

MÓDULO VI – PROJETO EXECUTIVO DA ADUTORA DE IPUEIRAS

VOLUME III – DETALHAMENTO DO PROJETO EXECUTIVO

TOMO 1 – MEMORIAL DESCRITIVO

EDITADO EM OUTUBRO/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 D'ÁGUA | 27 |
| 4.1 – DEMANDA..... | 27 |
| 4.2 – OFERTA D'ÁGUA..... | 27 |
| 5 – MANANCIAL..... | 31 |
| 6 – PROJETO PROPOSTO | 34 |
| 6.1 – DELINEAMENTO DO PROJETO | 34 |
| 6.2 – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS | 37 |
| 6.2.1 – Estação Elevatória de Água Bruta – EEAB (Captação)..... | 37 |
| 6.2.2 – Estação Elevatória de Água Tratada..... | 38 |
| 6.2.3 – Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros – EELF..... | 38 |
| 6.3 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA | 39 |
| 6.4 – SISTEMA ADUTOR DE ÁGUA TRATADA | 39 |
| 6.5 – TRANSIENTE E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO | 39 |
| 6.6 – RESERVAÇÃO..... | 43 |
| 6.7 – MOVIMENTO DE TERRA | 43 |
| 6.8 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVÍS | 43 |

| | |
|--|-----------|
| 6.9 – OPERAÇÃO DO SISTEMA | 44 |
| 6.10 – PROJETO ELÉTRICO | 45 |
| 6.10.1 – Objetivo | 45 |
| 6.10.2 – Suprimento de Energia | 46 |
| 6.10.3 – Localização | 47 |
| 6.10.4 – Concepção Geral do Projeto | 47 |

ANEXOS

ANEXO 1 – ANÁLISE DE QUALIDADE DE 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 IPUEIRAS, 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 Ipueiras 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 contidos nos Termos de Referência relativos ao citado contrato, bem como, às normas pertinentes à elaboração de projetos para sistemas de abastecimento de água.

A fonte hídrica será a represa formada com a construção da Barragem Jatobá, recém projetada, localizada, em seção do riacho de mesmo nome, 6 km à montante da sede daquele município.

Os volumes e tomos que compõem o acervo do mencionado contrato são os que se listam a seguir:

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 de 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 Ipueiras**, e é parte integrante do Módulo VI.

1 – INTRODUÇÃO

Com o intuito de oferecer água para abastecimento humano à população radicada na cidade de Ipueiras, dentro dos padrões exigidos pela legislação específica vigente e de fonte de suprimento confiável, no que diz respeito à regularidade, foram procedidos estudos nos quais se apoiou o Projeto Executivo, que ora se apresenta, estando os mesmos em consonância com o que preceitua o programa desenvolvido pelo Governo do Estado do Ceará, na área de atuação da Secretaria dos Recursos Hídricos, no âmbito do Programa de Gerenciamento e Integração dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – PROGERIRH.

Informações gerais sobre a região, em que se situa o empreendimento objeto do presente relatório, podem ser assim sumarizadas:

Distância entre Fortaleza e a cidade de Ipueiras: 298,0 Km.

Coordenadas geográficas e altitude da sede do município:

- Latitude: 4°32'30";
- Longitude: 40°43'08";
- Altitude: 231,00 m;
 - Área da superfície geográfica do município: 3.131,70 km².
 - Unidades territoriais limítrofes:
 - Ao Norte: Municípios de Ipu e Croatá;
 - Ao Sul: municípios de Poranga e Ararendá;
 - A Leste: municípios de Ararendá, Nova Russa, Hidrolândia e Ipu;
 - A Oeste: municípios de Croatá e Poranga e Estado do Piauí.

O manancial que alimentará a Adutora será o açude Jatobá, cuja barragem, recém projetada, estará a 6,0 Km à montante da cidade de Ipueiras, por estrada carroçável.

Com relação à oferta de energia elétrica há no local linha de transmissão da COELCE, em 13,8 kVA, existindo poste da mesma, localizado na ombreira esquerda da barragem Jatobá, a partir do qual poderão ser alimentados os componentes elétricos da adutora, com relocação da citada linha ou execução de um ramal numa

extensão aproximada de 600,0 m. Não há necessidade de remoção de rede elétrica de baixa tensão, em decorrência dos trabalhos de implantação da adutora.

