

MÓDULO VI – PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE GRANJEIRO

VOLUME III – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

TOMO 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

EDITADO EM OUTUBRO DE 2006

ÍNDICE

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO	5
1 – INTRODUÇÃO	9
2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE.....	16
3 – POPULAÇÃO ALVO.....	20
3.1 – TAXAS DE CRESCIMENTO	20
3.2 – ANÁLISE DOS DADOS	20
3.3 – RESULTADOS OBTIDOS	21
4 – DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA.....	27
4.1 – CRITÉRIOS ESTABELECIDOS	27
4.2 – PARÂMETROS DE PROJETO.....	27
4.3 – VAZÕES DE PROJETO	28
5 – MANANCIAL.....	31
6 – PROJETO PROPOSTO	34
6.1 – DELINEAMENTO DO PROJETO	34
6.2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	36
6.2.1 – Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB (Captação).....	36
6.3 – SISTEMA ADUTOR.....	37
6.4 – TRANSIENTE HIDRÁULICO E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO	37
6.5 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA	40
6.6 – RESERVAÇÃO.....	40
6.7 – MOVIMENTO DE TERRA	40
6.8 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVIS	40
6.9 – OPERAÇÃO DO SISTEMA	41

6.10 – PROJETO ELÉTRICO41

6.10.1 – Objetivo41

6.10.2 – Suprimento de Energia42

6.10.3 – Concepção Geral do Projeto42

ANEXOS

ANEXO 1 – ANALISE DA ÁGUA

ANEXO 2 – MEMORIAL DESCRITIVO DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA ADUTORA E DAS OBRAS CIVIS

ANEXO 3 – PLANTA DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA ADUTORA E DAS OBRAS CIVIS

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

Tendo por objetivo a implantação da adutora do sistema de abastecimento d'água do município de Granjeiro, a Secretaria de Recursos Hídricos – SRH e o Consórcio KL Serviços e Engenharia S/S Ltda., MABE – Infra-Estrutura Serviços S/C Ltda e Enerconsult S.A, firmaram o Contrato N.º 11/PROGERIRH/CE/SRH/2003, de que faz parte a Elaboração do Projeto Executivo da citada adutora.

O Projeto da Adutora de Granjeiro se insere no contexto do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará - PROGERIRH, desenvolvido em parceria com o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD. Foi elaborado de forma a atender aos requisitos constantes dos Termos de Referência do citado contrato, bem como, às normas pertinentes à elaboração de projetos para sistemas de abastecimento de água.

A documentação, ora apresentada, compreende o Relatório do Projeto Executivo da citada adutora e teve sua elaboração embasada nos estudos precedentes, consolidados no respectivo Ante-Projeto.

A fonte hídrica será a represa formada com a construção da Barragem Riacho do Meio, recém projetada, localizada, em seção do riacho de mesmo nome, a aproximadamente 6 km a oeste da sede municipal.

Em síntese, os estudos e projetos objeto do citado contrato estão compreendidos nos seguintes módulos:

Módulo I: Estudos de Alternativas de Localização das Barragens e Adutoras

VOLUME I: Estudo de Alternativas e Opções para a Localização dos eixos Barráveis e Adutoras.

Módulo II: Estudos Básicos, Anteprojetos e Avaliações

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Relatório Geral – Textos

TOMO 2 – Estudos Hidrológicos

TOMO 3 – Estudos Cartográficos

TOMO 4 – Estudos Geológicos e Geotécnicos

TOMO 5 – Estudos Pedológicos

VOLUME II: Anteprojetos

TOMO 1 – Relatório de Concepção Geral

TOMO 1A – Desenhos e Plantas

TOMO 1B – Memória de Cálculo

VOLUME III: Avaliações Financeiras e Econômicas

TOMO 1 – Relatório de Avaliações Financeira e Econômica

Módulo III: Estudos dos Impactos no Meio Ambiente (EIA/RIMA)

VOLUME I: EIA

VOLUME II: RIMA

Módulo IV: Projeto Executivo da Barragem

VOLUME I: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo do Projeto

TOMO 2 – Desenhos do Projeto

TOMO 3 – Memória de Cálculo

TOMO 4 – Especificações Técnicas

TOMO 5 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 6 – Síntese

Módulo V: Levantamento Cadastral e Plano de Reassentamento

VOLUME I: Levantamento Cadastral

TOMO 1 – Relatório Geral

TOMO 2 – Laudos Individuais de Avaliação

TOMO 3 – Levantamentos Topográficos

VOLUME II: Plano de Reassentamento

TOMO 1 – Relatório Final do Reassentamento

Módulo VI: Projeto Executivo das Adutoras

VOLUME I: Estudos Básicos

TOMO 1 – Levantamentos Topográficos

TOMO 2 – Investigações Geotécnicas

VOLUME II: Anteprojeto

VOLUME III: Detalhamento do Projeto Executivo

TOMO 1 – Memorial Descritivo

TOMO 2 – Memória de Cálculo

TOMO 3 – Quantitativos e Orçamentos

TOMO 4 – Especificações Técnicas e Normas de Medições

TOMO 5 - Plantas

Módulo VII: Elaboração dos Manuais de Operação e Manutenção

VOLUME I: Manuais de Operação e Manutenção

O presente relatório é denominado Volume III – Detalhamento do Projeto Executivo, **Tomo 1 – Memorial Descritivo da Adutora de Granjeiro**, e é parte integrante do Módulo VI.

