

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
COMUNIDADE: SANTA TEREZINHA  
MUNICÍPIO GRANJA - CEARÁ**

**MEMORIAL DESCRITIVO  
ORÇAMENTO  
DESENHOS**

## SUMÁRIO

### ◆ Croqui

#### 1.0 Apresentação

#### 2.0 Generalidades

##### 2.1 Acesso Rodoviário

##### 2.2 Condições Climáticas

##### 2.3 Características Geomorfológicas

##### 2.4 Dados Censitários do Município

#### 3.0 População do Projeto

#### 4.0 Infra-estrutura

##### 4.1 Pavimentação

##### 4.2 Saneamento Básico

##### 4.3 Energia Elétrica

##### 4.4 Comunicação

###### 4.4.1 Telefonia

###### 4.4.2 Correios

#### 5.0 Parâmetros de Dimensionamento

#### 6.0 O Projeto

##### 6.1 Concepção do Sistema Proposto

##### 6.2 Demanda e Vazões do Projeto

##### 6.3 Unidades do Sistema

**6.3.1 Captação em Açude**

**6.3.2 Tratamento**

**6.3.3 Adutora de Água Bruta AAB-1 – Trecho 01**

**6.3.4 Adutora de Água Tratada AAT-2 – Trecho 02**

**6.3.5 Reservação**

**6.3.6 Rede de Adução**

## **7.0 Planilhas de Cálculos**

**7.1 Planilhas de Cálculos das Adutoras**

**7.1.1 Adutora de Água Bruta AAB-1 – Trecho 01**

**7.1.2 Adutora de Água Tratada AAT-2 – Trecho 02**

**7.2 Evolução Populacional**

**7.2.1 Evolução Populacional**

**7.3 Transiente Hidráulico**

**7.3.1 Transiente Hidráulico - Trecho 01 Captação/Atrás dos Morros**

**7.3.2 Transiente Hidráulico - Trecho 02 Atrás dos Morros/Santa Terezinha**

**7.4 Dimensionamento da ETA**

**7.4.1 Dimensionamento dos Filtros**

**7.4.2 Dimensionamento do Dosador/Misturador de Soluções Químicas**

**7.4.3 Dimensionamento das Tubulações de Lavagem dos Filtros**

**7.4.4 Dimensionamento da Bomba do Reservatório Elevado de Lavagem dos Filtros**

## **8.0 Planilha Orçamentária**

## **9.0 Especificações Técnicas**

**9.1 Generalidades**

- 9.2** **Têrmos e Definições**
- 9.3** **Descrição dos Trabalhos e Responsabilidades**
- 9.4** **Critérios de Medição**
- 9.5** **Serviços Preliminares**
- 9.6** **Obra Civil**
- 9.7** **Tubos, Conexões e Acessórios**
- 9.8** **Conjunto Moto Bombas**

## **10.0** **Plantas**

## **1.0 Apresentação**

O presente trabalho se propõe a definir uma solução a nível de projeto básico de engenharia para o Sistema de Abastecimento D'água da Comunidade de **Santa Terezinha** sede do distrito de **Pessoa Anta**, no Município de **Granja** no Estado do Ceará.

O projeto engloba formulações técnicas baseadas em normas da ABNT, em consonância com as diretrizes da CAGECE, SOHIDRA e FUNASA. Inclui-se no mesmo uma Planilha Orçamentária e Especificações Técnicas que servirão de orientação para a execução.

## **2.0 Generalidades**

A Comunidade de **Santa Terezinha** situa-se no Município de **Granja - Ceará**, distante aproximadamente 350 Km de Fortaleza, Capital do Estado; sendo que a comunidade dista aproximadamente 34 Km da sede do Município.

Os dados geográficos do município de **Granja** são:

**Área:** 2.697,20 km<sup>2</sup>

**Altitude (Sede):** 10,55 m

**Latitude (S):** 03°07'13"

**Longitude (W):** 40°49'34"

♦ **Os Limites são:**

**Norte:** Camocim, Barroquinha e Chaval.

**Sul:** Viçosa do Ceará, Tianguá, Moraújo e Uruoca.

**Leste:** Uruoca, Senador Sá, Martinópole, Marco e Bela Cruz.

**Oeste:** Chaval, Estado do Piauí e Viçosa do Ceará.

### **2.1 Acesso Rodoviário**

O acesso à **Granja**, a partir de Fortaleza, dá-se pela BR-222 até a cidade de Sobral e daí pela CE-362. A distância entre Granja e Fortaleza pelas rodovias é de 350 Km.

O acesso a localidade de Santa Terezinha a partir da sede municipal é feito todo através de estrada asfaltada, chegando a cidade de Granja após o posto da Polícia Rodoviária Estadual no primeiro balão pega uma estrada asfaltada à direita e percorre um trecho de 34 km até o povoado de Santa Terezinha.

### **2.2 Condições Climáticas**

Os dados relativos ao clima de região são estimados e dimensionados em função de cadastros elaborados e constantes de informações fornecidas pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos.

**Pluviometria média anual observada em 1997:** 1.039,90mm

**Trimestre mais seco do ano** .....Out/Nov/Dez

**Período mais úmido do Ano** .....Janeiro a Maio

Temperaturas:

- **Média das Máximas:** 28°

- **Média das Mínimas:** 26°

## **2.3 Características Geomorfológicas**

O Município de **Granja** possui um relevo com planícies litorâneas.

**Classes de Solo:** Areias Quartzozas Distróficas, Solos Litólicos, Planossolo Solódico e Podzólico Vermelho-Amarelo.

**Uso Potencial do Solo:** Cajueiro, coco e culturas de subsistência, milho, feijão, mandioca.

## **2.4 Dados Censitários do Município**

**População Rural :** 25.920 hab.

**População Urbama:** 15.987 hab.

**Taxa de Crescimento:** 2,0%

Fonte IBGE (Contagem da População 2000)

**Obs.: A taxa de crescimento populacional da localidade de Santa Terezinha no município de Granja no último censo realizado pelo IBGE foi negativa. Neste caso, seguindo orientações da CAGECE, quando esta taxa for negativa, não constar ou inferior a 2,0%, considera-se como se fosse 2,0%.**

## **3.0 População do Projeto**

A População do Projeto foi obtida através de estimativa, levando-se em consideração o número de domicílios e ocupação de 4,54 pessoas por domicílio.

