834	5,334	4,826	4,310	3,786	3,254	2,714	2,166	1,610	1,046	0,474	-0,106	-0,674	-1,234	-1,786	-2,330	-2,866	-3,394	-3,914	-4,426	-4,930	-5,426	-5,906	-6,374	-6,834	-7,286	-7,730	-8,166	-8,594	-9,014	-9,426	-9,830	-10,226	-10,614	-10,994	-11,366	-11,730	-12,086	-12,434	-12,774	-13,106	-13,430	-13,746	-14,054	-14,354	-14,646	-14,930	-15,206	-15,474	-15,734	-15,986	-16,230	-16,466	-16,694	-16,914	-17,126	-17,330	-17,526	-17,714	-17,894	-18,066	-18,230	-18,386	-18,534	-18,674	-18,806	-18,930	-19,046	-19,154	-19,254	-19,346	-19,430	-19,506	-19,574	-19,634	-19,686	-19,730	-19,766	-19,794	-19,814	-19,826	-19,830	-19,826	-19,814	-19,794	-19,766	-19,730	-19,686	-19,634	-19,574	-19,506	-19,430	-19,346	-19,254	-19,154	-19,046	-18,930	-18,806	-18,674	-18,534	-18,386	-18,230	-18,066	-17,894	-17,714	-17,526	-17,330	-17,126	-16,914	-16,694	-16,466	-16,230	-15,986	-15,734	-15,474	-15,206	-14,930	-14,646	-14,354	-14,054	-13,746	-13,430	-13,106	-12,774	-12,434	-12,086	-11,726	-11,354	-10,974	-10,586	-10,190	-9,786	-9,366	-8,942	-8,506	-8,066	-7,622	-7,174	-6,722	-6,266	-5,806	-5,342	-4,874	-4,402	-3,926	-3,446	-2,962	-2,474	-1,982	-1,486	-994	-494	46	534	1,066	1,594	2,114	2,626	3,130	3,626	4,114	4,594	5,066	5,534	5,994	6,446	6,894	7,334	7,766	8,194	8,614	9,026	9,430	9,826	10,214	10,594	10,966	11,334	11,694	12,046	12,394	12,734	13,066	13,394	13,714	14,026	14,330	14,626	14,914	15,194	15,466	15,734	15,994	16,246	16,494	16,734	16,966	17,194	17,414	17,626	17,830	18,026	18,214	18,394	18,566	18,734	18,894	19,046	19,194	19,334	19,466	19,594	19,714	19,826	19,934	20,034	20,126	20,214	20,294	20,366	20,434	20,494	20,546	20,594	20,634	20,666	20,694	20,714	20,726	20,730	20,726	20,714	20,694	20,666	20,634	20,594	20,546	20,494	20,434	20,366	20,294	20,214	20,126	20,034	19,934	19,826	19,714	19,594	19,466	19,334	19,194	19,046	18,894	18,734	18,566	18,394	18,214	18,026	17,830	17,626	17,414	17,194	16,966	16,734	16,494	16,246	15,986	15,734	15,466	15,194	14,914	14,626	14,330	14,026	13,714	13,394	13,066	12,734	12,394	12,046	11,694	11,334	10,966	10,594	10,214	9,826	9,430	9,026	8,614	8,194	7,766	7,334	6,894	6,446	5,994	5,534	5,066	4,594	4,114	3,626	3,130	2,626	2,114	1,594	1,066	534	46	-494	-994	-1,486	-1,982	-2,474	-2,962	-3,446	-3,926	-4,402	-4,874	-5,342	-5,806	-6,266	-6,722	-7,174	-7,622	-8,066	-8,506	-8,942	-9,366	-9,786	-10,190	-10,586	-10,974	-11,354	-11,726	-12,086	-12,434	-12,774	-13,106	-13,430	-13,746	-14,054	-14,354	-14,646	-14,930	-15,206	-15,474	-15,734	-15,986	-16,230	-16,466	-16,694	-16,914	-17,126	-17,330	-17,526	-17,714	-17,894	-18,066	-18,230	-18,386	-18,534	-18,674	-18,806	-18,930	-19,046	-19,154	-19,254	-19,346	-19,430	-19,506	-19,574	-19,634	-19,686	-19,730	-19,766	-19,794	-19,814	-19,826	-19,830	-19,826	-19,814	-19,794	-19,766	-19,730	-19,686	-19,634	-19,574	-19,506	-19,430	-19,346	-19,254	-19,154	-19,046	-18,930	-18,806	-18,674	-18,534	-18,386	-18,230	-18,066	-17,894	-17,714	-17,526	-17,330	-17,126	-16,914	-16,694	-16,466	-16,230	-15,986	-15,734	-15,466	-15,194	-14,914	-14,626	-14,330	-14,026	-13,714	-13,394	-13,066	-12,734	-12,394	-12,046	-11,694	-11,334	-10,966	-10,594	-10,214	-9,826	-9,430	-9,026	-8,614	-8,194	-7,766	-7,334	-6,894	-6,446	-5,994	-5,534	-5,066	-4,594	-4,114	-3,626	-3,130	-2,626	-2,114	-1,594	-1,066	-534	-46	494	994	1,486	1,982	2,474	2,962	3,446	3,926	4,402	4,874	5,342	5,806	6,266	6,722	7,174	7,622	8,066	8,506	8,942	9,366	9,786	10,190	10,586	10,974	11,354	11,726	12,086	12,434	12,774	13,106	13,430	13,746	14,054	14,354	14,646	14,930	15,206	15,474	15,734	15,986	16,230	16,466	16,694	16,914	17,126	17,330	17,526	17,714	17,894	18,066	18,230	18,386	18,534	18,674	18,806	18,930	19,046	19,154	19,254	19,346	19,430	19,506	19,574	19,634	19,686	19,730	19,766	19,794	19,814	19,826	19,830	19,826	19,814	19,794	19,766	19,730	19,686	19,634	19,574	19,506	19,430	19,346	19,254	19,154	19,046	18,930	18,806	18,674	18,534	18,386	18,230	18,066	17,894	17,714	17,526	17,330	17,126	16,914	16,694	16,466	16,230	15,986	15,734	15,466	15,194	14,914	14,626	14,330	14,026	13,714	13,394	13,066	12,734	12,394	12,046	11,694	11,334	10,966	10,594	10,214	9,826	9,430	9,026	8,614	8,194	7,766	7,334	6,894	6,446	5,994	5,534	5,066	4,594	4,114	3,626	3,130	2,626	2,114	1,594	1,066	534	46	494	994	1,486	1,982	2,474	2,962	3,446	3,926	4,402	4,874	5,342	5,806	6,266	6,722	7,174	7,622	8,066	8,506	8,942	9,366	9,786	10,190	10,586	10,974	11,354	11,726	12,086	12,434	12,774	13,106	13,430	13,746	14,054	14,354	14,646	14,930	15,206	15,474	15,734	15,986	16,230	16,466	16,694	16,914	17,126	17,330	17,526	17,714	17,894	18,066	18,230	18,386	18,534	18,674	18,806	18,930	19,046	19,154	19,254	19,346	19,430	19,506	19,574	19,634	19,686	19,730	19,766	19,794	19,814	19,826	19,830	19,826	19,814	19,794	19,766	19,730	19,686	19,634	19,574	19,506	19,430	19,346	19,254	19,154	19,046	18,930	18,806	18,674	18,534	18,386	18,230	18,066	17,894	17,714	17,526	17,330	17,126	16,914	16,694	16,466	16,230	15,986	15,734	15,466	15,194	14,914	14,626	14,330	14,026	13,714	13,394	13,066	12,734	12,394	12,046	11,694	11,334	10,966	10,594	10,214	9,826	9,430	9,026	8,614	8,194	7,766	7,334	6,894	6,446	5,994	5,534	5,066	4,594	4,114	3,626	3,130	2,626	2,114	1,594	1,066	534	46	494	994	1,486	1,982	2,474	2,962	3,446	3,926	4,402	4,874	5,342	5,806	6,266	6,722	7,174	7,622	8,066	8,506	8,942	9,366	9,786	10,190	10,586	10,974	11,354	11,726	12,086	12,434	12,774	13,106	13,430	13,746	14,054	14,354	14,646	14,930	15,206	15,474	15,734	15,986	16,230	16,466	16,694	16,914	17,126	17,330	17,526	17,714	17,894	18,066	18,230	18,386	18,534	18,674	18,806	18,930	19,046	19,154	19,254	19,346	19,430	19,506	19,574	19,634	19,686	19,730	19,766	19,794	19,814	19,826	19,830	19,826	19,814	19,794	19,766	19,730	19,686	19,634	19,574	19,506	19,430	19,346	19,254	19,154	19,046	18,930	18,806	18,674	18,534	18,386	18,230	18,066	17,894	17,714	17,526	17,330	17,126	16,914	16,694	16,466	16,230	15,986	15,734	15,466	15,194	14,914	14,626	14,330	14,026	13,714	13,394	13,066	12,734	12,394	12,046	11,694	11,334	10,966	10,594	10,214	9,826	9,430	9,026	8,614	8,194	7,766	7,334	6,894	6,446	5,994	5,534	5,066	4,594	4,114	3,626	3,130	2,626	2,114	1,594	1,066	534	46	494	994	1,486	1,982	2,474	2,962	3,446	3,926	4,402	4,874	5,342	5,806	6,266	6,722	7,174	7,622	8,066	8,506	8,942	9,366	9,786	10,190	10,586	10,974	11,354	11,726	12,086	12,434	12,774	13,106	13,430	13,746	14,054	14,354	14,646	14,930	15,206	15,474	15,734	15,986	16,230	16,466	16,694	16,914	17,126	17,330	17,526	17,714	17,894	18,066	18,230	18,386	18,534	18,674	18,806	18,930	19,046	19,154	19,254	19,346	19,430	19,506	19,574	19,634	19,686	19,730	19,766	19,794	19,814	19,826	19,830	19,826	19,814	19,794	19,766	19,730	19,686	19,634	19,574	19,506	19,430	19,346	19,254	19,154	19,046	18,930	18,806	18,674	18,534	18,386	18,230	18,066	17,894	17,714	17,526	17,330	17,126	16,914	16,694	16,466	16,230	15,986	15,734	15,466	15,194	14,914	14,626	14,330	14,026	13,714	13,394	13,066	12,734	12,394	12,046	11,694	11,334	10,966	10,594	10,214	9,826	9,430	9,026	8,614	8,194	7,766	7,334	6,894	6,446	5,994	5,534	5,066	4,594	4,114	3,626	
-----------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	------	----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	----	------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	------	-----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	----	-----	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--

Figura 3.13 - Alternativa 02 - Traçado Interior - Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE1-AI e da Adutora de Recalque do Trecho 3

AMPLIAÇÃO ADUTORA PRINCIPAL STNV->CIPP	1a Etapa	2a Etapa	Total
Vazão de Projeto 1a Etapa (l/s)	0,00	4200	4200
Diâmetro da Tubulação (mm)	1000	1600	1763
Perda de Carga (m/Km)	0,00	0,60	0,60
Comprimento (m)	-	-	3163
Velocidade Máxima (m/s)	D1	0,9	0,9
V.P. CUSTOS			
TOTAL	1600	1700	2,5
TUBULAÇÃO	5.199.405		
EB+ENERGIA	3.631.961		
EB+TUBULAÇÃO	1.567.444		
	4.413.700		

Fase1	2000
Fase 2	2006

Estação de Bombeamento EE2-AI	
Desnível Geométrico (m)	18,5
Perda de Carga Total (m)	22,6
Número Total de Bombas	4
Vazão Unitária de Cada Bomba (l/s)	610
Potência Unitária de Cada Bomba (kw)	187
Potência Instalada Total (kw)	747
Custo Incremental de Uma Bomba (R\$)	130.705
Custo Inicial da Estação de Bombeamento	970.955
Desnível Topográfico (m)	2

Ano	Etapa de Construção	AMPLIAÇÃO ADUTORA PRINCIPAL STNV->CIPP - Comprimento = 3163 m						EE2-AI: Hg = 23 m - Qmax = 4200 l/s - Potência = 747 kw								TOTAL (R\$)	
		Demanda na Adutora Nova (l/s)	Vazão de Projeto (l/s)	Diâmetro Equivalente (mm)	Velocidade Nas Tubulações (m/s)	Custo de Investimento Tubulações (R\$)	Valor Presente Tubulações (R\$)	Número de Bombas em Operação (un)	Potência Requerida (kw)	Perda de Carga Unitária na Tubulações (m/km)	Potência Instalada (kw)	Consumo Médio de Energia (kwh/ano)	Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)	Custo de Energia (R\$)	V.P. do Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)		Valor Presente do Custo de Energia (R\$)
2001		0	0	1000													
2002		0	0	1000													
2003		0	0	1000													
2004		0	0	1000													
2005		0	0	1000													
2006	AMPLIAÇÃO	191	200	1600	0,1	5714960,59	3.631.961	1	45	0,006	187	1.560.561	1.101.660	87.364	700.125	55.521	4.387.607
2007		449	450	1600	0,2	0,00	0	1	103	0,026	187	1.631.967	0	90.934	0	51.599	51.599
2008		607	610	1600	0,3	0,00	0	1	140	0,046	187	1.627.641	0	90.718	0	45.961	45.961
2009		646	650	1600	0,3	0,00	0	1	149	0,052	187	1.626.123	0	90.642	0	41.002	41.002
2010		685	690	1600	0,3	0,00	0	1	158	0,058	187	1.624.781	0	90.575	0	36.582	36.582
2011		725	730	1600	0,4	0,00	0	1	168	0,065	187	1.623.586	0	90.515	0	32.641	32.641
2012		764	770	1600	0,4	0,00	0	1	177	0,071	187	1.622.515	0	90.462	0	29.126	29.126
2013		803	810	1600	0,4	0,00	0	1	186	0,078	187	1.621.550	0	90.414	0	25.992	25.992
2014		1049	1050	1600	0,5	0,00	0	2	244	0,126	373	3.269.501	130.705	182.147	33.549	46.753	80.302
2015		1296	1300	1600	0,6	0,00	0	2	311	0,188	373	3.260.802	0	181.712	0	41.644	41.644
2016		1542	1550	1600	0,8	0,00	0	3	390	0,260	560	4.882.363	130.705	272.126	26.745	55.682	82.427
2017		1789	1790	1600	0,9	0,00	0	3	476	0,339	560	4.903.218	0	273.169	0	49.907	49.907
2018		2035	2040	1600	1,0	0,00	0	4	576	0,432	747	6.526.705	130.705	363.680	21.321	59.324	80.645
2019		2109	2110	1600	1,0	0,00	0	4	606	0,460	747	6.538.400	0	364.264	0	53.053	53.053
2020		2182	2190	1600	1,1	0,00	0	4	642	0,493	747	6.519.439	0	363.316	0	47.246	47.246
2021		2256	2260	1600	1,1	0,00	0	4	674	0,522	747	6.530.583	0	363.874	0	42.248	42.248
2022		2329	2330	1600	1,2	0,00	0	4	707	0,552	747	6.541.057	0	364.397	0	37.776	37.776
2023		2403	2410	1600	1,2	0,00	0	4	747	0,588	747	6.523.738	0	363.531	0	33.648	33.648
TOTAL						5.714.961	3.631.961						1.493.777	3.813.843	781.740	785.704	5.199.405

Diâmetro (mm)	Custo
0	0,00
300	252,53
400	276,04
500	317,55
600	377,06
700	454,57
800	551,73
900	638,27
1000	775,86
1100	900,48
1200	1.025,10
1300	1.192,47
1400	1.359,84
1500	1.583,33
1600	1.806,82
1700	2.106,47
1800	2.406,12
1900	2.805,98
2000	3.205,85

Preço Médio de Energia Adotado na Viabilidade **R\$ 0,0500**
 Preço Médio de Demanda Adotado na Viabilidade **R\$ 4,1667**
 Taxa de Desconto:..... **12%**

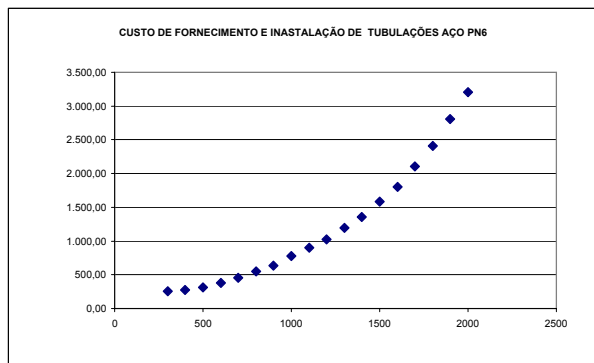


Figura 3.14 - Alternativa 01 - Traçado Litorâneo - Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE4-AL do Trecho TC2

ADUTOR ANIL->CANAL STNV-PECÉM	1a Etapa	2a Etapa	Total
Vazão de Projeto 1a Etapa (l/s)	195		195
Diâmetro da Tubulação (mm)	600		600
Perda de Carga (m/Km)	0,70		0,70
Comprimento (m)	1200		1200
Velocidade Máxima (m/s)	0,7		0,7

V.P. CUSTOS	
TOTAL	808.096
TUBULAÇÃO	452.472
EB+ENERGIA	365.545
EB+TUBULAÇÃO	578.756

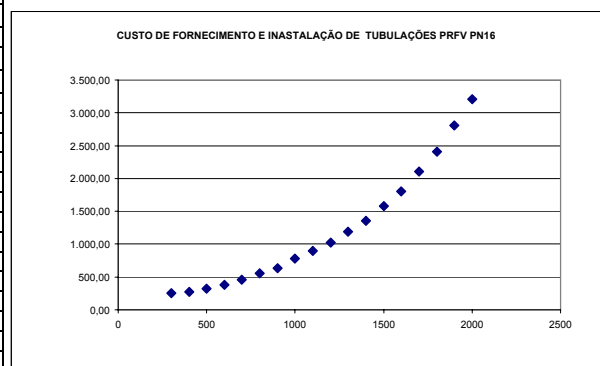
Fase1 2003

Estação de Bombeamento EE4-AL	
Desnível Geométrico (m)	2,1
Perda de Carga Total (m)	5
Número Total de Bombas	2
Vazão Unitária de Cada Bomba (l/s)	100
Potência Unitária de Cada Bomba (kw)	32
Potência Instalada Total (kw)	63
Custo Incremental de Uma Bomba (R\$)	22.100
Custo Inicial da Estação de Bombeamento	82.085
Desnível Topográfico (m)	2

Ano	Etapa de Construção	ADUTOR ANIL->CANAL STNV-PECÉM - Comprimento = 1200 m						EE4-AL : Hg = 6 m - Qmax = 195 l/s - Potência = 64 kw										TOTAL (R\$)
		Demanda na Adutora (l/s)	Vazão de Projeto (l/s)	Diâmetro Equivalente (mm)	Velocidade Nas Tubulações (m/s)	Custo de Investimento Tubulações (R\$)	Valor Presente Tubulações (R\$)	Número de Bombas em Operação (un)	Potência Requerida (kw)	Perda de Carga Unitária na Tubulações (m/km)	Potência Instalada (kw)	Consumo Médio de Energia (kwh/ano)	Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)	Custo de Energia (R\$)	V.P. do Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)	Valor Presente do Custo de Energia (R\$)		
2001		195																
2002		195																
2003	1a ETAPA	195	195	600	0,7	452.472	452.472	2	63	0,666	63	553.126	126.284	30.813	126.284	30.813	609.570	
2004		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	27.512	27.512	
2005		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	21.932	21.932	
2006		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	19.582	19.582	
2007		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	17.484	17.484	
2008		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	15.611	15.611	
2009		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	13.938	13.938	
2010		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	12.445	12.445	
2011		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	11.112	11.112	
2012		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	9.921	9.985	
2013		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	8.858	8.858	
2014		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	7.909	7.909	
2015		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	7.062	7.062	
2016		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	6.305	6.305	
2017		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	5.629	5.629	
2018		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	5.026	5.026	
2019		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	4.488	4.488	
2020		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	4.007	4.007	
2021		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	3.578	3.578	
2022		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	3.194	3.194	
2023		195	195	600	0,7	0,000	0	2	63	0,666	63	553.126	0	30.813	0	2.852	2.852	
TOTAL						452.472	452.472						126.284	647.081	126.284	239.260	808.096	

Diâmetro (mm)	Custo
0	0,00
300	252,53
400	276,04
500	317,55
600	377,06
700	454,57
800	551,73
900	638,27
1000	775,86
1100	900,48
1200	1.025,10
1300	1.192,47
1400	1.359,84
1500	1.583,33
1600	1.806,82
1700	2.106,47
1800	2.406,12
1900	2.805,98
2000	3.205,85

Preço Médio de Energia Adotado na Viabilidade **R\$ 0,0500**
 Preço Médio de Demanda Adotado na Viabilidade **R\$ 4,1667**
 Taxa de Desconto:..... **12%**



3.3.2.6. Trecho Complementar TC2

O trecho complementar TC2 é composto pelo sistema que abastecerá a ETA das Praias Oeste e o Complexo Turístico do Litoral Oeste. A obra será constituída por um sistema de adutoras e elevatórias que aduzirão as vazões demandadas de 497 l/s e 1657 l/s, em final de plano, respectivamente para as Praias Oeste e o Complexo Turístico do Litoral Oeste.

O trecho inicial que se estende do reservatório apoiado da ETA Pecém ao reservatório apoiado de derivação para as Praias Oeste e o Complexo Turístico do Litoral Oeste apresenta uma extensão de 17 km constituído por uma estação elevatória e duas adutoras com diâmetros 1000mm (ano de implantação 2003– ano 1) e 800mm (ano de implantação 2015 – ano 13). Ao longo dos primeiros 04 (quatro) anos (anos 2003/2006) o sistema funcionará gravitariamente quando a vazão deverá atingir 700 l/s. A partir do 5º ano o sistema passará a funcionar em recalque quando será implantada a primeira das 04 (quatro) bombas previstas para a estação elevatória. O sistema de bombeamento será composto por 04 (quatro) bombas, instaladas nos seguintes anos: 2008 (ano 5), 2011 (ano 9), 2013 (ano 11) e 2021 (ano 19) quando as vazões serão respectivamente 800 l/s, 1200 l/s, 1400 l/s e 2050 l/s. A estação elevatória (EE2-AI) apresenta as seguintes características, em final de plano: $Q_{total}=2200$ l/s, número de bombas= 4A + 1R, $q_{bomba}=550$ l/s, A.M.T=32 m.c.a, potência unitária=250CV, potência total instalada=1000 CV. Os dados e características desse trecho complementar inicial são apresentados na Figura 3.15 – Alternativa 2 – Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE3-AI e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar T2 da ETA Pecém ao Ponto de Derivação Para as Praias Oeste. As características do traçado e o perfil desse trecho inicial são apresentados na Figura 3.16 – Alternativa 2 – Traçado Interior – Planta Geral e Perfil – Trecho Complementar TC-2.

O traçado final do trecho complementar TC2 estende-se do reservatório apoiado de derivação das Praias Oeste, às margens da Via Estruturante à ETA, localizada junto à lagoa Parnamirim, com capacidade, em final de plano para 497 l/s. O sistema final será constituído por uma estação elevatória, que terá em final de plano (ano 20) as seguintes características: $Q_{total}=497$ l/s, número de bombas= 2A + 1R, $Q_{bomba}=250$ l/s, A.M.T=28 m.c.a, potência unitária=25 CV e potência total instalada=250CV. O sistema completa-se com uma adutora de 4,40 km e diâmetro de 600mm. No reservatório apoiado de derivação deverá ser instalada, também, a futura estação elevatória que aduzirá a vazão de 1657 l/s para o Complexo Turístico do Litoral Oeste. Os dados e características do traçado final do trecho complementar TC2 são apresentados na Figura 3.17 – Alternativa 2 – Traçado Interior – Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE4-AI e da Adutora de Recalque do Trecho Complementar TC2 do Ponto de Derivação Para as Praias Oeste ao Local da ETA Parnamirim.

As características do traçado e perfil deste trecho final poderão ser observados na Figura 3.16 , citada anteriormente, Alternativa 2 – Traçado Interior – Planta Geral e Perfil – Trecho Complementar TC-2.