1 – INTRODUÇÃO

Com o propósito de oferecer água tratada para abastecimento da população residente na cidade de Granjeiro, dentro dos padrões exigidos pela legislação específica vigente e de fonte de suprimento confiável, no que diz respeito à regularidade, foram realizados, em fase precedente, estudos nos quais se apoiou a elaboração do presente Projeto Executivo, o qual se enquadra no programa desenvolvido pelo Governo do Estado do Ceará, na área de atuação da Secretaria dos Recursos Hídricos, âmbito do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH.

As principais características da região onde se insere o empreendimento são as seguintes:

Distância entre Fortaleza e a cidade de Granjeiro: 478,0 Km.

Coordenadas geográficas e altitude da sede do município:

- Latitude: 6°53'18";
- Longitude: 39°13'04";
- Altitude (Sede): 350,00 m;
- Superfície geográfica do município: 99,0 km².

Unidades territoriais limítrofes:

- Ao Norte: município de Várzea Alegre;
- Ao Sul: município de Caririaçu;
- A Leste: municípios de Caririaçu e Lavras da Mangabeira;
- A Oeste: municípios de Várzea Alegre e Caririaçu.

O manancial que alimentará a Adutora será o açude Riacho do Meio, cuja barragem, recentemente projetada, estará aproximadamente a 6,0 Km da cidade de Granjeiro, fazendo-se o percurso entre o local do barramento e a sede do município, parte por estrada carroçável e parte por rodovia pavimentada com asfalto betuminoso.

Na **Figura 1.1** são apresentados mapas onde se localiza o Município de Granjeiro em relação ao Estado do Ceará e se indicam os pontos extremos e o traçado da adutora.

O horizonte do projeto ora proposto é de 30 anos, tendo como ano inicial de operação o ano de 2006.

Um resumo das características principais da adutora é apresentado na ficha técnica a seguir:

FICHA TÉCNICA DA ADUTORA DE GRANJEIRO

Identificação

Denominação: Adutora de Granjeiro

Estado:..... Ceará

Município:..... Granjeiro

Localidades atendidas: Sede municipal

População beneficiada (ano 2036): 2.517 habitantes

Proprietário: Estado do Ceará/SRH

Autor do Projeto Consórcio KL Engenharia/ MA/BE/
Enerconsult

Data do Projeto: Setembro/2005

Fonte Hídrica

Denominação: Barragem Riacho do Meio

Município: Granjeiro-CE

Sistema: Jaguaribe Bacia do Rio Salgado

Rio Barrado.....Riacho do Meio

Coordenadas UTM: E(X): 473.500; N(Y): 9.242.300.

Volume acumulado (cota 320).. 18,375 hm³

Vazão regularizada (90 %)... 0,113 m³/s

Estruturas e equipamentos

- Tipo de Captação: Flutuante: Plataforma modulada, em fibra de vidro; dimensões: 4,0 m x 4,0 m x 0,60 m;
- Estação Elevatória de Água Bruta: EEAB (Posicionada sobre a plataforma flutuante);

Equipamento de bombeamento:

Bombas centrífugas, eixo horizontal, (2 unidades: uma ativa e uma reserva)

1ª Etapa:

- Vazão:3,39 l/s
- Hman:81,0 mca
- Potência:12,5 CV

2ª Etapa:

- Vazão:4,13 l/s
- Hman:82,0 mca
- Potência:12,5 CV

3ª Etapa:

- Vazão:5,03 l/s
- Hman:83,0 mca
- Potência:12,5 CV

- Adutora de Água Bruta:

1º Segmento (Trecho: Flutuante → Caixa de transição PEAD x PVC):

Extensão:240,00 m

Material: PEAD

Diâmetro (DE):110 mm

2º segmento (Caixa de transição PEAD x PVC → Caixa de passagem):

Extensão: 124,35 m

Material: PVC

Diâmetro (DN): 100 mm

3º segmento (Caixa de passagem → ETA existente em Granjeiro):

Extensão: 4.948,30 m

Material: PVC

Diâmetro (DN): 100 mm

Obs.: Vazão (l/s) nos três segmentos:

- 1ª Etapa: 3,39
- 2ª Etapa: 4,13
- 3ª Etapa: 5,03
- ETA existente na cidade de Granjeiro
- Câmara de Carga (NA: 6,50 m)
- Filtros de Fluxo Ascendente (02): DN: 2,00 m
- Casa de Química e escritório
- Reservatório Apoiado: 50,0 m³
- Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros (EELF):

Bombas centrífugas, eixo horizontal: (2 unidades: uma ativa, uma reserva)

Vazão: 50,0 m³/h

Potência do motor: 12,5 CV

- Estação Elevatória de Água Tratada Existente (EEAT)

Bombas centrífugas, eixo horizontal (2 unidades: uma ativa, uma reserva)

Vazão: 40,0 m³/h

Potência do motor: 15,0 CV

Obs: O reservatório apoiado da ETA serve de poço de sucção para as bombas da EELF e da EEAT existentes.

- Reservação Existente:

Reservatório apoiado de 50 m³: Localizado na ETA

Reservatório elevado de 100,0 m³: Localizado em ponto elevado, à entrada da Cidade.

- Principal Obra Prevista

Caixa de Passagem (Reservatório Apoiado): Est. 18'+4,35 m = 24+10,0 m

2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

O sistema de abastecimento de água atual, da cidade de Granjeiro, tem como fonte de suprimento açude público municipal de reduzida capacidade de acumulação, não tendo, portanto, condição para atender à população local nas fases de estio.

Em termos esquemáticos, o sistema se dispõe conforme “croqui” apresentado na **Figura 2.1**, elaborado por setor da Diretoria de Operações da CAGECE.

A captação é feita em base flutuante, denominada CS-01, posicionada na bacia hidráulica do açude e a adução de água bruta se faz por meio da adutora ADB-01, conforme notação do referido esquema, a qual se constitui de tubulação em PVC, diâmetro nominal de 100 mm e extensão de 50,0 m, disposta sobre o plano d'água entre o equipamento de captação e a Câmara de Carga da ETA.

O tratamento d'água se faz em filtros de fluxo ascendente, em número de dois, os quais têm capacidade conjunta de tratamento de 19,62 m³/h, tendo uma taxa de filtração de 120 m³/m²/dia e velocidade de lavagem de 0,90 m / min. Bomba com capacidade de 50 m³/h, a qual conta com bomba reserva, propicia vazão e carga suficientes para lavagem dos filtros.

O armazenamento de água tratada é feito inicialmente num reservatório apoiado com capacidade de 50 m³, que serve também de poço de sucção das bombas da estação elevatória de água tratada e das bombas de lavagem dos filtros.

Os produtos químicos utilizados são: hipoclorito, cálcio e sulfato de alumínio.

A estação elevatória de água tratada – EE-02, abrigada no mesmo prédio da casa de química da ETA, tem duas unidades de bombeamento (uma ativa e uma reserva), acionadas por motores elétricos de 15,0 CV, cada, sendo de 40,0 m³/h a vazão unitária.

Adutora de água tratada, ADT-01, se conecta ao reservatório elevado REL-01, tem extensão de 426,0 m, é em PVC e tem diâmetro nominal de 100 mm.

O reservatório elevado, REL-01, alimenta a rede de distribuição da cidade e tem por características principais as seguintes:

- Capacidade de Acumulação; 100,0 m³.
- Fuste: 15,0 m
- Diâmetro do registro de entrada: 150 mm.

Entra FIGURA 2.1 – CROQUIS DO SISTEMA DE GRANJEIRO

Todos os equipamento hidromecânicos e obras civis de captação, tratamento, re-elevatória, adução de água tratada e armazenamento encontram-se em bom estado de conservação e em perfeito funcionamento.

A rede de distribuição de água tratada tem uma extensão de 3.535,0 m.

Dados Operacionais do sistema atual:

– Ligações de água

Reais..... 531

Ativas 441

Medida 311

Factíveis..... 156

Potenciais 15

– Volumes (m³)

Produzido..... 6.740,0

Distribuído..... 6.540,0

Faturado..... 6.228,0

Medido 4.356,0

– Medidores instalados

Hidrométricos..... 350

– Tempo de funcionamento do sistema: 8h/ dia.

3 – POPULAÇÃO ALVO

3 – POPULAÇÃO ALVO

3.1 – TAXAS DE CRESCIMENTO

Na fase de Ante-Projeto, com base nos dados dos censos referentes às décadas encerradas nos anos de 1970, 1980, 1991 e 2000, bem como, na contagem de população do ano de 1996, efetuados pelo IBGE, foram verificadas as taxas de crescimento populacional ocorridas nos períodos inter-censitários, enfeixados no intervalo acima considerado, para permitir proceder à determinação de uma taxa de crescimento populacional, com que estimar o incremento do número de habitantes da cidade de Granjeiro até o ano de 2036, adotado como horizonte do projeto.