Na **Figura 1.1** são apresentados mapas onde se localiza o Município de Ipueiras 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 IPUEIRAS

- Identificação

Denominação:Adutora de Ipueiras

Estado:..... Ceará

Município:..... Ipueiras

Localidade atendida: Sede municipal

População beneficiada..... 18.822 habitantes (ano 2036)

- 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 o flutuante

Bombas centrífugas, eixo horizontal, (uma ativa e uma reserva)

– Vazão: 120,96 m³/h

– Altura. Manométrica: 30,0 m

Motores(2) elétricos, 1750 rpm, 20,0 CV

Entra FIGURA 1.1 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO (**FIGURA 1-1.dwg**)

- Adutora de Água Bruta

- 1º Segmento:

- Extensão: 270,39 m

- Material: PEAD

- Diâmetro externo (DE): 250 mm

- Vazão: 33,6 L/s

- 2º Segmento:

- Extensão: 264,17 m

- Material: PVC

- Diâmetro externo (DE): 200 mm

- Vazão: 33,6 L/s

- Estação de Tratamento d' Água (ETA)

- Câmara de Carga (NA: 9,50 m)

- Filtros de Fluxo Ascendente (02) : DN: 3,60 m

- Leito de Secagem:

- Dimensão da célula: 8 m x 8 m

- Nº de células: 8 unidades

- Casa de Química

- Reservatório Elevado: 150,0 m³

- Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros (EELF):

- Bombas centrífugas, eixo horizontal, (uma ativa e uma reserva)

- Vazão: 100,8 m³/h

- Altura Manométrica: 23,0 m

- Motores(2): elétricos, 1750 rpm, 15,0 CV

Dados operacionais:

- Vazão máxima de tratamento: 33,6 L/s
- Tempo máximo de operação: 20 horas

- Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT)

Reservatório Apoiado (poço de sucção): 150,0 m³

Equipamento de bombeamento:

Bombas centrífugas, eixo horizontal, (uma ativa e uma reserva)

- Vazão: 120,96 m³ /h
- Altura Manométrica: 38,0 m

Motores(2): elétricos, 1750 rpm, 30,0 CV

- Adutora de Água Tratada:

- Trecho único

Extensão: 6.164,0 m

Material: PVC

Diâmetro (DN): 200 mm

Vazão: 33,6 L/s

- Interligação da Adutora de Água Tratada projetada com o sistema existente:

- Trecho único

Extensão: 422,20 m

Material: PVC

Diâmetro (DN): 150 mm

Vazão: 33,6 L/s

• Principais Obras Civas:

- ETA/EEAT: Est. 0'
- Reservatório Elevado do Complexo EEAT/ETA: Est. 0';Cap.: 150,0 m³
- Reservatório Apoiado: Est.324+3,40 m (Cidade de. Ipueiras); Cap.: 362,0 m³.

Proprietário: Estado do Ceará/SRH

Autor do Projeto: Consórcio KL Engenharia/ MABE/ Enerconsult

Data do Projeto: Julho/ 2005

- **Fonte Hídrica**

Denominação: Barragem Jatobá

Município: Ipueiras-CE

Sistema: Bacia do Acaraú

Rio Barrado: Rio Jatobá

Coordenadas UTM: (9.492.498N; 306.365E)

Volume acumulado (cota 266,0 m): 6,2 hm³

Volume afluyente médio anual: 4,19 hm³

Vazão regularizada (90%): 0,028 m³/s

2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

2 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA EXISTENTE

a) Manancial e Captação

O suprimento do sistema de abastecimento d'água existente na sede do Município se faz, de maneira precária, com água proveniente de um conjunto de poços tubulares e de poços amazonas. Estes últimos, situados próximo ao leito do rio Jatobá, de pequena profundidade e propiciando incerta disponibilidade d'água; os primeiros oferecendo vazão inferior à demanda d'água atual.

A vazão média dos poços amazonas está em torno de 21.000L/h, tendo por extremos os valores de 13.000 e 36.000L/h. A captação é feita por bombas centrífugas, eixo horizontal, vazões compatíveis com os testes de vazão efetuados, altura manométrica em torno de 50mca, acionadas por motores elétricos, 1750rpm, potência entre 7,5 e 20,0CV.

Os poços tubulares são em número de seis, um dos quais se encontra desativado. Cinco são aparelhados com eletro-bombas de 3,0CV e um com eletro-bomba de 3,5CV. As vazões unitárias são as seguintes: 3.200; 3.300; 3.500(2) e 7.500L/h.

b) Tratamento d'água

O tratamento d'água consiste tão somente de adição de cloro nos pontos de captação correspondentes aos poços amazonas

c) Adução

A adução se faz por meio de tubulação com trechos em ferro fundido, cimento-amianto e PVC, sendo a água aduzida, injetada diretamente na rede de distribuição, de maneira que se processa uma distribuição em marcha.