Figura 3.15 - Alternativa 02 - Traçado Interior - Memórias de Cálculo do Dimensionamento e Principais Características da Estação Elevatória EE3-AI e do Trecho TC2

TC2 - CIPP->PRAIAS - ALT2			
	1a Etapa	2a Etapa	Total
Vazão de Projeto 1a Etapa (l/s)	1300	900	2200
Diâmetro da Tubulação (mm)	1000	800	1183
Perda de Carga (m/Km)	2,88	2,16	2,16
Comprimento (m)	-	-	17000
Velocidade Máxima (m/s)	2,1	1,8	1,8
V.P. CUSTOS			
TOTAL	16.847.066		
TUBULAÇÃO	15.339.078		
EB+ENERGIA	1.507.988		
EB+TUBULAÇ	16.026.397		

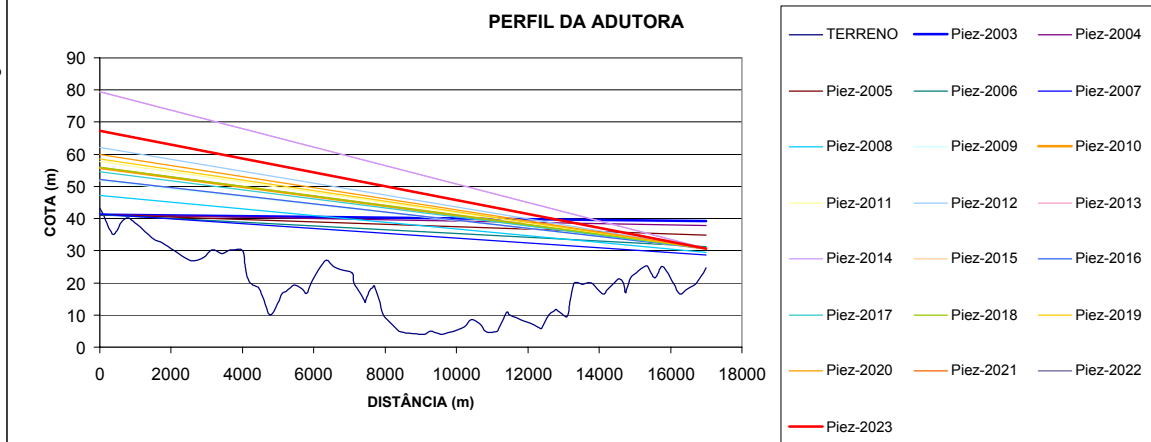
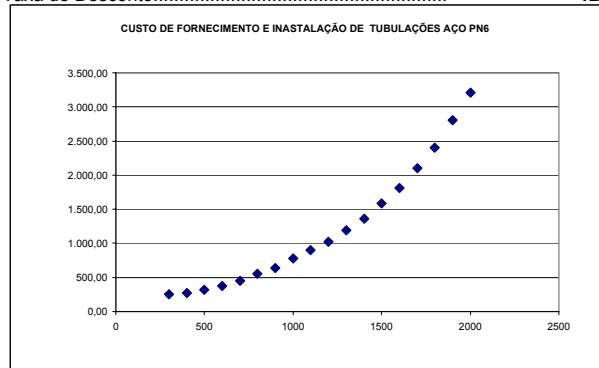
Fase1	2003
Fase 2	2015

Estação de Bombeamento 1	
Desnível Geométrico (m)	-12,7
Perda de Carga Total (m)	26
Número Total de Bombas	4
Vazão Unitária de Cada Bomba (l/s)	550
Potência Unitária de Cada Bomba (kw)	176
Potência Instalada Total (kw)	703
Custo Incremental de Uma Bomba (R\$)	122.954
Custo Inicial da Estação de Bombeamento	913.370
Desnível Topográfico (m)	2

TC2 - CIPP->PRAIAS - ALT2 - Comprimento = 17000 m								TC2 - CIPP->PRAIAS - ALT2: Hg = 27 m - Qmax = 2200 l/s - Potência = 703 kw								TOTAL (R\$)	
Ano	Etapa de Construção	Demanda na Adutora (l/s)	Vazão de Projeto (l/s)	Diâmetro Equivalente (mm)	Velocidade Nas Tubulações (m/s)	Custo de Investimento Tubulações (R\$)	Valor Presente Tubulações (R\$)	Número de Bombas em Operação (un)	Potência Requerida (kw)	Perda de Carga Unitária na Tubulações (m/km)	Potência Instalada (kw)	Consumo Médio de Energia (kwh/ano)	Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)	Custo de Energia (R\$)	V.P. do Custo de Investimento Incremental na Estação de Bombeamento (R\$)		Valor Presente do Custo de Energia (R\$)
2001		0															
2002		133															
2003	1a ETAPA	265	300	1000	0,3	13.189.542	13.189.542	0	-39,05	0,123	0	0	0	0	0	0	13.189.542
2004		398	400	1000	0,5	0,000	0	0	-44,87	0,209	0	0	0	0	0	0	0
2005		530	550	1000	0,7	0,000	0	0	-42,44	0,377	0	0	0	0	0	0	0
2006		663	700	1000	0,8	0,000	0	0	-23,06	0,589	0	0	0	0	0	0	0
2007		795	800	1000	1,0	0	0	1	1,18	0,754	176	1.529.884	1.036.323	85.277	588.038	48.388	636.426
2008		928	950	1000	1,2	0,000	0	1	68,02	1,036	176	1.503.044	0	83.935	0	42.524	42.524
2009		1014	1050	1000	1,3	0,000	0	1	135,27	1,247	176	1.486.020	0	83.083	0	37.583	37.583
2010		1100	1150	1000	1,4	0,000	0	2	202,97	1,476	351	2.943.912	122.954	164.760	49.659	66.544	116.203
2011		1186	1200	1000	1,5	0,000	0	2	242,04	1,597	351	3.041.963	0	169.663	0	61.182	61.182
2012		1272	1300	1000	1,6	0,000	0	2	331,30	1,851	351	3.011.703	0	168.150	0	54.140	54.140
2013		1358	1400	1000	1,7	0	0	3	436,21	2,124	527	4.478.648	122.954	250.280	35.346	71.949	107.296
2014		1444	1450	1000	1,8	0,000	0	3	494,86	2,266	527	4.596.292	0	256.162	0	65.750	65.750
2015		1529	1550	1183,08	1,4	9379486,471	2.149.536	3	161,96	1,130	527	4.554.284	0	254.061	0	58.224	2.207.761
2016		1615	1650	1183,08	1,5	0,000	0	3	220,10	1,269	527	4.517.368	0	252.216	0	51.608	51.608
2017		1700	1750	1183,08	1,5	0,000	0	3	286,70	1,415	527	4.484.670	0	250.581	0	45.780	45.780
2018		1786	1800	1183,08	1,6	0,000	0	3	323,31	1,491	527	4.579.272	0	255.311	0	41.647	41.647
2019		1859	1900	1183,08	1,7	0,000	0	3	403,40	1,648	527	4.517.230	0	252.209	0	36.733	36.733
2020		1933	1950	1183,08	1,8	0,000	0	3	447,00	1,729	527	4.575.787	0	255.137	0	33.178	33.178
2021		2007	2050	1183,08	1,8	0,000	0	4	541,56	1,896	703	6.024.606	122.954	336.360	14.276	39.054	53.329
2022		2080	2100	1183,08	1,9	0,000	0	4	592,62	1,983	703	6.097.067	0	339.983	0	35.245	35.245
2023		2154	2200	1183,08	2,0	0,000	0	4	702,59	2,161	703	6.026.017	0	336.430	0	31.140	31.140
TOTAL						22.569.029	15.339.078						1.405.184	3.793.596	687.318	820.669	16.847.066

Diâmetro (mm)	Custo
0	0,00
300	252,53
400	276,04
500	317,55
600	377,06
700	454,57
800	551,73
900	638,27
1000	775,86
1100	900,48
1200	1.025,10
1300	1.192,47
1400	1.359,84
1500	1.583,33
1600	1.806,82
1700	2.106,47
1800	2.406,12
1900	2.805,98
2000	3.205,85

Preço Médio de Energia Adotado na Viabilidade R\$ 0,0500
 Preço Médio de Demanda Adotado na Viabilidade R\$ 4,1667
 Taxa de Desconto:..... 12%



4. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS

4. AVALIAÇÃO PRELIMINAR DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS

Neste capítulo apresentam-se os cálculos referentes à totalização dos custos preliminares das alternativas para o Sistema de Adução Gavião-Pecém. Os custos são referentes somente ao sistema principal de adução de água bruta de cada alternativa, de modo que as estas forneçam a mesma quantidade de água nos mesmos centros de demandas, ou seja tenham benefícios (fornecimento de água às demandas alvo) idênticos.

Os custos foram estimados a partir da composição de curvas paramétricas de custos para em função das características de cada tipo de obra, quais sejam:

- adutoras gravitárias e de recalque;
- canais de adução;
- túneis;
- estação de bombeamento;

Além dos custos de implantação da infra-estrutura foram considerados custos de operação e manutenção, que variam em função do tipo de obra, e os custos de energia consumida nas estações de bombeamento.

A seguir descreve-se em detalhes a forma como foram estimados os custos.

4.1. ADUTORAS GRAVITÁRIAS E DE RECALQUE

As tubulações foram abordadas, neste estudo, em função da carga a qual as mesmas estariam submetidas, o que permite a classificação das adutoras em gravitárias ou sob pressão.

Denominou-se de sifão as adutoras gravitárias que constituem solução para travessia de talwegues onde seja possível fazê-la sem a necessidade de bombeamento, aproveitando, exclusivamente, a carga disponível do canal. No entanto, o sifão deve ser entendido somente como a adutora utilizada em trechos onde as cotas do terreno natural definem um aterro com altura superior ao ponto de equilíbrio econômico, sendo denominadas genericamente de adutoras gravitárias aquelas utilizadas para travessias onde seria viável a utilização de solução em canal.

Como adutora sob pressão entendem-se os trechos em tubulação cuja carga é resultado de bombeamento para atingir a cota piezométrica do canal, sendo as mesmas dimensionadas

para pressões superiores, tanto pelas características de carga, quanto operacionais, as quais implicam condições de risco mais severas do que as verificadas em adução gravitária.

Desta forma, para sifões e adutoras gravitárias adotou-se, para parametrização dos custos, tubulações PN6, e para adutoras sob pressão, PN10, ambos em PVC revestido em fibra de vidro (Figuras 4.1 e 4.2).

Para a parametrização dos custos de obras civis foram utilizados os itens mais representativos, abaixo relacionados:

- Limpeza do Terreno e Desapropriação;
- Locação e Nivelamento da Adutora;
- Escavação mecânica em Material de 1a Categoria (%);
- Escavação mecânica em Material de 2a Categoria (%);
- Escavação mecânica em Material de 3a Categoria (%);
- Nivelamento de Fundo de Vala;
- Leito de Areia;
- Esgotamento com Bombas;
- Escoramento;
- Reaterro com Aproveitamento do Material;
- Reaterro com Material de Empréstimo;
- Bota fora;
- Cadastro de Linha;
- Assentamento da Tubulação

As figuras 4.1 e 4.2 apresentam as curvas paramétricas de custo para as adutoras em PRFV PN6 e PRFV PN10.

O custo de manutenção foi estimado considerando um valor anual correspondente a 1,0 % do total já investido na implantação da estação. Neste custo são incluídas as despesas com pessoal de operação.

Figura 4.1 – Curva Paramétrica de Custo de Tubulações em PRFV PN6

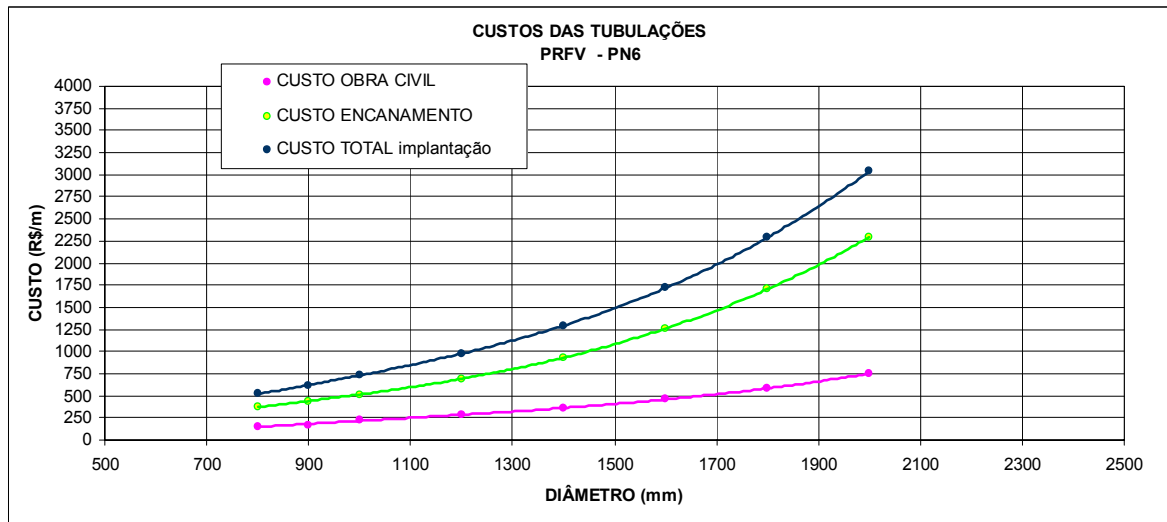
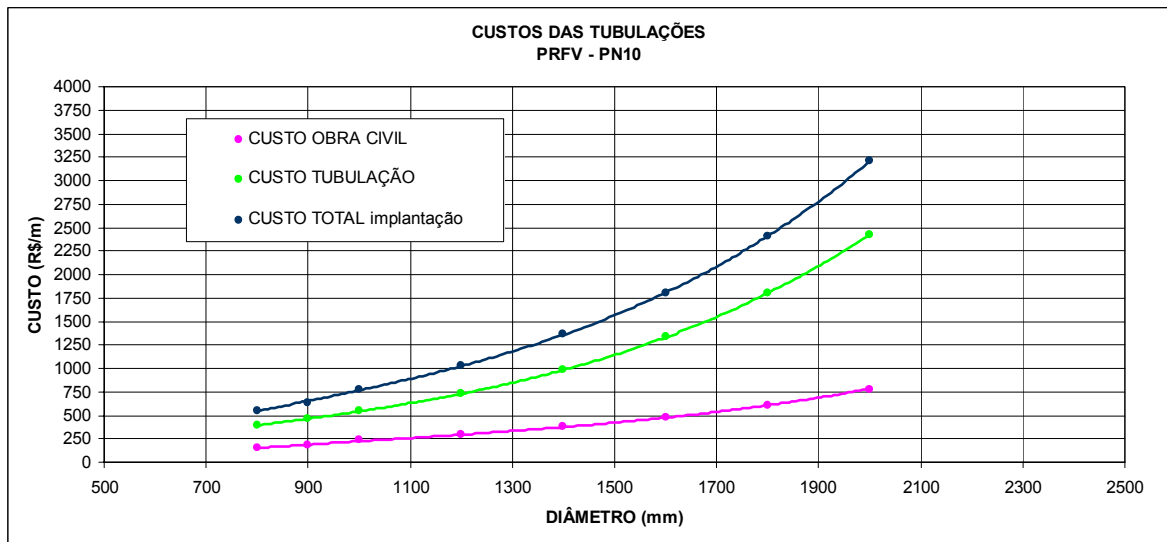


Figura 4.2 – Curva Paramétrica de Custo de Tubulações em PRFV PN10



4.2. CANAIS DE ADUÇÃO E TÚNEIS

4.2.1. Canais do Trecho 2 da Alternativa 02 – Traçado Interior

Os canais do Trecho 2 da alternativa 2 foram projetados em função da otimização da seção hidráulica e da declividade de projeto para a vazão de 4,5 m³/s. Os resultados desta otimização estão apresentados no Quadro 4.1 a seguir.

A seção hidráulica escolhida como a de projeto seria revestida com manta impermeável e concreto para proteção mecânica. Sua geometria seria trapezoidal com largura da base igual a 1,8 m, altura de 1,8 m e taludes com inclinação de 1:1,5.

A Declividade ótima de projeto foi estabelecida em 0,00017m/m.

A seção do canal em corte apresenta taludes com declividade de 1:1,5 revestidos com grama nativa e escalonamentos a cada 5 m de profundidade com bermas de 4m de largura. As bermas adjacentes à seção hidráulica teriam largura de 5 m de forma a comportar uma estrada de OPM para o canal.

Nos trechos em que o canal apresenta-se em aterro os taludes teriam declividade de 1:1,5 e seriam revestidos com material inerte. As bermas adjacentes à seção hidráulica, tal qual na seção em corte, teriam 5 m de largura de forma a comportar as estradas de OPM.

A Figura 4.3 apresenta a geometria da seção do canal em corte e aterro, e o Quadro 4.2 sua capacidade de vazão de sua seção hidráulica.

O custo do canal foi parametrizado de modo a se obter uma função do custo por unidade de comprimento longitudinal em função da altura de corte e outra em função da altura de aterro. Integrando-se estas funções ao longo do perfil do canal obtêm-se o custo total de cada trecho.

A curva paramétrica de custo em função da altura de aterro, apresentada na Figura 4.4, foi obtida em função dos custos da seção hidráulica e da construção dos maciços de aterro, incluindo drenagem e revestimento.