No levantamento, obteve-se os seguintes dados:

- **População atual (2014):** 4.131 habitantes (910 Famílias)
- **Alcance do Projeto:** 30 anos
- **Taxa de crescimento:** 2,00% a.a.
- **População de projeto (2044):** 7.483 habitantes

## **4.0 Infra-estrutura**

### **4.1 Pavimentação**

As ruas da localidade de Santa Terezinha, apresentam boa parte de suas vias com calçamento em pedra tosca. Atualmente o acesso a localidade é feita por estrada asfaltada a partir da sede municipal.

## **4.2 Saneamento Básico**

Existe um sistema público de abastecimento de água precário na sede do distrito, porém sem fonte hídrica suficiente para atender a demanda da população que além de insuficiente não tem tratamento.

Atualmente com o agravamento da seca estar insustentável a situação da comunidade em relação ao abastecimento d'água na sede do distrito de Santa Terezinha, quanto ao saneamento não existe sistema público de coleta e tratamento de esgoto.

## **4.3 Energia Elétrica**

A localidade de **Santa Terezinha** é atendida por rede de distribuição em alta e baixa tensão.

## **4.4 Comunicação**

### **4.4.1 Telefonia**

O Município é atingido por telefonia fixa e móvel.

Terminais Telefônicos Instalados:

- **Convencionais:** 641
- **Celulares:** 35

Terminais Telefônicos em Serviço:

- **Convencionais:** 740
- **Celulares:** 19
- **Telefones Públicos:** 15
- Fonte: TELECEARÁ (Ano 1997).

**Santa Terezinha** é beneficiada por telefone público a cartão.

### **4.4.2 Correios**

Unidades de Atendimento no município:

- **Agências de Correios:** 1

Na sede do distrito de Pessoa Anta, **Santa Terezinha** não existem agências de correios, as correspondências são postadas na agência de Correios da sede municipal.

## **5.0 Parâmetros de Dimensionamento**

De acordo com os Termos de Referência para Elaboração de Projetos de Médio e Pequeno Porte da CAGECE / SOHIDRA (Projeto São José e Funasa), os parâmetros são os seguintes:

**Localidade: Santa Terezinha**

**Alcance de projeto (Ap): 30 anos**

**Taxa de crescimento(Tc): 2,00% a.a.**

**N.º de unidades habitacionais: 910**

**Taxa de ocupação: 4,54 hab. por unidade**

**População atual (2014): 4.131 hab.**

**População de projeto (P): 7.483 hab. (Em 2044) - Calculado no item 6.2**

**Consumo per capita: 100 l / hab. / dia**

**Coefficiente do dia de maior consumo:  $K_1 = 1,2$**

**Coefficiente da hora de maior consumo:  $K_2 = 1,5$**

## **6.0 – O Projeto**

### **6.1- Concepção do Sistema Proposto**

#### **CAPTAÇÃO EM AÇUDE**

A comunidade de **Santa Terezinha** tem previsto como manancial de água o açude público de Gangorra, que foi construído no ano de 1999 e é monitorado pela COGERH.

#### FICHA TÉCNICA DO AÇUDE: GANGORRA

##### **LOCALIZAÇÃO**

Município:	Granja
Latitude:	9.649,5 Km N
Longitude:	293,1 Km E
Bacia:	Coreaú
Rio/Riacho Barrado:	Riacho Gangorra

##### **BARRAGEM**

Tipo:	Terra Homogênea
Capacidade na cota 38 (milhões de m <sup>3</sup> ):	46,0
Bacia Hidrográfica(Km <sup>2</sup> ):	105,000
Bacia Hidráulica(ha):	1.300,260
Vazão Regularizada(m <sup>3</sup> /s):	0,2
Extensão pelo Coroamento(m):	1.033,0
Largura do Coroamento(m):	6,00
Cota do Coroamento(m):	41,00
Altura Máxima(m):	20,7

##### **SANGRADOURO**

Tipo:	Canal com cordão de fixação em concreto
Largura(m):	40
Lâmina Máxima(m):	0,9

Cota da Soleira(m): 38,0

### **TOMADA D'ÁGUA**

Tipo: Galeria  
Diâmetro(mm): 800  
Comprimento(m): 57  
Cota do Eixo da Galeria (m): 29,0  
Vazão Regularizada com 90% de garantia (m<sup>3</sup>/s) 0,313

### *COTA X ÁREA X VOLUME DO AÇUDE GANGORRA*

COTA (M)	VOLUME (M3)	ÁREA (HA)
23	0	3
24	15.514	8
25	64.761	43
26	187.932	130
27	488.978	217
28	1.133.369	298
29	2.223.100	398
30	3.928.796	494
31	6.423.820	587
32	9.717.796	696
33	13.808.485	818
34	18.728.183	977
35	24.432.557	1130
36	30.826.189	1302
37	38.040.910	1467
38	46.145.777	1642

## **6.2- Demanda e Vazões do Projeto**

Com base nos parâmetros estabelecidos e mencionados anteriormente, calculamos a demanda necessária para o sistema de abastecimento d'água da comunidade de **Santa Terezinha**, no Município **Granja** – Ceará:

- **População de projeto – Santa Terezinha ( P )**

$P' = N.^{\circ}$  de Residências x 4,54 habitantes

$P' = 910 \times 4,54$

$P' = 4.131$  hab.

$P = P' \times ( 1 + Tc )^{30}$

$P = 4.131 \times (1+ 0,020)^{30}$

$P = 7.483$  hab.