Os dados do IBGE, assim como, as taxas de crescimento, observadas nos períodos acima referidos, são mostrados nos **Quadros 3.1 e 3.2**.

QUADRO 3.1 – DADOS CENSITÁRIOS DO IBGE

Localidade	Anos				
	1970	1980	1991	1996	2000
Sede: Granjeiro	808	617	871	994	1.234

Fonte: IBGE, Censos Demográficos, 1970, 1980, 1991 e 2000 e Contagem da População, 1996.

QUADRO 3.2 – TAXAS DE CRESCIMENTO

Localidade	Períodos			
	1970-1980	1980-1991	1991-1996	1996-2000
Granjeiro				
Taxa de crescimento (% a.a.)	-2,66	3,18	2,68	5,56

Na análise da evolução da população urbana de Granjeiro constatam-se taxas de crescimento bastante variáveis, ora crescentes ora decrescentes, até situar-se em 5,56 % ao ano no último período intercensitário (1996-2000).

3.2 – ANÁLISE DOS DADOS

Para proceder a uma avaliação da expectativa de crescimento populacional foram utilizados os dados acima mencionados e as seguintes equações de regressão:

Equação Linear..... $y = ax + b$

Equação Logarítmica $y = a * \ln(x) + b$

Equação Polinomial $y = ax^2 + bx + c$

Equação Potencial $y = ax^b$

Equação Exponencial $y = a.c^{b.x}$

A partir desta análise, procedeu-se a escolha de um modelo matemático capaz de traduzir o crescimento passado e apontar valores para uma tendência futura de crescimento da população.

As curvas geradas pelo ajuste aos dados populacionais disponíveis, por cada método, são apresentadas na **Figura 3.1**, com suas respectivas equações e coeficientes de correlação. No **Quadro 3.3** encontra-se um comparativo entre a população obtida pelo Censo e a população calculada pelas equações de regressão para os anos de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000.

A evolução da população desde o ano inicial, 2006, até o ano horizonte do projeto, 2036, calculada através de cada equação de regressão é apresentada no **Quadro 3.4**.

3.3 – RESULTADOS OBTIDOS

Tendo em conta a característica aleatória apresentada pelo dado referente ao censo populacional do ano de 1980, o que conduz a resultados inconsistentes, qualquer que seja a equação de regressão utilizada, optou-se por adotar a taxa anual de crescimento populacional admitida como máxima para os próximos 20 anos, pelo programa governamental Proágua-Semi-Árido, que é de 2,0%. No **Quadro 3.5** encontra-se o número de habitantes da área urbana, ano a ano, até o horizonte do projeto, obtido pelo método de progressão geométrica com utilização da taxa acima referida.

Entra QUADROS.XLS / QUADRO 3.3

Entra FIGURA 3-1

Entra QUADROS.XLS/QUADRO 3.4

Entra QUADROS.XLS/QUADRO 3.5

Tot – 4 folhas

4 – DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA

4 – DEMANDA E OFERTA DE ÁGUA

4.1 – CRITÉRIOS ESTABELECIDOS

a) Consumo “per capita”: l/hab/dia

A taxa de consumo “per capita” líquida adotada é de 90 l/hab/dia para a sede do município de Granjeiro.

b) Eficiência do Sistema

No cálculo da vazão de dimensionamento levaram-se em conta as perdas d’água do sistema, admitidas em 25%, tendo por base sistemas semelhantes operados pela CAGECE.

4.2 – PARÂMETROS DE PROJETO

De acordo com os critérios estabelecidos e recomendações constantes do Termo de Referência, definiram-se os seguintes parâmetros de cálculo:

- Ano inicial do plano2.006
- Horizonte de projeto da 1ª Etapa2.016
- Horizonte de projeto da 2ª Etapa2.026
- Horizonte de projeto da 3ª Etapa2.036

- População alvo
- 1ª Etapa 1.694 hab.
- 2ª Etapa2.065 hab.
- 3ª Etapa2.517 hab.

- Índice de Abastecimento (iab)..... 100%
- Índice de Perdas no Sistema (ip)25%
- Consumo “Per Capta” Líquido90 l/hab/dia
- Consumo “Per Capita” Bruto (qb) $qb=q / (1-(ip/100))$ 120 l/hab/dia
- Coeficiente de Majoração p/ o Dia de Maior Consumo (K1) 1,20

- Coeficiente de Majoração p/ a Hora de Maior Consumo (K2)..... 1,50
- Tempo de Operação Máximo Diário (Td)..... 20 h

A vazão de dimensionamento foi definida em função do tempo de operação do sistema, estabelecido em 20 horas diárias, ao final de cada das três décadas consideradas, observando-se, outrossim, para dimensionamento dos elementos constituintes do sistema as condições de operação requeridas ao final de cada período.