Quadro 4.1 - Seleção da Seção Hidráulica e Declividade Ótima do Canal

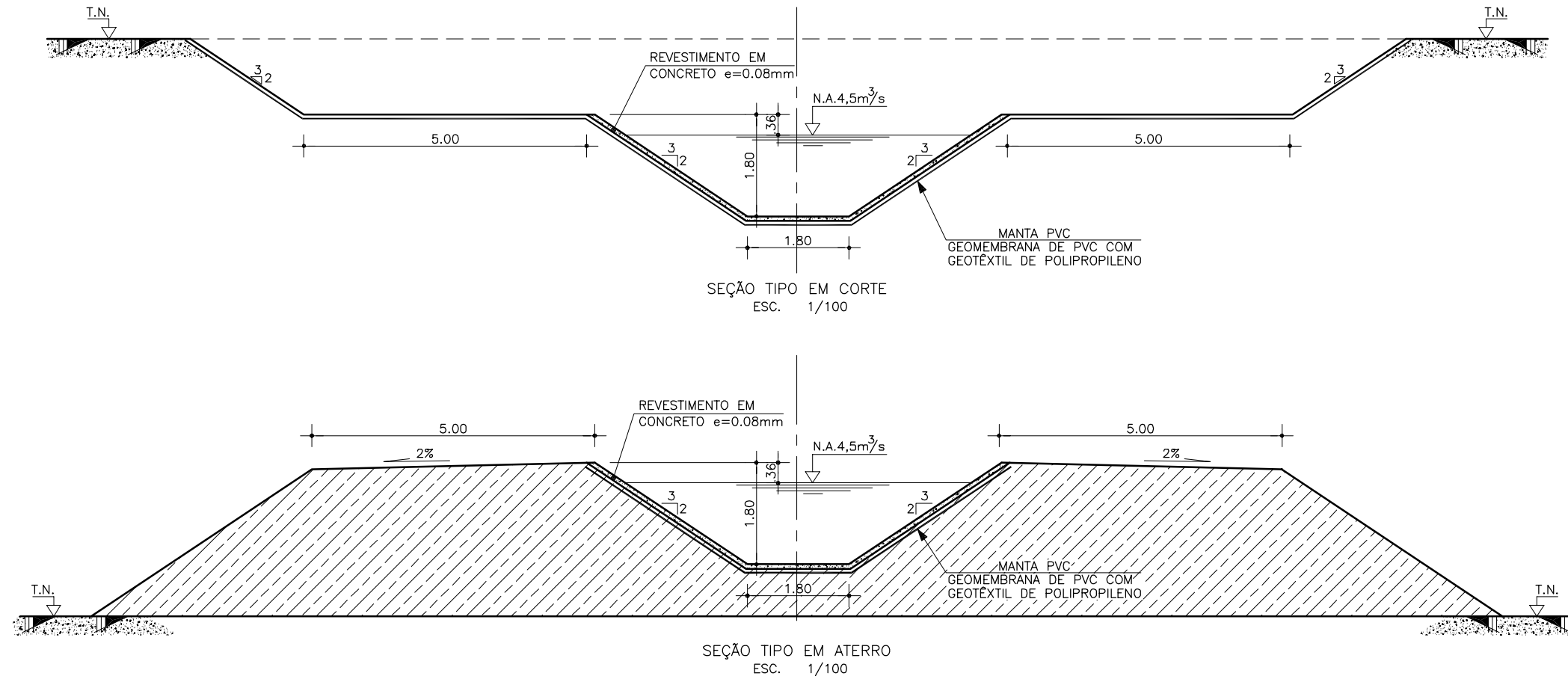
FRC:	8,06
P(%):	2,00
VACUEE:	4.500,00

CANAL
SEÇÃO III - 2 metros em Aterro

Rendimento	0,80
------------	------


Seção-Tipo	Vazão (m³/s)																									
	1,00		1,50		2,00		2,50		3,00		3,50		4,00		4,50		5,00		5,50		6,00		7,00			
	0,000100		0,000100		0,000075		0,000050		0,000050		0,000050		0,000050		0,000050		0,000050		0,000050		0,000050		0,000050			
	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade	Custo	Declividade		
10	598,45	0,0002135	644,41	0,0004804	725,88	0,0008541	858,14	0,0013345	1060,58	0,0019217	1342,29	0,0026156	1716,48	0,0034163	2196,36	0,0043238	2795,15	0,0053380	3526,06	0,0064590	4402,29	0,0076868	5437,06	0,0090213	6643,59	0,01046
11	591,68	0,0002591	646,58	0,0005831	745,46	0,0010366	906,41	0,0016196	1151,66	0,0023322	1493,11	0,0031744	1946,80	0,0041462	2528,77	0,0052475	3255,04	0,0064784	4141,65	0,0078389	5204,64	0,0093290	6460,04	0,0109486	7923,88	0,01270
12	612,49	0,0001515	646,29	0,0003408	704,09	0,0006059	797,30	0,0009467	941,51	0,0013632	1141,94	0,0018554	1407,97	0,0024234	1748,99	0,0030672	2174,34	0,0037866	2693,42	0,0045818	3315,59	0,0054527	4050,21	0,0063994	4906,68	0,00742
13	635,69	0,0000935	658,14	0,0002105	693,83	0,0003742	750,62	0,0005847	840,47	0,0008419	965,04	0,0011459	1130,14	0,0014967	1341,54	0,0018943	1605,03	0,0023386	1926,41	0,0028298	2311,45	0,0033676	2765,95	0,0039523	3295,70	0,00458
14	647,58	0,0000748	666,36	0,0001683	694,89	0,0002991	739,87	0,0004674	812,11	0,0006731	912,12	0,0009161	1044,52	0,0011965	1213,93	0,0015144	1425,00	0,0018696	1682,33	0,0022622	1990,56	0,0026922	2354,33	0,0031596	2778,24	0,00366
15	671,40	0,0000492	685,16	0,0001107	703,93	0,0001968	732,82	0,0003075	781,05	0,0004428	847,55	0,0006027	935,35	0,0007872	1047,51	0,0009963	1187,07	0,0012299	1357,06	0,0014882	1560,54	0,0017711	1800,55	0,0020786	2080,14	0,00241
16	663,12	0,0000567	678,35	0,0001276	699,98	0,0002268	733,58	0,0003543	788,85	0,0005103	865,17	0,0006945	966,04	0,0009071	1094,97	0,0011481	1255,48	0,0014174	1451,07	0,0017150	1685,25	0,0020410	1961,52	0,0023954	2283,40	0,00278
17	687,36	0,0000378	698,89	0,0000850	713,30	0,0001511	735,00	0,0002361	772,51	0,0003400	824,04	0,0004627	891,93	0,0006044	978,52	0,0007649	1086,15	0,0009443	1217,14	0,0011426	1373,85	0,0013598	1558,60	0,0015959	1773,73	0,00185
18	711,06	0,0000260	720,28	0,0000585	730,20	0,0001039	744,48	0,0001624	770,93	0,0002339	807,03	0,0003183	854,38	0,0004158	914,59	0,0005262	989,28	0,0006496	1080,04	0,0007861	1188,49	0,0009355	1316,24	0,0010979	1464,88	0,00127
19	722,68	0,0000218	731,07	0,0000490	739,38	0,0000871	751,02	0,0001361	773,52	0,0001960	804,11	0,0002668	844,13	0,0003485	894,93	0,0004410	957,86	0,0005445	1034,26	0,0006588	1125,49	0,0007841	1232,89	0,0009202	1357,81	0,00107
20	745,42	0,0000156	752,59	0,0000351	758,54	0,0000623	766,28	0,0000974	782,96	0,0001402	805,43	0,0001909	834,65	0,0002493	871,58	0,0003155	917,18	0,0003895	972,43	0,0004713	1038,28	0,0005609	1115,70	0,0006583	1205,65	0,00076
21	737,72	0,0000174	745,26	0,0000392	751,91	0,0000697	760,81	0,0001089	779,22	0,0001568	804,10	0,0002134	836,53	0,0002788	877,59	0,0003528	928,35	0,0004356	989,89	0,0005271	1063,29	0,0006273	1149,62	0,0007362	1249,97	0,00085
22	760,48	0,0000126	767,06	0,0000283	771,86	0,0000503	777,70	0,0000786	791,56	0,0001131	810,08	0,0001540	834,05	0,0002011	864,24	0,0002545	901,43	0,0003142	946,40	0,0003802	999,92	0,0004525	1062,77	0,0005310	1135,73	0,00062
23	782,53	0,0000093	788,47	0,0000208	792,01	0,0000370	795,77	0,0000579	806,52	0,0000833	820,71	0,0001134	838,91	0,0001481	861,69	0,0001724	889,63	0,0002315	923,30	0,0002801	963,26	0,0003333	1010,11	0,0003912	1064,40	0,00045
24	803,94	0,0000069	809,43	0,0000156	812,08	0,0000278	814,39	0,0000434	822,97	0,0000625	834,13	0,0000851	848,30	0,0001111	865,91	0,0001407	887,38	0,0001737	913,16	0,0002101	943,66	0,0002501	979,32	0,0002935	1020,56	0,00034
25	824,75	0,0000053	829,92	0,0000119	831,94	0,0000212	833,21	0,0000331	840,24	0,0000477	849,24	0,0000649	860,53	0,0000847	874,44	0,0001072	891,31	0,0001324	911,45	0,0001602	935,19	0,0001907	962,87	0,0002238	994,81	0,00026
26	817,98	0,0000058	823,24	0,0000130	825,45	0,0000231	827,02	0,0000361	834,51	0,0000520	844,14	0,0000708	856,27	0,0000925	871,27	0,0001170	889,49	0,0001445	911,28	0,0001748	937,01	0,0002081	967,02	0,0002442	1001,69	0,00028
27	838,74	0,0000044	843,73	0,0000100	845,42	0,0000177	846,15	0,0000277	852,37	0,0000399	860,24	0,0000543	870,02	0,0000709	882,00	0,0000897	896,45	0,0001108	913,64	0,0001341	933,85	0,0001595	957,34	0,0001872	984,41	0,00022
28	858,92	0,0000034	863,72	0,0000078	865,04	0,0000138	865,14	0,0000215	870,44	0,0000310	877,01	0,0000422	885,08	0,0000551	894,86	0,0000698	906,55	0,0000861	920,37	0,0001042	936,54	0,0001240	955,27	0,0001456	976,77	0,00017
29	878,58	0,0000027	883,24	0,0000061	884,27	0,0000109	883,92	0,0000170	888,53	0,0000244	894,14	0,0000332	900,93	0,0000434	909,07	0,0000549	918,71	0,0000678	930,03	0,0000821	943,20	0,0000977	958,38	0,0001146	975,75	0,00013
30	897,76	0,0000022	902,31	0,0000049	903,13	0,0000086	902,43	0,0000135	906,52	0,0000194	911,41	0,0000265	917,23	0,0000346	924,13	0,0000437	932,23	0,0000540	941,66	0,0000653	952,57	0,0000778	965,08	0,0000913	979,32	0,00011
31	891,69	0,0000023	896,26	0,0000052	897,15	0,0000093	896,55	0,0000145	900,79	0,0000209	905,89	0,0000284	911,99	0,0000371	919,25	0,0000470	927,80	0,0000580	937,78	0,0000702	949,34	0,0000835	962,62	0,0000980	977,78	0,00011
32	910,80	0,0000019	915,29	0,0000042	916,00	0,0000074	915,10	0,0000116	918,91	0,0000167	923,40	0,0000227	928,69	0,0000297	934,91	0,0000376	942,15	0,0000464	950,55	0,0000561	960,20	0,0000668	971,24	0,0000784	983,76	0,00009
33	929,46	0,0000015	933,88	0,0000034	934,45	0,0000060	933,33	0,0000094	936,80	0,0000135	940,83	0,0000183	945,50	0,0000240	950,91	0,0000303	957,16	0,0000374	964,34	0,0000453	972,53	0,0000539	981,84	0,0000633	992,35	0,00007
34	947,71	0,0000012	952,07	0,0000027	952,54	0,0000049	951,24	0,0000076	954,45	0,0000110	958,11	0,0000149	962,30	0,0000195	967,09	0,0000247	972,56	0,0000305	978,79	0,0000369	985,85	0,0000439	993,82	0,0000516	1002,76	0,00006
35	965,56	0,0000010	969,88	0,0000023	970,26	0,0000040	968,83	0,0000063	971,83	0,0000090	975,21	0,0000123	979,02	0,0000160	983,32	0,0000203	988,19	0,0000251	993,67	0,0000303	999,84	0,0000361	1006,75	0,0000424	1014,47	0,00005
36	953,62	0,0000011	957,97	0,0000026	958,41	0,0000046	957,07	0,0000071	960,20	0,0000103	963,76	0,0000140	967,81	0,0000183	972,43	0,0000231	977,69	0,0000286	983,65	0,0000346	990,40	0,0000411	997,98	0,0000483	1006,49	0,00006
37	971,78	0,0000009	976,09	0,0000021	976,45	0,0000037	974,97	0,0000059	977,92	0,0000084	981,21	0,0000115	984,90	0,0000150	989,06	0,0000190	993,74	0,0000234	999,00	0,0000283	1004,90	0,0000337	1011,49	0,0000396	1018,84	0,00005
38	989,54	0,0000008	993,81	0,0000017	994,11	0,0000031	992,53	0,0000048	995,32	0,0000070	998,40	0,0000095	1001,81	0,0000124	1005,61	0,0000157	1009,83	0,0000194	1014,54	0,0000234	1019,77	0,0000279	1025,58	0,0000327	1032,01	0,00004
39	1006,92	0,0000006	1011,17	0,0000015	1011,42	0,0000026	1009,76	0,0000040	1012,43	0,0000058	1015,34	0,0000079	1018,52	0,0000103	1022,03	0,0000131	1025,89	0,0000161	1030,15	0,0000195	1034,86	0,0000232	1040,04	0,0000272	1045,73	0,00003
40	1023,96	0,0000005	1028,19	0,0000012	1028,40	0,0000022	1026,68	0,0000034	1029,25	0,0000049	1032,02	0,0000066	1035,02	0,0000086	1038,29	0,0000109	1041,86	0,0000135	1045,77	0,0000163	1050,04	0,0000194	1054,72	0,0000228	1059,83	0,00003
41	1011,59	0,0000006	101																							

Figura 4.3 - Geometria da Seção do Canal Gavião-Pecém



Quadro 4.2 - Capacidade de Vazão do Canal Gavião-Pecém

Fundo (m)	Altura Útil (m)	Revanche (m)	Altura Total (m)	Talude 1:		Rugosidade Equivalente	Seção (m ²)	Perímetro (m)	Raio Hidráulico (m)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade (m/s)
1,8	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0,0143	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00
1,8	0,16	0,04	0,20	1,5	0,3	0,0143	0,33	2,38	0,14	0,08	0,24
1,8	0,32	0,08	0,40	1,5	0,6	0,0143	0,73	2,95	0,25	0,26	0,36
1,8	0,48	0,12	0,60	1,5	0,9	0,0143	1,21	3,53	0,34	0,54	0,45
1,8	0,64	0,16	0,80	1,5	1,2	0,0143	1,77	4,11	0,43	0,92	0,52
1,8	0,80	0,20	1,00	1,5	1,4	0,0143	2,40	4,68	0,51	1,40	0,58
1,8	0,84	0,21	1,05	1,5	1,5	0,0143	2,57	4,83	0,53	1,54	0,60
1,8	0,88	0,22	1,10	1,5	1,6	0,0143	2,75	4,97	0,55	1,7	0,61
1,8	0,92	0,23	1,15	1,5	1,7	0,0143	2,93	5,12	0,57	1,8	0,63
1,8	0,96	0,24	1,20	1,5	1,7	0,0143	3,11	5,26	0,59	2,0	0,64
1,8	1,04	0,26	1,30	1,5	1,9	0,0143	3,49	5,55	0,63	2,3	0,67
1,8	1,08	0,27	1,35	1,5	1,9	0,0143	3,69	5,69	0,65	2,5	0,68
1,8	1,12	0,28	1,40	1,5	2,0	0,0143	3,90	5,84	0,67	2,7	0,70
1,8	1,27	0,20	1,47	1,5	2,3	0,0143	4,71	6,38	0,74	3,5	0,75
1,8	1,28	0,32	1,60	1,5	2,3	0,0143	4,76	6,42	0,74	3,6	0,75
1,8	1,36	0,34	1,70	1,5	2,5	0,0143	5,22	6,70	0,78	4,0	0,77
1,8	1,44	0,36	1,80	1,5	2,6	0,0143	5,70	6,99	0,82	4,5	0,80
1,8	1,49	0,36	1,85	1,5	2,7	0,0143	6,01	7,17	0,84	4,9	0,81
1,8	1,54	0,36	1,90	1,5	2,8	0,0143	6,33	7,35	0,86	5,2	0,83
1,8	1,59	0,36	1,95	1,5	2,9	0,0143	6,65	7,53	0,88	5,6	0,84
1,8	1,64	0,36	2,00	1,5	3,0	0,0143	7,02	7,73	0,91	6,0	0,86
1,8	1,69	0,36	2,05	1,5	3,0	0,0143	7,33	7,89	0,93	6,4	0,87
1,8	1,74	0,36	2,10	1,5	3,1	0,0143	7,67	8,07	0,95	6,8	0,88
1,8	1,80	0,36	2,20	1,5	3,2	0,0143	8,10	8,29	0,98	7,3	0,90



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

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

ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

ESTUDO DE VIABILIDADE DO TRECHO OESTE

TÍTULO:
Figura 4.3 e Quadro 4.2

ESCALA:	INDICADA	DATA:	NOVEMBRO/2001	CONTATO:	OSIRIO FERREIRA PIETROCE/RSR/02000	PROJETO DESENHO:	7
---------	----------	-------	---------------	----------	------------------------------------	------------------	---

A curva paramétrica de custo em função da altura de corte resulta da composição entre curvas de corte distintas obtidas para diversas espessuras da camada de material de 1ª e 2ª categorias, visto que estas influem nos volumes escavados em cada tipo de material. A curva de custo médio é composta através da ponderação de cada uma das diversas curvas para diferentes espessuras de solo de 1ª e 2ª categoria pela, probabilidade de ocorram perfis transversais equivalentes. A probabilidade de ocorrência de cada tipo de seção, com diferentes espessuras das camadas de solo, foi estimada a partir das observações obtidas na construção do canal Sítios Novos-Pecém, visto que os traçados deste canal se desenvolve na mesma formação geológica que o canal proposto. A figura 4.5 apresenta a curva paramétrica ponderada (média) de custos da seção em corte.

Figura 4.4 – Curva Paramétrica de Custo do Canal em Aterro

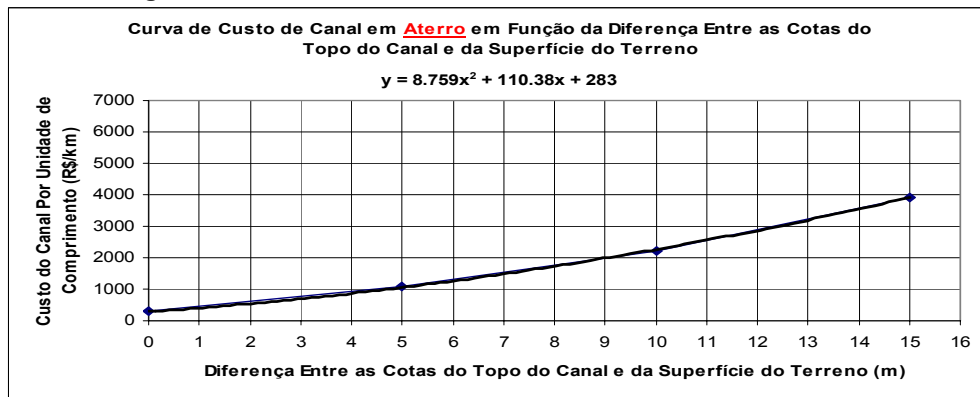
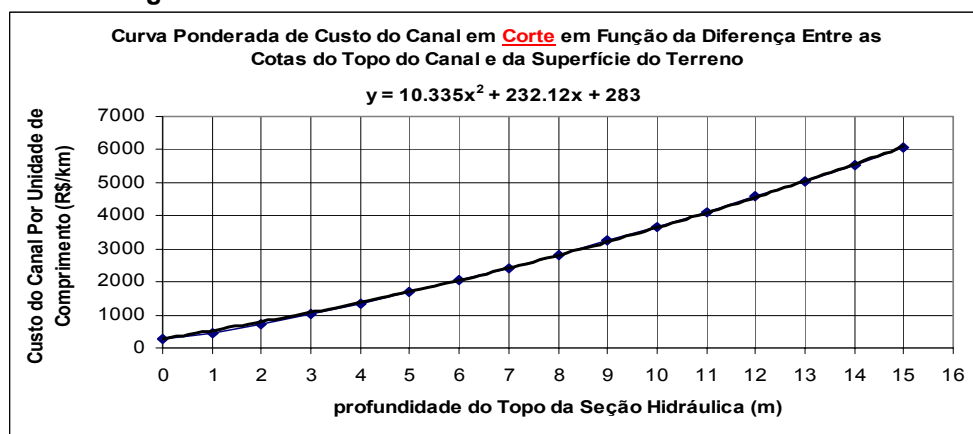


Figura 4.5 – Curva Paramétrica de Custo do Canal em Corte



4.2.2. Ampliação do Canal Sítios Novos – Pecém

O canal Sítios Novos-Pecém foi projetado para aduzir uma vazão de até 2,0 m³/s. No caso de implantação da Alternativa 02 o canal deverá ter capacidade de operar com uma vazão de 5,5 m³/s o que significa que se faria necessária sua ampliação.

Mantendo-se o formato da seção hidráulica existente e aumentando-se sua altura a nova capacidade de vazão seria obtida com o incremento de 1 m da mesma conforme observa-se no Quadro 4.3 que apresenta a capacidade de vazão do canal em função da altura da seção. A Figura 4.6 apresenta as obras necessárias a ampliação do canal, as quais consistem basicamente de cortes e aterros complementares, um talude de pedra argamassada em cada lado na seção hidráulica complementar e o revestimento da mesma com manta impermeável e concreto.

As quantidades de obras complementares foram totalizadas ao longo do perfil real do trecho do canal a ser ampliado. A partir destes totais compôs-se o custo da ampliação conforme apresentado Quadro 4.4 a seguir.

Quadro 4.4 – Composição do Custo de Ampliação do Canal Sítios Novos-Pecém

Descrição	Unidade	Quantidade	Custo Unitário	Custo Total
Alvenaria de pedra argamassada	m ³	29.295.00	123.01	R\$/m 3,603,711.82
Aterro Compactado Manualmente	m ³	200.158.74	13.70	R\$/m 2,742,174.67
Escavação manual em material de 1ª categoria, incluindo carga, descarga e transporte até 300 m	m ³	3,727.25	11.46	R\$/m 42,714.24
Fornecimento e aplicação de manta geocomposto, obtido pelo acoplamento de geomembrana de PVC 1,00mm com geotêxtil de 200g/m ² ou solução similar que apresente as mesmas condições de resistência, impermeabilização e concretagem dos taludes do canal	m ²	80,910.00	15.20	R\$/m 1,229,832.00
Concreto simples moldado in situ, fck>=150 kg/cm ² com consumo de cimento mínimo de 250 kg/m ³ de espessura de 8 cm	m ³	0.24	185.00	R\$/m 0,044.40
Total Ampliação do Canal entre os Km 8.9 e 23.3				R\$ 7,618,477.13

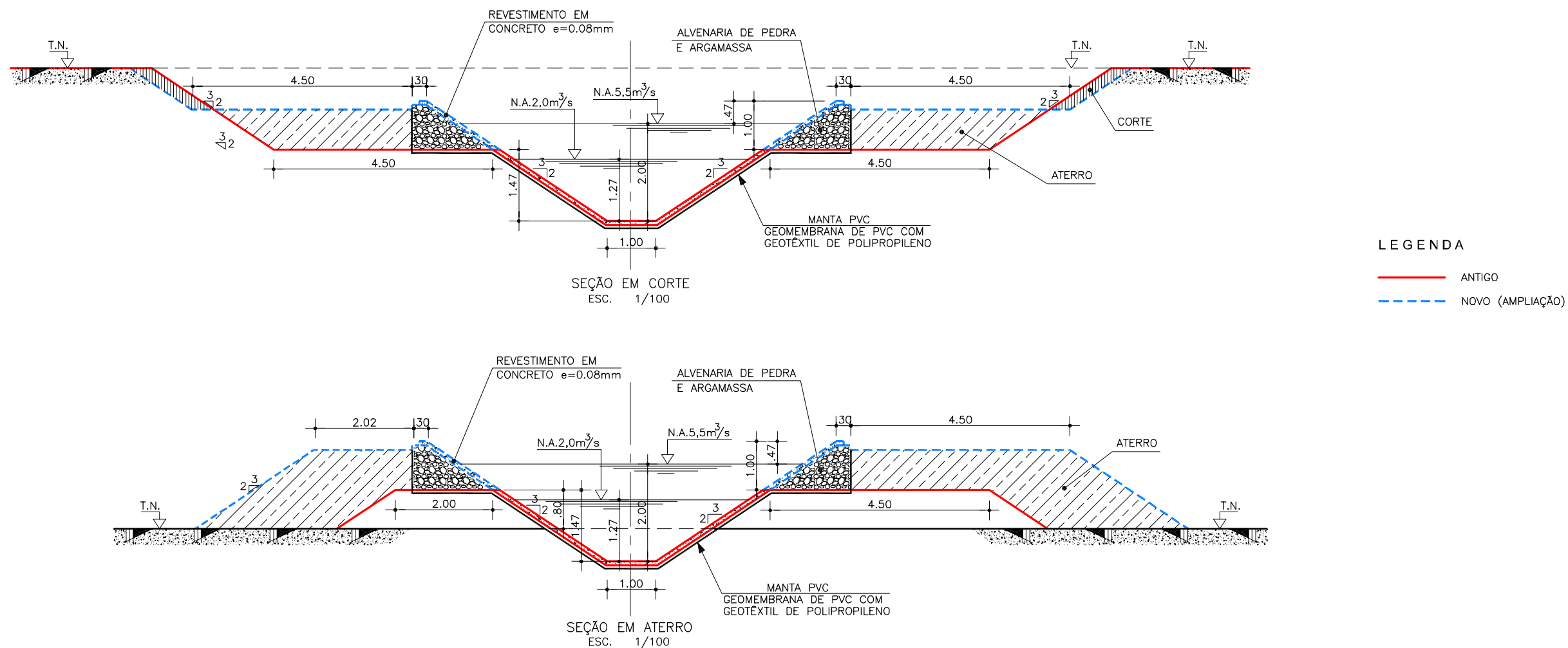
4.2.3. Túneis

O único túnel existente apresenta-se no traçado da Alternativa 02 do km 23,7 a 26,5, sob o Serrote Deserto.

Para o túnel adotou-se o custo para seção e declividade otimizadas em função da vazão desejada em 3.221.000,00 R\$/Km para vazão de 4,5m³/s.

O custo de manutenção foi estimado considerando um valor anual correspondente a 1,0% do investimento na construção do túnel.

Figura 4.6 - Geometria da Seção do Canal Sitios Novos-Pecém (Ampliado)



Quadro 4.3 - Capacidade de Vazão do Canal Sitios Novos-Pecém

Fundo (m)	Altura Útil (m)	Revanche (m)	Altura Total (m)	Talude		Rugosidade Equivalente	Seção (m ²)	Perímetro (m)	Razo Hidráulico (m)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade (m/s)
				1:	(m)						
1,0	0,00	0,00	0,00	1,5	0,0	0,0143	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
1,0	0,16	0,04	0,20	1,5	0,3	0,0143	0,20	1,58	0,13	0,03	0,18
1,0	0,32	0,08	0,40	1,5	0,6	0,0143	0,47	2,15	0,22	0,12	0,26
1,0	0,48	0,12	0,60	1,5	0,9	0,0143	0,83	2,73	0,30	0,26	0,32
1,0	0,64	0,16	0,80	1,5	1,2	0,0143	1,25	3,31	0,38	0,46	0,37
1,0	0,80	0,20	1,00	1,5	1,4	0,0143	1,76	3,88	0,45	0,73	0,41
1,0	0,84	0,21	1,05	1,5	1,5	0,0143	1,90	4,03	0,47	0,80	0,42
1,0	0,88	0,22	1,10	1,5	1,6	0,0143	2,04	4,17	0,49	0,9	0,43
1,0	0,92	0,23	1,15	1,5	1,7	0,0143	2,19	4,32	0,51	1,0	0,45
1,0	0,96	0,24	1,20	1,5	1,7	0,0143	2,34	4,46	0,53	1,1	0,46
1,0	1,04	0,26	1,30	1,5	1,9	0,0143	2,66	4,75	0,56	1,3	0,48
1,0	1,08	0,27	1,35	1,5	1,9	0,0143	2,83	4,89	0,58	1,4	0,49
1,0	1,12	0,28	1,40	1,5	2,0	0,0143	3,00	5,04	0,60	1,5	0,50
1,0	1,27	0,20	1,47	1,5	2,3	0,0143	3,69	5,58	0,66	2,0	0,53
1,0	1,28	0,32	1,60	1,5	2,3	0,0143	3,74	5,62	0,67	2,0	0,53
1,0	1,36	0,34	1,70	1,5	2,5	0,0143	4,13	5,90	0,70	2,3	0,55
1,0	1,44	0,36	1,80	1,5	2,6	0,0143	4,55	6,19	0,73	2,6	0,57
1,0	1,49	0,36	1,85	1,5	2,7	0,0143	4,82	6,37	0,76	2,8	0,58
1,0	1,54	0,36	1,90	1,5	2,8	0,0143	5,10	6,55	0,78	3,0	0,59
1,0	1,59	0,36	1,95	1,5	2,9	0,0143	5,38	6,73	0,80	3,2	0,60
1,0	1,64	0,36	2,00	1,5	3,0	0,0143	5,70	6,93	0,82	3,5	0,61
1,0	1,69	0,36	2,05	1,5	3,0	0,0143	5,97	7,09	0,84	3,7	0,62
1,0	1,74	0,36	2,10	1,5	3,1	0,0143	6,28	7,27	0,86	4,0	0,63
1,0	1,84	0,36	2,20	1,5	3,3	0,0143	6,92	7,63	0,91	4,5	0,66
1,0	1,92	0,36	2,28	1,5	3,5	0,0143	7,45	7,92	0,94	5,0	0,67
1,0	1,94	0,36	2,30	1,5	3,5	0,0143	7,59	7,99	0,95	5,1	0,68
1,0	2,00	0,47	2,47	1,5	3,6	0,0143	8,00	8,21	0,97	5,5	0,69

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS - SRH

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

ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

ESTUDO DE VIABILIDADE DO TRECHO OESTE

TÍTULO:
Figura 4.6 e Quadro 4.3

ESCALA:	INDICADA	DATA:	NOVEMBRO/2001	CONTINUAÇÃO:	COMPROVAÇÃO DE PROJETO	PROJETO DE:	PROJETO DE:
---------	----------	-------	---------------	--------------	------------------------	-------------	-------------

4.3. ESTAÇÕES DE BOMBEAMENTO E ENERGIA

Na estimação dos custos da estação de bombeamento considerou-se o valor médio de 2.000 R\$/kW instalado. Destes custos 65% corresponderiam aos custos de obras civis e 35% aos custos de aquisição e instalação das bombas.

A distribuição temporal dos custos se deu conforme apresentado nos quadros de dimensionamento otimizado das adutoras e estações de bombeamento, apresentados anteriormente no capítulo 3, de forma que a potência instalada em cada intervalo de tempo seja o mínimo suficiente para atender as vazões estimadas nos trechos em recalque, postergando portanto a instalação da potência máxima programada para a estação.

No ano em que se faz necessária a implantação da primeira bomba, considerou-se, além do custo de instalação das bombas necessárias, o investimento relativo às obras civis da estação e uma bomba de reserva, que correspondem a 65 % do total. O restante dos custos foi distribuído ao longo do tempo em função do incremento necessário ao número de bombas em funcionamento.

O custo de manutenção foi estimado considerando um valor anual correspondente a 4,0% do total já investido na implantação da estação. Neste custo são incluídas as despesas com pessoal de operação.