- **Vazão média de consumo:**

$$Q_0 = P \times 100 / 64800$$
$$Q_0 = 7.483 \times 100 / 64800$$
$$Q_0 = 11,547 \text{ l/s ou } 41,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Vazão do dia de maior consumo:**

$$Q_1 = P \times 100 \times 1,2 / 64800$$
$$Q_1 = 7.483 \times 100 \times 1,2 / 64800$$
$$Q_1 = 13,857 \text{ l/s ou } 49,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

A vazão de adução foi aumentada em 5% para compensar perdas eventuais durante a lavagem dos filtros.

$$Q_1 = P \times 100 \times 1,2 / 64800$$
$$Q_1 = 7.483 \times 100 \times 1,2 / 64800$$
$$Q_1 = 13,857 \text{ l/s} \times 1,05 = 14,549 \text{ l/s ou } 52,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{1+5\%} = 52,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

### **Justificativa da Duplicação da AAB-1 Adutora de Água Bruta Trecho 01 a Partir do 10º Ano:**

O diâmetro calculado da tubulação da AAB-1 (adutora de água bruta trecho 01) é de 144,75mm, foi adotado o diâmetro comercial de 150mm, tubulação de PVC DEFoFo JE 1 Mpa e a velocidade da água na tubulação é de 0,82 m/s para a vazão de final do projeto 52,38 m³/h. Como o desnível geométrico entre a captação no açude e a ETA é de 48,36m e perda de carga na tubulação de 0,0046 m/m, teremos uma perda ao longo da adutora com extensão de 17.060,00m igual a 78,47m.

Diante do exposto, levando-se em consideração apenas os dois principais itens do somatório da altura manométrica total, desnível geométrico (48,36m) e perdas de carga ao longo da tubulação (78,47m) passam de 100 mca, cuja classe de pressão da tubulação da adutora é de até 100 mca e sem contar com o valor da sobrepressão máxima na tubulação (golpe de aríete). Ver dimensionamento usando apenas uma adutora de 150mm com a vazão de final do projeto, que com a sobrepressão sobre a classe de pressão dos tubos chega a 113,30 mca.

A solução encontrada sem mexer no diâmetro da tubulação da AAB-1 (Trecho 01) por razões econômicas foi reduzir a vazão do projeto pela metade que equivale a vazão do 10º ano (ver quadro da evolução populacional). Com a vazão reduzida  $Q = 26,19 \text{ m}^3/\text{h}$  a altura manométrica total e o cálculo da sobrepressão máxima na tubulação (golpe de aríete) é de 94,10 mca não passando de 100 mca.

A partir do 10º ano de operação do projeto a tubulação da AAB-1 (Trecho 01) será duplicada, ou seja, será instalada uma outra adutora paralela a existente com diâmetros e classes de pressões equivalentes e conseqüentemente será instalado um novo flutuante com duas bombas, sendo uma reserva para a segunda

adutora, passando a funcionarem simultaneamente as duas bombas, uma do flutuante existente e a outra do novo flutuante, para atender a demanda do projeto no final da projeção com 18 horas de funcionamento diário. Valendo ressaltar que cada adutora tem seu bombeamento independente e cada flutuante tem duas bombas uma ativa e outra reserva.

Na fase inicial, ou seja, até o 10º ano antes da duplicação da adutora do trecho 01 em que funcionará apenas uma moto-bomba com a vazão reduzida em 50% da vazão do projeto (26,13 m³/h) o tempo de funcionamento diário iniciará no primeiro ano com 19,87 horas/dia e terminará no 10º ano com 24 horas/dia, a partir daí será feito a duplicação da adutora ficando cada adutora independente com o seu bombeamento próprio de 26,13 m³/h (2 x 26,13m³/h = 52,26m³/h). A partir daí o projeto no final de vida útil (30º ano) será de 18 horas/dia, Como cada adutora tem na captação independente duas bombas, sendo uma ativa e outra reserva o funcionamento das mesmas passará a ser alternado.

O trecho 02 denominado de AAT-2 (adutora de água tratada trecho 02) não será duplicado porque tem um desnível geométrico inferior ao do trecho 01 e quando calculamos as perdas de carga utilizando a vazão de final de projeto (49,89m³/h) a sobrepressão máxima ou golpe de aríete é inferior a 100 mca classe de pressão da tubulação (1 Mpa). A vazão de final de projeto é 49,89 m³/h, no trecho 01 utilizamos 52,38 m³/h devido o acréscimo de 5% para compensar possíveis perdas eventuais durante o processo de lavagem dos filtros e no trecho 02 não será necessário dar o acréscimo, porque já utilizamos a água tratada.

### **6.3 – Unidades do Sistema**

O sistema de abastecimento d'água de **Santa Terezinha**, trata de um projeto de abastecimento em zona rural para atender a sede do distrito de **Pessoa Anta**, no município de **Granja – CE..**

#### **Concepção do sistema proposto:**

Captação flutuante a partir do espelho d'água do Açude Gangorra, uma adutora de água bruta da captação flutuante até a ETA com uma extensão de 17.180,00m, sendo 120,00m em tubulação PEAD DN 100mm sobre flutuadores e 17.060,00m em tubulação de PVC PBA JE 1 Mpa DN 150mm que a partir do 10º ano será duplicada, uma ETA localizada na comunidade de Atrás dos Morros, uma adutora de água tratada com extensão de 16.100,00m da ETA aos reservatórios apoiados de Santa Terezinha. Serão construídos 04 reservatórios apoiados em anéis de concreto pré-moldados, dois reservatórios interligados ao lado da ETA com capacidade individual de 85m³ cada e diâmetro de 6,00m, dois reservatórios interligados ao lado do reservatório elevado existente de Santa Terezinha com capacidade individual de 70m³ cada e diâmetro de 3,00m.

#### **PARTES INTEGRANTES DO PROJETO:**

**CAPTAÇÃO FLUTUANTE:** A captação flutuante é constituída de um flutuante com capacidade de suporte para 02 conjuntos motor bomba submersa com potência de 15 CV cada, sendo uma ativa e outra reserva. A partir do 10º ano de vida do projeto

será instalado um segundo flutuante com duas bombas nas mesmas condições do primeiro, quando for feita a duplicação do trecho 01 da adutora. Ver planta em anexo – prancha 14/31. Na planta demonstramos apenas um flutuante porque o segundo será idêntico e fará parte da adutora a ser instalada paralela a existente.