4.3 – VAZÕES DE PROJETO

De acordo com os parâmetros estabelecidos no item anterior e com a projeção da população da localidade considerada, foram calculadas as vazões brutas com o uso das seguintes expressões:

- Vazão média (Qm : L/s)

$$Q_m = [P_n \times q_b \times (i_{ab}/100)] / 86400 \times (24/T_d)$$

- Vazão máxima diária (Qmaxd : L/s)

$$Q_{maxd} = k_1 \times Q_m$$

- Vazão máxima horária (Qmaxh : L/s)

$$Q_{maxh} = k_1 \times k_2 \times Q_m.$$

No **Quadro 4.1** é mostrada a evolução das vazões de demanda e oferta d'água ao longo dos anos de alcance do projeto.

Entra QUADROS.XLS\ QUADRO 4.1

5 – MANANCIAL

5 – MANANCIAL

A fonte de suprimento d'água que dará suporte à adutora será o açude Riacho do Meio, cuja barragem, recém projetada, se localizará a aproximadamente 6,0 km a oeste da cidade de Granjeiro. O curso d'água a ser barrado é o Riacho do Meio, afluente do Riacho do Machado, da bacia hidrográfica do Rio Salgado pela margem esquerda deste, pertencente, este último ao sistema de drenagem do Rio Jaguaribe. A bacia de contribuição do açude Riacho do Meio tem uma área de 91,21 km². A bacia hidráulica acumulará um volume de 18.375.000 m³, à cota 320 m, correspondente ao nível da soleira do sangradouro.

De acordo com a versão definitiva dos estudos hidrológicos realizados, sua vazão regularizada é de 0,113 m³ /s, com 90% de garantia, determinada pelo “Diagrama Triangular de Regularização” do Prof. Nilson Beserra Campos da UFC.

Ficha Técnica da Barragem Riacho do Meio.

IDENTIFICAÇÃO

- Denominação: Barragem Riacho do Meio
- Estado: Ceará
- Município: Granjeiro
- Sistema: Jaguaribe.
- Curso d'água barrado: Riacho do Meio .

PRINCIPAIS DADOS E CARACTERÍSTICAS

- Maciço: Homogêneo de terra
- Cota do coroamento: 323,0 m
- Cota da soleira do sangradouro: 320,0 m
- Cota do eixo da tomada d'água: 306,0 m
- Capacidade de acumulação: 18,375 hm³
- Largura do sangradouro: 100,0 m
- Área da Bacia Hidrográfica: 91,21 km²

- Área da Bacia Hidráulica:.....241,5 ha
- Volume médio afluente anual:.....3,419 hm³
- Vazão regularizada (90% de garantia):.....0,113 m³/s
- Níveis de operação: Máximo: 320,0 m → 18,375 hm³ (1,00 x Cap. Acum.)
Mínimo: 308,0 m → 0,07 hm³ (0,04 x Cap. Acum.)

A vazão regularizada foi determinada pelo “Diagrama Triangular de Regularização”, do Prof. Nilson Beserra Campos da UFC.

6 – PROJETO PROPOSTO

6 – PROJETO PROPOSTO

6.1 – DELINEAMENTO DO PROJETO

O projeto do sistema de abastecimento d'água da sede do município de Granjeiro, no concernente a captação, adução, tratamento e reservação d'água, de que trata o presente relatório, obedeceu ao delineamento esboçado no Volume II – Anteprojeto.

Captação e Adução de Água Bruta

– Captação

O equipamento de captação de água bruta compreende os seguintes componentes:

a) Plataforma flutuante localizada em ponto da bacia hidráulica do Açude Riacho do Meio, conforme posicionamento visualizado na planta 1-2-RM-AD-GR-10/17-R1, deste projeto. A plataforma efetuará um deslocamento vertical máximo de 12,0 m, relativo à diferença entre as cotas 308,0 e 320,0, correspondentes, respectivamente, ao nível mínimo do plano d'água para operação do sistema adutor e ao nível da soleira do sangradouro da barragem Riacho do Meio.

b) Equipamento hidromecânico instalado sobre a mencionada plataforma, isto é, duas bombas centrífugas (uma de reserva), tubulação de sucção e barriletes correspondentes, dando-se ao conjunto a denominação de EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta.

– Adução

A adutora terá um segmento inicial em tubo de polietileno de alta densidade, 110 mm de diâmetro externo, com 240 m de extensão, o qual interligará o equipamento de bombeamento ao restante da tubulação, por meio de conexão localizada no interior de uma caixa de transição PEAD x PVC, à cota 322,00, no ponto extremo da tubulação PEAD, estaca 12'. A partir de referida conexão a tubulação será em PVC, 100 mm de diâmetro nominal e terá extensão de 5.072,65 m, sendo 124,35 m até o reservatório apoiado (Caixa de passagem) e 4.948,30 deste último até a ETA existente, localizada na estaca 264+13,0 m.