O sistema adutor apresenta as seguintes características gerais:

| Material | DN (mm) | Extensão (m) |
|----------|---------|--------------|
| FoFo | 150 | 1.650,0 |
| C.A. | 150 | 1.608,0 |
| PVC | 60 | 425,0 |

d) Reservação

O sistema de reservação da cidade é composto de:

d.1) 1(um) reservatório elevado de 227.000 litros, localizado na zona central, que apresenta deficiência de pressão para atender à expansão da atual malha urbana, em razão do crescimento da cidade em direção a áreas de cotas mais elevadas.

d.2) Dois reservatórios elevados de 50.000L, cada, com 9,0m de fuste, um dos quais atende ao conjunto habitacional denominado Cidade Satélite e o outro ao subúrbio de Vila Nova.

e) Rede de Distribuição

A rede de distribuição tem uma extensão de 19.771m, apresentando a tubulação as características seguintes:

| Material | Diâmetro nominal (mm) | Extensão (m) |
|-----------------|-----------------------|--------------|
| Ferro fundido | 50 | 45 |
| | 150 | 1.650 |
| | 200 | 40 |
| Cimento-Amianto | 50 | 1334 |
| | 75 | 1015 |
| | 150 | 732 |
| | 200 | 160 |
| PVC | 50 | 245 |
| | 60 | 14.300 |
| | 75 | 250 |

O número de ligações domiciliares é de 3.404, estando ativas 3.019.

A rede conta com 2.760 hidrômetros, dos quais 2.725 estão em funcionamento.

A **Figura 2.1** consiste de “croquis” da cidade de Ipueiras, de que consta a localização relativa dos poços amazonas e tubulares, assim como, a localização do reservatório elevado existente de 227,0 m³, no centro daquela cidade.

Entra **FIGURA 2-1.DWG**

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 Ipueiras 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: Ipueiras | 3.850 | 5.037 | 7.992 | 9.014 | 10.416 |

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

QUADRO 3.2 – TAXAS DE CRESCIMENTO

| Localidade Ipueiras | Períodos | | | |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1970-1980 | 1980-1991 | 1991-1996 | 1996-2000 |
| Taxa de crescimento (% a.a.) | 2,72 | 4,29 | 2,49 | 3,68 |

A evolução da população urbana de Ipueiras, conforme pode ser visualizado nos quadros acima, acusa taxas de crescimento bastante variáveis; ora crescentes, ora decrescentes, até se situar num valor de 3,68 %, ao ano, no último período inter-censitário(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

Observando-se o ajuste das diversas curvas obtidas aos dados populacionais disponíveis e tendo em conta os valores de coeficiente de correlação encontrados, a tendência dessas curvas observando-se seu ajustamento aos dados mais recentes e a orientação constante do Manual Operativo do PROÁGUA Semi-Árido, Vol. II, 2ª Edição, Abril de 2000, optou-se por adotar a curva polinomial - com taxa média de 1,66% - para proceder à projeção da populacional urbana de Ipueiras até o ano de 2036, definido como horizonte do projeto.

No **Quadro 3.5** é apresentado o ajuste da projeção com a equação escolhida, considerando a população do censo de 2000 como a inicial da projeção.

Entram 4 folhas:

FIGURA 3.1 – 1 PÁGINA

QUADRO 3.3 – 1 PÁGINA

QUADRO 3.4 – 1 PÁGINA

QUADRO 3.5 – 1 PÁGINA

4 – DEMANDA E OFERTA D'ÁGUA

4 – DEMANDA E OFERTA D'ÁGUA

4.1 – DEMANDA

No **Quadro 4.1** encontram-se os dados referentes a demanda d'água no final de cada etapa de implantação do projeto, valores, estes, determinados no estudo de demanda apresentado no Volume-II (Anteprojeto).

QUADRO 4.1 – Vazões Máximas Diárias Requeridas (L/s)

| Localidade | 1º Etapa | 2º Etapa | 3º Etapa |
|------------|----------|----------|----------|
| Ipueiras | 33,53 | 39,09 | 44,70 |

4.2 – OFERTA D'ÁGUA

A vazão regularizada pela Barragem Jatobá, em 24 horas, é de 28L/s, o que corresponde a um volume diário de 2.419,20m³. O tempo de operação previsto para o sistema adutor, de acordo com o projeto ora elaborado, é de 20 horas por dia; o que permitiu, considerando a utilização do volume diário acima citado, estabelecer a vazão da adutora em 33,60L/s.