**TUBULAÇÃO PEAD:** A tubulação PEAD parte integrante da adutora de água bruta tem uma extensão de 120m DN 100mm, interliga o flutuante no espelho d'água do lago do açude à tubulação de PVC às margens da cota de soleira do sangradouro (planta em anexo da transição tubo PEAD DN 100mm para tubo PVC DN 150mm – prancha 15/31).

**CASA DE PROTEÇÃO DE QUADRO ELÉTRICO:** A casa de proteção dos quadros elétricos (planta em anexo - prancha 16/31) será construída em alvenaria para abrigar os quadros, inicialmente das duas bombas submersas do flutuante ativa e reserva e a partir do 10º ano passará a abrigar os quadros das outras duas bombas do segundo flutuante a ser instalado com a duplicação da adutora. Sua localização fica às margens do espelho d'água do açude a 50m da cota da soleira do sangradouro.

**ADUTORA DE ÁGUA BRUTA:** A adutora de água bruta denominada de Trecho 01 apresenta uma extensão de 17.060,00m mais 120,00m de tubulação PEAD totalizando 17.180,00m que se inicia na captação flutuante e termina na ETA na localidade de Atrás dos Morros. Ver plantas em anexo – pranchas 02/31 a 07/31, valendo ressaltar que o trecho 01 a partir do 10º ano será duplicado, com a duplicação passaremos a ter duas adutoras independentes em paralelo com a mesma característica e finalidade, conduzindo água bruta do açude Gangorra para a ETA. Na planta não foi demonstrada a segunda adutora a ser instalada porque será instalada ao lado da existente com as mesmas características.

**ETA:** A Estação de Tratamento de Água será construída na localidade de Atrás dos Morros a cerca de 17 Km da captação no açude. Será do tipo dupla filtração, além do filtro de fluxo ascendente e de fluxo descendente, teremos também um aerador cuja torre funciona como câmara de carga, terá também dosador/misturador de soluções químicas, ver planta em anexo – prancha 24/31.

**DUPLA FILTRAÇÃO:** O sistema de dupla filtração direta, com a vantagem de somar a passagem ascendente com a passagem descendente, o que resulta em uma melhor qualidade final da água, por conta de maior eficiência da remoção de algas e obtenção de cor verdadeira e turbidez em níveis bem baixos.

**VANTAGENS DO USO DO SISTEMA DE DUPLA FILTRAÇÃO:**

- Produz água de melhor qualidade nos quesitos turbidez e cor verdadeira.
- Maior eficiência na remoção de algas.
- Menor custo de implantação e de operação comparado as ETA'S convencionais.

**CASA DE BOMBAS / CASA DE QUÍMICA:** A casa de bombas e química (plantas em anexo – pranchas 22/31 e 24/31) será construída em alvenaria na localidade de Atrás dos Morros ao lado dos filtros/aerador e servirá de abrigo para as bombas da elevatória de água tratada EE2 (Atrás dos Morros / Santa Terezinha), como também casa de química e bomba do abastecimento do reservatório elevado para a lavagem dos filtros. Além do abrigo dos dosadores/misturadores de soluções químicas,

instalados na adutora de água tratada AAT-2 – Atrás dos Morros/Santa Terezinha, a casa tem um depósito para armazenagem de produtos químicos e banheiro.

**ADUTORA DE ÁGUA TRATADA:** A adutora de água tratada, trecho 02 (AAT-2 Atrás dos Morros / Santa Terezinha) tem uma extensão de 16.100,00m, iniciando nos reservatórios apoiados ao lado da ETA (02 reservatórios apoiados interligados de 85m<sup>3</sup> cada) e terminando nos reservatórios apoiados de Santa Terezinha (02 reservatórios apoiados interligados de 70m<sup>3</sup> cada). Ver plantas - pranchas 08/31 a 13/31.

**RESERVATÓRIO APOIADO:** Serão construídos quatro reservatórios apoiados em anéis de concreto pré-moldados, dois reservatórios de 85m<sup>3</sup> ao lado da ETA com diâmetro de 6,00m e dois de 70m<sup>3</sup> em Santa Terezinha com diâmetro de 3,00m. Plantas em anexo ver pranchas 20/31 a 21/31 (RAP 85m<sup>3</sup>) e 26/31 a 27/31 (RAP 70m<sup>3</sup>).

**RESERVATÓRIO ELEVADO PARA LAVAGEM DOS FILTROS:** Será construído um reservatório elevado com capacidade de 50m<sup>3</sup> em anel de concreto pré-moldado DN 3,00m com fuste de 9,00m e altura de 17,00m junto à ETA que servirá para lavagem dos filtros, ficando ao lado dos reservatórios apoiados, ver planta em anexo prancha 25/31.

**CERCA DE PROTEÇÃO:** Serão construídas no entorno das construções civis cercas de proteção de arame farpado com 07 fiadas, estaca pré-moldada ponta virada, mureta de proteção com 0,70m de altura, fundação e reboco nas duas faces e pintura a base de cal com 03 demão, ver detalhes na prancha 28/31 e 29/31.

### **6.3.1 – Captação em Açude:**

A captação a partir de um flutuante no Açude Gangorra, cujo volume do mesmo é suficiente para satisfazer a demanda necessária em m<sup>3</sup>/h para o atendimento à população em conformidade com a demanda calculada em projeto. Ver ficha técnica do açude.

### **6.3.2 – Tratamento**

Como se trata de água de manancial superficial (açude), foi adotado um sistema de dupla filtragem feita através de dois filtros em série sendo o primeiro de fluxo ascendente e o segundo de fluxo descendente, teremos um aerador de bandejas cuja torre tem dupla função de sustentação do aerador e servir de câmara de carga, dois dosadores/misturadores de soluções químicas, sendo o segundo instalado a partir do 10º ano do projeto quando da duplicação da adutora de água bruta Trecho 01.

A água vinda do açude passa pelo aerador e câmara de carga que serve também como torre de sustentação do aerador, em seguida por gravidade passa por dois filtros instalados em série, primeiro o filtro de fluxo ascendente e em seguida o filtro de fluxo descendente e deste para o reservatório apoiado que são dois reservatórios interligados com capacidade individual de 85m<sup>3</sup>.