Considerou-se para os custos de energia valores médios das tarifas aplicadas pela COELCE para o tipo de consumo em que se enquadram as estações de bombeamento do projeto. Os valores adotados foram:

- energia consumida no bombeamento = 0,05 R\$/kWh
- custo anual da demanda contratada = 50 R\$/kW/ano

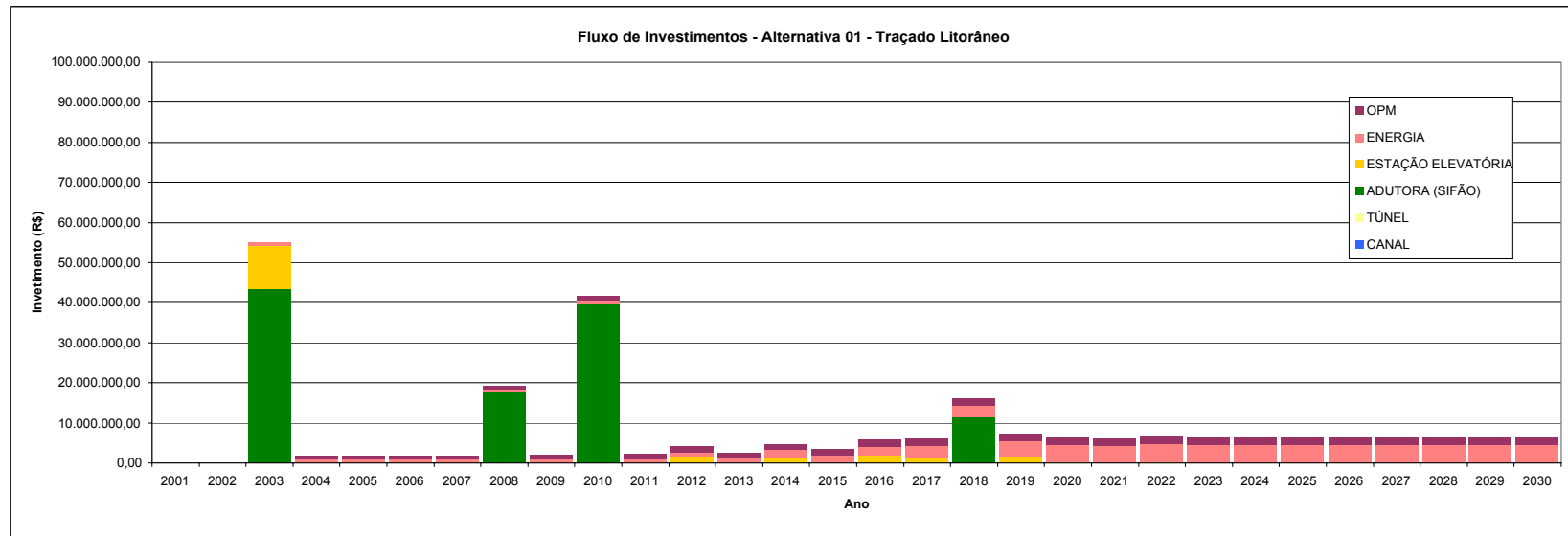
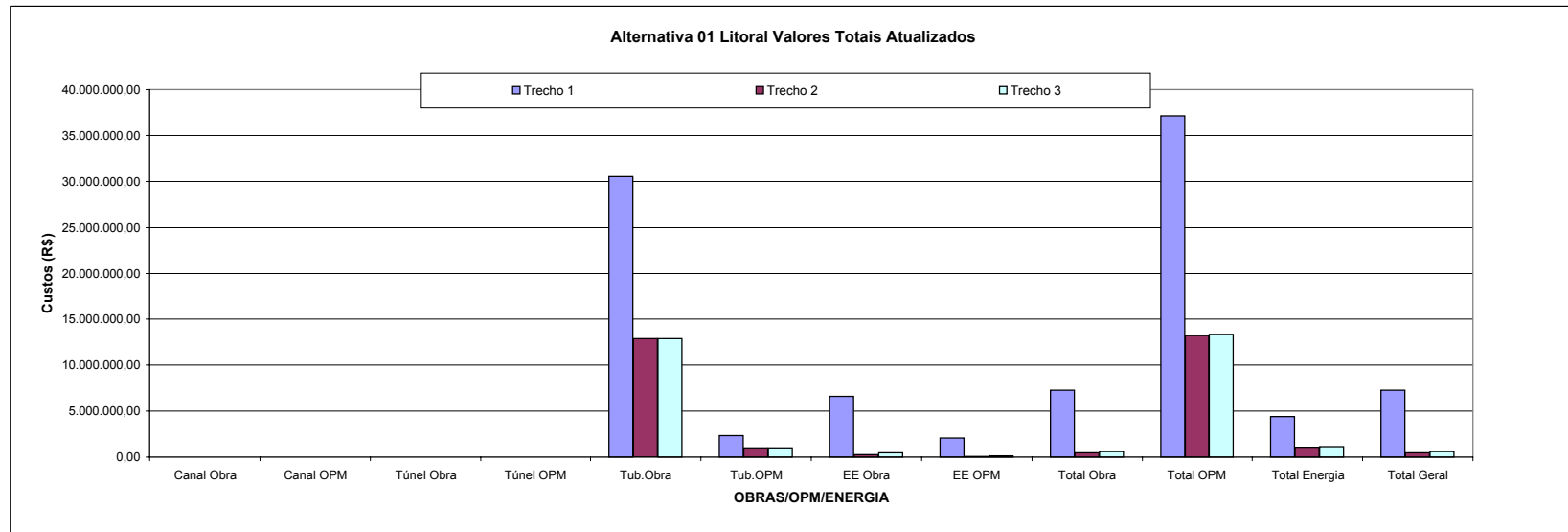
4.4. COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS DAS ALTERNATIVAS

Os Quadros 4.5 e 4.10 a seguir apresentam os custos relativos a construção, operação manutenção e energia consumida, relativos respectivamente à Alternativa 01 – Traçado Litorâneo e Alternativa 02 – Traçado Interior. Os custos estão divididos por trecho e distribuídos no tempo, de acordo com o faseamento dos investimentos programado para cada obra.

Os Quadros 4.6 a 4.9 e 4.11 a 4.15 apresentam os fluxos financeiros de investimento e custos para as duas alternativas discriminadas por trecho e tipo de obra.

QUADRO 4.5
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 01 - TRAÇADO LITORÂNEO

Alternativa	Totais	CANAL		TÚNEL		TUBULAÇÃO (Adutora/Sifão)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
		Obra	OPM 2,0%	Obra	OPM 1,0%	Obra	OPM 1,0%	Obra	OPM 4,0%	Energia	Obra	OPM	Energia	Total
Trecho 1	Totais Atualizados					30.539.283,25	2.356.652,71	6.601.383,35	2.071.476,51	7.246.555,93	37.140.666,60	4.428.129,21	7.246.555,93	48.815.351,74
Trecho 2	Totais Atualizados					12.899.010,67	1.003.343,57	299.100,42	78.656,23	437.015,43	13.198.111,09	1.081.999,80	437.015,43	14.717.126,32
Trecho 3	Totais Atualizados					12.864.717,13	995.927,72	486.940,56	137.673,45	597.122,22	13.351.657,69	1.133.601,17	597.122,22	15.082.381,07
Totais Atualizados (12% aa)						56.303.011,05	4.355.923,99	7.387.424,33	2.287.806,19	8.280.693,57	63.690.435,38	6.643.730,18	8.280.693,57	78.614.859,13



QUADRO 4.6
SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 01 - TRAÇADO LITORÂNEO

Anos	TRECHO 1												
	Entre o Açude Gavião e a Derivação para ETA-Oeste												
	CANAL		TÚNEL		TUBULAÇÃO (ADUTORA/SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA	Total	
2001													
2002													
2003					22.431.507,39		8.549.916,02	702.410,01	30.981.423,41		702.410,01	31.683.833,41	
2004					224.315,07		341.996,64	702.410,01		566.311,71	702.410,01	1.268.721,72	
2005					224.315,07		341.996,64	702.410,01		566.311,71	702.410,01	1.268.721,72	
2006					224.315,07		341.996,64	702.410,01		566.311,71	702.410,01	1.268.721,72	
2007					224.315,07		341.996,64	702.410,01		566.311,71	702.410,01	1.268.721,72	
2008					224.315,07		341.996,64	702.410,01		566.311,71	702.410,01	1.268.721,72	
2009					224.315,07		341.996,64	703.094,40		566.311,71	703.094,40	1.269.406,11	
2010					45.261.461,83		341.996,64	706.110,15	45.261.461,83	566.311,71	706.110,15	46.533.883,69	
2011					676.929,69		341.996,64	705.491,93		1.018.926,33	705.491,93	1.724.418,26	
2012					676.929,69		341.996,64	706.791,76		1.018.926,33	706.791,76	1.725.718,09	
2013					676.929,69	1.014.396,82	341.996,64	1.412.533,35	1.014.396,82	1.018.926,33	1.412.533,35	3.445.856,50	
2014					676.929,69		382.572,51	1.414.357,03		1.059.502,21	1.414.357,03	2.473.859,24	
2015					676.929,69		382.572,51	1.413.609,70		1.059.502,21	1.413.609,70	2.473.111,91	
2016					676.929,69	1.014.396,82	382.572,51	2.119.509,74	1.014.396,82	1.059.502,21	2.119.509,74	4.193.408,76	
2017					676.929,69		423.148,39	2.121.464,91		1.100.078,08	2.121.464,91	3.221.542,99	
2018					676.929,69		423.148,39	2.120.620,37		1.100.078,08	2.120.620,37	3.220.698,45	
2019					676.929,69	1.014.396,82	423.148,39	2.826.784,35	1.014.396,82	1.100.078,08	2.826.784,35	4.941.259,24	
2020					676.929,69		463.724,26	2.826.116,71		1.140.653,95	2.826.116,71	3.966.770,66	
2021					676.929,69		463.724,26	2.828.516,77		1.140.653,95	2.828.516,77	3.969.170,72	
2022					676.929,69		463.724,26	2.827.837,28		1.140.653,95	2.827.837,28	3.968.491,23	
2023					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2024					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2025					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2026					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2027					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2028					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2029					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
2030					676.929,69		463.724,26	2.827.194,64		1.140.653,95	2.827.194,64	3.967.848,59	
Totais Atualizados (12%)					30.539.283,25	2.356.652,71	6.601.383,35	2.071.476,51	7.246.555,93	37.140.666,60	4.428.129,21	7.246.555,93	48.815.351,74

QUADRO 4.7
SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 01 - TRAÇADO LITORÂNEO

Anos	TRECHO 2												
	Adutora Entre a derivação para ETA-Oeste e a Derivação para as Praias												
	CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA	Total	
2001													
2002													
2003					8.139.739,05				8.139.739,05			8.139.739,05	
2004						81.397,39				81.397,39		81.397,39	
2005						81.397,39				81.397,39		81.397,39	
2006						81.397,39				81.397,39		81.397,39	
2007						81.397,39				81.397,39		81.397,39	
2008					17.592.474,01	81.397,39			17.592.474,01	81.397,39		17.673.871,40	
2009						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2010						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2011						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2012						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2013						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2014						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2015						257.322,13				257.322,13		257.322,13	
2016						257.322,13	1.690.816,40	139.464,97	1.690.816,40	257.322,13	139.464,97	2.087.603,50	
2017						257.322,13		67.632,66		324.954,79	139.836,58	464.791,37	
2018						257.322,13		67.632,66		324.954,79	139.676,29	464.631,08	
2019						257.322,13	200.605,34	67.632,66	279.180,31	324.954,79	279.180,31	804.740,43	
2020						257.322,13		75.656,87	279.034,37	332.979,00	279.034,37	612.013,37	
2021						257.322,13		75.656,87	419.477,61	332.979,00	419.477,61	752.456,61	
2022						257.322,13		75.656,87	558.986,91	332.979,00	558.986,91	891.965,91	
2023						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2024						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2025						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2026						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2027						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2028						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2029						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
2030						257.322,13		75.656,87	558.709,82	332.979,00	558.709,82	891.688,82	
Totais Atualizados (12%)					12.899.010,67	1.003.343,57	299.100,42	78.656,23	437.015,43	13.198.111,09	1.081.999,80	437.015,43	14.717.126,32

QUADRO 4.8
SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 01 - TRAÇADO LITORÂNEO

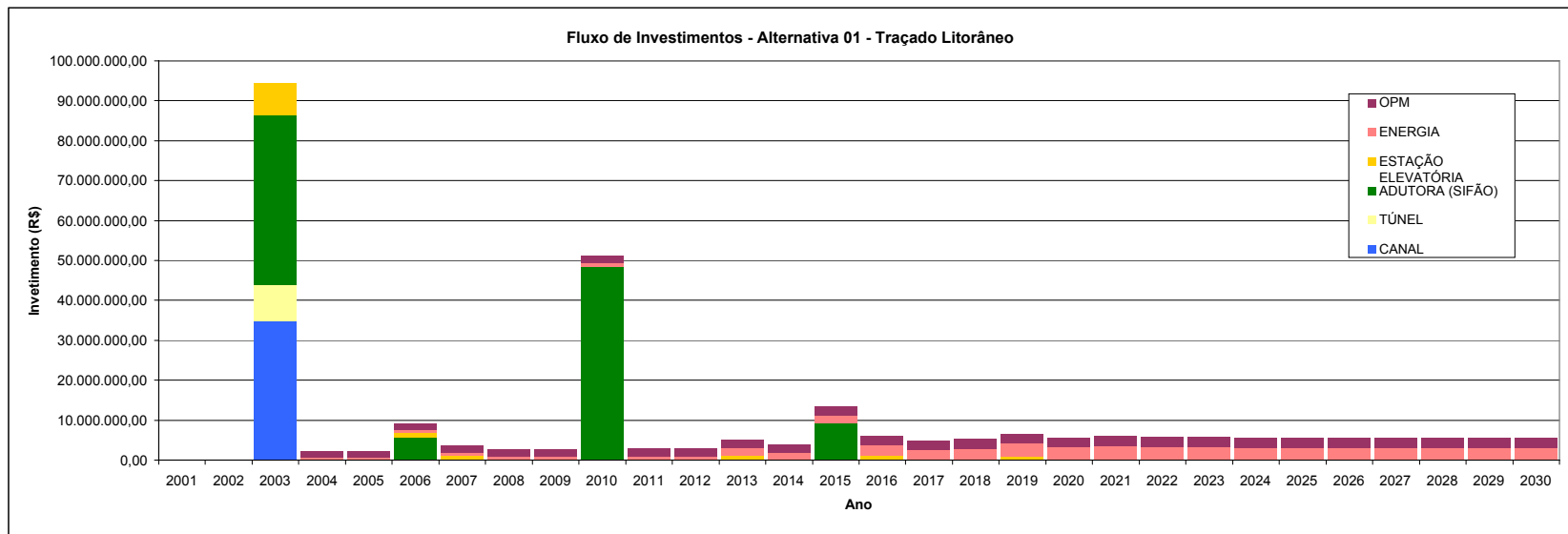
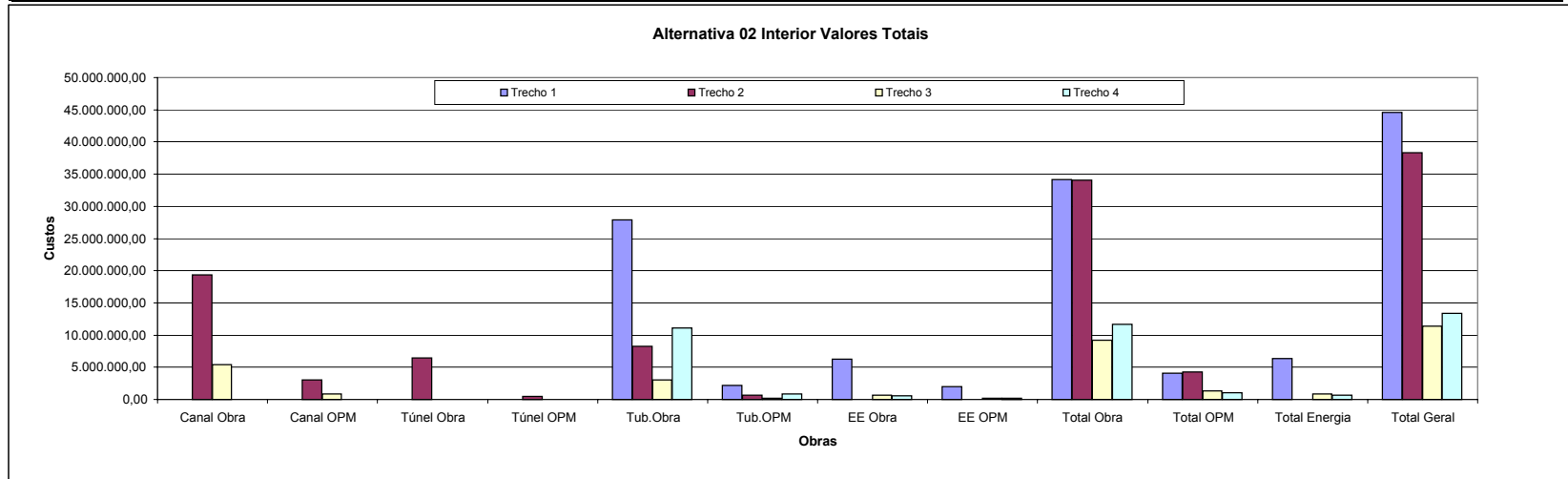
Anos	TRECHOS 3												
	Entre a Derivação para as Praias e o CIPP												
	CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			Total
OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA		
2001													
2002													
2003					15.995.811,22					15.995.811,22		15.995.811,22	
2004					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2005					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2006					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2007					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2008					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2009					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2010					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2011					159.958,11					159.958,11		159.958,11	
2012					159.958,11	1.633.299,75		117.405,06	1.633.299,75	159.958,11	117.405,06	1.910.662,93	
2013					159.958,11			65.331,99		225.290,10	118.156,82	343.446,93	
2014					159.958,11			65.331,99		225.290,10	133.774,05	359.064,15	
2015					159.958,11			65.331,99		225.290,10	129.589,41	354.879,51	
2016					159.958,11	193.781,33		65.331,99	254.672,28	193.781,33	225.290,10	673.743,71	
2017					159.958,11			73.083,24	266.800,54		233.041,36	499.841,90	
2018					11.375.110,15	159.958,11		73.083,24	262.275,53	11.375.110,15	233.041,36	11.870.427,04	
2019						273.709,21		73.083,24	266.641,37		346.792,46	613.433,82	
2020						273.709,21	193.781,33	73.083,24	404.873,61	193.781,33	346.792,46	945.447,39	
2021						273.709,21		80.834,50	395.580,53		354.543,71	750.124,24	
2022						273.709,21	193.781,33	80.834,50	533.076,06	193.781,33	354.543,71	1.081.401,10	
2023						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2024						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2025						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2026						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2027						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2028						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2029						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
2030						273.709,21		88.585,75	537.716,94		362.294,96	900.011,91	
Totais Atualizados (12%)					12.864.717,13	995.927,72	486.940,56	137.673,45	597.122,22	13.351.657,69	1.133.601,17	597.122,22	15.082.381,07

QUADRO 4.9
SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 01 - TRAÇADO LITORÂNEO

Anos	TOTAL												TOTAL
	SISTEMA ADUTOR CASTANHÃO-RMF												
	CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA		
2001													
2002													
2003					46.567.057,66		8.549.916,02	702.410,01	55.116.973,68		702.410,01	55.819.383,69	
2004					465.670,58		341.996,64	702.410,01	807.667,22		702.410,01	1.510.077,22	
2005					465.670,58		341.996,64	702.410,01	807.667,22		702.410,01	1.510.077,22	
2006					465.670,58		341.996,64	702.410,01	807.667,22		702.410,01	1.510.077,22	
2007					465.670,58		341.996,64	702.410,01	807.667,22		702.410,01	1.510.077,22	
2008					17.592.474,01	465.670,58	341.996,64	702.410,01	17.592.474,01	807.667,22	702.410,01	19.102.551,23	
2009					641.595,32		341.996,64	703.094,40	983.591,96		703.094,40	1.686.686,35	
2010					45.261.461,83	641.595,32	341.996,64	706.110,15	45.261.461,83	983.591,96	706.110,15	46.951.163,94	
2011					1.094.209,93		341.996,64	705.491,93	1.436.206,58		705.491,93	2.141.698,50	
2012					1.094.209,93		1.633.299,75	341.996,64	1.633.299,75	1.436.206,58	824.196,82	3.893.703,15	
2013					1.094.209,93		1.014.396,82	407.328,63	1.530.690,18	1.501.538,57	1.530.690,18	4.046.625,56	
2014					1.094.209,93			447.904,50	1.548.131,08	1.542.114,44	1.548.131,08	3.090.245,52	
2015					1.094.209,93			447.904,50	1.543.199,11	1.542.114,44	1.543.199,11	3.085.313,55	
2016					1.094.209,93		2.898.994,54	447.904,50	2.513.646,99	1.542.114,44	2.513.646,99	6.954.755,97	
2017					1.094.209,93			563.864,29	2.528.102,04	1.658.074,22	2.528.102,04	4.186.176,26	
2018					11.375.110,15	1.094.209,93		563.864,29	2.522.572,20	11.375.110,15	1.658.074,22	15.555.756,57	
2019					1.207.961,04		1.215.002,15	563.864,29	3.372.606,03	1.771.825,32	3.372.606,03	6.359.433,50	
2020					1.207.961,04		193.781,33	612.464,37	3.510.024,69	1.820.425,41	3.510.024,69	5.524.231,42	
2021					1.207.961,04			620.215,62	3.643.574,91	1.828.176,66	3.643.574,91	5.471.751,57	
2022					1.207.961,04		193.781,33	620.215,62	3.919.900,26	1.828.176,66	3.919.900,26	5.941.858,24	
2023					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2024					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2025					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2026					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2027					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2028					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2029					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
2030					1.207.961,04			627.966,88	3.923.621,41	1.835.927,91	3.923.621,41	5.759.549,32	
Totais Atualizados (12%)					56.303.011,05	4.355.923,99	7.387.424,33	2.287.806,19	8.280.693,57	63.690.435,38	6.643.730,18	8.280.693,57	78.614.859,13

QUADRO 4.10
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR

Alternativa	Totais	CANAL		TÚNEL		TUBULAÇÃO (Adutora/Sifão)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
		Obra	OPM 2,0%	Obra	OPM 1,0%	Obra	OPM 1,0%	Obra	OPM 4,0%	Energia	Obra	OPM	Energia	Total
Trecho 1	Totais Atualizados					27.923.856,88	2.154.825,72	6.221.323,77	1.952.215,98	6.358.174,58	34.145.180,65	4.107.041,69	6.358.174,58	44.610.396,93
Trecho 2	Totais Atualizados	19.337.862,60	3.071.840,17	6.468.407,29	513.756,71	8.274.387,74	646.622,97				34.080.657,64	4.232.219,85		38.312.877,49
Trecho 3	Totais Atualizados	5.422.681,54	861.398,76			3.036.193,00	236.569,68	705.495,14	216.446,99	866.810,83	9.164.369,67	1.314.415,43	866.810,83	11.345.595,92
Trecho 4	Totais Atualizados					11.101.652,70	862.362,11	547.926,08	167.007,99	654.232,35	11.649.578,78	1.029.370,10	654.232,35	13.333.181,23
Totais Atualizados (12% aa)		24.760.544,14	3.933.238,93	6.468.407,29	513.756,71	50.336.090,32	3.900.380,48	7.474.744,99	2.335.670,95	7.879.217,76	89.039.786,74	10.683.047,07	7.879.217,76	107.602.051,57



ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA



QUADRO 4.11
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR

Anos	TRECHO 1												
	Adutora entre o Gavião e a derivação para a ETA Oeste												
	CANAL		TÚNEL		TUBULAÇÃO (ADUTORA/SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
	OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA	Total
2001													
2002													
2003					20.510.442,14		8.057.674,11					28.568.116,25	28.568.116,25
2004						205.104,42		322.306,96	661.970,35			527.411,39	1.189.381,74
2005						205.104,42		322.306,96	661.970,35			527.411,39	1.189.381,74
2006						205.104,42		322.306,96	661.970,35			527.411,39	1.189.381,74
2007						205.104,42		322.306,96	661.970,35			527.411,39	1.189.381,74
2008						205.104,42		322.306,96	661.970,35			527.411,39	1.189.381,74
2009						205.104,42		322.306,96	662.615,34			527.411,39	1.190.026,73
2010					41.385.207,77	205.104,42		322.306,96	665.457,47	41.385.207,77		527.411,39	42.578.076,63
2011						618.956,50		322.306,96	664.874,84			941.263,46	1.606.138,30
2012						618.956,50		322.306,96	666.099,83			941.263,46	1.607.363,30
2013						618.956,50	955.995,23	322.306,96	1.331.209,97	955.995,23		1.331.209,97	3.228.468,67
2014						618.956,50		360.546,77	1.332.928,65			979.503,27	2.312.431,93
2015						618.956,50		360.546,77	1.332.224,35			979.503,27	2.311.727,62
2016						618.956,50	955.995,23	360.546,77	1.997.483,80	955.995,23		979.503,27	3.932.982,31
2017						618.956,50		398.786,58	1.999.326,41			1.017.743,08	3.017.069,49
2018						618.956,50		398.786,58	1.998.530,49			1.017.743,08	3.016.273,58
2019						618.956,50	955.995,23	398.786,58	2.664.038,69	955.995,23		1.017.743,08	4.637.777,01
2020						618.956,50		437.026,39	2.663.409,49			1.055.982,89	3.719.392,38
2021						618.956,50		437.026,39	2.665.671,37			1.055.982,89	3.721.654,26
2022						618.956,50		437.026,39	2.665.031,00			1.055.982,89	3.721.013,89
2023						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2024						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2025						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2026						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2027						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2028						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2029						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
2030						618.956,50		437.026,39	2.664.425,36			1.055.982,89	3.720.408,25
Totais Atualizados (12% aa)					27.923.856,88	2.154.825,72	6.221.323,77	1.952.215,98	6.358.174,58	34.145.180,65	4.107.041,69	6.358.174,58	44.610.396,93

QUADRO 4.12
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR

Anos	TRECHO 2											
	Derivação Para ETA-Oeste ao Canal Sítios Novos Pecém											
	CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL		
OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA	
2001												
2002												
2003	27.168.304,63		9.087.646,52		8.484.698,86					44.740.650,01		44.740.650,01
2004		543.366,09		90.876,47		84.846,99				719.089,55		719.089,55
2005		543.366,09		90.876,47		84.846,99				719.089,55		719.089,55
2006		543.366,09		90.876,47		84.846,99				719.089,55		719.089,55
2007		543.366,09		90.876,47		84.846,99				719.089,55		719.089,55
2008		543.366,09		90.876,47		84.846,99				719.089,55		719.089,55
2009		543.366,09		90.876,47		84.846,99				719.089,55		719.089,55
2010		543.366,09		90.876,47	6.942.026,34	84.846,99				6.942.026,34	719.089,55	7.661.115,88
2011		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2012		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2013		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2014		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2015		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2016		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2017		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2018		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2019		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2020		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2021		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2022		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2023		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2024		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2025		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2026		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2027		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2028		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2029		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
2030		543.366,09		90.876,47		154.267,25					788.509,81	788.509,81
Totais Atualizados (12% aa)	19.337.862,60	3.071.840,17	6.468.407,29	513.756,71	8.274.387,74	646.622,97				34.080.657,64	4.232.219,85	38.312.877,49

QUADRO 4.13
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR

Anos	TRECHO 3 Ampliação do Canal Sítios Novos Pecém												
	AMPLIAÇÃO CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
	OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA	Total
2001													
2002													
2003	7.618.477,13				197.836,49						7.816.313,61		7.816.313,61
2004		152.369,54				1.978,36					154.347,91		154.347,91
2005		152.369,54				1.978,36					154.347,91		154.347,91
2006		152.369,54			5.714.960,59	1.978,36	1.240.751,43		98.394,38	6.955.712,02	154.347,91	98.394,38	7.208.454,31
2007		152.369,54				59.127,97		49.630,06	102.415,50		261.127,57	102.415,50	363.543,07
2008		152.369,54				59.127,97		49.630,06	102.253,83		261.127,57	102.253,83	363.381,40
2009		152.369,54				59.127,97		49.630,06	102.178,94		261.127,57	102.178,94	363.306,51
2010		152.369,54				59.127,97		49.630,06	102.113,29		261.127,57	102.113,29	363.240,86
2011		152.369,54				59.127,97		49.630,06	102.055,28		261.127,57	102.055,28	363.182,85
2012		152.369,54				59.127,97		49.630,06	102.003,64		261.127,57	102.003,64	363.131,22
2013		152.369,54				59.127,97	147.207,80	49.630,06	203.914,77	147.207,80	261.127,57	203.914,77	612.250,14
2014		152.369,54				59.127,97		55.518,37	204.614,25		267.015,88	204.614,25	471.630,13
2015		152.369,54				59.127,97		55.518,37	205.074,17		267.015,88	205.074,17	472.090,06
2016		152.369,54				59.127,97	147.207,80	55.518,37	306.491,55	147.207,80	267.015,88	306.491,55	720.715,23
2017		152.369,54				59.127,97		61.406,68	307.057,39		272.904,19	307.057,39	579.961,58
2018		152.369,54				59.127,97	147.207,80	61.406,68	409.994,37	147.207,80	272.904,19	409.994,37	830.106,36
2019		152.369,54				59.127,97		67.294,99	408.997,40		278.792,51	408.997,40	687.789,90
2020		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.611,78		278.792,51	409.611,78	688.404,29
2021		152.369,54				59.127,97		67.294,99	410.190,91		278.792,51	410.190,91	688.983,42
2022		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.274,73		278.792,51	409.274,73	688.067,24
2023		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2024		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2025		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2026		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2027		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2028		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2029		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
2030		152.369,54				59.127,97		67.294,99	409.829,44		278.792,51	409.829,44	688.621,94
Totais Atualizados (12% aa)	5.422.681,54	861.398,76			3.036.193,00	236.569,68	705.495,14	216.446,99	866.810,83	9.164.369,67	1.314.415,43	866.810,83	11.345.595,92

QUADRO 4.14
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR

Anos	TRECHO 4												
	Adutora do CIPP a Derivação Para as Praias Oeste												
	CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			
	OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA	Total
2001													
2002													
2003					13.189.542,16						13.189.542,16		13.189.542,16
2004						131.895,42					131.895,42		131.895,42
2005						131.895,42					131.895,42		131.895,42
2006						131.895,42					131.895,42		131.895,42
2007						131.895,42	1.036.323,19		85.276,60	1.036.323,19	131.895,42	85.276,60	1.253.495,22
2008						131.895,42		41.452,93	83.934,60		173.348,35	83.934,60	257.282,95
2009						131.895,42		41.452,93	83.083,38		173.348,35	83.083,38	256.431,73
2010						131.895,42	122.953,60	41.452,93	164.760,39	122.953,60	173.348,35	164.760,39	461.062,34
2011						131.895,42		46.371,07	169.662,97		178.266,49	169.662,97	347.929,46
2012						131.895,42		46.371,07	168.149,94		178.266,49	168.149,94	346.416,43
2013						131.895,42	122.953,60	46.371,07	250.279,58	122.953,60	178.266,49	250.279,58	551.499,67
2014						131.895,42		51.289,22	256.161,80		183.184,64	256.161,80	439.346,43
2015					9.379.486,47	131.895,42		51.289,22	254.061,39	9.379.486,47	183.184,64	254.061,39	9.816.732,50
2016						225.690,29		51.289,22	252.215,58		276.979,50	252.215,58	529.195,08
2017						225.690,29		51.289,22	250.580,72		276.979,50	250.580,72	527.560,22
2018						225.690,29		51.289,22	255.310,81		276.979,50	255.310,81	532.290,31
2019						225.690,29		51.289,22	252.208,71		276.979,50	252.208,71	529.188,21
2020						225.690,29		51.289,22	255.136,56		276.979,50	255.136,56	532.116,06
2021						225.690,29	122.953,60	51.289,22	336.359,92	122.953,60	276.979,50	336.359,92	736.293,02
2022						225.690,29		56.207,36	339.982,93		281.897,65	339.982,93	621.880,57
2023						225.690,29		56.207,36	336.430,43		281.897,65	336.430,43	618.328,07
2024						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
2025						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
2026						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
2027						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
2028						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
2029						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
2030						225.690,29		56.207,36			281.897,65		281.897,65
Totais Atualizados (12% aa)					11.101.652,70	862.362,11	547.926,08	167.007,99	654.232,35	11.649.578,78	1.029.370,10	654.232,35	13.333.181,23

QUADRO 4.15
RESUMO DOS VALORES DO SISTEMA ADUTOR GAVIÃO-PECÉM
ALTERNATIVA 02 - TRAÇADO INTERIOR

Anos	TOTAL												
	Alternativa Superior do Sistema Adutor Gavião-Pecém												
	CANAL		TÚNEL		ADUTORA (SIFÃO)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			TOTAL
OBRA	OPM 2,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 1,0%	OBRA	OPM 4,0%	ENERGIA	OBRA	OPM	ENERGIA		
2001													
2002													
2003	34.786.781,75		9.087.646,52		42.382.519,64		8.057.674,11			94.314.622,03		94.314.622,03	
2004		695.735,64		90.876,47		423.825,20		322.306,96	661.970,35	1.532.744,26	661.970,35	2.194.714,62	
2005		695.735,64		90.876,47		423.825,20		322.306,96	661.970,35	1.532.744,26	661.970,35	2.194.714,62	
2006		695.735,64		90.876,47	5.714.960,59	423.825,20	1.240.751,43	322.306,96	760.364,74	6.955.712,02	1.532.744,26	9.248.821,02	
2007		695.735,64		90.876,47		480.974,80	1.036.323,19	371.937,02	849.662,45	1.036.323,19	1.639.523,92	3.525.509,57	
2008		695.735,64		90.876,47		480.974,80		413.389,95	848.158,78		1.680.976,85	2.529.135,63	
2009		695.735,64		90.876,47		480.974,80		413.389,95	847.877,66		1.680.976,85	2.528.854,51	
2010		695.735,64		90.876,47	48.327.234,11	480.974,80	122.953,60	413.389,95	932.331,15	48.450.187,71	1.680.976,85	51.063.495,72	
2011		695.735,64		90.876,47		964.247,14		418.308,09	936.593,09		2.169.167,34	3.105.760,43	
2012		695.735,64		90.876,47		964.247,14		418.308,09	936.253,42		2.169.167,34	3.105.420,75	
2013		695.735,64		90.876,47		964.247,14	1.226.156,63	418.308,09	1.785.404,32	1.226.156,63	2.169.167,34	5.180.728,29	
2014		695.735,64		90.876,47		964.247,14		467.354,36	1.793.704,69		2.218.213,60	4.011.918,30	
2015		695.735,64		90.876,47	9.379.486,47	964.247,14		467.354,36	1.791.359,91	9.379.486,47	2.218.213,60	13.389.059,99	
2016		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01	1.103.203,03	467.354,36	2.556.190,93	1.103.203,03	2.312.008,47	5.971.402,43	
2017		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		511.482,48	2.556.964,52		2.356.136,59	4.913.101,11	
2018		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01	147.207,80	511.482,48	2.663.835,67	147.207,80	2.356.136,59	5.167.180,06	
2019		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01	955.995,23	517.370,79	3.325.244,80	955.995,23	2.362.024,90	6.643.264,93	
2020		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		555.610,60	3.328.157,82		2.400.264,71	5.728.422,53	
2021		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01	122.953,60	555.610,60	3.412.222,20	122.953,60	2.400.264,71	5.935.440,51	
2022		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.414.288,66		2.405.182,85	5.819.471,52	
2023		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.410.685,23		2.405.182,85	5.815.868,08	
2024		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
2025		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
2026		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
2027		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
2028		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
2029		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
2030		695.735,64		90.876,47		1.058.042,01		560.528,75	3.074.254,80		2.405.182,85	5.479.437,65	
Totais Atualizados (12% aa)	24.760.544,14	3.933.238,93	6.468.407,29	513.756,71	50.336.090,32	3.900.380,48	7.474.744,99	2.335.670,95	7.879.217,76	89.039.786,74	10.683.047,07	7.879.217,76	107.602.051,57

5. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

5. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Com base nos custos apresentados no capítulo anterior e resumidos no Quadro 5.1 a seguir, pode-se inferir que a Alternativa 01 – Traçado Litorâneo apresenta para os custos totais em valores presentes do projeto, um valor menor, cerca de 28 % inferior em relação ao da Alternativa 02 Traçado Interior.

De acordo com as premissas básicas utilizadas na definição das alternativas, as demandas atendidas em ambas alternativas as mesmas o que torna idênticos os benefícios gerados em ambas as alternativas. Desta forma o valor do m³ de água bruta fornecida em cada alternativa apresentam a mesma diferença relativa que os custos em valores presentes, em outras palavras o custo do m³ fornecido pela Alternativa 01 é cerca de 28% menor que o da Alternativa 02.

Em termos de dificuldades operacionais a Alternativa 02 apresenta um maior grau de complexidade na sua operação, tendo em vista a interferência física com a bacia hidráulica do açude Cauhipe e com o Canal Sítios Novos-Pecém.

Em ambas alternativas observa-se, principalmente no trecho inicial comum às duas alternativas, uma significativa interferência em regiões com médio grau de ocupação humana. Nos demais trechos a alternativa 02 apresenta uma ligeira vantagem em relação a estes aspectos visto que se desenvolve em áreas de menor densidade demográfica.

A alternativa 01 apresenta uma significativa vantagem em relação ao aspecto de adaptabilidade do sistema a futuras mudanças nas condições de localização geográfica e magnitude das demandas estimadas. Esta vantagem se justifica por dois fatores principais:

- modulação da capacidade de vazão do sistema adutor, visto que todos os trechos são compostos por duas linhas de recalque a serem construídas em etapas diferentes, e as estações elevatórias têm potência modulada. Devido a este aspecto pode-se futuramente reprojeter a ampliação do sistema em função das demandas que efetivamente se verificarem.
- localização do sistema adutor mais próximo e paralelo ao litoral, zona esta com maior probabilidade de abrigar as futuras aglomerações populacionais e conseqüentemente os centros de demanda. Esta propriedade facilita a integração do sistema principal com

modificações que se façam necessárias nos sistemas secundários, como a derivação para as praias oeste e para o complexo turístico.

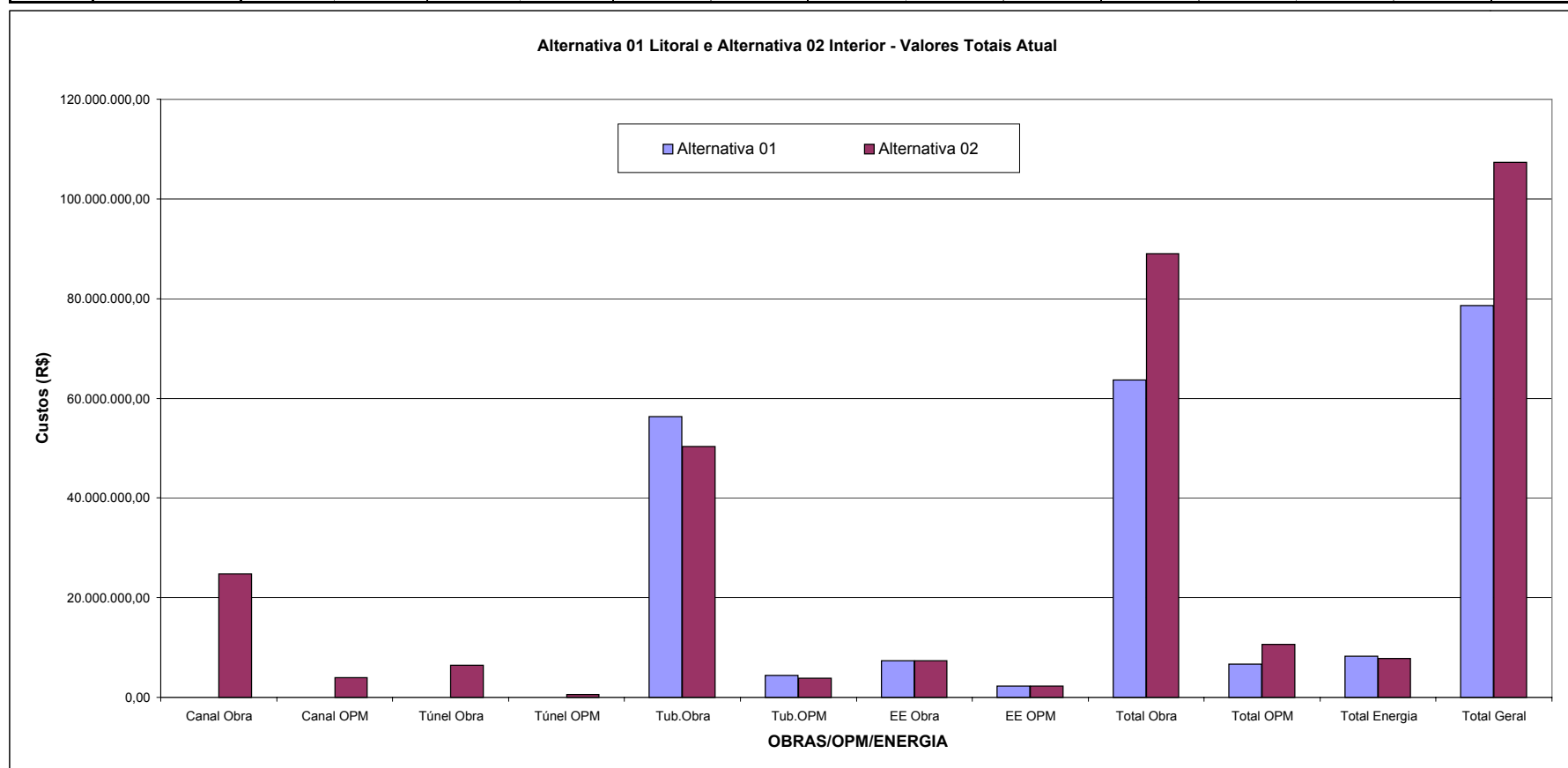
Do ponto de vista de maximização da potencialidade hídrica dos açudes do Sistema Cauhipe-Anil-Sítios Novos, os benefícios esperados são praticamente iguais nas duas alternativas, pois a capacidade de acumulação deste sistema é bastante reduzida, em comparação com a magnitude das demandas. Isto significa que o incremento de disponibilidade gerado pela possibilidade de transpor águas, que estariam vertendo no Sistema do Gavião, para serem armazenadas no Cauhipe-Anil-Sítios Novos, manobra esta possibilitada pela alternativa 02, não deverá refletir em nenhum significativo incremento na oferta hídrica, podendo até atingir um valor negativo a partir do aumento da evaporação nestes açudes. Já a sinergia hídrica, e economia de energia, gerada por uma operação que superutilize os recursos hídricos do sistema Cauhipe-Anil-Sítios Novos, é igualmente possível de ser planejada nas duas alternativas.

Do ponto de vista geotécnico o traçado da Alternativa Interior apresenta características físicas altamente desfavoráveis à formação de materiais de 1ª e 2ª categorias. Ao contrário do traçado da Alternativa Litorânea quando os dois terços finais encontram-se assentados em formações sedimentares, nesta predomina o embasamento cristalino constituído pelo complexo Gnaissico-Migmatítico (pEgn-mg) e pelo Complexo Granitóide-Migmatítico (pEgr-mg), cujas rochas mostram a atuação de processos metamórficos e deformacionais ocasionando apenas superficialmente a formação de materiais escaváveis de 1ª e 2ª categorias, assentes sobre núcleo de rocha sã ou em decomposição constituindo extensos trechos de difícil travessia da obra, em função principalmente, da alternativa por canal com obras de travessia de rios e riachos que exigem grandes escavações. Em termos práticos estas características elevam os custos e complexidade de execução da alternativa 02 de Traçado Interior.

Tendo em vista os aspectos supracitados a Alternativa 01 – Traçado Litorâneo se apresenta como a mais viável, portanto será objeto de detalhamento e otimização em seus aspectos pormenores nos estudos subseqüentes de projeto Básico e Projeto Executivo.

QUADRO 5.1
COMPARAÇÃO FINANCEIRA - MACRO ALTERNATIVAS PARA O SISTEMA
ADUTOR GAVIÃO - PECÉM

Alternativa	Totais	CANAL		TÚNEL		TUBULAÇÃO (Adutora/Sifão)		ESTAÇÃO ELEVATÓRIA			SUB-TOTAL			Custo da Água (R\$/m³)	
		Obra	OPM 2,0%	Obra	OPM 1,0%	Obra	OPM 1,0%	Obra	OPM 4,0%	Energia	Obra	OPM	Energia		Total
Alt 01	Total em Valores Presentes (R\$)					56.303.011,05	4.355.923,99	7.387.424,33	2.287.806,19	8.280.693,57	63.690.435,38	6.643.730,18	8.280.693,57	78.614.859,13	0,137
Alt 02	Total em Valores Presentes (R\$)	24.760.544,14	3.933.238,93	6.468.407,29	513.756,71	50.336.090,32	3.900.380,48	7.392.447,92	2.310.336,93	7.761.184,79	88.957.489,67	10.657.713,05	7.761.184,79	107.376.387,51	0,191



6. SÍNTESE DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6. SÍNTESE DA ALTERNATIVA SELECIONADA

Neste capítulo apresenta-se em forma de quadros, figuras esquemáticas e mapas em escala 1:10.000 o traçado e uma síntese das principais características da alternativa selecionada.

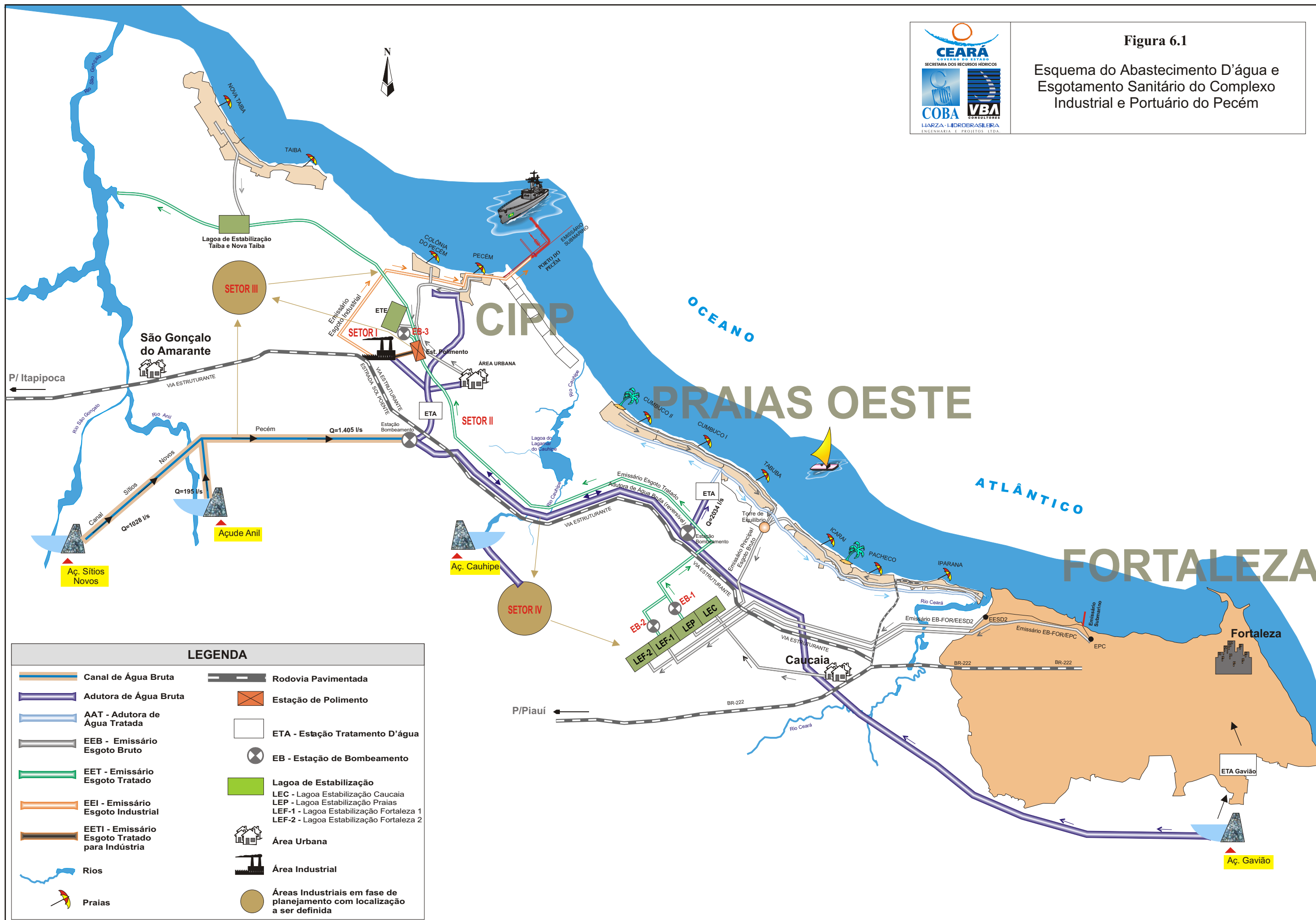
A Figura 6.1 apresenta um esquema contendo o sistema proposto e a integração deste com os centros de demanda e a infra-estrutura de esgotamento sanitário e reuso programada.