Tendo em vista que a vazão máxima diária requerida, a partir do ano 2017, é superior à vazão ofertada, esta última foi utilizada para dimensionamento do projeto em todas suas etapas, implicando num índice de atendimento decrescente a partir do 11º ano de operação do sistema. Para maior esclarecimento ver dados constantes dos **Quadros 4.2 e 4.3**

Entram 2 folhas

QUADRO 4.2 – 1 PÁGINA

QUADRO 4.3 – 1 PÁGINA

5 – MANANCIAL

5 – MANANCIAL

A fonte de suprimento d'água que dará suporte à adutora será o açude Jatobá, cuja barragem, recém projetada, estará localizada a aproximadamente 6,0km à montante da cidade de Ipueiras, estando o acesso à mesma garantido por estrada carroçável que se desenvolve em direção à cidade de Ararendá.

Barrará o rio Jatobá, afluente do rio Acaraú pela margem esquerda. Sua bacia de contribuição conta com uma área de 41,38km². A bacia hidráulica acumulará um volume de 6,2hm³, à cota 266,0m, correspondente ao nível da soleira do sangradouro.

De acordo com a versão definitiva dos estudos hidrológicos realizados, sua vazão regularizada é de 28,00L/s, com 90% de garantia.

Dados da barragem Jatobá são apresentados na ficha técnica a seguir:

FICHA TÉCNICA DA BARRAGEM JATOBÁ

- Identificação

Denominação..... Barragem Jatobá

Estado..... Ceará

Município..... Ipueiras

- Principais Dados e Características

Maciço..... Homogêneo, de terra

Altura máxima.....10,80 m

Cota do coroamento.....269,80 m

Cota do eixo da tomada d'água.....257,00 m

Cota da soleira do sangradouro.....266,00 m

Área da bacia hidrográfica.....41,38 km²

Volume afluente médio anual.....4,19 hm³

Área da bacia hidráulica..... 137,0 ha

Capacidade de acumulação6,2 hm³

Níveis de Operação: Máximo: Cota 266,00 m

Mínimo: Cota 259,00 m

Vazão regularizada (90% de garantia)..... 0,028m³/s

Sangradouro: Tipo: “Creager”

Comprimento:..... 30,00 m

Na determinação da vazão regularizada foi utilizado o método do “Diagrama Triangular de Regularização”, do Prof. Nilson Bezerra Campos (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 Ipueiras, no concernente a captação, adução, tratamento e reservação d'água, de que trata o presente relatório, obedeceu ao delineamento esboçado no Volume II – Anteprojeto, à exceção do modo de captação, que estudo posterior mais acurado, mostrou ser a captação em plataforma flutuante a mais indicada, levando em conta, sobretudo, condicionantes representados pelo relevo local.

– **Captação de Água Bruta**

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

- a) Plataforma flutuante posicionada em ponto da bacia hidráulica do Açude Jatobá, localizado, em linha reta, a 260,0m da ombreira esquerda da barragem, fazendo, a tubulação de recalque do equipamento instalado sobre a mesma, 25° graus com o eixo do barramento
- b) Equipamento hidromecânico instalado sobre a mencionada plataforma, isto é: duas eletrobombas centrífugas (uma de reserva), tendo cada unidade as seguintes características gerais: $Q = 120,96\text{m}^3/\text{h}$, $H = 30,0\text{m}$, $P = 20\text{CV}$; tubulação de sucção e barriletes correspondentes, dando-se ao conjunto a denominação de EEAB – Estação Elevatória de Água Bruta.

Da citada plataforma a água será recalçada até a câmara de carga de uma ETA localizada na estaca 26+14,56m (TN:Cota 269) do eixo da adutora de água bruta.

– **Adução de Água Bruta**

A adutora de água bruta é constituída de uma tubulação PEAD de 250mm de diâmetro externo, extensão 270,39m, seguida de 264,17m de tubulação em PVC, com diâmetro nominal de 200mm. No **Quadro 6.1** é apresentado um resumo das características da tubulação de água bruta.

– **Tratamento d'água**

O tratamento adotado é o de fluxo ascendente, que se efetuará na mencionada ETA, a qual contará com um aerador, uma câmara de carga, dois filtros, com 3,60m de diâmetro, cada, casa de química, leito de secagem de lodo e bombas para recalque de

água tratada para reservatório elevado, que proverá água para lavagem dos filtros, casa de química e para suprimento do abrigo do operador de bombas.

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) | Desn. (m) |
|---------|--------|----------|--------------|-------------|-----------------|-----------------|------------|--------------------|-----------|
| AAB | 1ª | PEAD | 270,39 | 33,6 | 250 | 220,2 | 0,88 | 0,84 | 14,10 |
| | 2ª | PVC | 264,17 | 33,6 | 222 | 204,2 | 1,03 | 1,20 | -1,10 |
| TOTAL | | | 534,56 | | | | | 2,05 | 13,00 |

– Adução de Água Tratada

Após tratada, a água escoará para o reservatório de sucção de uma instalação de bombeamento, que se compõe da Estação Elevatória de Água Tratada- EEAT, que se conectará à AAT, isto é, Adutora de Água Tratada e da EELF- Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros, a qual recalcará água para o reservatório elevado, a ser construído junto à ETA. Os elementos do complexo acima mencionado estarão localizados na mesma área e se interligarão funcionalmente de modo racional.