Será feita uma desinfecção realizada com emprego de um composto químico HTC ou percloro. A dosagem a ser lançada na tubulação de recalque será a necessária para resultar numa água franqueada à população, com uma concentração de cloro livre de 2 mg/l.

A aplicação será efetuada por meio de dois dosadores/misturadores de soluções químicas instalados na EE2 – Estação Elevatória 02 de Atrás dos Morros a Santa Terezinha (sendo o segundo instalado posteriormente no 10º ano do projeto), esta elevatória capta água dos dois reservatórios apoiados de Atrás dos Morros ao lado dos filtros (ver plantas em anexo).

### **ESCLARECIMENTOS NECESSÁRIOS PARA UMA MELHOR COMPREENSÃO DO PROJETO:**

- a) O projeto foi dimensionado para um horizonte de 30 anos com crescimento populacional de 2% ao ano, funcionando 18 horas/dia. Valendo salientar que esse tempo de funcionamento (18 horas/dia) do sistema de bombeamento acontecerá somente no final do projeto no ano de 2044 e que no início (2014) o tempo de funcionamento é de 9,94 horas/dia (9 horas e 56 minutos) ver evolução populacional coluna “horas de funcionamento/dia do início ao final do projeto” em anexo.

QUADRO 01 - DEMONSTRATIVO DO TEMPO DE FUNCIONAMENTO DE ACORDO COM A PROJEÇÃO PARA 30 ANOS COM AS DUAS ADUTORAS EM PARALELO E INDEPENDENTES ( $Q = 26,19 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 = 52,38 \text{ m}^3/\text{h}$ ):

ANO	VOLUME DIÁRIO	TEMPO DE FUNCIONAMENTO
2014	520,26 m <sup>3</sup> /dia	9,94 horas/dia
2024	634,56 m <sup>3</sup> /dia	12,11 horas/dia
2034	773,52 m <sup>3</sup> /dia	14,77 horas/dia
2044	942,92 m <sup>3</sup> /dia	18,00 horas/dia

Observação: Esta situação do Quadro-01 acima é com a vazão total do projeto 52,38m<sup>3</sup>/h com as duas adutoras de 150mm em paralelo e independentes do trecho 01, cada uma com uma vazão de 26,19 m<sup>3</sup>/h. Como dito anteriormente que a duplicação da adutora estar previsto para até o 10º ano do projeto, podendo ser feito antes e inicialmente até o 10º trabalharemos com a metade da vazão (26,19 m<sup>3</sup>/h) então será aumentado o tempo de bombeamento, ver Quadro-02 abaixo:

QUADRO 02 - DEMONSTRATIVO DO TEMPO DE FUNCIONAMENTO DE ACORDO COM A PROJEÇÃO PARA ATÉ 10 ANOS (ANTES DA DUPLICAÇÃO DA AAB-1 ADUTORA DE ÁGUA BRUTA TRECHO 01,  $Q = 26,19 \text{ m}^3/\text{h}$ ).

ANO	VOLUME DIÁRIO	TEMPO DE FUNCIONAMENTO
2014	520,26 m <sup>3</sup> /dia	19,86 horas/dia
2019	574,74 m <sup>3</sup> /dia	21,94 horas/dia
2024	634,56 m <sup>3</sup> /dia	24,00 horas/dia

O Quadro-02 acima demonstra que a partir do 10º ano tem de aumentar a vazão, estando previsto a duplicação da vazão e conseqüentemente da adutora justificado anteriormente, que deverá ser executado até o 10º ano porque a partir do 11º ano o volume de água bombeado não será suficiente para atendimento da população projetada.

- b) O projeto é composto de duas adutoras, sendo uma adutora de água bruta AAB-1 (Trecho 01) da captação flutuante no açude Gangorra à ETA na localidade de Atrás dos Morros com uma extensão de 17.180,00m, sendo 120,00m em tubulação PEAD DN 100mm e 17.060,00m em tubulação de PVC DEFoFo JE 1 Mpa DN 150mm e adutora de água tratada AAT-2 (Trecho 02) de Atrás dos Morros à Santa Terezinha com uma extensão de 16.100,00m em tubulação de PVC DEFoFo JE 1 Mpa DN 150mm.

### **6.3.3 – Adutora de Água Bruta AAB-1 – Trecho 01 Captação a Atrás dos Morros (ETA)**

A adutora de água bruta interliga o ponto de captação flutuante no Açude Gangorra com a ETA na localidade de Atrás dos Morros. O seu desenvolvimento está representado em planta baixa e perfil, onde se pode ver a localização das ventosas e registros de descarga.

O Trecho 01 apresenta uma extensão de 17.180,00m sendo 120,00m em tubulação PEAD DN 100mm sobre boias flutuadoras e 17.060,00m em tubulação de PVC PBA JE 1 Mpa DN 150mm.

A partir do 10º ano o trecho será duplicado, como se trata de uma outra adutora independente paralela à existente com as mesmas características de diâmetro, tubulação e vazão não será necessário apresentar cálculos do dimensionamento porque o que apresentamos abaixo servirá para as duas adutoras independentes do Trecho 01.

As características técnicas são as seguintes:

#### **Vazão de Adução:**

$$Q_a = Q_{md} \times 24/24$$

$$Q_a = 14,549 \times 1,00$$

$$Q_a = 14,549 \text{ l/s ou } 52,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### **OBSERVAÇÃO:**

Como dividi a vazão do trecho 01 em dois, onde serão instaladas duas adutoras independentes e dois bombeamentos distintos (justificados anteriormente), sendo executado o serviço de duplicação do trecho até o 10º ano, então no dimensionamento mostrado adotamos a metade da vazão do projeto ( $52,38 \text{ m}^3/\text{h} / 2 = 26,19 \text{ m}^3/\text{h}$ )

$$Q_{a(\text{adotado})} = 26,19 \text{ m}^3/\text{h} = 7,275 \text{ l/s}$$

#### **Diâmetro:**

$$D = 1,2 \times \sqrt{Q}$$
$$D = 1,2 \times \sqrt{0,007275}$$
$$D = 0,10235 \text{ m ou } D = 102,35 \text{ mm (DN - Diâmetro Adotado = 150mm)}$$

(escolhido pela fórmula de Bresse)

**Material:**

PVC – classe de pressão 1 MPa  
Tubo PVC DEFoFo JE.