O Quadro 6.1 apresenta as características físicas de cada trecho, a estimativa das séries de vazões em trânsito e os custos preliminares em valores presentes.

O mapa da Figura 6.2 apresenta o caminhamento das linhas adutoras sobre fotografia aérea da região de influência das obras.



Figura 6.1
Esquema do Abastecimento D'água e Esgotamento Sanitário do Complexo Industrial e Portuário do Pecém



QUADRO 6.1 - SÍNTESE DA ALTERNATIVA SELECIONADA

Descrição dos Trechos	Descrição das Obras	DADOS PRINCIPAIS E LOCALIZAÇÃO DOS COMPONENTES				COMPRIMENTO DOS COMPONENTES				ELEVATÓRIAS			Ano	Demanda na Adutora (l/s)	CUSTOS									
		Cota de Captação ou NA's dos Reservatórios	Local de Captação, Sub-Trechos ou Obras	Cotas Médias dos Trechos de Canais Componentes	Sifão ou Adutora (km)	Canais ou Tubulações (km)	Sifão ou Aqueduto (km)	Túneis (km)	Nome e número da E.E.	A.M.T. da Elevatória (m.c.a.) Pot.(CV)	AMT Total do Trecho (m.c.a.) Pot.(CV)	OBRA			ENERGIA+OPM		TOTAL							
												Custo Incremental			Valor Presente do Custo Incremental	Custo Anual	Valor Presente do Custo Anual	Valor Presente do Total						
TRECHO 1 - Açude Gavião a Derivação Para ETA Oeste	km 0,00	Est.Elevatória	Cota Piez. Máx=83,60 Namax.Operacional=35,40	Açude Gavião	-	-	-	-	EE-P (implantação ano 1)	54,00	4 x 2.000	8.000	2001											
													2002											
													2003	198	30.981.423,41	22.051.965,23	702.410,01	499.961,57	22.551.926,80					
													2004	298			1.268.721,72	806.295,59	806.295,59					
													2005	397			1.268.721,72	719.906,78	719.906,78					
													2006	496			1.268.721,72	642.773,91	642.773,91					
													2007	595			1.268.721,72	573.905,28	573.905,28					
													2008	695			1.268.721,72	512.415,42	512.415,42					
													2009	1470			1.289.406,11	457.780,57	457.780,57					
													2010	2246	45.261.461,83	14.572.979,36	1.272.421,87	409.685,79	14.982.665,14					
	km 0,00 ao km 18,81	Adutora em Recalque	-	-	Da Captação ao Reserv. Apoiado da futura ETA Oeste	-	-	-	-	-	-	-	2011	3022			1.724.418,26	495.729,04	495.729,04					
													2012	3798			1.725.718,09	442.948,85	442.948,85					
													2013	4573	1.014.396,82	232.473,57	2.431.459,69	557.227,80	789.701,37					
													2014	5190			2.473.859,24	506.200,61	506.200,61					
													2015	5807			2.473.111,91	451.828,30	451.828,30					
													2016	6423	1.014.396,82	165.470,09	3.179.011,95	518.565,71	684.035,81					
													2017	7040			3.221.542,99	469.199,51	469.199,51					
													2018	7656			3.220.698,45	418.818,31	418.818,31					
													2019	7894	1.014.396,82	117.778,34	3.926.862,43	455.935,34	573.713,68					
													2020	8132			3.966.770,66	411.222,28	411.222,28					
km 18,81	Reservatório Apoiado	Namax=45,50 Namin=41,30 Cota Piez. Min.=47,50	-	Obra de Reservação da futura ETA Oeste e passagem da adutora de recalque para o trecho gravitatório/recalque.	-	-	-	-	-	-	-	2021	8369			3.969.170,72	367.384,90	367.384,90						
												2022	8607			3.968.491,23	327.966,08	327.966,08						
												2023	8845			3.967.848,59	292.779,44	292.779,44						
												2024	8845			3.967.848,59	261.410,21	261.410,21						
												2025	8845			3.967.848,59	233.401,97	233.401,97						
												2026	8845			3.967.848,59	208.394,62	208.394,62						
												2027	8845			3.967.848,59	186.066,62	186.066,62						
												2028	8845			3.967.848,59	166.130,92	166.130,92						
												2029	8845			3.967.848,59	148.331,17	148.331,17						
												2030	8845			3.967.848,59	117.498,59	117.498,59						
TOTAL															37.140.666,60		11.659.745,18	48.800.411,78						
TRECHO 2 - Derivação para ETA-Oeste a Derivação Para Praias Oeste	km 18,81	Estação Elevatória	Namin. no RAP=41,30 Piez. Máxima=73,00	-	-	-	-	-	EE1-AL (implantação ano 14)	24,80	4 x 400,00	1.600,00	2001											
													2002											
													2003	*	8.139.739,05	5.793.705,48								
													2004	*			81.397,39	51.729,51	51.729,51					
													2005	*			81.397,39	46.187,07	46.187,07					
													2006	*			81.397,39	41.238,45	41.238,45					
													2007	237			81.397,39	36.820,05	36.820,05					
													2008	495	17.592.474,01	7.105.305,19	81.397,39	32.875,04	7.138.180,23					
													2009	710			257.322,13	92.792,94	92.792,94					
													2010	926			257.322,13	82.850,84	82.850,84					
	km 18,81 ao km 33,55	Adutora Gravitária Recalque	-	-	Do Reservatório Apoiado da ETA Oeste ao Reservatório Apoiado de Derivação para Praias Oeste	-	-	-	-	-	-	-	2011	1142			257.322,13	73.973,96	73.973,96					
													2012	1358			257.322,13	66.048,18	66.048,18					
													2013	1573			257.322,13	58.871,59	58.871,59					
													2014	1790			257.322,13	52.653,21	52.653,21					
													2015	2007			257.322,13	47.011,79	47.011,79					
													2016	2223	1.690.816,40	275.808,78	396.787,10	64.724,57	340.533,35					
													2017	2440			484.791,37	67.694,23	67.694,23					
													2018	2656			484.631,08	60.420,44	60.420,44					
													2019	2894	200.605,34	23.291,64	604.135,10	70.144,18	93.435,82					
													2020	3132			612.013,37	63.445,45	63.445,45					
km 33,55	Reservatório Apoiado e Estações Elevatórias das Praias Oeste e do Complexo Turístico	Namax=28,00 Namin=29,00 Piez.Minima=31,20	-	Reservatório Apoiado de Derivação para as Praias Oeste	-	-	-	-	-	-	-	2021	3369			752.456,61	69.647,09	69.647,09						
												2022	3607			891.965,91	73.714,30	73.714,30						
												2023	3845			891.688,82	65.795,90	65.795,90						
												2024	3845			891.688,82	58.746,33	58.746,33						
												2025	3845			891.688,82	52.452,08	52.452,08						
												2026	3845			891.688,82	46.832,22	46.832,22						
												2027	3845			891.688,82	41.814,48	41.814,48						
												2028	3845			891.688,82	37.334,36	37.334,36						
												2029	3845			891.688,82	33.334,25	33.334,25						
												2030	3845			891.688,82	29.762,72	29.762,72						
TOTAL															13.198.111,09		1.519.015,23	14.717.126,32						
TRECHO 3 - Derivação para Praias Oeste ao CIPP	km 33,55	Estação Elevatória	Namin no RAP=28,00 Piez.Máxima=79,90	-	-	-	-	-	EE2-AL (implantação ano 10)	53,00	4 x 400,00	1.600,00	2001											
													2002											
													2003	265	15.995.811,22	11.385.502,47								
													2004	398			159.958,11	101.656,27	101.656,27					
													2005	530			159.958,11	90.764,53	90.764,53					
													2006	663			159.958,11	81.039,76	81.039,76					
													2007	559			159.958,11	72.356,93	72.356,93					
													2008	433			159.958,11	64.604,40	64.604,40					
													2009	304			159.958,11	57.682,50	57.682,50					
													2010	174			159.958,11	51.502,23	51.502,23					
	km 33,55 ao km 53,97	Adutora em Recalque	-	-	Do Reservatório Apoiado de Derivação para as Praias Oeste ao Reservatório Apoiado da ETA Pecém	-	-	-	-	-	-	-	2011	44			159.958,11	45.984,13	45.984,13					
													2012	85	1.633.299,75	419.227,37	277.363,18	71.192,22	490.419,58					
													2013	215			343.446,93	78.709,17	78.709,17					
													2014	346			359.064,15	73.471,64	73.471,64					
													2015	477			354.879,51	64.835,16	64.835,16					
													2016	608	193.781,33	31.609,93	479.962,38	78.292,26	109.902,19					
													2017	740			499.841,90	72.799,14	72.799,14					
													2018	871	11.375.110,15	1.479.214,66	495.316,89	64.410,81	1.543.625,47					
													2019	1035			613.433,82	71.223,82	71.223,82					
													2020	1199	193.781,33	20.088,68	751.666,07	77.922,79	98.011,47					
km 53,97	Reservatório Apoiado da ETA Pecém	Piez.Minima=49,30 Namin=43,85 Namax=47,25	-	ETA Pecém	-	-	-	-	-	-	-	2021	1363			750.124,24	69.431,21	69.431,21						
												2022	1527	193.781,33	16.014,58	887.619,77	73.455,13	89.389,70						
												2023	1691			900.011,91	68.410,04	68.410,04						
												2024	1691			900.011,91	59.294,68	59.294,68						
												2025	1691			900.011,91	52.941,68	52.941,68						
												2026	1691			900.011,91	47.269,35	47.269,35						
												2027	1691			900.011,91	42.204,78	42.204,78						
												2028	1691			900.011,91	37.682,84	37.682,84						
												2029	1691			900.011,91	33.645,39	33.645,39						
												2030	1691			900.011,91	30.040,53	30.040,53						
TOTAL															13.351.657,69		1.730.723,38	15.082.381,07						
TRECHO COMPLEMENTAR 1 - Estruturante a ETA-Praias Oeste	km 33,55=0,00	Estação Elevatória	Namax=28,00 Namin=24,00 Piez.Máx=49,20	-	-	-	-	-	EE3-AL (implantação ano 1)	25,00	2 x 100,00	200,00	2001											
													2002											
													2003	107	1.650.897,93	1.650.897,93	53.539,21							

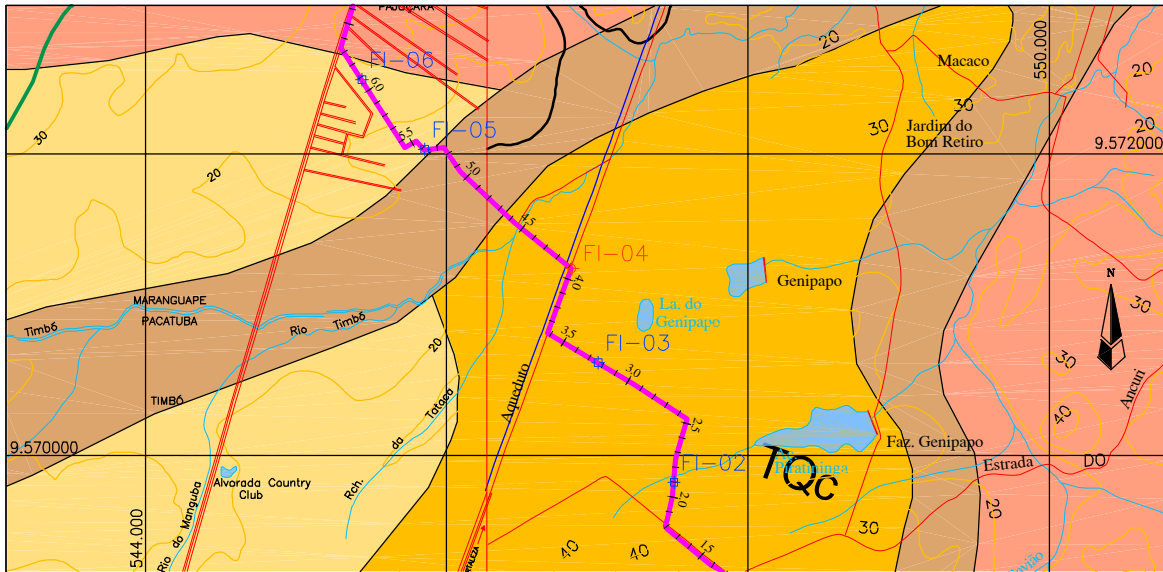
Figura 6.2 - Apresenta o caminhamento das linhas adutoras sobre fotografia aérea da região de influência direta das obras (dwg – foto aérea) - Parte 1

Figura 6.2 - Apresenta o caminhamento das linhas adutoras sobre fotografia aérea da região de influência direta das obras (dwg – foto aérea) - Parte 2

Figura 6.2 - Apresenta o caminhamento das linhas adutoras sobre fotografia aérea da região de influência direta das obras (dwg – foto aérea) - Parte 3

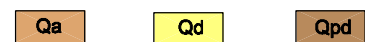
ANEXO – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA–GEOTÉCNICA DAS SONDAGENS DO EIXO DAS ALTERNATIVAS

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-04	4,073	Em frente a estrada para os macacos	0,00 - 0,50	SPP	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			0,50 - 2,50	SPP	1°	SILTE ARENO ARGILOSO, COM PEDREGULHO COR AMARELADA
			2,50 - 3,90	ST	1°	SILTE ARENO ARGILOSO, COM PEDREGULHO COR AMARELADA
			3,90		2°	IMPENETRÁVEL A TRADO (ALTERAÇÃO DE ROCHA)



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

**CENOZÓICO
 QUATERNÁRIO**



Aluviões Dunas-Móveis Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

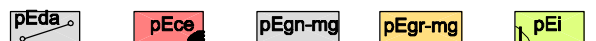


Coberturas Colúvio-Eluviais Grupo Barreiras Indiviso



Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos Formação Faceira

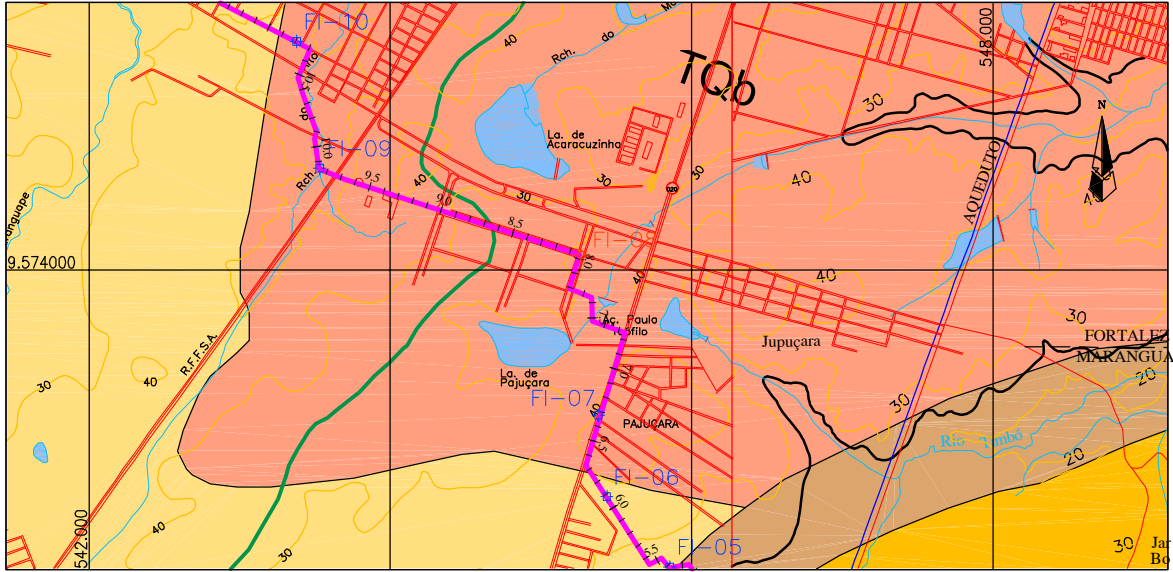
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO



Diques Ácidos Grupo Ceará Complexo Gnáissico Migmatítico Complexo Granitóide Migmatítico Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
 SPP FI-04

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-08	8,022	A 8,00m do centro do canteiro de retorno das fábricas	0,00 - 1,40	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			1,40 - 2,40	SPP	1ª	SILTE ARENO ARGILOSO, COR VARIEGADA
			2,40 - 3,80	ST	1ª	SILTE ARENO ARGILOSO, COM PEDREGULHO COR VARIEGADA
			3,8			NÍVEL D'ÁGUA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

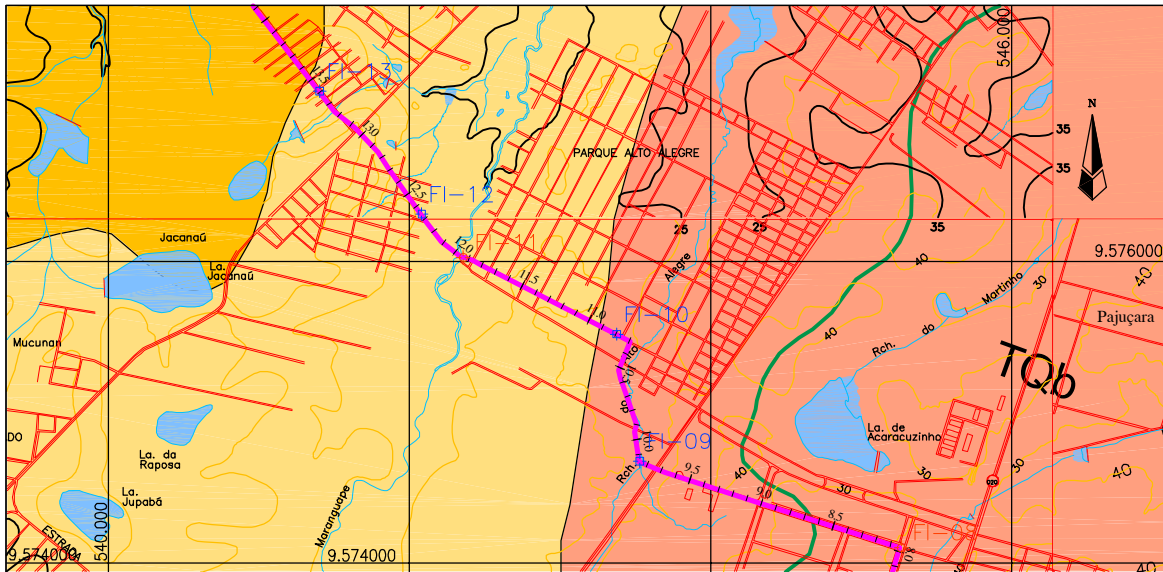
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-08

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-11	11,95	Dentro da grotã à 7,00m da ribanceira do rio Siqueira	0,00 - 0,90	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			0,90 - 1,20	SPP	1ª	SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHO COR VARIEGADA
			1,20 - 2,50	SPP	1ª	ARGILA SILTOSA, COR VARIEGADA
			2,50 - 3,90	ST	1ª	ARGILA SILTOSA, COR VARIEGADA
			3,9			NÍVEL D'ÁGUA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

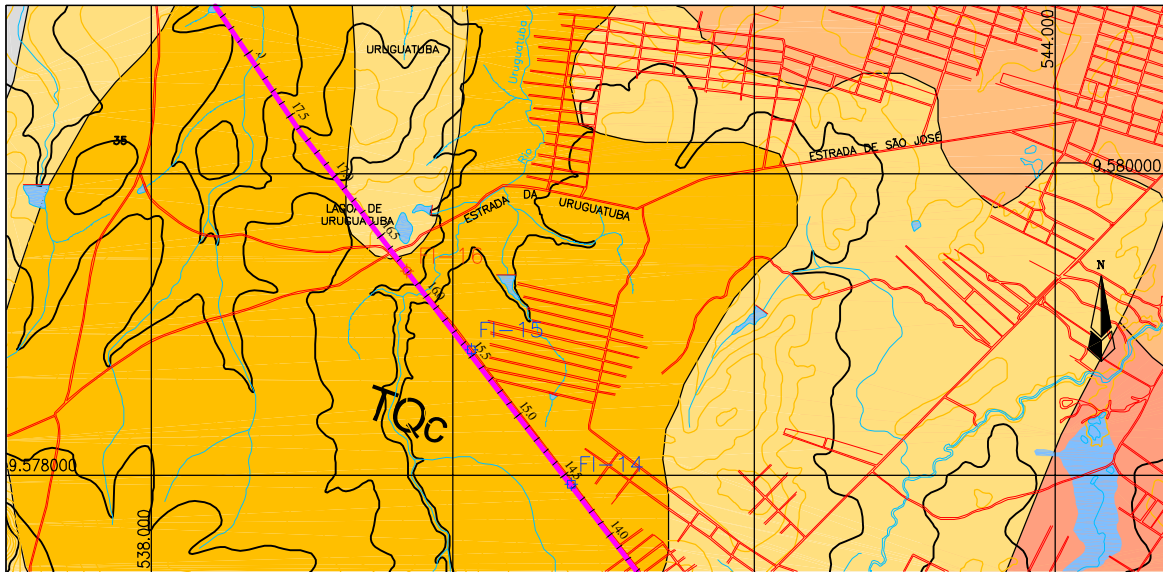
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-11

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-16	16,200	Dentro da gruta à 7,00m da ribanceira do rio Siqueira	0,00 - 0,40	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			0,40 - 0,90	SPP	1ª	SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHO COR VARIADA
			0,90 - 1,30	ST	2ª	ALTERAÇÃO DE ROCHA
			1,3		3ª	ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

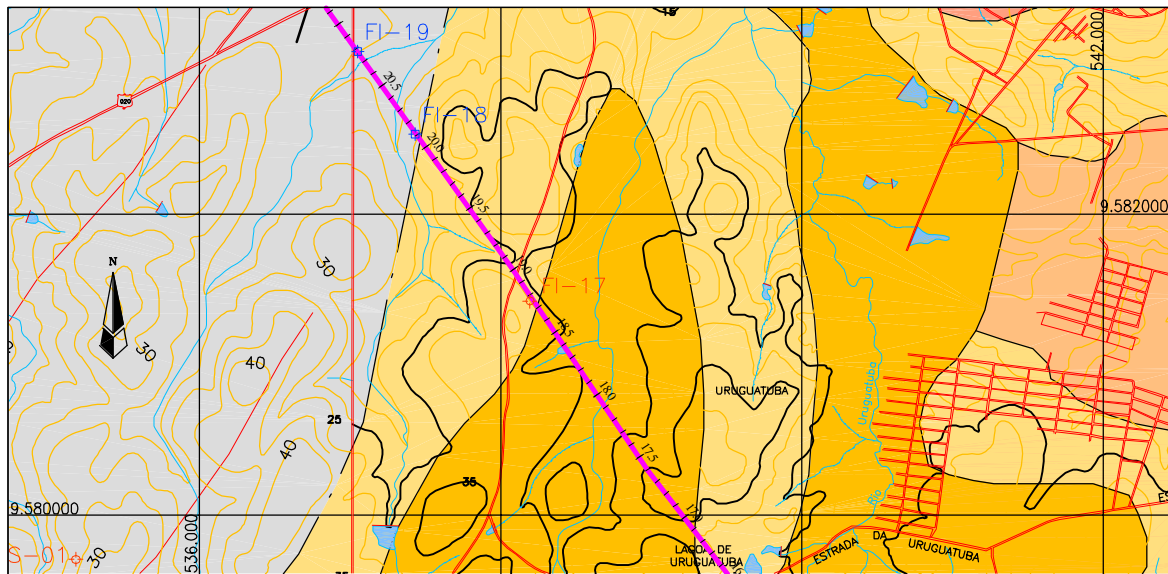
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-16

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-17	18,811	Ponto a 8,00m ao lado da estrada	0,00 - 0,50	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			0,50 - 0,80	SPP	1ª	SILTE ARGILOSO COM PEDREGULHO COR AMARELADA
			0,80 - 1,80	SPP	2ª	ALTERAÇÃO DE ROCHA
			1,8	SPP	3ª	IMPENETRÁVEL A PÁ E PICARETA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