Cada das duas estações citadas contará com duas unidades de bombeamento, uma das quais de reserva, tendo as bombas as seguintes características:

- EEAT: $Q = 120,96\text{m}^3/\text{h}$; $H = 38,0\text{m}$; $P = 30,0\text{ CV}$
- EELF: $Q = 100,80\text{m}^3/\text{h}$; $H = 23,0\text{m}$; $P = 15\text{CV}$

Da EEAT a água será recalçada, através da Adutora de Água Tratada (AAT), 6.164,10m de extensão, diâmetro nominal 200mm, para ponto de cota 269,0 m, estaca 324+3,40 m, situado em terreno elevado na periferia da cidade de Ipueiras, onde será construído um reservatório apoiado com capacidade de $362,0\text{ m}^3$.

A partir deste ponto, o reservatório apoiado projetado será interligado ao reservatório elevado de $227,0\text{ m}^3$, existente na parte central daquela cidade. Esta interligação será feita através de uma tubulação de PVC DeFoFo, 1 MPa, DN 150 e extensão 422,20 m.

No **Quadro 6.2** é apresentado um resumo das características da tubulação da adutora de água tratada.

QUADRO 6.2 – Resumo das Características da Adutora de Água Tratada

| Adutora | Material | Extensão (m) | Vazão (L/s) | Diam. Nominal | Diam. Int. (mm) | Vel (m/s) | Perda de Carga (m) | Desn. (m) |
|--------------|----------|--------------|-------------|---------------|-----------------|-----------|--------------------|-----------|
| AAT | PVC | 6.164,10 | 33,60 | 200 | 204,2 | 1,03 | 28,07 | 0,00 |
| Interligação | PVC | 422,20 | 33,60 | 150 | 156,4 | 1,75 | 9,36 | 34,79 |

– Reservação

Conforme verificado na fase de anteprojeto, a reservação diária de água tratada para a cidade de Ipueiras, seguindo, o critério de armazenamento de 1/3 do total do volume d'água demandado por dia, seria de 1.073,0m³, no horizonte do projeto. No entanto, considerando que a vazão ofertada pelo sistema, ora projetado, é de apenas 33,60L/s, durante 20 horas de operação, o volume passível de reservação diária é tão somente de 800,0m³.

Assim sendo, para assegurar a utilização do volume acima referido, deverão ser tomadas as providencias seguintes:

- a) Construir o reservatório apoiado mencionado anteriormente, com capacidade de 362,0 m³, localizado no final do caminhamento da adutora, estaca 324+3,40 (cota TN 269,0m), que se conectará ao reservatório elevado existente no centro da cidade. Este último reservatório tem capacidade de 227m³, altura total de 18,0m, fuste de 12,0m e está localizado em ponto de cota 234,0m, estando a 300,0m da igreja matriz e a, aproximadamente 300,0 m do local indicado para execução do reservatório apoiado proposto.
- b) Utilizar os 100,0 m³ supridos pelos 2(dois) reservatórios elevados de 50,0 m³ (9,0m de fuste), cada, que atendem, um, ao conjunto habitacional denominado Cidade Satélite e, o outro, ao antigo subúrbio de Vila Nova.
- c) Construir junto à ETA um reservatório apoiado de 150m³, que funcionará, outrossim, como poço de sucção das bombas das estações EEAT e EELF, que têm por função suprir, respectivamente, a adutora de água tratada - AAT, e o reservatório elevado, que destinará água para lavagem dos filtros e casa de química.

– Poligonal do 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 – ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

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

O dispositivo de captação compreende:

a) Plataforma flutuante

Composta de módulos interligados, 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 base:

- comprimento: 5,00 m
- largura: 4,00 m
- altura: 0,60 m

b) Equipamento de Bombeamento:

Constituído de duas bombas centrífugas (uma de reserva), eixo horizontal Q = 120,96m³/h, H = 30,0m, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos, trifásicos, 20CV, 60Hz, IV polos, 1.750rpm.

c) Tubulação de recalque

1º Segmento (EEAB → Transição tubo PEAD x tubo PVC):

- L: 270,39m
- DE: 250mm
- Material: PEAD

2º Segmento (Transição tubo PEAD x tubo PVC → ETA/EEAT)

- L: 264,17m
- DN: 200,0mm
- Material: PVC

No espelho d'água do açude, a tubulação PEAD apoiar-se-á sobre módulos flutuantes, enquanto que, às margens do lago, estará disposta sobre a superfície do solo até sua conexão com a tubulação em PVC.