**Extensão:**

Comprimento total da adutora = 17.060,00m

### 6.3.3.1 – Cálculo da Sobrepressão

#### 6.3.3.1.1 – Perda de Carga Unitária – Fórmula de Hazen-William

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$$
$$J = 10,643 \times (0,007275)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,150)^{-4,87}$$
$$J = 0,0013 \text{ (m/m)}$$

Onde:

J = Perda de Carga unitária (m/m)

Q = Vazão de adução (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente relacionado diretamente ao tipo de material

D = Diâmetro da tubulação em metro

#### 6.3.3.1.2 – Perda de Carga Total (Adutora de Água Bruta – AAB-1) Trecho 01 – da captação (açude) à ETA (Atrás dos Morros)

$$H_f = J \times L$$

$$H_f = J \times 17.060$$

$$H_f = 0,0013 \times 17.060,00$$

$$H_f = 22,178$$

$$H_f = 22,18 \text{ m}$$

#### 6.3.3.1.3 – Altura Manométrica Total (Hmt) e Desnível Geométrico (Hg)

Nível mínimo de captação (Nmc) = 36,15 (Cota do Flutuante)

Nível máximo de recalque (Nmr) = 84,45 (Cota da ETA)

Altura do aerador (Ar) = 6,80m

$$H_g = Nmr - Nmc + Ar$$

$$H_g = 84,45 - 36,15 + 6,80$$

$$H_g = 55,10\text{m}$$

$$H_{fac} = H_f \times 5\%$$

$$H_{fac} = 22,18 \times 0,05 = 1,11\text{m}$$

$$\begin{aligned} H_{mt} &= H_f + H_{f_{PEAD}} (*) + H_g + H_{fac} \\ H_{mt} &= 22,18 + 1,10 (*) + 55,10 + 1,11 \\ H_{mt} &= 79,49 \text{ m.c.a.} \end{aligned}$$

**(\*) Perda de Carga no trecho de 120m de tubulação PEAD DN 100mm -  $H_{f_{PEAD}}$**

**Perda de Carga Unitária – Fórmula de Hazen-William**

$$\begin{aligned} J &= 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \\ J &= 10,643 \times (0,007275)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,100)^{-4,87} \\ J &= 0,0092 \text{ (m/m)} \end{aligned}$$

Onde:

J = Perda de Carga unitária (m/m)

Q = Vazão de adução (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente relacionado diretamente ao tipo de material

D = Diâmetro da tubulação em metro

$$H_{f_{PEAD}} = J \times L$$

$$H_{f_{PEAD}} = 0,0092 \times 120$$

$$H_{f_{PEAD}} = 0,0092 \times 120,00$$

$$H_{f_{PEAD}} = 1,104$$

$$H_{f_{PEAD}} = 1,10 \text{ m}$$

**6.3.3.1.4 – Verificação do Golpe de Ariete – Celeridade**

$$\begin{aligned} C &= 9.900 / [ 48,3 + K ( D / E ) ]^{0,50} \\ C &= 9.900 / [ 48,3 + 18 ( 150 / 6,30 ) ]^{0,50} \\ C &= 453,3527 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Onde:

C = Celeridade ( m/s )

K = Constante em função do material ( PVC – K = 18)

D = Diâmetro em mm

E = Espessura da Tubulação.

**6.3.3.1.5 – Golpe sobre Pressão Máxima na Extremidade da Linha**

$$\text{Área} = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$A = 3,14 \times (0,150)^2 / 4$$

$$A = 0,017 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidade} = Q / A$$

$$V = 0,007275 / 0,017$$

Onde:

D = Diâmetro interno da tubulação(em m)

Q = Vazão de Adução (m<sup>3</sup>/s)

C = Celeridade (m/s)

G = Aceleração da gravidade

Ha = Sobre pressão

$$V = 0,42 \text{ m/s}$$

$$H_a = C \times V / G$$

$$H_a = 453,3527 \times 0,42 / 9,81$$

$$H_a = 19,40 \text{ m.c.a.}$$

#### **6.3.3.1.6 – Golpe sobre Pressão Máxima Instalada**

$$P = H_a + H_g$$

$$P = 19,40 + 55,10$$

$$P = 74,50 \text{ m.c.a}$$

A Classe da tubulação a ser empregada no trecho da Adutora será compatível com as pressões de serviço de 10 kg/cm<sup>2</sup> 1 MPa – Junta Elástica (JE).

#### **6.3.3.1.7 – Potencia Exigida no Eixo da Bomba da Captação Flutuante EE1 – Estação Elevatória 01 (adutora água bruta – Trecho 01)**

$$P = Q \times AMT / 75 \times N$$

$$P = 7,275 \times 79,49 / 75 \times 0,65$$

$$P = 11,86 \text{ CV}$$

$$P = 11,86 \times 1,15 = 13,64 \text{ CV}$$

$$P = 15 \text{ CV}$$

**Potencia no eixo da bomba = 11,86 CV**

**Potencia do motor = 13,64 CV**

**Potencia comercial adotada = 15 CV**

Observação: o fator de correção acima mencionado, trata-se de uma folga que varia de acordo com a potencia do motor (vide tabela abaixo segundo Azevedo Neto)

POTENCIA DO MOTOR	FATOR DE CORREÇÃO
0 a 2 CV	50%
2 a 5 CV	30%
5 a 10 CV	20%
10 a 20 CV	15%
Acima de 20 CV	10%

Onde:

P = potência exigida no eixo da bomba (CV)

Q = vazão do projeto (l/s)

AMT = altura manométrica total (mca)

N = rendimento da bomba (%)

Fator de correção da potência da bomba = 15%

#### **6.3.4 – Adutora de Água Tratada AAT-2 – Trecho 02 Atrás dos Morros (ETA) a Santa Terezinha**

A adutora de água tratada Trecho 02 interliga os dois reservatórios apoiados da ETA na localidade de Atrás dos Morros aos dois reservatórios apoiados de Santa Terezinha. O seu desenvolvimento está representado em planta baixa e perfil, onde se pode ver a localização das ventosas e registros de descarga. Essa adutora atende a localidade de Santa Terezinha com 910 famílias tem uma extensão de 16.100,00m em tubulação de PVC DEFoFo 1 Mpa DN 150mm.