Do ponto de captação à cidade de Granjeiro a adução de água bruta far-se-á da maneira seguinte:

1º e 2º Trechos: Da Plataforma Flutuante ao Reservatório apoiado (Caixa de passagem), localizada à estaca 18'+4,35=estaca 24+10 do eixo da adutora, extensão de 364,35 m: → Por meio de pressurização propiciada pelo equipamento instalado sobre a plataforma.

3º Trecho: Do reservatório apoiado à ETA da CAGECE, na cidade de Granjeiro, extensão 4.948,30 m: → Escoamento gravitativo.

No **Quadro 6.1** é apresentado um resumo das características da tubulação da adutora de água bruta.

QUADRO 6.1 – Resumo das Características da Adutora de Água Bruta

Adutora	Trecho	Material	Extensão (m)	Vazão* (L/s)	Diam. Ext. (mm)	Diam. Int. (mm)	Vel.* (m/s)	Perda de Carga* (m)	Desnível (m)	
									NA máx.	NA min.
AAB	1ª	PEAD	240,00	5,03	110	93,6	0,73	1,56	2,00	14,00
	2ª	PVC	124,35	5,03	118	108,4	0,55	0,39	53,00	53,00
	3ª	PVC	4.948,30	5,03	118	108,4	0,55	15,59	-69,70	-69,70
TOTAL			5.312,65					17,55	-14,70	-2,70

*Dados da 3º Etapa

Em relação a transiente hidráulico, na adutora de água bruta, foram considerados dois dispositivos de controle: chaminé de equilíbrio e caixa de passagem. Dos estudos procedidos resultou na decisão de adotar um desses dispositivos, a saber: uma caixa de passagem, por melhor se enquadrarem no caso estudado. O cotejo estabelecido entre o emprego da chaminé de equilíbrio e da caixa de passagem permitiu verificar que em relação ao porte da estrutura (diâmetro e altura) seriam equivalentes, com a vantagem que o emprego dessa última permitiria estabelecer um trecho pressurizado de menor extensão e um trecho gravitativo de maior comprimento. Tal fato possibilita um melhor controle de operação do sistema e maior segurança com relação ao amortecimento de transientes hidráulicos.

Tratamento de Água

Conforme mencionado na fase de concepção do projeto, a cidade de Granjeiro conta com uma Estação de Tratamento de Água, operada pela CAGECE, referida ETA tem capacidade de tratar o volume de água a ser ofertado à população daquela cidade até o horizonte do projeto. Naquela estação a câmara de carga atual será substituída por câmara de carga projetada provida de aerador, à qual se conectará a adutora de água bruta ora projetada.

Reservação

A reservação de água tratada continuará a ser feita no reservatório elevado existente na cidade, com capacidade de 100,0 m³, o qual tem condição de atender, com folga, à demanda de água flutuante do sistema até o ano de 2036, assim como, com a contribuição de 50,0m³, correspondentes à capacidade do reservatório apoiado existente na ETA, a capacidade de reservação total suplanta a demanda d' água no final do projeto

Poligonal de Contorno

O caminhamento da adutora e a execução das obras civis projetadas irão demandar desapropriação de áreas para sua construção. Assim, elaborou-se as poligonais de contorno da linha adutora e das obras civis a fim de subsidiar a elaboração do termo de servidão pública das citadas obras. No **Anexo 2**, apresentam-se os memoriais com a descrição de todos os pontos das poligonais de contorno da linha adutora e obras civis, com ângulos e distâncias. No **Anexo 3**, destaca-se as plantas das poligonais.

6.2 – ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

6.2.1 – Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB (Captação)

O dispositivo de captação compreende:

a) Plataforma Flutuante

Composta de módulos interligados, de dimensões: 1,0 x 1,0 x 0,6, fabricados em resina poliéster, reforçada com fibra de vidro com injeção de espuma rígida de poliuretano na interface.

Encaixe: sistema Wedge Insert, travamento em três planos.

Proteção e acabamento de superfície externa: camada de Gel-coat do tipo isoftálico com NPG.

Dimensões da plataforma:

comprimento:.....4,00 m

largura:4,00 m

altura:0,60 m

b) Equipamento de Bombeamento: composto por duas bombas centrífugas (uma de reserva), eixo horizontal, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos trifásicos, potência 12,5 CV, 60Hz, II pólos, 3500 rpm.

As características operacionais das bombas da Estação Elevatória de Água Bruta são indicadas no **Quadro 6.2**.