A tubulação do 2º segmento, em PVC, a partir de sua conexão com a tubulação PEAD, será enterrada até a câmara de carga na ETA.

6.2.2 – Estação Elevatória de Água Tratada

A Estação Elevatória de Água Tratada dispõe de duas bombas (uma de reserva), que alimentarão a tubulação adutora, AAT, sendo as seguintes as características principais dessas unidades de bombeamento: Bombas centrífugas, eixo horizontal, $Q = 120,96\text{m}^3/\text{h}$, $H = 38,0\text{m}$, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos, trifásicos, 30 CV, 60Hz, IV pólos, 1.750rpm.

No prédio onde se abrigarão as bombas, acima citadas, estarão também instaladas as bombas da EELF, Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros, assim como, o equipamento hidromecânico de controle e proteção e o equipamento elétrico de comando e proteção da EEAB, EEAT e da EELF.

6.2.3 – Estação Elevatória de Lavagem dos Filtros – EELF

As unidades de bombeamento desta estação, conforme mencionado, serão em números de duas (uma de reserva) e bombearão água tratada para o reservatório elevado de $150,0\text{m}^3$, integrante do complexo ETA/EEAT. Citado reservatório oferecerá

carga suficiente para lavagem dos filtros da ETA e fará também o suprimento d'água da casa de química e do abrigo do operador de bombas.

As características principais das bombas desta estação são as seguintes: bombas centrífugas, eixo horizontal, $Q = 100,8\text{m}^3/\text{h}$, $H = 23,0\text{m}$, acopladas, eixo a eixo por meio de luva elástica, a motores elétricos, trifásicos, 15CV, 60Hz, IV pólos, 1.750rpm.

6.3 – ESTAÇÃO DE TRATAMENTO D'ÁGUA

O tratamento indicado é o fluxo ascendente com aplicação de coagulante à entrada dos filtros e adição de cloro após filtração.

A ETA compõe-se de aerador, câmara de carga, dois filtros, com 3,60m de diâmetro, cada, casa de química, leito de secagem de lodo, depósito para armazenamento de produtos químicos, um reservatório apoiado que também servirá de poço de sucção para as bombas da EEAT e da EELF e um reservatório elevado de $150,0\text{m}^3$.

Os dois filtros deverão ser instalados no início da 1ª etapa.

6.4 – SISTEMA ADUTOR DE ÁGUA TRATADA

A adução de água tratada se efetuará por meio da AAT, atrás mencionada, que se constitui de tubulação em PVC DEFoFo enterrada, pressão máxima de serviço de 1,0MPa e diâmetro nominal 200mm, definido no estudo de diâmetro econômico, cujo resumo é apresentado no **Quadro 6.3**. Sua extensão é de 6.164,10m até o RAP projetado de 362m^3 . A partir deste ponto a AAT terá continuidade até o REL existente através de uma tubulação de PVC, DN 150, 1 MPA e extensão de 422,20m.

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

6.5 – TRANSIENTE E EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO

Com utilização do software Ctran, da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, São Paulo-SP, versão 7.0.1, foram avaliados os transientes hidráulicos das adutoras de água bruta e água tratada.

Em relação à adutora de água bruta constatou-se a necessidade de dotá-la de dispositivo de proteção e os resultados de duas simulações efetuadas, uma considerando a localização de uma chaminé de equilíbrio, com 2,0 m de diâmetro interno, na estaca 13+10,39 m e, outra, o emprego de uma válvula antecipadora de onda de 4", tipo Bermad, no barrilete da EEAB, mostrou ser este último dispositivo o

Entra **QUADRO 6.3 – Dados gerais do Dimensionamento do diâmetro econômico**

ARQUIVO QUADRO-6-1.XLS (ANTIGO QUADROS 6-3.XLS/AAT)

Entra FIGURA 6.1.DWG

mais adequado para a situação que se configurou, além de ser a solução mais econômica.

Na simulação efetuada para a adutora de água tratada, verifica-se que o sistema não carece de qualquer proteção, além das usuais ventosas de tríplice função e válvula de retenção na linha de recalque junto à bomba, vez que, durante a ocorrência de transiente hidráulico, motivado por paralisação do equipamento de bombeamento, em decorrência de corte de energia elétrica, a carga máxima, próximo à bomba, não ultrapassa 100 mca, enquanto que a envoltória das cotas piezométricas mínimas não corta em ponto algum a linha do terreno natural ao longo da adutora.

Com relação a interligação foi procedido Estudo dos Transientes Hidráulicos para este trecho, não obstante tratar-se de trecho gravitativo. (Ver: Vol. III, Tomo 2-Memória de Cálculo, item 2.3.4).