- **População de projeto ( P )**

$$P' = N.^{\circ} \text{ de Residências} \times 4,54 \text{ habitantes}$$

$$P' = 910 \times 4,54$$

$$P' = 4.131 \text{ hab.}$$

$$P = P' \times (1 + Tc)^{30}$$

$$P = 4.131 \times (1 + 0,020)^{30}$$

$$P = 7.483 \text{ hab.}$$

- **Vazão média de consumo:**

$$Q_0 = P \times 100 / 64800$$

$$Q_0 = 7.483 \times 100 / 64800$$

$$Q_0 = 11,547 \text{ l/s ou } 41,56 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Vazão do dia de maior consumo:**

$$Q_1 = P \times 100 \times 1,2 / 64800$$

$$Q_1 = 7.483 \times 100 \times 1,2 / 64800$$

$$Q_1 = 13,857 \text{ l/s ou } 49,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Observação 01:** a vazão da adutora de água tratada (Trecho 02) é diferenciada da vazão da adutora de água bruta (Trecho 01) porque na adutora de água bruta temos um acréscimo de 5% da vazão para compensar as perdas eventuais durante o processo de lavagem dos filtros.

**Observação 02:** o tempo de funcionamento da Estação Elevatória 02 (EE-2) será a metade do tempo da Estação Elevatória 01 (EE-1) até o 10º ano do projeto, porque na EE-1 a adutora de água bruta será duplicada no 10º ano e antes da duplicação estará operando com a metade da vazão de projeto que é a vazão do 10º ano.

**Vazão de Adução:**

$$Q_a = Q_{md} \times 24/24$$

$$Q_a = 13,857 \times 1,00$$

$$Q_a = 13,857 \text{ l/s ou } 49,88 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Diâmetro:**

$$D = 1,2 \times \sqrt{Q}$$

$$D = 1,2 \times \sqrt{0,013857}$$

$$D = 0,14125 \text{ m ou } D = 141,25 \text{ mm (DN - Diâmetro Adotado = 150mm)}$$

(escolhido pela fórmula de Bresse)

**Material:**

PVC – classe 1,00 MPa  
Tubo PVC DEFoFo JE.

**Extensão:**

Comprimento total da adutora = 16.100,00m

**6.3.4.1 – Cálculo da Sobrepressão**

**6.3.4.1.1 – Perda de Carga Unitária – Fórmula de Hazen-William**

$$J = 10,643 \times Q^{1,85} \times C^{-1,85} \times D^{-4,87}$$
$$J = 10,643 \times (0,013857)^{1,85} \times (140)^{-1,85} \times (0,150)^{-4,87}$$
$$J = 0,0042 \text{ (m/m)}$$

Onde:

J = Perda de Carga unitária (m/m)

Q = Vazão de adução (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente relacionado diretamente ao tipo de material

D = Diâmetro da tubulação em metro

**6.3.4.1.2 – Perda de Carga Total (Adutora de Água Tratada – AAT-2)  
Trecho 02**

$$H_f = J \times L$$

$$H_f = J \times 16.100,00$$

$$H_f = 0,0042 \times 16.100,00$$

$$H_f = 67,62\text{m}$$

**6.3.4.1.3 – Altura Manométrica Total (Hmt) e Desnível Geométrico (Hg)**

**Nível mínimo de captação (Nmc) = 84,45 (Cota da ETA)**

**Nível máximo de recalque (Nmr) = 92,23 (Cota do RAP Santa Terezinha)**

**Altura do RAP de Santa Terezinha (Ar) = 10,00m**

$$H_g = N_{mr} - N_{mc} + A_r$$

$$H_g = 92,23 - 84,45 + 10,00$$

$$H_g = 17,78\text{m}$$

$$H_{fac} = H_f \times 5\%$$

$$H_{fac} = 67,62 \times 0,05 = 3,38\text{m}$$

$$H_{fac} = 3,38\text{m}$$

$$H_{mt} = H_f + H_g + H_{fac}$$

$$H_{mt} = 67,62 + 17,78 + 3,38$$

$$H_{mt} = 88,78 \text{ m.c.a.}$$

**6.3.4.1.4 – Verificação do Golpe de Ariete – Celeridade**

$$C = 9.900 / [ 48,3 + K ( D / E ) ]^{0,50}$$

$$C = 9.900 / [ 48,3 + 18 ( 150 / 6,30 ) ]^{0,50}$$

$$C = 453,3527 \text{ m/s}$$

Onde:

C = Celeridade ( m/s )

K = Constante em função do material ( PVC – K = 18)

D = Diâmetro em mm

E = Espessura da Tubulação.

#### 6.3.4.1.5 – Golpe sobre Pressão Máxima na Extremidade da Linha

$$\text{Área} = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$A = 3,14 \times (0,150)^2 / 4$$

$$A = 0,017 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocidade} = Q / A$$

$$V = 0,013857 / 0,0176$$

$$V = 0,78 \text{ m/s}$$

Onde:

D = Diâmetro interno da tubulação(em m)

Q = Vazão de Adução (m³/s)

C = Celeridade (m/s)

G = Aceleração da gravidade

Ha = Sobre pressão

$$H_a = C \times V / G$$

$$H_a = 453,3527 \times 0,78 / 9,81$$

$$H_a = 36,04 \text{ m.c.a.}$$

#### 6.3.4.1.6 – Golpe sobre Pressão Máxima Instalada

$$P = H_a + H_g$$

$$P = 36,04 + 17,78$$

$$P = 53,82 \text{ m.c.a}$$

A Classe da tubulação a ser empregada no trecho da Adutora será compatível com as pressões de serviço de 10 kg/cm<sup>2</sup> PBA 1 MPa – Junta Elástica (JE).