QUADRO 6.2 – CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO EQUIPAMENTO DA EEAB

ETAPAS	VAZÃO (L/s)	HMT (m)	POTÊNCIA (CV)
1ª ETAPA	3,39	81,0	12,5
2ª ETAPA	4,13	82,0	12,5
3ª ETAPA	5,03	83,0	12,5

6.3 – SISTEMA ADUTOR

A adução de água bruta se efetuará por meio da AAB, que se constitui, inicialmente, numa tubulação PEAD, PN-16, diâmetro externo 110 mm e 240,0 m de extensão; seguida de tubulação em PVC DEFoFo enterrada, pressão máxima de serviço de 1,0 MPa e diâmetro nominal 100 mm, definido no estudo de diâmetro econômico, cujo resumo é apresentado no **Quadro 6.3**. A extensão da tubulação em PVC é de 5.072,65 m, sendo portanto de 5.312,65 m a extensão total da adutora.

Na estaca 12', cota 322, dar-se-á a conexão tubo PEAD-tubo PVC, no interior de uma caixa de proteção. A tubulação PEAD apoiar-se-á, à superfície do lago, sobre módulos flutuantes, fabricados em fibra de vidro.

Uma visualização esquemática do sistema é vista na **Figura 6.1**.

6.4 – TRANSIENTE HIDRÁULICO E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO

Verificaram-se os efeitos de transientes hidráulicos na operação do sistema, por ocasião da paralisação de bombas, por efeito do corte de energia elétrica para os motores. Para tanto, foi utilizado como instrumento de trabalho o software Ctran, versão 7.0.2, da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, São Paulo.

De acordo com a simulação efetuada (ver: vol. III, TOMO 2 – Memória de Cálculo, item 6.4) conclui-se que o sistema poderá operar sem dispositivo de proteção.

Entra QUADRO 6-3.XLS

Entra FIGURA 6-1.DWG

6.5 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D' ÁGUA

A ETA da cidade de Granjeiro, operada pela CAGECE, compõe-se de dois filtros de fluxo ascendente, dois metros de diâmetro cada, uma casa de química e equipamento de bombeamento para lavagem de filtros e para adução de água tratada para o reservatório elevado existente na cidade e, conforme ficou demonstrado no Relatório do Anteprojeto, tem condição, com larga margem de segurança, de atender à demanda d'água da população local até o ano definido como horizonte do projeto, isto é, o ano de 2036. No entanto para diminuir o teor de ferro na água foi projetada uma câmara de carga com aerador tipo bandeja no topo para substituir a existente.

6.6 – RESERVAÇÃO

Os estudos desenvolvidos na fase de anteprojeto tiveram como balizamento a exigência de acumulação de água tratada da ordem de 1/3 do volume de água demandado diariamente pela comunidade.

Seguindo tal critério tem-se que:

- No tocante a reservação flutuante o reservatório elevado existente, cuja capacidade é de 100,0 m³, ultrapassa com larga folga os volumes flutuantes correspondentes às três etapas do projeto, que são, respectivamente, 13,55; 16,52 e 20,14m³.
- A ETA conta com um reservatório apoiado de 50,0m³. Com o que se conclui que com relação a reservação total que a capacidade de reservação atual suplanta a demanda d' água no final do projeto, que é de 120,83m³.

6.7 – MOVIMENTO DE TERRA

No sistema adutor a tubulação será assentada numa vala de dimensões médias – profundidade de 1,00 m e largura de 0,80 m – sobre camada de 0,10 m de areia fina quando a escavação for em material de 2^a e 3^a categoria.

6.8 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVIS

As obras a executar na implantação do projeto e respectiva localização são as que se listam a seguir:

OBRA	LOCALIZAÇÃO
EEAB	Flutuante na Bacia Hidráulica do Açude Riacho do Meio
Adutora de Água Bruta - AAB	Ao longo da estrada entre a Barragem e cidade de Granjeiro

OBRA	LOCALIZAÇÃO
Caixas de proteção de registros e ventosas	Caminhamento da adutora
Blocos de ancoragens	Caminhamento da adutora
Câmara de carga com aerador	ETA

O ponto de entrega d'água na cidade de Granjeiro se situa na estaca 264+13,0 m, do caminhamento da adutora, sendo de 305,30 m o valor da cota do terreno natural naquele ponto, onde a tubulação adutora, de água bruta, conectar-se-á à câmara de carga ora projetada para a ETA existente.

6.9 – OPERAÇÃO DO SISTEMA

A operação do sistema será automatizado conforme descrito a seguir:

A automação será através de transmissor ultra-sônico instalado no reservatório elevado existente em Granjeiro, que será ajustado para um nível mínimo (reservatório seco) para ligar os motores instalados junto ao poço de sucção da ETA (reservatório apoiado de 50m³) e, nível máximo (reservatório cheio) para desligar os citados motores, com utilização de um sistema de tele comando via rádio.