6.6 – RESERVAÇÃO

O **Quadro 6.4**, visto a seguir, mostra o cotejo entre a reservação de água propiciada pelos reservatórios existentes na cidade e o volume de reservação diário necessário em cada etapa do projeto. Os valores nele contidos orientaram o dimensionamento da estrutura de reservação proposta, com aproveitamento dos reservatórios existentes e construção de novos reservatórios, conforme mencionado em item precedente. Ver também: Volume III, Tomo 2, Memória de Cálculo).

QUADRO 6.4 – Volumes de Reservação Existentes e Necessários

| LOCALIDADE | EXISTENTE | | | NECESSÁRIO | | | COMPLEMENTAÇÃO | | |
|-------------------|-----------|--------|--------|------------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| | RA | RE | TOTAL | 1ª ETAPA | 2ª ETAPA | 3ª ETAPA | 1ª ETAPA | 2ª ETAPA | 3ª ETAPA |
| Sede do município | 0,00 | 327,00 | 327,00 | 804,62 | 938,10 | 1.072,86 | 477,62 | 611,10 | 745,86 |
| TOTAL | 0,00 | 327,00 | 327,00 | 804,62 | 938,10 | 1.072,86 | 477,62 | 611,10 | 745,86 |

6.7 – MOVIMENTO DE TERRA

Para instalação da tubulação adutora, foram estimados, com apoio da investigação geotécnica disponível (sondagens a cada 200m, ao longo do caminhamento dos trechos adutores), os volumes de material a escavar por categoria, assim como, o volume de areia fina que deverá atuar como leito nos trechos em que se fizer necessário: assentamento sobre materiais de 2ª e 3ª categorias, conforme verificado no **Quadro 6.5**.

QUADRO 6.5 – Estimativa de volumes de escavação segundo o tipo de material

| Categoria | Volume (m³) | (%) |
|------------|-------------|-----|
| 1ª | 1.036,0 | 20 |
| 2ª | 3.629,0 | 70 |
| 3ª | 518,0 | 10 |
| Areia fina | 495,0 | - |

6.8 – LOCALIZAÇÃO DAS OBRAS CIVÍIS

As obras a executar na implantação do projeto e respectiva localização são as que se listam no **Quadro 6.6** a seguir:

QUADRO 6.6 – Localização das obras projetadas da Adutora de Ipueiras

| OBRA | LOCALIZAÇÃO |
|--|--|
| EEAB | Flutuante na Bacia Hidráulica do açude Jatobá |
| ETA | 260 m à jusante do eixo da Barragem Jatobá(OE):Est. 0' |
| EEAT | Junto à ETA |
| Adutora de Água Tratada - AAT | Ao longo da estrada entre a Barragem e Ipueiras |
| Caixas de proteção de registros e ventosas | Caminhamento da adutora |
| Blocos de ancoragens | Caminhamento da adutora |
| Reservatório apoiado de 362 m ³ | Cidade de Ipueiras (Est. 324+ 3,40m) |

Os pontos de entrega d'água na cidade de Ipueiras são o Reservatório Apoiado Projetado de 362,0 m³, a ser construído na periferia da cidade, estaca 324+3,40, cota TN 269,0 do caminhamento da adutora e o Reservatório existente dentro da malha da cidade.

6.9 – OPERAÇÃO DO SISTEMA

- EEAB – um transmissor ultrassônico de nível instalado no reservatório de sucção da elevatória de água tratada acionará os motores da captação, instalados no flutuante, ligando no nível mínimo e desligando no nível máximo.
- EEAT: A automação será através de transmissor ultra-sônico instalado no reservatório apoiado em Ipueiras, que será ajustado para um nível mínimo (reservatório seco) para ligar o motor, nível máximo (reservatório cheio) para desligar o motor, acionando ou desligando as bombas da EEAT por um sistema de tele comando via rádio.
- EEAF: Um transmissor de pressão instalado no início da tubulação de recalque, através de alarme de pressão máxima, desligará os motores quando o reservatório elevado ficar cheio, ocasião em que uma válvula dotada de bóia, instalada à entrada do reservatório, se fechará, provocando o aumento da pressão no interior da tubulação e o conseqüente acionamento do alarme e paralisação do equipamento de bombeamento.
- Reservatórios: nesses o fluxo d'água será cortado por meio de válvula borboleta com bóia.

6.10 – PROJETO ELÉTRICO

6.10.1 – Objetivo

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

Referido projeto foi elaborado para atender com energia elétrica e controle operacional a Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), a Estação de Tratamento de Água (ETA), incluindo Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros (EELF), e a Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT).