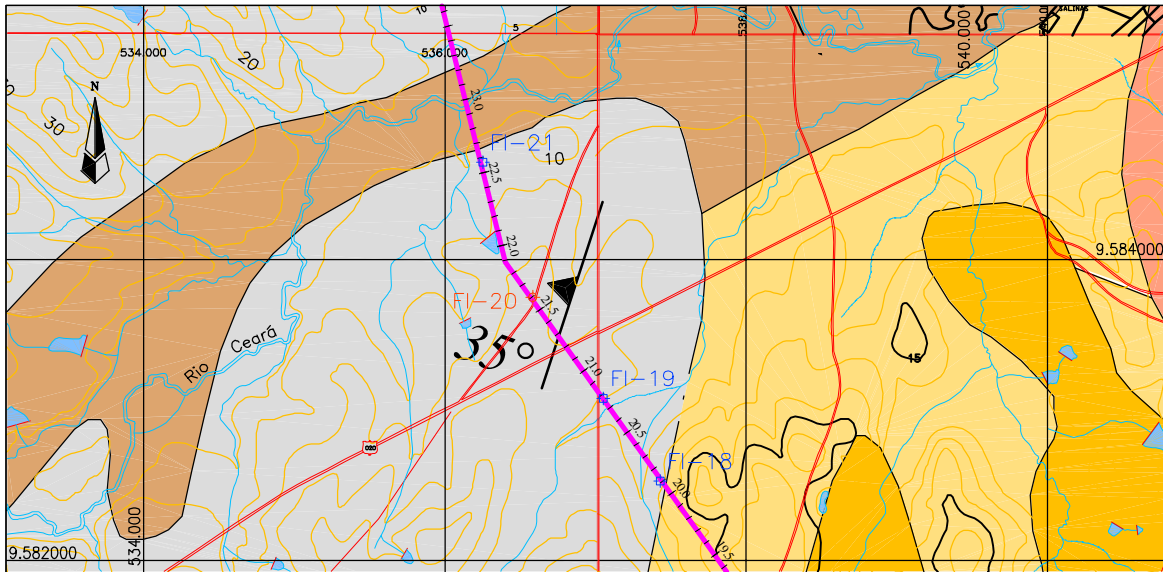
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonólitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-17

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-20	21,657	Ponto a 10,0m da rede de alta tensão em frente ao lago verde	0,00 – 1,00	SPP	1°	SILTE ARGILOSO COM PEDREGULHO COR CINZA CLARA
			1,00 – 2,10	SPP	2°	ALTERAÇÃO DE ROCHA
			2,1	SPP	3°	ROCHA COM NÍVEL D'ÁGUA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

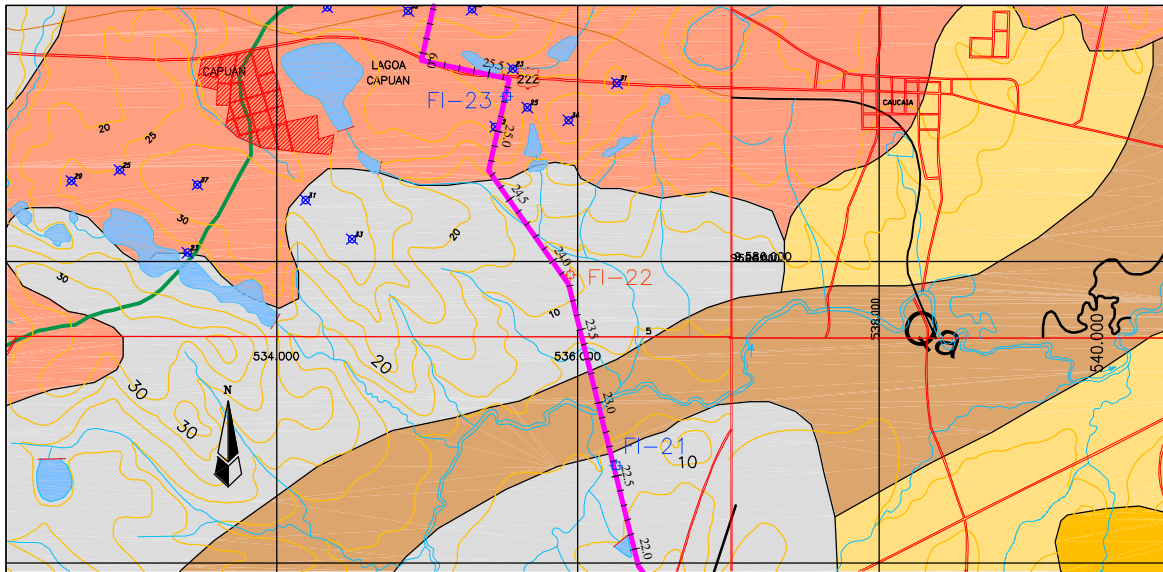
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-20

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-22	23,864	Ponto a 10,0m da rede elétrica a 50,0m da inflexão da mesma (Lado Direito)	0,00 - 0,60	SPP	1°	SILTE ARENO ARGILOSO COR CINZA CLARA
			0,60 - 1,15	SPP	1°	SILTE ARENOSO, COM PEDREGULHO COR VARIEGADA
			1,15	SPP	1°	ALTERAÇÃO DE ROCHA, IMPENETRÁVEL A PÁ E PICARETA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

**CENOZÓICO
 QUATERNÁRIO**

- Qa** Aluviões **Qd** Dunas-Móveis **Qpd** Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

- TQc** Coberturas Colúvio-Eluviais **TQb** Grupo Barreiras Indiviso

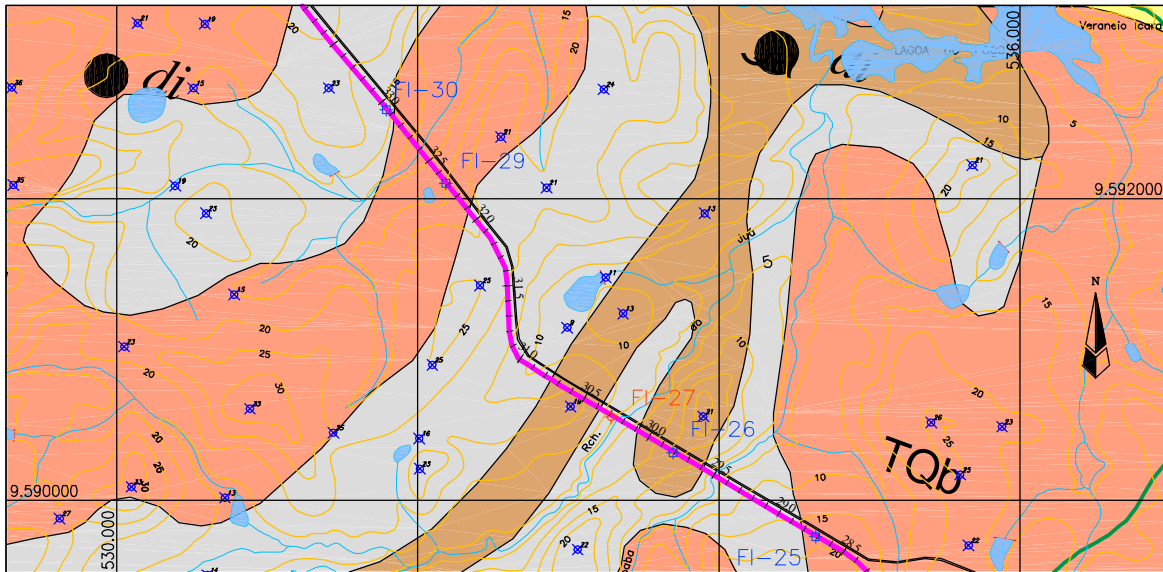
- Tal** Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos **TQbf** Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

- pEda** Diques Ácidos **pEce** Grupo Ceará **pEgn-mg** Complexo Gnáissico Migmatítico **pEgr-mg** Complexo Granitóide Migmatítico **pEi** Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
 SPP FI-22

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-27	30,935	Ponto na Estruturante em frente a placa de esgotamento sanitário (Lado Esquerdo)	0,00 – 1,30	SPP	1º	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			1,30 – 2,30	SPP	1º	SILTE ARENO ARGILOSO COM PEDREGULHO COR VARIEGADA
			2,30 – 4,10	ST	1º	SILTE ARENO ARGILOSO COM PEDREGULHO COR VCINZA CLARA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

**CENOZÓICO
QUATERNÁRIO**

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

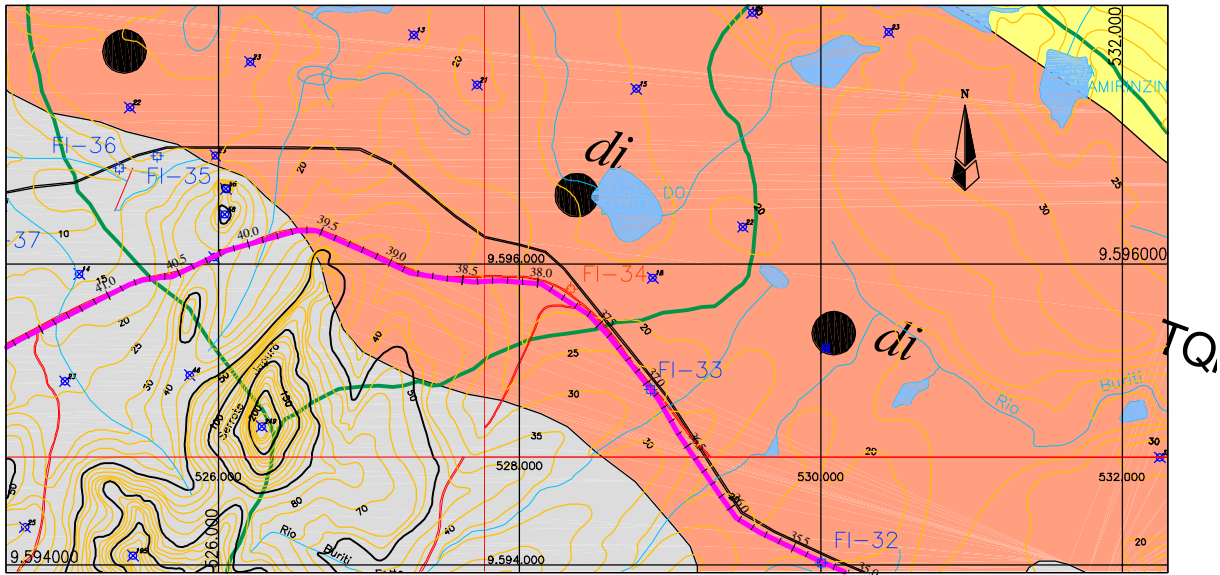
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-27

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-34	37,495	Ponto na Estruturante próximo ao Garrote Village (Lado Esquerdo)	0,00 – 2,00	SPP	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			2,00 – 3,90	ST	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			3,9		0,00	NÍVEL D'ÁGUA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

**CENOZÓICO
 QUATERNÁRIO**

- Qa** Aluviões
- Qd** Dunas-Móveis
- Qpd** Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

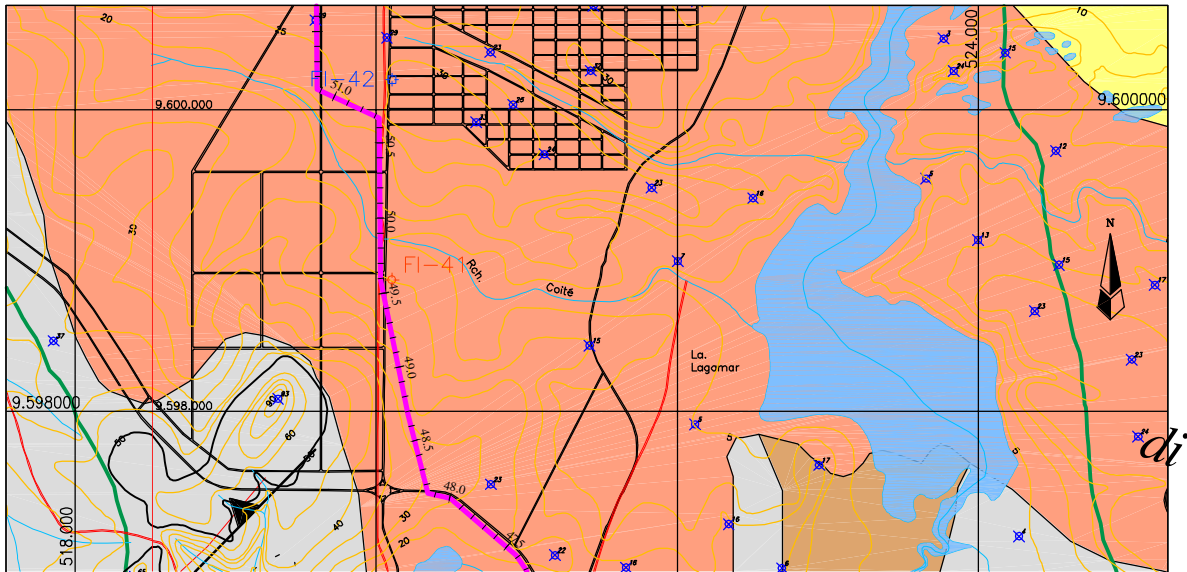
- TQc** Coberturas Colúvio-Eluviais
- TQb** Grupo Barreiras Indiviso
- Tal** Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos
- TQbf** Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

- pEda** Diques Ácidos
- pEce** Grupo Ceará
- pEgn-mg** Complexo Gnáissico Migmatítico
- pEgr-mg** Complexo Granitóide Migmatítico
- pEi** Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
 SPP FI-34

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FI-41	48,933	Ponto ao lado da estrada que vai para o Pecém cerca pintada	0,00 – 2,00	SPP	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			2,00 – 3,80	ST	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			3,8	0	0,00	NÍVEL D'ÁGUA



630



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

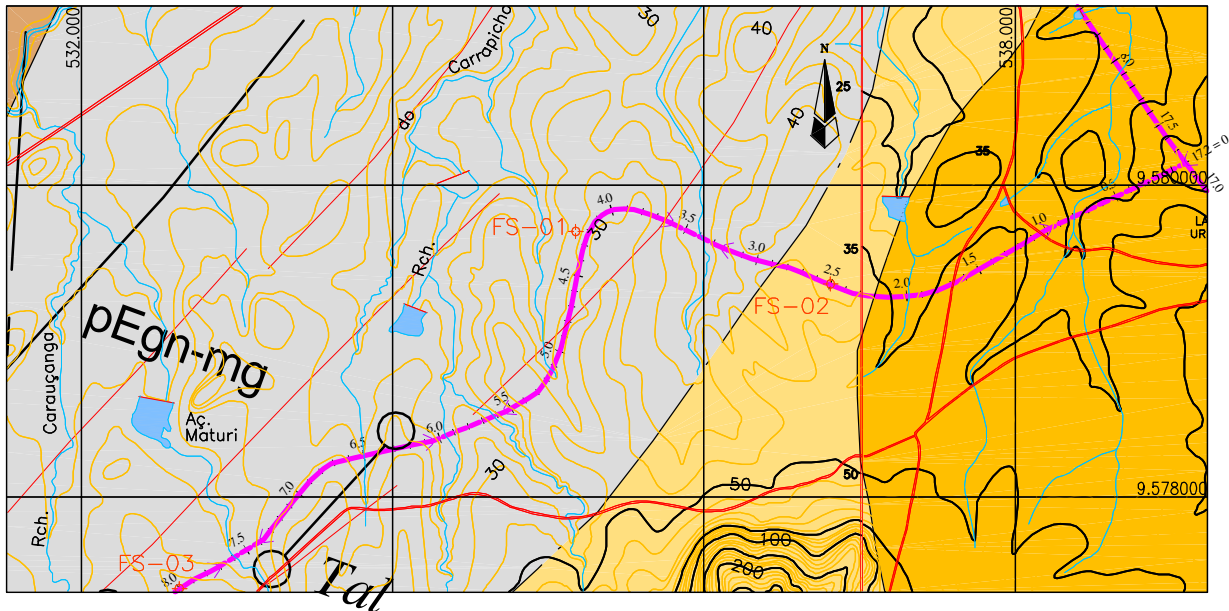
TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso
Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 01 – Traçado Litorâneo
SPP FI-41

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-01	1,0	Depois que termina o canal da colonial entra numa trilha a direita e percorre 700m aproximadamente ao lado da cerca, o ponto está a 60m entrando na mata	0,00 – 1,70	SPP	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			1,70 – 2,30	SPP	1°	SILTE ARENOSO COM PEDREGULHO COR VARIEGADA
			2,3	0	2°	ALTERAÇÃO DE ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO
QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso

Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

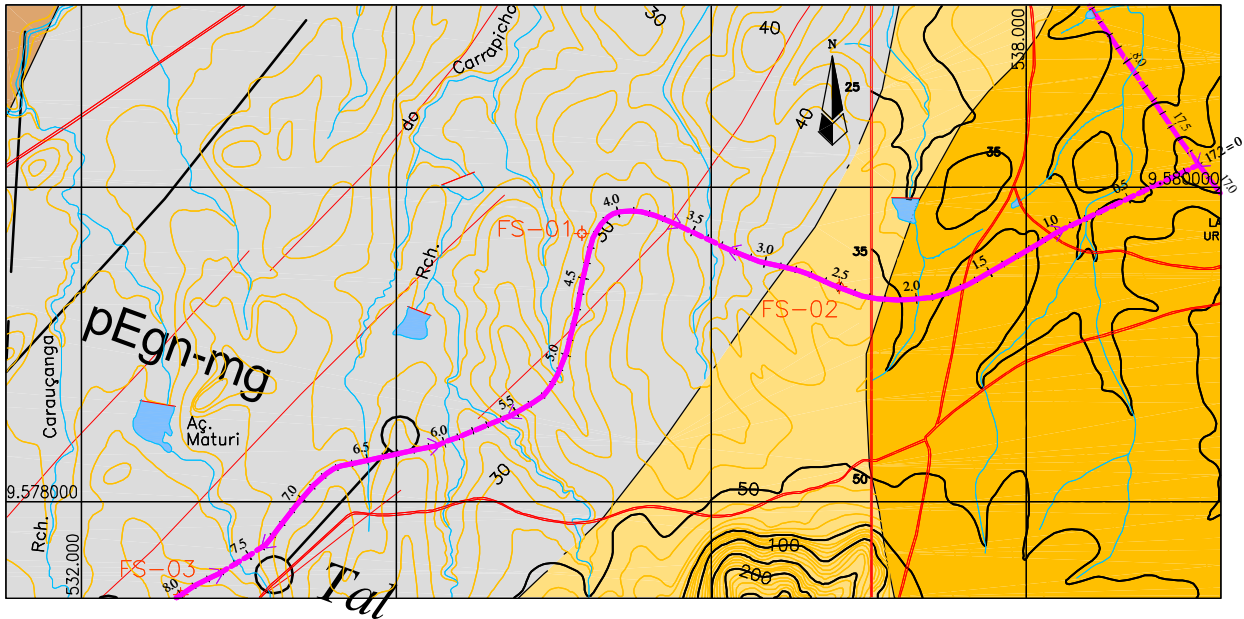
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 02 – Traçado Interior

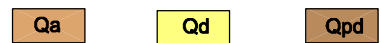
SPP FS-01

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-02	2,5	Na estrada que vai p/ Taquara entra a direita percorre 600m, entra a direita em uma rua com um cauleiro no meio da rua, no final de um barreiro entra a esquerda e segue a cerca, o ponto está a 20m	0,00 – 2,10	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			2,10 – 2,30	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COM PEDREGULHO COR VARIEGADA
			2,3	0	2ª	ALTERAÇÃO DE ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO



Aluviões Dunas-Móveis Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

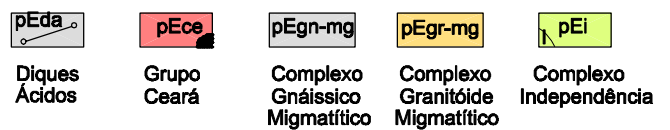


Coberturas Colúvio-Eluviais Grupo Barreiras Indiviso



Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

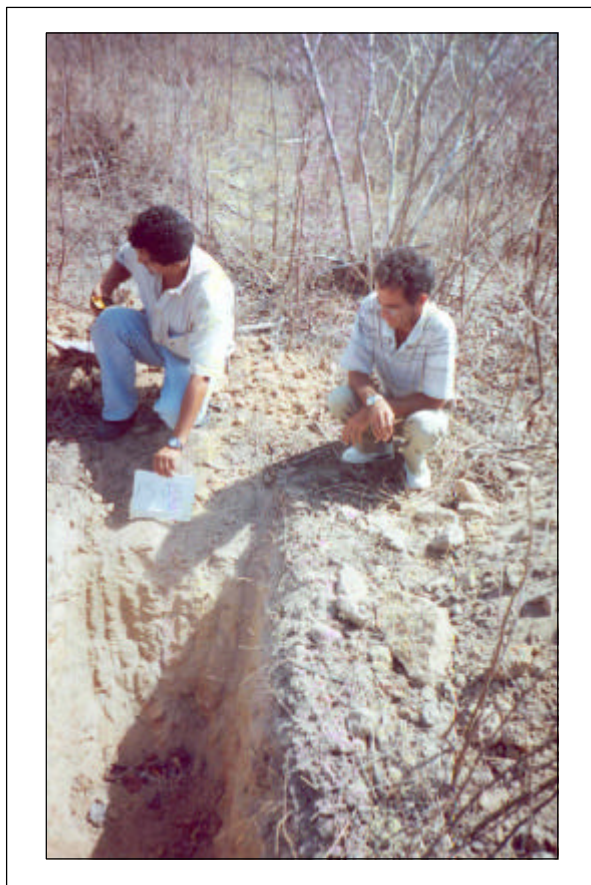
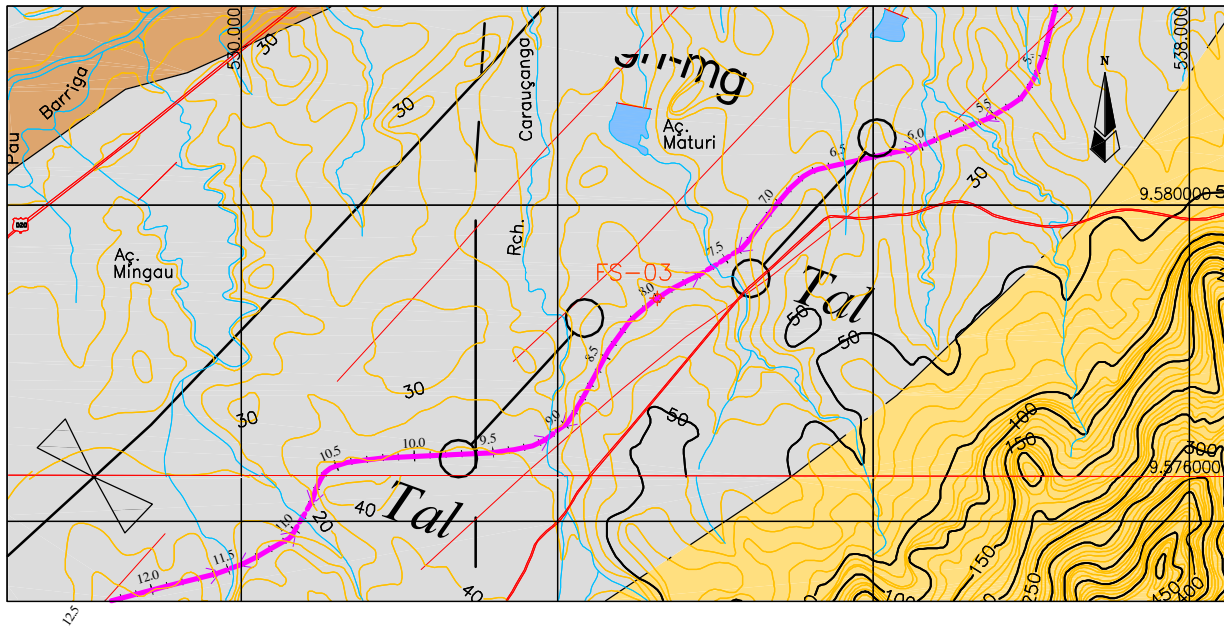


Diques Ácidos Grupo Ceará Complexo Gnáissico Migmatítico Complexo Granitóide Migmatítico Complexo Independência