Um transmissor de pressão instalado no barrilete da EEAB, através de alarme de pressão máxima, desligará os motores quando o reservatório apoiado (Caixa de passagem) ficar cheio, ocasião em que a válvula provida de bóia instalada no ponto de entrada de água no reservatório, se fechará provocando o aumento de pressão na tubulação com o que será acionado o dispositivo de desligamento dos motores.

6.10 – PROJETO ELÉTRICO

6.10.1 – Objetivo

O presente documento constitui-se no Projeto Elétrico da Adutora de Granjeiro.

O projeto elétrico da adutora de Granjeiro foi elaborado para atender com energia elétrica e controle operacional a captação de água bruta da referida Adutora.

Além de fixar os requisitos básicos necessários para fornecimento dos equipamentos, no presente documento, apresenta-se o dimensionamento do sistema elétrico proposto, desenvolvido com base na potência, tensão, número e frequência dos motores e também levando em consideração a utilização de equipamentos e técnicas modernas de comando, medição e controle.

Ressalta-se ainda que o projeto desenvolvido está de acordo com as normas brasileiras ABNT, as normas da COELCE e também com os termos de referência e padrões técnicos da CAGECE.

Composto de Memória descritiva, memória de cálculo, orçamento e peças gráficas, o projeto elaborado tem como principais componentes os seguintes:

- Iluminação interna e externa;
- Interligações;
- Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT);
- Centro de Comando dos Motores (CCM);
- Subestação Aérea;

O Sistema projetado consiste em captação no açude Riacho do Meio e uma Adutora de Água Bruta com 5,10 Km até a sede do município de Granjeiro.

O projeto elétrico dará suporte a Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), localizada na Captação em flutuante no Açude de Mamoeiro, onde serão instalados dois conjuntos motor bombas de 12,5CV na 1ª etapa e que na 2ª e 3ª etapas serão substituídos por motores novos de também de 12,5CV.

Todos os motores serão alimentados na tensão de 380V-60Hz, trifásicos, assíncronos, com partida suave (Soft Starter), e na configuração (1+1), ou seja, cada conjunto motor bomba terá uma bomba ativa e uma reserva.

Na Casa de Comando localizada na margem do açude Riacho do Meio ficará o Centro de Comando de Motor da Captação e no pátio a Subestação Aérea de 30 KVA.

6.10.2 – Suprimento de Energia

O suprimento de energia elétrica será feito por ramal de ligação aéreo, na tensão primária de distribuição de 13.800V, a partir da rede existente da COELCE.

A medição será feita em 380V, no quadro de medição e proteção padrão COELCE, localizado no poste de transformador da Casa de Comando.

6.10.3 – Concepção Geral do Projeto

O Projeto Elétrico será concebido de modo a garantir um perfeito e contínuo funcionamento do sistema de bombeamento do sistema adutor.

Todos os motores são trifásicos, de gaiola assíncrona, classe de isolamento F (155°C), protetor térmico de sobrecarga, grau de proteção – IP68, 380V/60Hz e alto rendimento, comandados pelo painel de controle e proteção (CCM) instalado na sala da casa de comando e funcionarão nas condições: manual/automático.

A escolha da forma de operação será feita através de uma chave seletora (Man/Aut), instalada na porta do CCM.

Na condição manual, a seleção e ativação dos motores serão feitas através da chave seletora (M1/O/M2) e botões liga/desliga das interfaces homem/máquina (IHM) instalados na porta do CCM.

A condição automática abrange o revezamento das bombas de forma a possibilitar o funcionamento mais equalizado para as mesmas (mesmo número de horas de trabalho para as bombas). Ainda com relação ao revezamento automático dos motores, será também observado o remanejamento, a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o outro motor.

Os motores serão acionados através de chave de partida suave tipo soft-starter instaladas no quadro de comando e proteção dos motores.

Com a utilização da chave de partida suave tipo soft-starter consegue-se ajustar os tempos de partida e parada do conjunto motor bomba, de modo a se evitar o pico de corrente na partida e parada brusca, reduzindo assim o efeito de golpes de aríete nas tubulações e conexões de sucção e recalque. Também se pode evitar paradas indevidas dos sistemas e diminuição nos gastos com manutenção.

A condição automática abrange o revezamento das bombas, de forma a possibilitar o funcionamento com o mesmo número de horas de trabalho para as bombas. Ainda com relação ao revezamento automático dos motores será também observado o remanejamento a fim de que o motor que se encontre com defeito seja automaticamente excluído e acionado o outro motor.

ANEXOS

ANEXO 1 – ANALISE DA ÁGUA

**ANEXO 2 – MEMORIAL DESCRITIVO DA POLIGONAL DO CONTORNO DA
LINHA ADUTORA E DAS OBRAS CIVIS**

**ANEXO 3 – PLANTA DA POLIGONAL DO CONTORNO DA LINHA ADUTORA
E DAS OBRAS CIVIS**