Além de fixar os requisitos básicos necessários para fornecimento dos equipamentos, apresenta-se, no presente documento, 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 compreende: a) Captação na bacia hidráulica do açude Jatobá, onde estará instalada, sobre uma plataforma flutuante, a Estação Elevatória de Água Bruta, b) Adutora de Água Bruta, com 534,56 metros de extensão, c) Estação de Tratamento de Água, d) Estação Elevatória para Lavagem dos Filtros, e) Estação Elevatória de Água Tratada e f) Adutora de Água Tratada, de 6.400 metros de extensão, cuja função é a condução de água até a sede do município de Ipueiras.

O projeto aqui apresentado, consiste no projeto do sistema elétrico que engloba as seguintes unidades:

a) Sub-Estação Aérea de 112,5 KVA,

b) Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), onde serão instalados dois conjuntos moto-bomba de 20CV, cada.

c) Estação de Tratamento de Água (EAT), em que estarão instalados os equipamentos referentes à preparação e aplicação dos produtos químicos necessários ao tratamento da água bruta.

c) Estação Elevatória para lavagem dos filtros (EELF), cujas eletro-bombas, em número de duas, com 15 CV, cada, serão instaladas no mesmo prédio que dará abrigo aos equipamentos da EEAT.

c) Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT), localizada junto à ETA a cerca de 264,17 metros do barramento, onde serão instalados dois conjuntos moto-bomba de 30 CV, cada.

Todos os motores serão trifásicos, assíncronos, com partida suave (Soft Starter), alimentados na tensão de 380V-60Hz. Por ocasião da operação do sistema hidráulico, em cada estação de bombeamento, um conjunto moto-bomba estará em funcionamento e o outro estará inativo.

Na Casa de Comando ficarão todos os Centros de Comando de Motores incluindo o CCM1 da Captação, e no pátio externo está localizada a Subestação Aérea de 112,5KVA.

6.10.2 – Suprimento de Energia

Conforme a norma da COELCE NT-001/2001, Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição, na página 4/24, unidades consumidoras com cargas até o limite de 75 KW, devem ser atendidas através de três fases e neutro 380/220V, podendo ser ligadas as cargas individuais de motor trifásico com potência até 30CV, em 380V.

Logo o suprimento de energia elétrica será feito em média tensão (13,8kV), devido à potência total dos motores serem de 65CV e a carga total ser superior a 75kW.

A subestação de 13,8kV/380V/220V será de 112,5kVA, aérea com medição em 380V, em quadro de medição fixado em poste, onde também será instalado um disjuntor de proteção de 175A conforme a norma NT-002/2001 da COELCE. Existe uma rede de MT localizada aproximadamente 50,0 m a montante do eixo da barragem,

nas proximidades da ombreira esquerda, a alimentação da subestação deverá ser proveniente desta rede.

6.10.3 – Localização

A EEAB (Estação Elevatória de Água bruta) localiza-se sobre plataforma flutuante na bacia hidráulica do Açude projetado de Jatobá, no município de Ipueiras.

Seguindo o caminhamento da Adutora de Água Bruta (AAB), a EEAT (Estação Elevatória de Água Tratada) estará localizada a cerca de 264,17 m do eixo do barramento do citado Açude, e a 534,56 m do ponto, na bacia hidráulica, onde será posicionada a plataforma flutuante.

6.10.4 – 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.

A estação elevatória será dotada de 4 motobombas, duas motobombas de 30 CV sendo uma ativa e outra reserva, servindo a adutora, e duas motobombas de 15 CV sendo uma ativa e outra reserva, servindo de recalque para o reservatório elevado. No Flutuante existe mais um conjunto de motobombas de 20CV sendo uma ativa e outra reserva, destinadas a captação de água bruta.

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.

Na condição automática, o funcionamento dos motores das estações serão obviamente automático.

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 numero 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.

A automação será através de transmissor ultra-sônico instalado na reservatório apoiado em Ipueiras, que será ajustado para um nível mínimo (reservatório seco) para ligar o motor, nível máximo (reservatório cheio) para desligar o motor, acionando ou desligando as bombas da EEAT por um sistema de tele comando via rádio.

Um transmissor de pressão instalado na tubulação de saída da elevatória, através do alarme de pressão máxima, também poderá desligar os motores quando o reservatório apoiado de Ipueiras ficar cheio, fechando a bóia na entrada do reservatório aumentando a pressão na tubulação.

Um transmissor ultrassônico de nível instalado no reservatório de sucção da elevatória, acionara os motores da captação, instalados nos flutuantes, ligando no nível mínimo e desligando no nível máximo.

ANEXOS

ANEXO 1 – ANÁLISE DE QUALIDADE DE 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**