#### 6.3.4.1.7 – Potencia Exigida no Eixo da Bomba da Elevatória 02

EE2 – Estação Elevatória 02 (adutora água tratada – Trecho 02)

Partindo de Atrás dos Morros (ETA) ao RAP de Sta. Terezinha

$$P = Q \times \text{AMT} / 75 \times N$$

$$P = 13,857 \times 88,78 / 75 \times 0,65$$

$$P = 25,23 \text{ CV}$$

$$P = 25,23 \times 1,10 = 27,75 \text{ CV}$$

$$P = 30 \text{ CV}$$

**Potencia no eixo da bomba = 25,23 CV**

**Potencia do motor = 27,75 CV**

**Potencia comercial adotada = 30 CV**

Observação: o fator de correção acima mencionado, trata-se de uma folga que varia de acordo com a potencia do motor (vide tabela abaixo segundo Azevedo Neto)

POTENCIA DO MOTOR	FATOR DE CORREÇÃO
0 a 2 CV	50%
2 a 5 CV	30%
5 a 10 CV	20%
10 a 20 CV	15%
Acima de 20 CV	10%

Onde:

P = potência exigida no eixo da bomba (CV)

Q = vazão do projeto (l/s)

AMT = altura manométrica total (mca)

N = rendimento da bomba (%)

Fator de correção da potência da bomba = 10%

### 6.3.5 – Reservação

O volume da reservação corresponde a um terço do volume máximo diário calculado. Os reservatórios serão do tipo apoiado a serem construídos em áreas altas da localidade com anéis de concreto pré-moldado que darão o formato cilíndrico.

#### **Cálculo do volume máximo horário:**

$$V_D = P \times 100 \times 1,2$$

$$V_D = 7.483 \times 100 \times 1,2$$

$$V_D = 897.960 \text{ l ou } 897,96 \text{ m}^3$$

#### **Cálculo do volume do reservatório :**

$$V_R = 1/3 V_D$$

$$V_R = 897,96 / 3$$

$$V_R = 299,32 \text{ m}^3$$

#### **Volume adotado para o reservação :**

$$V_R = 310,00 \text{ m}^3$$

A locação dos reservatórios e os detalhes construtivos estão representados em plantas específicas.

Serão construídos quatro reservatórios apoiados em anel de concreto pré-moldados, dois destes ao lado da ETA na localidade de Atrás dos Morros com capacidade individual de  $85\text{m}^3$  interligados tipo vaso comunicantes ( $2 \times 85\text{m}^3 = 170\text{m}^3$ ) com diâmetro de 6,00m e dois em Santa Terezinha ao lado do reservatório elevado existente com capacidade individual de  $70\text{m}^3$  e interligados tipo vaso comunicantes ( $2 \times 70\text{m}^3 = 140\text{m}^3$ ) com diâmetro de 3,00m. Todos serão impermeabilizados com manta asfáltica com espessura de 3mm.

#### **• Características dos Reservatórios Apoiados – RAP de Atrás dos Morros ao lado da ETA:**

**Tipo:** apoiado  
**Forma:** cilíndrica  
**Diâmetro:** 6,00 m  
**Altura Total:** 3,00 m  
**Volume:** 85,00m<sup>3</sup>  
85,00m<sup>3</sup> x 2 = 170,00m<sup>3</sup>

• **Características dos Reservatórios Apoiados – RAP de Santa Terezinha:**

**Tipo:** apoiado  
**Forma:** cilíndrica  
**Diâmetro:** 3,00 m  
**Altura Total:** 10,00 m  
**Volume:** 70,00m<sup>3</sup>  
70,00m<sup>3</sup> x 2 = 140,00m<sup>3</sup>

### 6.3.6 – Rede de Adução

A rede de adução foi dividida em dois trechos que são adutoras distintas, cada uma com o sistema de bombeamento independente. O primeiro trecho denominado de adutora de água bruta AAB-1 (Trecho 01) se inicia na captação flutuante no lago do açude Gangorra e termina na ETA na localidade de Atrás dos Morros tem uma extensão de 17.180,00m (120,00m tubo PEAD DN 100mm e 17.060,00m tubo PVC DEFoFo JE 1 Mpa DN 150mm). O segundo trecho denominado de adutora de água tratada AAT-2 (Trecho 02) se inicia na ETA na localidade de Atrás dos Morros e termina nos dois reservatórios apoiados em Santa Terezinha que ficam ao lado do reservatório elevado existente, tem uma extensão de 16.100,00m em tubulação de PVC DEFoFo JE 1 Mpa DN 150mm.

O primeiro trecho será duplicado no 10º ano em que será construído uma segunda adutora paralela a já existente com as mesmas característica e ambas vão se encontrar no aerador.

Valendo salientar que por restrições econômicas não foi adotado inicialmente uma adutora com maior diâmetro para que não houvesse a necessidade de uma futura duplicação, mas até o 10º ano o sistema atenderá a demanda da comunidade satisfatoriamente como projetado.

#### **Dados da Adutora:**

##### **Trecho 01 – Adutora de Água Bruta AAB-1 – captação / Atrás dos Morros (ETA)**

Extensão: 17.180,00m

Diâmetro: 150mm

Material: 120,00m TUBO PEAD DN 100mm

17.060,00m PVC DEFoFo JE 1 Mpa

Cota inicial (captação flutuante): 36,15m

Cota final (ETA): 84,45m

##### **Trecho 02 – Adutora de Água Tratada AAT-2 – Atrás dos Morros (ETA) / Santa Terezinha**

Extensão: 16.100,00m  
Diâmetro: 150mm  
Material: PVC DEFoFo PBA JE 1Mpa  
Cota inicial (ETA): 84,45m  
Cota final (RAP de Santa Terezinha): 92,23m

## **7.0 Planilhas de Cálculos**

## **8.0 Planilha Orçamentária**

## **9.0 Especificações Técnicas - Sistema de Abastecimento de Água**

## **10.0 - Plantas**