Alternativa 02 – Traçado Interior

SPP FS-02

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-03	8,0	Da BR-020 entra para o agude Maturi (Carauçanga), depois chega na faz. Santa Rita do sr. Sandoval, procura o morador "Antônio Tal" que ele sabe onde o ponto foi colocado.	0,00 - 1,00	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COM PEDREGULHO COR AMARELADA
			1	0	3ª	ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa **Qd** **Qpd**
Aluviões Dunas-Móveis Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

TQc **TQb**
Coberturas Colúvio-Eluviais Grupo Barreiras Indiviso

Tal **TQbf**
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos Formação Faceira

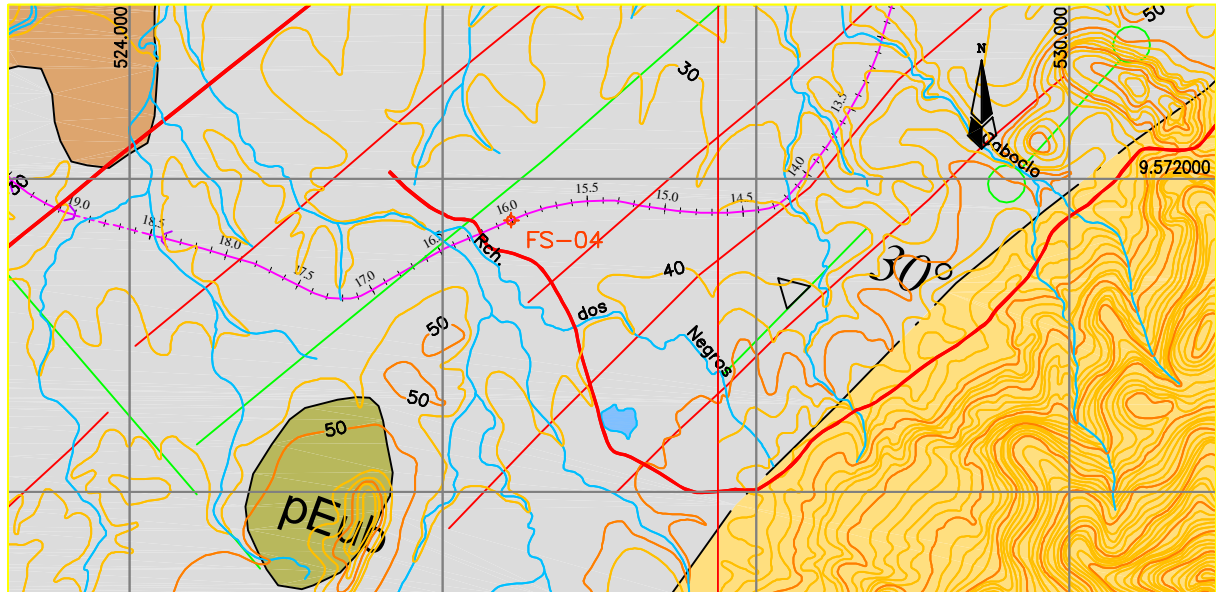
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda **pEce** **pEgn-mg** **pEgr-mg** **pEi**
Diques Ácidos Grupo Ceará Complexo Gnáissico Migmatítico Complexo Granitóide Migmatítico Complexo Independência

Alternativa 02 – Traçado Interior

SPP FS-03

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-04	16,0	Da BR-020 entra a esquerda que vai p/ Tucunduba percorre 1,9km em frente a residência do sr. Quinco Mariano entra no terreno que vai para um roçado depois que passar pelo pé de cumará, o ponto está na mata.	0,00 - 1,00	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COM PEDREGULHO COR AMARELADA
			1	0	3ª	ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

**CENOZÓICO
 QUATERNÁRIO**

- Qa** Aluviões **Qd** Dunas-Móveis **Qpd** Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

- TQc** Coberturas Colúvio-Eluviais **TQb** Grupo Barreiras Indiviso

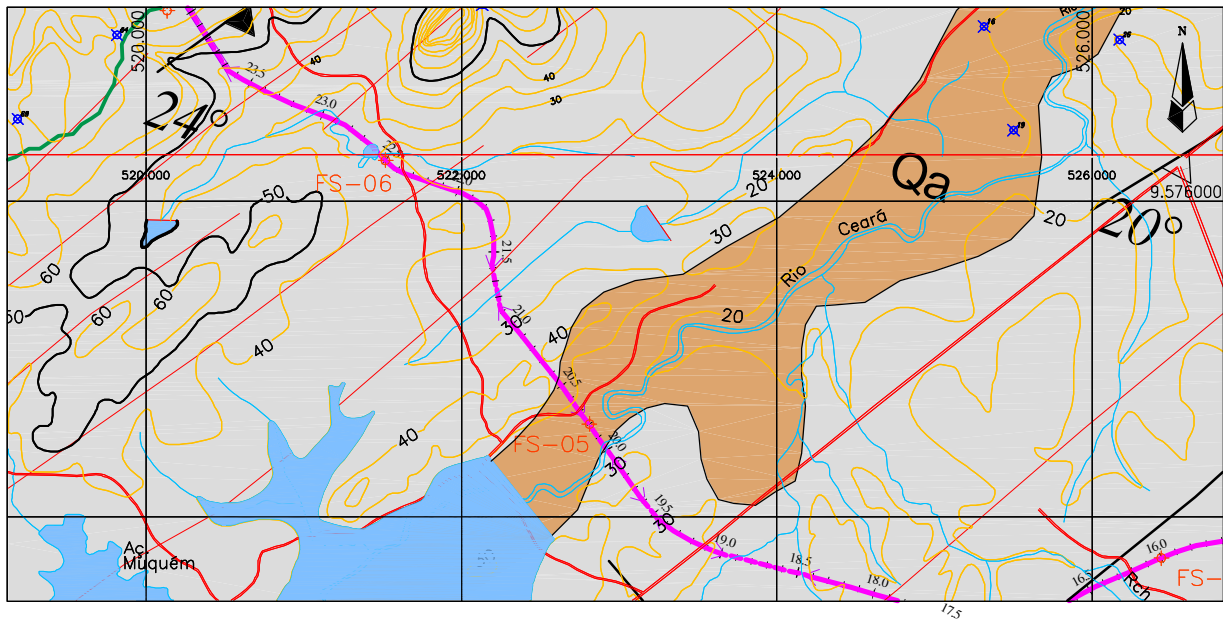
- Tal** Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos **TQbf** Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

- pEda** Diques Ácidos **pEce** Grupo Ceará **pEgn-mg** Complexo Gnáissico Migmatítico **pEgr-mg** Complexo Granitóide Migmatítico **pEi** Complexo Independência

Alternativa 02 - Traçado Interior
 SPP FS-04

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-05	20,2	Da BR-020 entra no Posto Tucunduba e vai para faz. Poço Verde do sr. Isau, o ponto está na mata ao lado de uma casa.	0,00 - 0,80	SPP	1ª	ARGILA SILTOSA COR ROXA
			0,80 - 1,20	SPP	1ª	ARGILA SILTOSA COR AMARELADA
			1,20 - 2,20	SPP	1ª	AREIA SILTOSA COR CINZA CLARA
			2,2	0	3ª	ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa Aluviões **Qd** Dunas-Móveis **Qpd** Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

TQc Coberturas Colúvio-Eluviais **TQb** Grupo Barreiras Indiviso

Tal Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos **TQbf** Formação Faceira

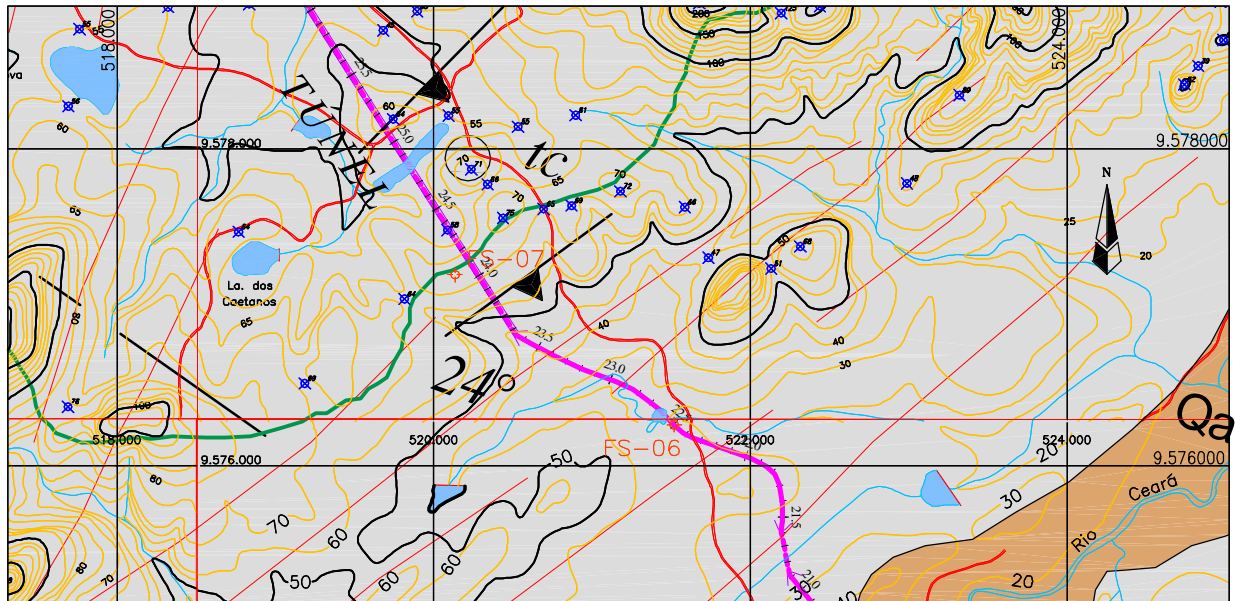
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEa Diques Ácidos **pEce** Grupo Ceará **pEgn-mg** Complexo Gnáissico Migmatítico **pEgr-mg** Complexo Granitóide Migmatítico **pEi** Complexo Independência

Alternativa 02 - Traçado Interior

SPP FS-05

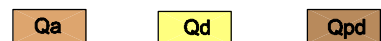
FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-06	22,5	Na propriedade do Sr. João Batista (faz. Arceira) o ponto está na frente da parede do açude num roçado de milho ao lado da casa.	0,00 – 1,30	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COR AMARELADA
			1,30 – 1,90	SPP	1ª	SILTE ARENOSO COM PEDREGULHO COR AMARELADA
			1,90 – 2,40	SPP	2ª	ALTERAÇÃO DE ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO

QUATERNÁRIO



Aluviões Dunas-Móveis Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO



Coberturas Colúvio-Eluviais Grupo Barreiras Indiviso



Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos Formação Faceira

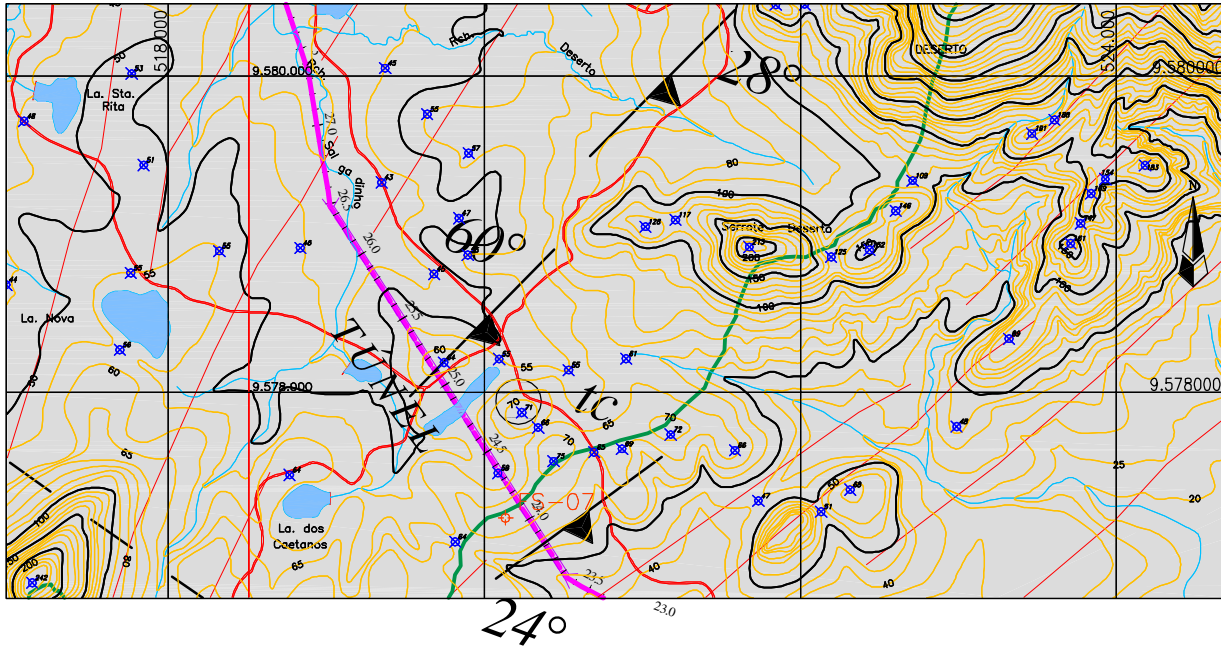
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO



Diques Ácidos Grupo Ceará Complexo Gnáissico Migmatítico Complexo Granitóide Migmatítico Complexo Independência

Alternativa 02 – Traçado Interior
SPP FS-06

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-07	24,2	Chega na faz. Aroeira II indo para faz. do sr. Balbino passa numa casa recém construída, no final do corredor entra a direita e segue a cerca quando a cerca acabar o ponto está a frente na mata.	0,00 - 1,00	SPP	1ª	SILTE ARENO ARGILOSO COR AVERMELHADA
			1,00 - 2,15	SPP	1ª	CASC. SILTE ARENO ARGILOSO COR AMARELADA
			2,15 - 2,50	ST	2ª	ALTERAÇÃO DE ROCHA
			2,5	0	0,00	ALTERAÇÃO DE ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO

QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso

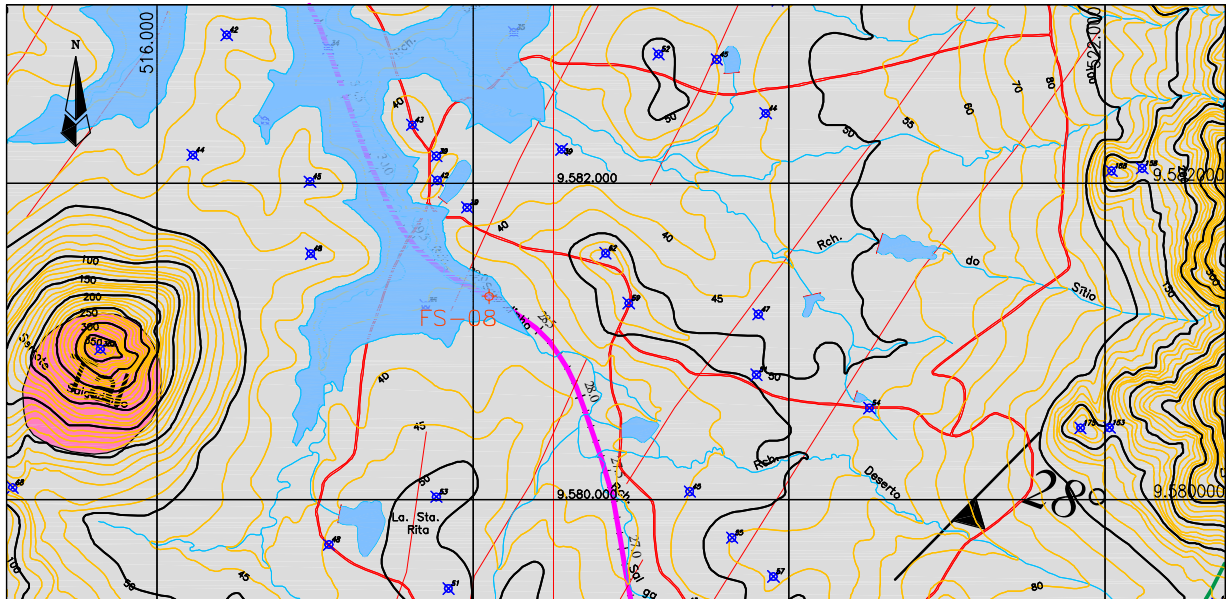
Tal	TQbf
Traquitos, Fonólitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

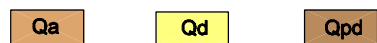
Alternativa 02 – Traçado Interior
SPP FS-07

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-08	29,0	Na faz. Alto da Varjota vai para casa do sr. Roberto Pinheiro desce numa vareda no fundo da casa, o ponto está no carnaubal recém cortado.	0,00 - 1,20	SPP	1ª	SILTE ARENO ARGILOSO COR VARIADA
			1,20 - 2,50	SPP	1ª	ARGILA SILTOSA COR VARIADA
			2,50 - 3,00	ST	2ª	ARGILA SILTOSA COR VARIADA
			3	0	0,00	NÍVEL D'AGUA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO



Aluviões Dunas-Móveis Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO



Coberturas Colúvio-Eluviais Grupo Barreiras Indiviso



Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO



Diques Ácidos

Grupo Ceará

Complexo Gnáissico Migmatítico

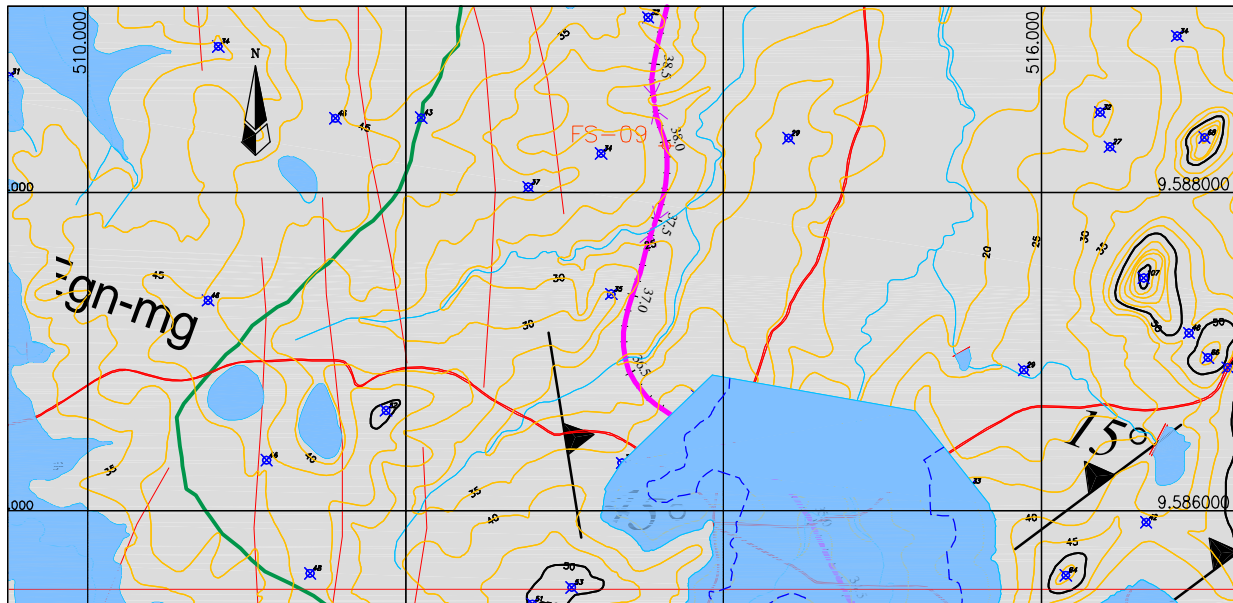
Complexo Granitóide Migmatítico

Complexo Independência

Alternativa 02 – Traçado Interior

SPP FS-08

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-09	38,0	Na BR-222 entra a esquerda para barragem Cahuipe depois que passar da faz. Pau Barriga do sr. Luis Pontes entra num portão azul do lado direito e segue até uma casa abandonada, depois segue na mata até o ponto.	0,00 - 0,50	SPP	1°	SILTE ARENOSO COR CINZA CLARA
			0,50 - 0,80	SPP	1°	CASCALHO ARENOSO COR AMARELADA
			0,80 - 1,00	SPP	2°	ALTERAÇÃO DE ROCHA
			1	0	3°	ROCHA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO

Qa	Qd	Qpd
Aluviões	Dunas-Móveis	Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

TQc	TQb
Coberturas Colúvio-Eluviais	Grupo Barreiras Indiviso

Tal	TQbf
Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos	Formação Faceira

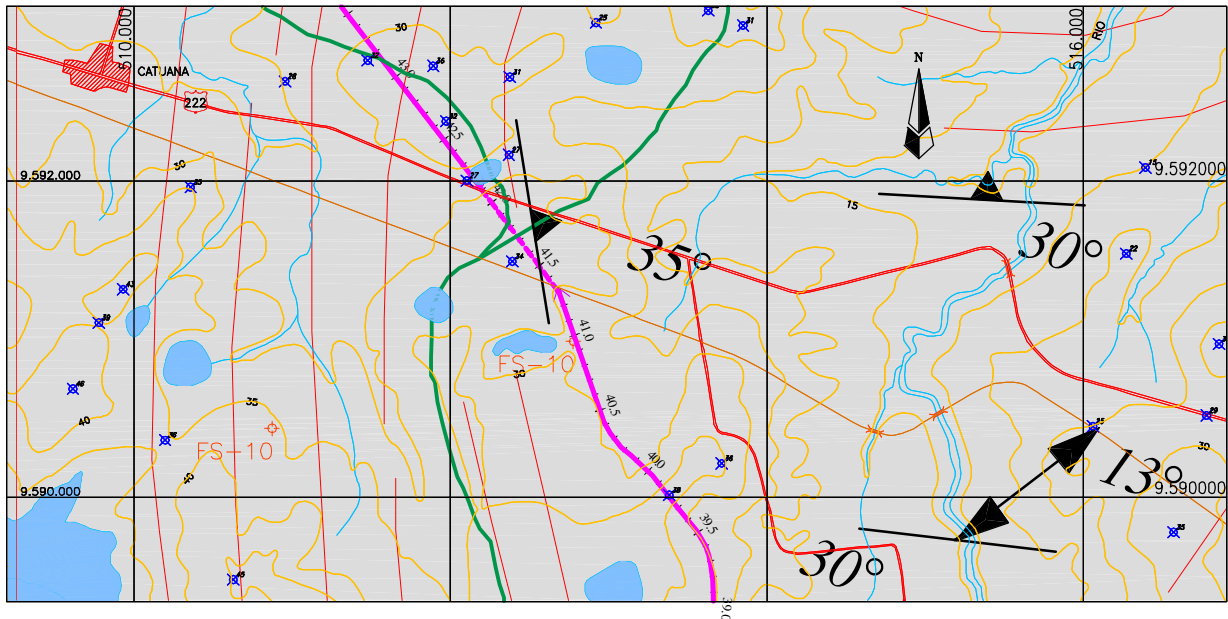
PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO

pEda	pEce	pEgn-mg	pEgr-mg	pEi
Diques Ácidos	Grupo Ceará	Complexo Gnáissico Migmatítico	Complexo Granitóide Migmatítico	Complexo Independência

Alternativa 02 - Traçado Interior

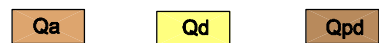
SPP FS-09

FURO	ESTACA (Km)	Descrição	PROF. (m)	TIPO	CATEG.	CLASSIFICAÇÃO EXPEDITA
FS-10	41,5	Indo pela BR-222 depois do açude Angicos, 2km antes de Catuana, entra a esquerda depois que passar pela via férrea, entra a direita depois que passa pelo barreiro, entra no mato e percorre 1,2km aproximadamente até o ponto.	0,00 - 0,90	SPP	1º	AREIA SILTOSA FINA COR CINZA CLARA
			0,90 - 1,10	SPP	1º	ARGILA SILTOSA COM PEDREGULHO COR ROXA
			1,1	0	2º	IMPENETRÁVEL A PÁ E PICARETA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

CENOZÓICO QUATERNÁRIO



Aluviões Dunas-Móveis Paleodunas

TERCIÁRIO / QUATERNÁRIO

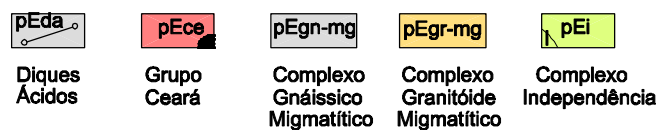


Coberturas Colúvio-Eluviais Grupo Barreiras Indiviso



Traquitos, Fonolitos, Essexistos e Tufos Formação Faceira

PRÉ-CAMBRIANO INDIFERENCIADO



Alternativa 02 - Traçado Interior

SPP FS-10